



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№03

ISSN 2304-3334
№03 (107) 2025



ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

Ғ Ы Л Ы М И Ж У Р Н А Л



ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л



RESEARCH, RESULTS

S C I E N T I F I C J O U R N A L

АЛМАТЫ

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**ІЗДЕНІСТЕР, № 3 ИССЛЕДОВАНИЯ,
НӘТИЖЕЛЕР (107) 2025 РЕЗУЛЬТАТЫ**

**1999 ж. ШЫҒА
БАСТАДЫ**

**Издается с
1999 г.**

**шілде – қыркүйек
2025 жыл**

**июль – сентябрь
2025 год**

- ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО,
АГРОЭКОЛОГИЯ
- ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ
- МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВА
- ЭКОНОМИКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Сайт журнала: <https://journal.kaznaru.edu.kz/>

DOI выпуска: <https://doi.org/10.37884/3-107-2025>

Приказом №148 от 27.12.2022 г. Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты» КазНАИУ включен в Перечень изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности (сельскохозяйственные науки).

С целью объединения усилий, продвижения и популяризации результатов научных изысканий казахстанских ученых в мировом сообществе, *согласно Соглашения №27 от 15 августа 2023 года* НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет" совместно с НАО "Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан" издает научный журнал "Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты".

РЕДАКЦИЯ

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы - бас редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Президентінің жанындағы ҚР Ұлттық ғылым академиясының Президенті, академик; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Ибрагимов Прімқұл Шолпанқұлұлы - бас редактордың орынбасары, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор; (Scopus h-1) [ORCID](#)

Жолдасбек Нұргүл Жолдасбекқызы - жауапты хатшы.

РЕДАКЦИЯ МҮШЕЛЕРІ

Irina Pilvere – профессор, экономика ғылымдарының докторы Латвия ауылшаруашылық университеті, Латвия (Scopus h-6) [ORCID](#)

Daing Mohd Nasir Bin Daing Ibrahim – профессор, Ph.D, Universiti Malaysia Pahang, Malaysia; (Scopus h-6) [ORCID](#)

Elena Horska – профессор, агробизнесітегі экономика және менеджмент ғылымдарының докторы, Slovak University of Agriculture in Nitra, Словакия; (Scopus h-15) [ORCID](#)

Yus Aniza Yusof – профессор, Путра университеті, Малайзия; (Scopus h-36) [ORCID](#)

Алексеев Светлана – биология ғылымдарының докторы, Ресей ғылым академиясының К.И. Скрябин мен Я.П. Коваленко атындағы Бүкілресейлік тәжірибелік ветеринария ғылыми-зерттеу институты – Федералдық ғылыми орталығы; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Sobiech Przemyslaw Hubert – ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Варминск-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Jan MICINSKI – PhD, Варминск-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-8) [ORCID](#)

Arvydas Palevičius – доктор технических наук, профессор Витаутас Магнус университетінің профессоры, Литва ғылым академиясының мүшесі; (Scopus h-13) [ORCID](#)

Бессчетнов Владимир Петрович – биология ғылымдарының докторы, профессор Нижний Новгород мемлекеттік ауылшаруашылық академиясы, Орман дақылдары кафедрасының меңгерушісі, Ресей, Нижний Новгород қаласы; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Daskalov Plamen – PhD, профессор, Ангел Кынчев атындағы Русе университеті, Даму, үйлестіру және біліктілікті арттыру сұрақтары бойынша проректор, Болгария; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Султанов Ахметжан Акиевич - ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Ғылым департаментінің директоры; (Scopus h-11) [ORCID](#)

Керимова Уклияй Керимовна – экономика ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Бас ғылыми хатшы; (Scopus h-3) [ORCID](#)

Айтбаев Теміржан Ерқасұлы – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, академик, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» ЖШС Басқарма Төрағасы; (Scopus h-7) [ORCID](#)

Бастаубаева Шолпан Оразовна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС Басқарма Төрайымы; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Рамазанова Раушан Хамзаевна – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ө.Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты» ЖШС Басқарма Төрайымы; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Балгабаев Нурлан Нурмаханович – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, «Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС директорының м.а.; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Қалдыбаев Сағынбай Қалдыбайұлы – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының профессоры; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Рябцев Анатолий Дмитриевич – техника ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Water Hub» Халықаралық зерттеу орталығының директоры; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Омбаев Әбдірахман Молданазарұлы – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Мал шаруашылығы өнімдерін өндірудің сапасын басқару» Халықаралық зерттеу орталығының жетекшісі; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Әлиханов Қуантар Дәуленұлы – PhD, қауымдастырылған профессор, ҚР Президентінің жанындағы ҚР Ұлттық ғылым академиясы, Пәнаралық ғылым орталығының директоры; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Сарсекова Дани Нұрғисақызы – ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Орман шаруашылығы және жер ресурстары» факультетінің деканы; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Табынов Қайсар Қазыбайұлы – ветеринария ғылымдарының кандидаты, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Халықаралық Вакцинология орталығының жетекшісі; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Хазимов Канат Мұхатович – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «И.В.Сахаров атындағы көлік техникасы және технологиялары» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Кешуов Сейітқазы Асылсейітұлы – техника ғылымдарының докторы, академик, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергияны үнемдеу және автоматика» кафедрасының профессоры (Scopus h-3) [ORCID](#)

Жилдикбаева Айжан Наскеновна – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Оразбаев Жұматай Зейноллаұлы – техника ғылымдарының докторы, профессор, "Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты" ЖШС Басқарма Төрағасы; (Scopus h-1) [ORCID](#)

Дүйсембеков Бахытжан Әлішерұлы – биология ғылымдарының кандидаты, «Жазкен Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма Төрағасы; (Scopus h-7) [ORCID](#)

Төрханов Айбын Әдепханұлы - ауылшаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ мал шаруашылығы және жем шөп өндірісі ғылыми зерттеу институты» ЖШС Басқарма Төрағасы; (Scopus h-1) [ORCID](#)

ҚР Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген.

1998 жылғы 25 қарашадағы №482-Ж есептік тіркеу туралы куәлік.

ISSN халықаралық сериялық басылымдарды тіркеу орталығында тіркелген

(ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2304-3334.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын. Жылына 4 рет мерзімділікпен шығарылады

РЕДАКЦИЯ

Куришбаев Ахылбек Кажигулович – главный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Президент Национальной академии наук РК при Президенте РК, академик; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович – заместитель главного редактора, доктор ветеринарных наук, профессор; (Scopus h-1) [ORCID](#)

Жолдасбек Нұргүл Жолдасбекқызы – ответственный секретарь.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Irina Pilvere – профессор, доктор экономических наук латвийский сельскохозяйственный университет, Латвия; (Scopus h-6) [ORCID](#)

Daing Mohd Nasir Bin Daing Ibrahim – профессор, PhD, Universiti Malaysia Pahang, Malaysia; (Scopus h-6) [ORCID](#)

Elena Horska – профессор, доктор экономических и управленческих наук в агробизнесе, Slovak University of Agriculture in Nitra, Словакия; (Scopus h-15) [ORCID](#)

Yus Aniza Yusof – профессор, Университет Путра, Малайзия; (Scopus h-36) [ORCID](#)

Алексеев Светлана – доктор биологических наук Всероссийский научно-исследовательский Институт практической ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук – Федеральный научный центр; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Sobiech Przemyslaw Hubert – доктор ветеринарных наук, профессор, Варминьско-Мазурский университет в Олыштыне, Польша; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Jan MICIŃSKI – PhD, Варминьско – Мазурский университет, Польша; (Scopus h-8) [ORCID](#)

Arvydas Palevičius – доктор технических наук, профессор Университета Витаутаса Магнуса, член Литовской академии наук; (Scopus h-13) [ORCID](#)

Бессчетнов Владимир Петрович – доктор биологических наук, профессор Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, заведующий кафедрой лесных культур, Россия, г. Нижний Новгород; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Daskalov Plamen – PhD, профессор, Университет Русе имени Ангела Кънчева, проректор по вопросам развития, координации и повышения квалификации, Болгария; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Султанов Ахметжан Акиевич – доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, директор департамента науки; (Scopus h-11) [ORCID](#)

Керимова Уклияй Керимовна – доктор экономических наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, главный ученый секретарь; (Scopus h-3) [ORCID](#)

Айтбаев Темиржан Еркасович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик, Председатель правления ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства»; (Scopus h-7) [ORCID](#)

Бастаубаева Шолпан Оразовна – кандидат сельскохозяйственных наук, Председатель правления ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства»; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Рамазанова Раушан Хамзаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, Председатель правления ТОО «Казахский НИИ почвоведения и агрохимии имени У. Оспанова»; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Балгабаев Нурлан Нурмаханович – доктор сельскохозяйственных наук, и.о. директора ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Калдыбаев Сагынбай Калдыбаевич – доктор сельскохозяйственных наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология»; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Рябцев Анатолий Дмитриевич – доктор технических наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, директор международного исследовательского центра «Water Hub»; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Омбаев Абдирахман Молданазарович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Руководитель Международного исследовательского центра «Управление качеством производства продукции животноводства»; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Алиханов Куантар Дауленович – PhD, ассоциированный профессор, директор Междисциплинарного центра науки, Национальная академия наук РК при президенте РК; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Сарсекова Дани Нургисаевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Декан факультета «Лесное хозяйство и земельные ресурсы»; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Табынов Кайсар Казыбаевич – кандидат ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Руководитель международного центра вакцинологии; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Хазимов Канат Мухатович – кандидат технических наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, ассоциированный профессор кафедры транспортная техника и технология им. И. В. Сахарова; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Кешуов Сейтказы Асылсентович – доктор технических наук, академик, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергосбережение и автоматика»; (Scopus h-3) [ORCID](#)

Жилдикбаева Айжан Наскеновна – PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр»; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Уразбаев Жуматай Зейноллаевич – доктор технических наук, ассоциированный профессор, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»; (Scopus h-1) [ORCID](#)

Дуйсембеков Бахытжан Әлішерович – кандидат биологических наук, Председатель правления ТОО "Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева" (Scopus h-7) [ORCID](#)

Тореханов Айбын Адепханович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» (Scopus h-1) [ORCID](#)

Зарегистрировано в Министерстве информации и общественного согласия РК. Свидетельство об учетной регистрации №482-Ж от 25 ноября 1998 года. Зарегистрировано в Международном центре регистрации серийных изданий ISSN (ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2304-3334.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Выпускается периодичностью 4 раза в год.

EDITORS

Kurishbaev Akhyllbek Kazhigulovich – Chief Editor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, President of NAS RK under the President of the Republic of Kazakhstan, Academician; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Ibragimov Primkul Sholpankulovich – Deputy Editor, Doctor of Veterinary Sciences, Professor; (Scopus h-1) [ORCID](#)

Zholdasbek Nurgul Zholdasbekkyzy – Executive Secretary.

EDITORIAL TEAM

Irina Pilvere – Professor, Doctor of Economics, Latvian Agricultural University, Latvia; (Scopus h-6) [ORCID](#)

Daing Mohd Nasir Bin Daing Ibrahim – Professor, PhD, Universiti Malaysia Pahang, Malaysia; (Scopus h-6) [ORCID](#)

Elena Horska – Professor, Doctor of Economics and Management Sciences in Agribusiness, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; (Scopus h-15) [ORCID](#)

Yus Aniza Yusof – Professor, Putra University, Malaysia; (Scopus h-36) [ORCID](#)

Alekseenkova Svetlana – Doctor of Biological Sciences All-Russian Scientific Research Institute of Practical Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences – Federal Scientific Center; (Scopus h-9) [ORCID](#)

Sobiech Przemyslaw Hubert – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Warmian-Masurian University in Olsztyn, Poland; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Jan MICIŃSKI – PhD, Warmian-Masurian University, Poland; (Scopus h-8) [ORCID](#)

Arvydas Povilaitis – Doctor of Technical Sciences, Professor at Vytautas Magnus University, Member of the Lithuanian Academy of Sciences; (Scopus h-13) [ORCID](#)

Besschetnov Vladimir – Doctor of Biological Sciences, Professor Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Head of the Department of Forest Crops, Russia, Nizhny Novgorod; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Daskalov Plamen – PhD, Professor, Angel Kanchev University of Ruse, Vice-Rector for Development, Coordination and Professional Development, Bulgaria; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Sultanov Akhmetzhan Akievich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Director of the Department of Science; (Scopus h-11) [ORCID](#)

Kerimova Ukilai Kerimovna – Doctor of Economics, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Chief Scientific Secretary; (Scopus h-3) [ORCID](#)

Aitbayev Temirzhan Yerkaevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician, Chairman of the Board of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP; (Scopus h-7) [ORCID](#)

Bastaubaeva Sholpan Orasovna – Candidate of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Chairman of the Board of LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing"; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Ramazanova Raushan Khamzaevna – Candidate of Agricultural Sciences, Chairman of the Board of LLP "Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U. Ospanov"; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Balgabaev Nurlan Nurmakhanovich – Doctor of Technical Sciences, Acting Director of Kazakh Scientific Research Institute of Water Management LLP; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Kaldybayev Sagynbay Kaldybayevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Ryabtsev Anatoly Dmitrievich – Doctor of Technical Sciences, Kazakh national agrarian research university, Director of the International Research Center "Water Hub"; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Ombayev Abdirakhman Moldanazarovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Kuantar Daulenovich Alikhanov – PhD, Associate Professor, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-2) [ORCID](#)

Sarsekova Dani Nurgisaevna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Dean of the Faculty of Forestry and Land Resources; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Tabynov Kaysar Kazybaevich – Candidate of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-12) [ORCID](#)

Khazimov Kanat Mukhatovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-4) [ORCID](#)

Keshuov Seitkazy Asylseitovich – Doctor of Technical Sciences, Academician, Kazakh National Agrarian Research University, Professor of the Department of Energy Conservation and Automation; (Scopus h-3) [ORCID](#)

Zhildikbaeva Aizhan Naskenovna – PhD, Associate Professor, Kazakh national agrarian research university; (Scopus h-5) [ORCID](#)

Urabayev Zhumatai Zeynollaevich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chairman of the Board of Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Scopus h-1) [ORCID](#)

Duisembekov Bakhytzhon Alisherovich – Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Board of LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembayev" (Scopus h-7) [ORCID](#)

Torekhanov Aybin Adepkhanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board of the Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production LLP (Scopus h-1) [ORCID](#)

Registered with the Ministry of Information and Public Consent of the Republic of Kazakhstan.

Certificate of registration No 482-Ж dated 25 november 1998.

Registered at the ISSN International Serial Publication Registration Center (UNESCO, Paris, France). ISSN 2304-3334.

Language of publication: Kazakh, Russian, English. It is published 4 times a year.

**МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ
ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ
STOCK-RAISING AND VETERINARY**

МРНТИ 68.39.49

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/01>

*А.Р. Акимбеков¹, К.Ж. Исхан^{*2}, Н.Ж.Кажғалиев³, Ж.М. Омебаев²,
Л.С.Құрманғали², Gemingguli Muhatai⁴*

¹*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
Казахстан, 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51*

²*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан,
050000, г.Алматы, Абая 28.*

³*Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина,
Казахстан, 010011, г.Астана, пр. Женис, 62.*

⁴*Таримский университет, КНР, 843300, г. Арал, Синьцзян.
kayrat_ishan@mail.ru**

ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА С КАЗАХСКИМИ ЛОШАДЬМИ ТИПА ЖАБЕ

Аннотация

В статье рассмотрены результаты племенной работы с казахскими лошадьми типа жабе, которых разводят путем чистопородного разведения и содержат на пастбищах круглый год. Жабе отличаются от большинства локальных казахских пород лошадей более крупными промерами и большей живой массой. Жеребцы этого типа зарекомендовали себя как эффективные улучшатели местных табунных лошадей, повышая их продуктивность в различных природных зонах Казахстана – от степей до пустынь.

В процессе чистопородного разведения лошадей типа жабе и с учетом их генетических характеристик удалось не только получить выдающихся особей, но и сформировать отдельные генотипы, обладающие значительной племенной ценностью.

Улучшение этой породы достигалось за счет селекции и выращивания животных с высоким наследственным потенциалом продуктивности, который проявляется и закрепляется у последующих поколений. В хозяйствах разведение велось по линиям, с целенаправленным отбором и подбором особей.

Главным методом усовершенствования казахских жабе при чистопородном разведении выступает разведение по линиям, подразумевающее проведение комплекса зоотехнических мероприятий для улучшения и закрепления продуктивных качеств.

На конном заводе «Алтай Карпык» в Павлодарской области выделяются три основные линии казахских лошадей жабе. Животные линий Браслета и Задорного обладают ярко выраженными мясными признаками, имея удлинённый корпус, широкую грудь и высокую живую массу – от 471 до 485 кг. Представители линии Памир – более легкого сложения; кобылы этой линии демонстрируют отличную молочность, развитые молочные вены и чашевидное вымя с плоскими сосками.

Лошади жабе отличаются высокой мясной продуктивностью: масса туши жеребчиков в возрасте 2,5 лет составляет 217,6–226,8 кг при убойном выходе 56,6–57,4%. Их мясо обладает значимой пищевой ценностью, энергетическая ценность 1 кг составляет 12453 кДж.

Лошади этого типа прекрасно приспособлены к круглогодичному содержанию на пастбищах независимо от сезона и жизнеспособны как в условиях засушливого жаркого лета, так и в морозные и вьюжные зимы.

Ключевые слова: *живая масса, экстерьер, линия, промеры, изменчивость, селекция, отбор, подбор.*

Введение

Казахские лошади типа жабе играют крайне важную роль в развитии табунного коневодства Казахстана как мясо-молочные животные. В селекционных программах по улучшению продуктивных характеристик местных табунных лошадей жабе используются наряду с кушумской и мугалжарской породами [1].

Генетически кобылы жабе способны достигать живой массы до 485 кг, а жеребцы — до 520 кг, что свидетельствует о значительных перспективах их дальнейшего совершенствования по этому важному хозяйственному признаку [2-3].

Для того чтобы удовлетворять возрастающие запросы рынка, селекционная работа с жабе должна быть направлена на увеличение размеров и массы тела, улучшение экстерьера, а также на повышение племенной ценности и продуктивности, что позволит получать животных с высокими показателями и хорошей приспособленностью к табунному содержанию. Поэтому дальнейшее развитие племенных и продуктивных качеств жабе в условиях круглогодичной пастбищной эксплуатации приобретает особое значение.

В мясомолочном коневодстве республики основную долю составляют лошади жабе — они занимают свыше 34,5% от всего поголовья лошадей Казахстана и разводятся по всей территории страны [3-5].

Преимущество табунного коневодства в Казахстане объясняется наличием обширных природных пастбищ в удалённых районах, где можно получать качественную, экологически чистую конину и кумыс с минимальными производственными затратами [4-5].

В период реформирования сельского хозяйства в 1991–1993 годах значительно сократилось количество лошадей, в том числе племенных, а также прошла реструктуризация конных заводов и ферм, в результате чего они были разделены на более мелкие хозяйства с разными формами собственности. С 2003 года, после принятия решений коллегии Министерства сельского хозяйства, развитию продуктивного коневодства в стране уделяется большое внимание, и субсидии на племенную продукцию стали реальным импульсом для роста этой отрасли. В период с 2003 по 2016 годы было создано множество хозяйств, которые занимаются племенным разведением лошадей жабе [5-7].

В этой связи задача совершенствования жабе методом чистопородного разведения с использованием перспективных линий высокопродуктивных жеребцов и кобыл, устойчивых к круглогодичному пастбищному содержанию и обеспечивающих получение экономически выгодной, экологичной продукции — конины и кумыса, становится особенно важной.

Цель проведённой работы заключалась в разработке методов и подходов селекционной работы при разведении лошадей по линиям, а также в установлении селекционно-генетических критериев для отбора и подбора при усовершенствовании породы жабе. Для достижения этой цели было проведено научное обоснование и создана методика формирования заводских линий казахских лошадей типа жабе, изучена степень взаимосвязи и изменчивости основных селекционных признаков, а также уточнены и проанализированы различные варианты подбора, применяемые в селекционной работе.

Материалы и методы

Работы по улучшению племенных и продуктивных характеристик казахских лошадей типа жабе проводились на конном заводе «Алтай Карпык» и в крестьянском хозяйстве «Сагынбай» Павлодарской области.

Отбор животных для производственного стада осуществляли с учетом размеров тела, живой массы, приспособленности к круглогодичному пастбищному и тебенёвочному содержанию, а также с учетом экстерьерных особенностей и продуктивных показателей [6-9].

В отобранную группу кобыл включали высокопродуктивных жеребцов-производителей, представленных заводскими линиями Браслета, Задорного, Памира, а также нелинейными аутбредными производителями.

Степень вариативности селекционируемых признаков оценивали на основе таких показателей, как дисперсия, среднеквадратичное отклонение и коэффициент вариации. Все

экспериментальные данные подвергались обработке с применением биометрических методов [7-10].

Результаты и их обсуждение

Одним из самых распространённых методов разведения лошадей является чистопородное разведение, основная цель которого — сохранение и дальнейшее совершенствование породных качеств. Ключевым способом улучшения животных при чистопородном разведении выступает разведение по линиям, впервые применённое при выведении орловской рысистой породы лошадей [11-13].

В племенной работе с лошадьми типа жабе, проводимой на конном заводе «Алтай Карпык» и в крестьянском хозяйстве «Сагынбай» Павлодарской области, особое внимание уделяется подбору родительских пар с учётом их фенотипических и генотипических характеристик. Подбор кобыл к жеребцам ориентирован на закрепление широкотелого, массивного сложения, высокой приспособленности к пастбищно-тебёновочному содержанию, а также на развитие таких положительных качеств, как большой рост и значительная живая масса. Для закрепления данных ценных признаков лучших кобыл скрещивали с наиболее продуктивными жеребцами. Благодаря направленной селекционно-племенной работе в обоих хозяйствах с казахскими лошадьми типа жабе были достигнуты заметные результаты (табл. 1).

Таблица 1. Промеры и живая масса лошадей типа жабе

Промеры и живая масса	Показатели	Конный завод «Алтай Карпык»	Крестьянское хозяйство «Сагынбай»
Жеребцы-производители			
Количество, голов	n	56	34
Высота в холке, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	146,2±0,53	145,4±0,49
	Cv	1,69	2,01
Косая длина туловища, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	155,4±0,61	153,6±0,53
	Cv	2,17	2,34
Обхват груди, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	185,6±0,68	183,2±0,61
	Cv	1,76	2,19
Обхват пясти, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	20,5±0,19	20,0±0,18
	Cv	5,03	5,38
Живая масса, кг	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	503,6±3,62	487,2±2,58
	Cv	3,86	4,01
Кобылы			
Количество, голов	n	869	680
Высота в холке, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	144,3 ±0,47	142,7±0,39
	Cv	2,73	2,85
Косая длина туловища, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	153,6 ±0,58	150,8±0,47
	Cv	3,01	3,14
Обхват груди, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	183,2±0,61	182,1±0,58
	Cv	2,09	2,12
Обхват пясти, см	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	19,5±0,18	19,0±0,17
	Cv	4,72	4,63
Живая масса, кг	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	486,5±3,27	461,7±3,12
	Cv	3,72	3,84

Как видно из данных таблицы 1, племенное поголовье кобыл конного завода «Алтай Карпык» (n= 869) характеризуется достаточно крупным ростом (144,3 см), удлинённым туловищем (153,6 см), большим обхватом груди (183,2 см) и высокой живой массой (486,5 кг). Средние промеры (146,2-155,4-185,6-20,5 см) и живая масса 503,6 кг показывают, что производители (n = 56), используемые в конном заводе довольно крупные, удлинённого формата, массивные и костистые.

Животные крестьянского хозяйства «Сагынбай» несколько уступают по промерам и живой массе лошадям конного завода «Алтай Карпык», но, однако по всем промерам и живой

массе превосходят стандарт первого класса лошадей жабе. Так, жеребцы по промерам превосходят на 1,4 - 4,6 - 5,3 -1,0 см, а по живой массе на 47,2 кг. Кобылы соответственно превосходят на 2,7 - 2,8 - 5,2-1,0 см и 41,7 кг.

Стоит подчеркнуть, что коэффициент вариации (Cv) у лошадей из обоих хозяйств оказался выше всего по показателям живой массы (3,86 - 4,01) и обхвата пясти (5,03 - 5,38). Значительная изменчивость этих признаков создает лучшие возможности для успешного проведения дальнейшей селекционно-племенной работы, способствуя повышению ее результативности.

В хозяйствах Павлодарской области созданы три заводские линии казахских лошадей типа жабе, происходящие от потомков выдающихся жеребцов Браслета, Задорного и Памира. Эти линии поддерживаются достойными производителями до четвёртого поколения, при этом значительная часть потомков демонстрирует определённое фенотипическое и генотипическое сходство с их прародителями. Низкий уровень изменчивости по ряду измерений у потомства свидетельствует о высокой препотентности жеребцов-отцов (табл. 2).

Таблица 2. Промеры и живая масса жеребцов и кобыл различных линий казахских лошадей жабе

Показатели	Жеребцы - производители			Кобылы		
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	Cv	Стандарт I класса	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	Cv	Стандарт I класса
Линия Браслета						
Количество, голов	12	-	-	63	-	-
Высота в холке, см	145,7±0,19	0,43	143	142,3±0,23	1,15	140
Косая длина туловища, см	153,2±0,27	0,59	148	149,6±0,42	1,38	146
Обхват груди, см	185,4±0,36	0,66	177	182,4±0,51	1,42	175
Обхват пясти, см	21,0±0,08	1,32	19,0	18,5±0,11	3,41	18,0
Живая масса, кг	501,5±2,03	1,19	430	462,8±3,37	3,26	410
Индекс массивности	162,3	-	147,3	160,7	-	149,6
Линия Задорного						
Количество, голов	18	-	-	58	-	-
Высота в холке, см	145,4±0,28	0,52	143	142,9±0,37	1,26	140
Косая длина туловища, см	155,2±0,36	0,67	148	151,7±0,46	1,43	146
Обхват груди, см	186,8±0,41	0,71	177	183,9±0,52	1,49	175
Обхват пясти, см	21,5±0,09	1,37	19,0	19,0±0,10	3,65	18,0
Живая масса, кг	518,7±2,43	1,42	430	479,6±3,76	3,31	410
Индекс массивности	168,9	-	147,3	164,2	-	149,6
Линия Памира						
Количество, голов	14	-	-	72	-	-
Высота в холке, см	144,8±0,21	0,54	143	141,8±0,21	1,21	140
Косая длина туловища, см	151,7±0,32	0,77	148	148,7±0,42	1,42	146
Обхват груди, см	182,5±0,39	0,62	177	180,2±0,49	1,50	175
Обхват пясти, см	19,5±0,10	1,29	19,0	18,5±0,09	3,75	18,0
Живая масса, кг	471,3±2,24	1,61	430	442,6±3,27	3,54	410
Индекс массивности	155,0	-	147,3	155,3	-	149,6

Согласно данным таблицы 2, лошади линий Браслета и Задорного характеризуются ярко выраженными мясными формами, удлинённым корпусом и широкой грудной клеткой. Индекс массивности жеребцов этих линий достаточно высокий и составляет 162,3 и 168,9 соответственно, в то время как у кобыл эти показатели равны 160,7 и 164,2.

Жеребцы и кобылы линии Памира имеют более лёгкое телосложение; кобылы этой линии отличаются высокой молочностью, хорошо развитыми молочными венами и обладают чашевидным выменем с плоскими сосками.

Наиболее стабильная изменчивость (C_v) у жеребцов производителей всех трёх линий наблюдается по таким признакам, как высота в холке (0,43; 0,52; 0,54), косая длина туловища (0,59; 0,67; 0,77) и обхват груди (0,66; 0,67; 0,62). Аналогичная тенденция отмечается и у кобыл, принадлежащих к этим линиям.

Однако более высокая степень изменчивости, как у жеребцов, так и у кобыл, фиксируется по обхвату пясти и живой массе, что создаёт хорошие предпосылки для эффективного отбора по этим признакам в дальнейшем селекционно-племенном процессе.

Средние телесные показатели и живая масса жеребцов в линиях Браслета, Задорного и Памира превышают стандарты I класса. В линии Браслета это превышение составляет 2,7 см по высоте в холке, 5,2 см по косой длине туловища, 8,4 см по обхвату груди, 2,0 см по обхвату пясти и 71,5 кг по живой массе; в линии Задорного — 2,4, 7,2, 9,8 и 2,5 см по соответствующим параметрам и 88,7 кг живого веса; в линии Памира — 1,8, 3,7, 5,5 и 0,5 см, а также 41,3 кг. Кобылы данной породы также превосходят стандарты I класса: в линии Браслета — на 2,3 см по высоте в холке, 3,6 см по длине туловища, 7,4 см по обхвату груди, 0,5 см по обхвату пясти и 52,8 кг по живой массе; в линии Задорного эти показатели составляют 2,9, 5,7, 8,9, 1,0 см и 69,6 кг; в линии Памира — соответственно 1,8, 2,7, 5,2, 0,5 см и 32,6 кг.

Что касается индекса массивности, жеребцы линии Браслета превзошли стандарт I класса на 19,0%, линии Задорного — на 21,6%, а линии Памира — на 7,7%. Кобылы также превысили этот стандарт: в линии Браслета на 11,1%, в линии Задорного на 14,6% и в линии Памира на 5,7%.

В рамках исследований была разработана система подбора казахских лошадей типа жабе, в первую очередь изучалась эффективность отбора по фенотипическим признакам продуктивности с учётом линейных измерений животных.

Результаты применения внутрилинейного однородного подбора, при котором лошади с максимальной выраженностью необходимых признаков скрещиваются с кобылами, у которых эти признаки выражены слабее в пределах той же линии (разнородный подбор), показали, что признаки лучше проявляются у потомства от однородного подбора родителей. При этом максимальная продуктивность наблюдалась в той линии, где соответствующие селекционные признаки являются ведущими (табл. 3).

Таблица 3. Продуктивные показатели дочерей линейных жеребцов в возрасте 30 месяцев при разных способах подбора.

Показатели	Однородный подбор	Разнородный подбор
Линия Браслета		
Количество, голов	35	20
Высота в холке, см	139,2	136,4
Косая длина туловища, см	140,8	137,8
Обхват груди, см.	162,8	159,2
Обхват пясти, см	17,0	16,5
Живая масса, кг	372,4	341,4
Линия Задорного		
Количество, голов	30	17
Высота в холке, см	140,3	137,2
Косая длина туловища, см	141,6	137,9
Обхват груди, см	164,2	160,7
Обхват пясти, см	17,5	17,0
Живая масса, кг	391,5	358,7
Линия Памира		
Количество, голов	40	25
Высота в холке, см	137,4	135,6
Косая длина туловища, см	138,7	135,8
Обхват груди, см	161,3	157,8
Обхват пясти, см	17,0	16,5
Живая масса, кг	362,7	327,8

Из данных таблицы 3 следует, что при однородном подборе родителей по живой массе особенно выделяется потомство из линии Задорного. Преимущество по этому признаку в сравнении с ровесниками из других линий достигает 19,2 и 28,8 кг, а по обхвату груди — 1,4–2,9 см, что соответствует 0,9–1,8%.

Сравнение показателей живой массы и промеров тела потомства от однородного и разнородного подбора свидетельствует о неравномерных различиях между ними в заводских линиях. Например, у молодняка линии Задорного при однородном подборе живая масса на 32,8 кг (9,1%) выше, чем при разнородном. В линии Браслета это превышение составляет 31,0 кг (8,3%), а в линии Памира — 34,9 кг (9,6%).

Анализ информации о молодняке от линейных жеребцов-производителей, полученном при разных вариантах подбора по обхвату груди, указывает, что при однородном подборе более высокие результаты демонстрируют кобылки линий Браслета и Задорного, опережая ровесников из линии Памира на 1,5–2,9 см.

Выводы

Показатели линейных промеров у потомства, полученного от однородного подбора, превосходят соответствующие значения у ровесников от разнородного подбора: в линии Браслета — по высоте в холке на 2,8 см, по косой длине туловища на 3,0 см и по обхвату груди на 3,6 см; в линии Задорного — соответственно на 3,1 см, 3,7 см и 3,5 см; в линии Памира — на 1,8 см, 2,9 см и 3,5 см.

В итоге, изученные методы подбора лошадей жабе из различных линий по основным полезным в хозяйстве признакам подтверждают, что потомство с более высокой продуктивностью возникает при однородном подборе родителей, обладающих максимальной выраженностью селекционируемых характеристик.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Авторы выражают благодарность “Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан” за финансовую поддержку научно-исследовательского проекта по НТП BR22887106 «Применение молекулярно-генетических методов для оптимизации управления генетическими ресурсами лошадей и разработка инновационных технологий для продуктивного коневодства».

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

Список литературы

1. Рзабаев С. С., Жакупов Р.Б., Рзабаев Т.С., Рзабаев К.С. Генетические ресурсы местных продуктивных пород лошадей Актюбинской области и перспективы их развития. Актобе, 2011. - с.22.
2. Акимбеков А.Р. Казахские лошади типа жабе (селетинский заводской тип). Алматы, 2017. - 143 с.
3. Нечаев И.Н. Новая порода лошадей в Казахстане. Коневодство и конный спорт. 2003. – №12. - с. 9-14.
4. Жазылбеков Н.А., Кинеев М.А., Ашанин А.И. Кормление сельскохозяйственных животных, птиц и технология приготовления кормов. Алматы, 2008. - 436 с.
5. Исхан К.Ж., Данабаев Г.И. Создание иртышского заводского типа мугалжарской породы лошадей и линии Замана, Бакайя. Алматы, 2024. - 66 с.
6. Инструкция по бонитировке (оценке) местных пород лошадей мясо-молочного направления продуктивности. Астана, 2020. - 30 с.
7. Баймуканов Д.А., Тарчков Т.Т., Алентаев А.С., Юлдашбаев Ю.А. Основы генетики и биометрии. Алматы, 2018. - 128 с.
8. Аубакиров Х.А. Биометрия. ЖОО арналған оқулық. Алматы, 2011. - 467 б.
9. К.Ж.Исхан, Р.Б. Ускенов, А.Р. Акимбеков, Д.А.Баймуканов, Ю.А. Юлдашбаев, К.А.Орыналиев. Иртышский заводской тип мугалжарской породы и линии Замана, Бакайя. Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. No4(104) 2024, 16-24.

10. Бейшова И., Гриценко Д., Шамекова М., Пожарский А., Ульянова Т., & Ковальчук А. Изучение генетического разнообразия отечественных пород лошадей с использованием полногеномного анализа SNP. *Izdenister Natigeler*, (3 (99), 48–58. 2023. <https://doi.org/10.37884/3-2023/05>
11. Sharapatov T., Assanbayev T., Shauyenov S., Aubakirov K., Iskhan, K. Increasing the milk productivity of Kazakh jabe horses | Aumento da produtividade de leite de cavalos kazakh jabe. *Brazilian Journal of Biology*, 2023, 83, e277915, <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915>
12. Akimbekov A.R., Uskenov R.B., Iskhan K.Z., Sharapatov T.S., Baimukanov, D.A. Creation of Smart Farms in the Herd Horse Breeding of Kazakhstan (Results of using Trackers). *Online Journal of Biological Sciences*, 2023, 23(1), pp. 44–49, <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.44.49>
13. Baimukanov A.D., Aubakirov K.A., Kargayeva M.T., Yuldashbayev Y.A., Baimukanov D.A. Productivity of Horse and Camel Breeds from the Arid Zone of the Republic of Kazakhstan. *Online Journal of Biological Sciences*, 2023, 23(4), pp. 402–410, <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.402.410>

References

1. Rzabaev S. S., Zhakupov R.B., Rzabaev T.S., Rzabaev K.S. Geneticheskie resursy mestnyh produktivnyh porod loshadej Aktyubinskoj oblasti i perspektivy ih razvitiya [Genetic resources of local productive horse breeds of Aktobe region and prospects for their development]. Aktobe, 2011. - s.22. (In Russian)
2. Akimbekov A.R. Kazahskie loshadi tipa zhabe (seletinskij zavodskoj tip) [Kazakh horses of the zhabe type (Seletinsky factory type)]. Almaty, 2017. - 143 s. (In Russian)
3. Nechaev I.N. Novaya poroda loshadej v Kazahstane. Konevodstvo i konnyj sport [A new breed of horse in Kazakhstan. Horse breeding and equestrian sports]. 2003. – №12. - s. 9-14. (In Russian)
4. Zhazylbekov N.A., Kineev M.A., Ashanin A.I. Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh, ptic i tekhnologiya prigotovleniya kormov [Feeding of farm animals, birds and feed preparation technology]. Almaty, 2008. - 436 s. (In Russian)
5. Iskhan K.ZH., Danabaev G.I. Sozdanie irtyshskogo zavodskogo tipa mugalzharской породы loshadej i linii Zamana, Bakaj [Creation of the Irtysh factory type of the Mugalzhar horse breed and the Zaman, Bakaya line]. Almaty, 2024. - 66 s. (In Russian)
6. Instrukciya po bonitirovke (ocenke) mestnyh porod loshadej myaso-molochного napravlениya produktivnosti [Instructions for the bonification (evaluation) of local breeds of horses in the meat and dairy field of productivity]. Astana, 2020. - 30 s. (In Russian)
7. Bajmukanov D.A., Tarchkov T.T., Alentaev A.S., Yuldashbaev Yu.A. Osnovy genetiki i biometrii [Fundamentals of genetics and biometrics]. Almaty, 2018. - 128 s. (In Russian)
8. Aubakirov H.A. Biometriya. ZHOO arnalgan okulyk [Biometrics. Training for universities]. Almaty, 2011. - 467 b. (In Russian)
9. K.Zh.Iskhan, R.B. Uskenov, A.R. Akimbekov, D.A.Bajmukanov, YU.A. YUldashbaev, K.A.Orynaliev. Irtyshskij zavodskoj tip mugalzharской породы i linii Zamana, Bakaja [Irtysh factory type of Mugalzhar breed and Zaman line, Bakaya]. *Izdenister, nәtizheler –Issledovaniya, rezul'taty*. No4(104) 2024, 16-24. (In Russian)
10. Bejshova I., Gricenko D., Shamekova M., Pozharskij A., Ul'yanova T., & Koval'chuk A. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya otechestvenny'x porod loshadej s ispol'zovaniem polnogenomного analiza SNP [The study of the genetic diversity of domestic horse breeds using genome-wide SNP analysis.]. *Izdenister Natigeler*, (3 (99), 48–58. 2023. <https://doi.org/10.37884/3-2023/05> (In Russian)
11. Sharapatov T., Assanbayev T., Shauyenov S., Aubakirov K., Iskhan, K. Increasing the milk productivity of Kazakh jabe horses | Aumento da produtividade de leite de cavalos kazakh jabe. *Brazilian Journal of Biology*, 2023, 83, e277915, <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915>

12. Akimbekov A.R., Uskenov R.B., Iskhan K.Z., Sharapatov T.S., Baimukanov, D.A. Creation of Smart Farms in the Herd Horse Breeding of Kazakhstan (Results of using Trackers). Online Journal of Biological Sciences, 2023, 23(1), pp. 44–49, <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.44.49>

13. Baimukanov A.D., Aubakirov K.A., Kargayeva M.T., Yuldashbayev Y.A., Baimukanov D.A. Productivity of Horse and Camel Breeds from the Arid Zone of the Republic of Kazakhstan. Online Journal of Biological Sciences, 2023, 23(4), pp. 402–410, <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.402.410>

**А.Р. Акимбеков¹, Қ.Ж. Исхан^{*2}, Н.Ж.Кажғалиев³, Ж.М. Отебаев²,
Л.С. Құрманғали², Gemingguli Muhatai⁴**

¹Жәңгір хан атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан, 090009
Орал қ., Жәңгір хан к-сі, 51.

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, 050000, Алматы қ., Абай 28.

³С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан, 010011,
Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62

³ҚХР «Тарим университеті» 843300, Арал қ., Шыңжаң
kayrat_ishan@mail.ru*

ҚАЗАҚ ЖЫЛҚЫСЫНЫҢ ЖАБЫ СҮЛЕСІМЕН ЖҮРГІЗІЛГЕН АСЫЛТҰҚЫМДЫҚ ЖҰМЫСЫ

Аңдатпа

Мақалада таза тұқымды өсіру арқылы көбейтіліп, жыл бойы жайылымда өсірілетін қазақтың жабы типті жылқыларын асылдандыру жұмыстарының нәтижелері қарастырылған.

Жабы жылқылары жергілікті қазақ жылқы тұқымдарының көпшілігінен ірі өлшемдері мен тірі салмағының жоғарылығымен ерекшеленеді. Бұл типтегі айғырлар Қазақстанның әртүрлі табиғи аймақтарында - даладан шөлге дейін жергілікті үйірлі жылқылардың өнімділігін арттыратын тиімді жақсартушылар ретінде танылды.

Жабы типті жылқыларды таза тұқымды өсіру барысында және олардың генетикалық ерекшеліктерін ескере отырып, тек көрнекті дараларды ғана алып қоймай, сонымен қатар елеулі асыл тұқымдық құндылығы бар жеке генотиптерді қалыптастыруға қол жеткізілді.

Бұл тұқымды жақсарту келесі ұрпақтарда көрініс табатын және бекітілетін жоғары тұқым қуалаушылық өнімділік әлеуеті бар жануарларды іріктеу және өсіру арқылы жүзеге асырылды. Шаруашылықтарда өсіру аталық із бойынша жүргізілді, дарақтарды мақсатты түрде сұрыптау және іріктеу жүзеге асырылды.

Қазақ жабыларын таза қанды өсіруде жетілдірудің басты әдісі аталық із бойынша өсіру болып табылады, бұл өнімділік қасиеттерін жақсарту және бекіту үшін зоотехникалық шаралар кешенін жүргізуді қамтиды.

Павлодар облысындағы "Алтай Қарпық" жылқы зауытында қазақтың жабы жылқысының негізгі үш аталық ізі ерекшеленеді. Браслет және Задорный аталық іздерінің жануарлары айқын ет өнімділігі белгілеріне ие, олардың денесі ұзын, кеудесі кең және тірі салмағы жоғары - 471-485 кг. Памир аталық ізінің өкілдері жеңіл құрылымды; бұл аталық іздегі биелердің сүттілігі өте жақсы, сүт тамырлары жақсы дамыған, желіндері тостаған тәрізді, емшектері жалпақ.

Жабы жылқылары жоғары ет өнімділігімен ерекшеленеді: 2,5 жастағы айғыршалардың ұша салмағы 217,6-226,8 кг, сойыс шығымы 56,6-57,4% құрайды. Олардың еті маңызды тағамдық құндылыққа ие, 1 кг еттің энергетикалық құндылығы 1245,3 кДж құрайды.

Бұл типтегі жылқылар маусымға қарамастан жайылымда жыл бойы бағуға өте жақсы бейімделген және құрғақ ыстық жазда да, аязды әрі боранды қыста да төзімді келеді.

Кілт сөздер: тірі салмақ, экстерьер, аталық із, дене өлшемдері, өзгергіштік, селекция, іріктеу, жұптау.

**A.R. Akimbekov¹, K.Zh. Iskhan^{*2}, N.Zh. Lazhgaliyev³, Zh.M. Otebayev²,
L.S. Kurmangali², Gemingguli Muhatai⁴**

¹Zhangir Khan Kazakh Agrotechnical Research University, Kazakhstan, 09000951 Zhangir Khan St., Uralsk, 51.

²Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, 050000, Almaty, Abay 28.

³S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Kazakhstan, 010011, Astana, Zhenis avenue, 62.

⁴Tarim University, China. 843300, Aral, Xinjiang.
kayrat_ishan@mail.ru*

BREEDING WORK WITH KAZAKH HORSES OF THE ZHABE TYPE

Abstract

The article examines the results of breeding work with Kazakh horses of the zhabe type, which are bred through purebred breeding and kept on pastures year-round. Zhabe horses differ from most local Kazakh horse breeds in their larger measurements and greater live weight. Stallions of this type have proven themselves as effective improvers of local herd horses, increasing their productivity in various natural zones of Kazakhstan - from steppes to deserts.

In the process of purebred breeding of zhabe-type horses and taking into account their genetic characteristics, it was possible not only to obtain outstanding individuals but also to form distinct genotypes that have significant breeding value.

Improvement of this breed was achieved through the selection and breeding of animals with a high hereditary potential for productivity, which is manifested and reinforced in subsequent generations. In the farms, breeding was carried out along lines, with targeted selection and matching of individuals.

The main method of improving Kazakh zhabe horses in purebred breeding is line breeding, which involves carrying out a complex of zootechnical measures to improve and consolidate their productive qualities.

At the "Altai Karpyk" stud farm in Pavlodar region, three main lines of Kazakh zhabe horses are distinguished. The animals of the Braslet and Zadorny lines have distinct meat characteristics, with an elongated body, broad chest, and a high live weight - from 471 to 485 kg. Representatives of the Pamir line are of lighter build; the mares of this line exhibit excellent milk production, developed milk veins, and a cup-shaped udder with flat teats.

Zhabe horses are distinguished by high meat productivity: the carcass weight of 2.5-year-old colts is 217.6-226.8 kg, with a slaughter yield of 56.6-57.4%. Their meat has significant nutritional value, with 1 kg having an energy value of 1245.3 kJ.

Horses of this type are perfectly adapted to year-round maintenance on pastures regardless of the season and are viable both in dry hot summers and in frosty and blizzard winters.

Key words: live weight, exterior, line, measurements, variability, breeding, selection, pairing.

Вклад авторов:

Акимбеков Амин Ричардович – Написание – обзор и редактирование; Методология

Исхан Кайрат Жалелович – Концептуализация; Курирование данных; Формальный анализ.

Кажгалиев Нурлыбай Жигербаевич – Расследование.

Өтебаев Жасулан – Программное обеспечение.

Құрманғали Ләйлім Саматқызы – Администрирование проекта.

Gemingguli Muhatai – Проверка; Визуализация.

Е.И. Исламов, Г.А. Кулманова, С.Т. Жумашева*

*ТОО «Казахский НИИ экономики АПК и РСТ, г. Алматы, Республика Казахстан,
Islamov_esenbay@mail.ru*, Gulzhan_62@mail.ru, kazniiapk@mail.ru*

ПРОДУКТИВНЫЕ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАЗАХСКОЙ МЯСО-ШЕРСТНОЙ ПОЛУТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ В НОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ

Аннотация

Объектами и предметами исследования послужили: казахские мясо-шерстные бараны-производители, выращенные в КХ «Батай-Шу» Шуйского Жамбылской области и овцы казахской курдючной полугрубшерстной породы типа Байыс ТОО «Украинское» ВКО РК.

Для достижения и реализации поставленных целей и задач, согласно методики исследований, для изучения продуктивных и биологических особенностей исходных групп овец типа Байыс, а также изучения степени влияния генетики чистопородных баранов МШК при выполнении намеченных методикой программных целей были сформированы по методу «групп-аналогов» опытная (200 голов) и контрольная (400 голов) группы из числа чистопородных казахских курдючных полугрубшерстных маток третьего окота.

Шерсть баранов МШК характеризовалась штапельно-косичным строением, достаточным количеством жиропота. Цвет жиропота белый и светло-кремовый. Настриг мытой шерсти - 2,8кг. Выход чистой шерсти - 57-62%, длина шерсти – 10-14 см, с тониной 56-50 качества. Шерсть баранов МШК соответствует требованиям, предъявляемым стандартом к шерсти кроссбредной и кроссбредного типа.

Шерсть маток ККПГ характеризовалась косичным строением. Настриг мытой шерсти маток КПГ составил - 1,1-1,3кг. Выход чистой шерсти – 70-72%, длина косиц составила - 10-14 см. Исследованная шерсть отнесена: к 1 классу полугрубшерсти - 68 %, к 2 классу – 32 %. По состоянию: к нормальной было отнесено 45%, к сорно-репейной 1 группы - 35%, и к сорно-репейной второй группы - 20%. Шерсть маток ККПГ соответствует требованиям, предъявляемым стандартом к шерсти полугрубшерсти.

Ключевые слова: *порода, шерстная продуктивность, настриг шерсти, тонина шерсти, руно, качество шерсти.*

Введение

Актуальность исследований заключается в использовании генофонда высокопродуктивных баранов-производителей специализированных мясо-шерстных полутонкорунных пород на местных матках казахской полугрубшерстой породы типа Байыс, что даст возможность увеличения количества и улучшения качества мяса баранины в т.ч. ягнятины.

Новизной данного исследования является воспроизводительное и промышленное скрещивание местных маток казахская полугрубшерстная породы типа Байыс с баранами казахской мясо-шерстной полутонкорунной породы для создания популяций овец с высокими мясными и шерстными качествами, хорошо приспособленных для разведения в условиях северо-востока Казахстана.

Цель исследований - производство экологически чистой продукции (баранины и ягнятины) и однородной высококачественной полутонкой шерсти с хорошими технологическими и физическими показателями, соответствующей международным стандартам.

Объектами и предметами исследования послужили: казахские мясо-шерстные бараны-производители, выращенные в КХ «Батай-Шу» Шуйского Жамбылской области и овцы казахской курдючной полугрубошерстной породы типа Байыс ТОО «Украинское» ВКО РК.

Степень внедрения – проведено осеменение овец в хозяйствах Восточно-Казахстанской области, в которых осеменено в 2024 году 200 голов овцематок породы ККПГ в типе Байыс.

Цели и задачи статьи заключаются в обобщении результатов исследований согласно проекта «Создание стада высокопродуктивных скороспелых овец путем скрещивания с казахскими мясо-шерстными баранами МШК и овцематками ККПГ в типе Байыс».

Научные результаты исследования будут направлены на реализацию мероприятий, изложенных в Послании Президента страны К-Ж.К.Токаева и Государственной Концепции развития АПК РК на 2021-2030 годы, по развитию животноводства в т.ч. интенсивного овцеводства и эффективному использованию пастбищных ресурсов страны [1, с.5, 2, с.10].

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных является основной задачей генетики и селекции в животноводстве. Решение этой задачи зависит от фундаментальных знаний о структуре и функциях генов, особенно тех, от которых зависят конкретные хозяйственно- полезные признаки [3, с.5, 4, с. 4, 5, с. 8, 6, с. 6, 7, с. 8, 8, с.12].

Исходя из результатов многочисленных исследований зарубежных, отечественных, в т.ч. наших исследований для промышленного и воспроизводительного скрещивания, обеспечивающей гарантированное повышение мясной продуктивности овцеводства в качестве материнской основы будет использоваться казахская полугрубошерстная порода в типе Байыс, а в качестве отцовской породы планируется использование баранов-производителей овец МШК Чуйского внутривидового типа с кровью импортных пород ромни-марш и белый суффолк [9, с. 7, 10, с. 6].

Методы и материалы

Изучение продуктивных качеств овец при проведении экспериментов проводились по общепринятым зоотехническим методикам.

Объектом исследования послужили казахские мясо-шерстные полутонкорунные бараны, чистопородные матки породы КПГ в типе «Байыс». Полученные помесные баранчики F1 будут реализовываться на мясо, лучшая часть их будет использоваться в дальнейшей селекции и воспроизводстве.

Оценку качества спермы баранов, ее физиологические показатели и осеменение маток проводили согласно методикам Ф.В. Ожина, И.И. Родина, Н.В. Румянцева, П.Н. Скаткина, Н.П. Шергина [11, с. 9, 12, с. 15].

Применялось искусственное осеменение маток свежеполученной спермой высокопродуктивных баранов-производителей овец МШК.

В период исследования подопытные овцы находились под постоянным наблюдением и изучались племенные и продуктивные качества. В частности, изучались рост и развитие, экстерьер и типы телосложения, продуктивные качества (мясная, шерстная), некоторые показатели интерьера, жизнеспособности, воспроизводительной способности и т.д.

Определение тонины и основных технологических свойств шерсти скоростным методом с использованием анализатора шерсти OFDA-2000 (Австралия).

Результаты и обсуждение

Объектом исследования послужили казахские мясо-шерстные полутонкорунные бараны, чистопородные матки породы КПГ в типе «Байыс». Для достижения и реализации поставленных целей и задач, согласно методики исследований, для изучения продуктивных и биологических особенностей исходных групп овец типа Байыс, а также изучения степени влияния генетики чистопородных баранов МШК при выполнении намеченных методикой программных целей были сформированы по методу «групп-аналогов» опытная (200 голов) и контрольная (400 голов) группы из числа чистопородных казахских курдючных полугрубошерстных маток третьего окота. Все матки опытной и контрольной группы по уровню продуктивности и бонитировочной оценке принадлежали и соответствовали 1 классу и находились в одних условиях кормления и содержания. Средняя живая масса маток опытной

группы ККПГ типа Байыс, составила 57,5 кг, контрольной группы – 56,9 кг. Продолжительность периода искусственного осеменения маток составила 22 дня. Интенсивность прихода овцематок опытной группы составила 9,01 голова в день.

В 2024 году были начаты целенаправленные селекционно-технологические мероприятия и селекционные работы по улучшению мясной и шерстной продуктивности племенного и товарного поголовья, через породное преобразование генетического потенциала овец ККПГ в типе «Байыс» с использованием племенных производителей породы МШК Чуйского типа.

В ТОО «Украинское» Уланского района Восточно-Казахстанской области при разведении овец применяют пастбищно-стойловое содержание овец. В холодный период овец подкармливают сеном из расчета 1,5 кг на голову в сутки, в т.ч. молодняк и баранов-производителей- концкормами по 0,15-0,30 кг/гол. Взяты образцы кормов в количестве 9 образцов для химического анализа на питательную ценность. Лабораторные анализы проведены в лаборатории Испытательного центра ТОО «КазНИИЖиК».

Используемые в опыте овцематки ТОО «Украинское» принадлежали чистопородным казахским полутрубшерстным овцам в типе «Байыс». Живая масса используемых для вводного скрещивания чистопородных баранов-производителей породы МШК Чуйского внутрипородного типа составила в среднем $97,4 \pm 1,34$ кг. Живая масса маток породы КПГ класса элита – $58,5 \pm 1,35$ кг, I класс – $56,7 \pm 1,22$ кг, 11 класс овцематок КПГ – $56,4 \pm 1,87$. Настриг грязной шерсти составил у баранов-производителей породы МШК $6,6 \pm 0,34$ кг, у овцематок породы КПГ – $2,7 \pm 0,27$ кг.

По конституциональным типам опытные матки породы ККПГ в типе Байыс относились к крепкой (79,4%) и грубой (10,1%) и нежной (10,5%) конституции. Взяты промеры и вычислены индексы телосложения. Опытные матки ККПГ в типе Байыс обладали индексами телосложения: длинноногости- 48,03; растянутости -103,2; грудной - 64,5; сбитости-160,2; массивности- 165,4; костистости- 12,1. Характеризовались типичными для ККПГ показателями роста и развития.

Проведено осеменение овец в хозяйствах Восточно-Казахстанской области, в которых осеменено в 2024 году 200 голов овцематок породы ККПГ в типе Байыс.

Основной задачей КХ «Батай-Шу» является выращивание племенных овец породы МШК и обеспечение племенным материалом другие хозяйствующие субъекты района, области и республики. Совершенствование породы проводится методом чистопородного разведения согласно плану селекционной работы со стадом, разработанному академиком Е.И.Исламовым [13, с.7].

Живая масса основных баранов-производителей МШК отобранных для межпородного скрещивания составляло 92-105кг, настриг мытой шерсти –4,0-4,8кг. Выход чистой шерсти – 57-62%, длина шерсти – 12-14 см, с тониной 58-56-50 качества. Животные характеризуются хорошей мясной продуктивностью [14, с. 6].

Таблица-1. Характеристика баранов-производителей породы МШК по собственной продуктивности

п/п	Индивидуальный номер, бирка ушной	Бонитировка	Класс	Жи-вая масса	Описание кровности	Качество спермы
1	211410800	C5 М+ Д12,5 И+58 У+ Жск К5	Элита	105	МШК (густошерстной линии)	9,5
2	211410746	C4 М Д14 И56 У+ Жск К4	Элита	95	МШК- 1/2РМ- 1/2МШК с кроссбредной шерстью	10
3	211410749	C5 М+ Д13 И56 У Ж6 К4	Элита	92	МШК -1/4РМ- 3/4МШК	9,5

					с кроссбредной шерстью	
4	211410747	С5 М+ Д12 И56 У Жск К4	Элита	98	МШК (комбинированной линии)	9,0
5	211410748	С4 М Д13 И+50 У+ Жск К4	Элита	95	МШК- 1/4РМ- 3/4МШК с кроссбредной шерстью	10
6	211410750	С4 М+ Д12 И56 У+ Жск К5	Элита	97	МШК (комбинированной линии)	9,5

Как видно из таблицы 1, используемые племенные бараны казахской мясо-шерстной породы Чуйского внутрипородного типа КХ «Батай-Шу», характеризуются высокой продуктивностью и отвечают требованиям стандарта породы МШК.

Оценка баранов-производителей по собственной продуктивности – показало соответствие уровня собственной продуктивности баранов-производителей наилучшим показателям стандарта породы, а также генетический потенциал популяций характеризовался наличием скороспелости и приспособленности к паратипическим факторам среды, что являются предпосылками результативности скрещивания пород.

В ТОО «Украинское» проведены все необходимые зоотехнические и подготовительные мероприятия по подготовке животных и помещений к компании искусственного осеменения овец в соответствии с программой исследований. Подготовлено было также 10 основных и 15 резервных баранов породы ККПГ типа Байыс.

Проведена оценка качества их спермопродукции (по 10-15 эякулятов). Назначены к опытным (200 голов) и контрольным (300 голов) группам для проведения искусственного осеменения овцематок. В ТОО «Украинское» использованы семя баранов-производителей пород казахская мясо-шерстная и казахская полугрубошерстная курдючная (внутрипородный тип «Байыс»).

За полтора месяца до начала осеменения, закончили ветеринарно-профилактическую обработку. В подготовительный период упитанность маток достигла заводской кондиции.

Из данных таблицы 2 видно, что спермопродукция по объему эякулята, густоте и активности отвечали требованиям, предъявляемым к семени баранов, которые могли допускаться к использованию для искусственного осеменения маток. Наибольшим объемом эякулята ($1,37 \pm 0,04$ мл) отличались бараны МШК №211410860 и №211410746, которые использовались наиболее полно. По количеству сперматозоидов в эякуляте и резистентности 4 барана, или 66,0% производителей, превышали средние показатели по группе на 1,65-7,51% и 0,32-4,17%. При двукратном осеменении взрослых маток (доза осеменения равна 0,05 мл) оплодотворяемость составила 91,2%.

Общие показатели пригодности семени баранов отвечают всем требованиям Правил искусственного осеменения.

Спермопродукция по объему эякулята, густоте и активности отвечали требованиям Инструкции предъявляемым к баранам-производителям, которые были допущены к использованию для искусственного осеменения маток.

Таблица – 2. Качественные показатели спермопродукции баранов МШК

Индивидуальные номера баранов	Показатели					
	объем, мл и активность	густота и активность	Концентрация, млрд./мл	количество сперматозоидов в эякуляте, млрд.	жи-вые сперми и, %	резистентность, тыс.
211410800	$1,26 \pm 0,12$	$\Gamma - 0,9$	$3,62 \pm 0,11$	$1,26 \pm 0,12$	94,1	$30,4 \pm 1,64$
211410746	$1,28 \pm 0,11$	$\Gamma - 0,8$	$3,55 \pm 0,12$	$1,18 \pm 0,11$	92,2	$29,6 \pm 1,43$

211410749	1,20 ± 0,13	Г – 0,9	3,70 ± 0,10	1,28 ± 0,09	94,3	32,4 ± 1,54
211410747	1,25 ± 0,13	Г – 0,9	3,48 ± 0,12	1,09 ± 0,10	91,3	31,2 ± 1,56
211410748	1,20 ± 0,16	Г – 0,9	3,54 ± 0,16	1,32 ± 0,10	93,2	32,1 ± 1,65
211410750	1,23 ± 0,17	Г – 0,8	3,60 ± 0,15	1,25 ± 0,12	94,6	31,2 ± 1,83
В среднем	1,20 ± 0,15	—	3,51 ± 0,15	1,23 ± 0,10	93,5	31,3 ± 1,62

В таблице 3 представлены результаты лабораторных исследований шерсти овец МШК стрижки 2024 года.

Таблица-3. Результаты лабораторных исследований шерсти овец МШК

Половозрастные группы	Кол-во гол	Тонина шерсти, мкм			Камфорт фактор, %	Длина шерсти мм	Кол-во извит-ков на 1 см
		X ±mx, мкм	G, мкм	Cv, %			
Бараны-производители	15	26,7	5,4	20,3	76,3	115,3	4-5
Овцематки	40	25,8	4,6	18,8	88,4	99,1	4-5
Баранчики	10	25,4	4,5	20,6	97,3	89,2	5
Ярки	15	25,1	4,4	21,3	96,6	95,0	5

Длина шерсти- 9-11см, выход чистого волокна в среднем за ряд лет – 57%. Средний настриг шерсти: у баранов - около 8 кг и у маток 4 кг; у лучших баранов – до 12 кг и у лучших маток – до 8,2 кг [15, с. 5].

В ТОО «Украинское» проведена индивидуальная бонитировка 200 голов овец, овцематки класса элита - 54 головы (24,6%) и I класса -111 голов (50,6%), овцематки II класса 54 головы (24,6%). Бараны производители породы МШК – 6 голов, все соответствовали классу - элита. Средняя живая масса и настриг шерсти овцематок КППГ в типе «Байыс» - 55,6±0,19 кг и 2,7±0,10 кг соответственно; у баранов-производителей КППГ в типе «Байыс» – 90,1±0,15 кг и 4,7±0,09 кг соответственно. У овцематок ККППГ класса элита средняя живая составила 58,6±0,22 кг, настриг шерсти – 2,85±0,08 кг, I класса средняя живая - 55,0±0,21 кг, настриг шерсти – 2,75±0,11 кг, II класса - 53,0±0,21 кг, настриг шерсти – 2,53±0,17 кг.

Живая масса у баранов МШК Чуйского внутривидового типа составила в среднем 97,4 ±1,34 кг.

Проведен учет настрига шерсти в ТОО «Украинское». Нاستриг грязной шерсти составил у баранов-производителей породы МШК 6,6±0,34 кг, у овцематок породы ККППГ – 2,7 ±0,27 кг. Во время стрижки шерсть маток учтена и расклассирована согласно Инструкции и ее видового состава, класса, состояния, определен выход мытого волокна.

В новых условиях содержания и выращивания определены шерстная продуктивность и физико-механические свойства шерсти чистопородных баранов МШК. Шерсть баранов МШК характеризовалась штапельно-косичным строением, достаточным количеством жиропота. Цвет жиропота белый и светло-кремовый. Настриг мытой шерсти -2,8кг. Выход чистой шерсти - 57-62%, длина шерсти – 10-14 см, с тониной 56-50 качества. Шерсть баранов МШК соответствует требованиям, предъявляемым стандартом к шерсти кроссбредной и кроссбредного типа.

Шерсть маток ККППГ характеризовалась косичным строением. Настриг мытой шерсти маток КППГ составил - 1,1-1,3кг. Выход чистой шерсти – 70-72%, длина косиц составила - 10-14 см. Исследованная шерсть отнесена: к 1 классу полугрубой шерсти- 68 %, ко 2 классу – 32 %. По состоянию: к нормальной было отнесено 45%, к сорно-репейной 1 группы - 35%, и к сорно-репейной второй группы- 20%. Шерсть маток КППГ соответствует требованиям, предъявляемым стандартом к шерсти полугрубой.

Живая масса помесных баранчиков МШК х КППГ при рождении составила 5,0±0,12 кг, у чистопородных 4,7±0,16 кг. Живая масса помесных ярок МШК х ККППГ при рождении составила 4,6±0,14 кг, у чистопородных 4,3±0,15 кг. Помесные ягнята F₁ по шерстному покрову имели в основном промежуточный характер наследования, но устойчиво наследовали

белый, светлый оттенок окраса по масти и цвету шерстного волокна. По характеру оброслости при рождении по туловищу имели крупные и средние завитковые рисунки, характерных для полутонкорунных и полугрубшерстных овец. Оброслость однородной шерстью по туловищу у ягнят при рождении и месячном возрасте, соответствовала оценкам «удовлетворительно»- 56,5%, «хорошо»- 38,6% и «отлично»-12,6%. С учетом целей и задач селекции, при отборе, предпочтение будет отдаваться особям с лучшим сочетанием оброслости и наличия курдюка среднего и подтянутого типа.

При промышленном скрещивании МШК х ККПГ выход ягнят составил – 89,2%, а при чистопородном разведении – 82,0 %.

Взяты основных 8 промеров тела ягнят (у баранчиков и ярочек) при рождении в разрезе опытных и контрольных групп, такие как: высота в холке, высота в крестце, косая длина туловища, глубина груди, ширина груди за лопатками, обхват груди, обхват пясти, ширина в маклоках. На основании промеров тела вычисляются индексы телосложения ягнят при рождении. Высотные и широтные промеры соответствовали основным признакам и характерным особенностям линейной принадлежности. Более высокими показателями высоты в холке отличались помесные ягнята баранчики $40,2 \pm 0,42$ и $40,1 \pm 0,44$ см, ярочки $39,1 \pm 0,22$ см и $39,1 \pm 0,26$ см, соответственно. Все ягнята по широтным промерами соответствовали среднестатистическим показателям скороспелых мясошерстных типов овец. С увеличением возраста ягнят показатели роста и развития, а также их биологические особенности будут изучаться в динамике и в сравнении.

Шерстный покров характеризовался среднего и крупного размерами завитков с удовлетворительной степенью оброслости головы и конечностей. Кожно-шерстный покров ягнят имел ровный покров характерного для мясо-шерстных овец.

Данные по индивидуальному взвешиванию и мечению (биркование) вносили в журнал ягнения овец 2025 года. Количество полученных помесных ягнят с кровью казахской мясо-шерстной – 175 голов. Воспроизводительная способность маток ККПГ на момент текущего срока ягнения составила в среднем 86-88 ягнят на 100 маток.

На основе скрещиваний в различных условиях северо-восточного региона создаются более высокопродуктивные группы животных, удачно сочетающих в себе ценные особенности нескольких пород и наиболее приспособленных к местным условиям. Результаты исследований будут способствовать интенсификации производства продукции овцеводства, соответствующей современным требованиям технологий и повышению экспортного потенциала овцеводства.

Таким образом, в результате скрещивания казахских полугрубшерстных маток с баранами мясо-шерстных скороспелых полутонкорунных овец в условиях северо-восточного региона Казахстана обеспечит получение потомства с повышенной адаптированностью и продуктивными качествами, унаследованных от местных овец казахская курдючная полугрубшерстная типа Байыс и скороспелых овец МШК интенсивного типа.

Выводы

В целом следует отметить, что по качественным и количественным показателям исследованные образцы рун баранов МШК в новых условиях содержания и выращивания соответствуют требованиям, предъявляемым к шерсти кроссбредной и кроссбредного типа.

Шерсть маток ККПГ соответствует требованиям, предъявляемым стандартом к шерсти полугрубшербой.

При промышленном скрещивании МШК х ККПГ выход ягнят составил – 89,2%, а при чистопородном разведении – 82,0 %).

Живая масса помесных баранчиков МШК х ККПГ при рождении составила $5,0 \pm 0,12$ кг, у чистопородных $4,7 \pm 0,16$ кг. Живая масса помесных ярочек МШК х ККПГ при рождении составила $4,6 \pm 0,14$ кг, у чистопородных $4,3 \pm 0,15$ кг. Помесные ягнята F_1 по шерстному покрову имели в основном промежуточный характер наследования, но устойчиво наследовали белый, светлый оттенок окраса по масти и цвету шерстного волокна. По характеру оброслости

при рождении по туловищу имели крупные и средние завитковые рисунки, характерных для полутонкорунных и полугрубшерстных овец.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR24992940)

Список литературы

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Справедливый Казахстан: закон и порядок, экономический рост, общественный оптимизм», от 2 сентября 2024 года.
2. Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021-2030 годы [Электронный ресурс].-2021.- URL: <https://www.adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000960> (дата обращения 15.06.2024)
3. Скоробогатов Ю.А., Касымов К.М., Бетембаева М.М., Бальмонт А.В., Мурзагалиев А.М., Рахимжанов Ж.А., Батыршанов Н.Б., Мирзабеков С.Ш. Племенная работа с мясошерстными казахскими тонкорунными овцами. -Рекомендации. - Алма-Ата: Кайнар, 1983. - 20 с.
4. Islamov T.I., Kulmanova G.A., Kulataev B.T., Zhumanova A.S. A Genetic Basis for Improving the Reproductive Qualities and Productivity of South-Kazakh Merinoes Islamov, E.I., Kulmanova, G.A., Kulataev, B.T., Zhumanova, A.I. Archives of Razi Institute, 2021, 76(5), pp. 1371–1380 DOI:10.22092/ARI.2021.356168.1795 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123285718&origin=resultslist&sort=plf-f>
5. Onur YILMAZ, Tamer SEZENLER, Nezih ATA, Yalçın YAMAN, İbrahim CEMAL, Orhan KARACA. Polymorphism of the ovine calpastatin gene in some Turkish sheep breeds. Turk J Vet Anim Sci (2014) 38: 354-357.
6. Effects of inhibin- α and anti-inhibin- α immunization on the reproductive hormones in kazakh sheep Bakhet B.; Lina S.; Kanat T.; Rizabek K.; Gulmira Y.; Bibigul S.; Yang H. Yang H.; Jiang Q.; Xie J.; Oralhazi H. DOI 10.36899/JAPS.2022.5.0530 <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000910997900001>
7. Construction and functional verification of siRNA eukaryotic expression vector directed at the follicular inhibin alpha gene in ye mule sheep. Huang, Zengwen; Hazihan, WuReliHazi Hazihan W.; Bodai, Baheti; Rizabek, Kadyken; Ulzhan, Nuralieva; Karlygash, Omarova; Zhang, Juan; Gu, Yaling DOI 10.17582/JOURNAL.PJZ/20191117061142, <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000591669100008>
8. Screening and evaluating of long non-coding RNAs in prenatal and postnatal pituitary gland of sheep. Li, Xiaoyue; Li, Cunyuan; Wureli, Hazi; Ni, Wei Ni W.; Zhang, Mengdan; Li, Huixiang; Xu, Yueren; Rizabek, Kadyken; Bolatkhan, Makhatov; Askar, Dzhunysov; Gulzhan, Kulmanova; Hou, Xiaoxu DOI 10.1016/j.ygeno.2019.06.009 , <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000506628500103>
9. Исламов Е.И., Petrovic P.M., Кулманова Г.А., Бекбаева Д.Н., Кулатаев Б.Т. Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические особенности формирования мясной и шерстной продуктивности овец. Монография. КазНАИУ, Изд. Айтумар. Алматы, 2022.-300 с.
10. Islamov T.I., Kulmanova G.A., Kulataev B.T., Bekbaeva D.N., Zhumanova A.S.; Increasing the Reliability of Animal Genotype in Betterment of Wool Productivity in South-Kazakh Merino sheep in Kazakhstan. DOI: 10.22092/ARI.2021.356235.1809 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35546992/>
11. Ожин Ф.В., Родина И.И. и др. Искусственное осеменение сельскохозяйственных животных. Руководство для зоотехников и ветеринарных работников. –М.: Изд. с/х литературы. -1961. - С. 272-300.
12. Шергин Н.П. Биохимия сперматозоидов сельскохозяйственных животных. - М., Колос, 1967.- С. 207.

13. Исламов Е.И. Селекционно-племенной план работы со стадом овец ТОО «Батай-Шу» на период 2020-2030 гг. – Алматы.2019г. - С.58-60.
14. Кулманова Г.А., Исламов Е.И., Жаксыбек А. Шерстная продуктивность казахских мясо-шерстных овец в к/х Батай-шу. Журнал «Исследования и результаты» №3, Изд. Агроуниверситет, 2019г., с.100-105.

References

1. Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazakhstan «Spravedlivyj Kazakhstan: zakon i poryadok, ekonomicheskij rost, obshchestvennyj optimizm», ot 2 sentyabrya 2024 goda [In Russian].
2. Konceptiya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2021-2030 gody [The Concept for the Development of agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2030] (2021). Available at: <https://www.adilet.zan.kz/rus/docs/P21> (date of access: 15.06.2024) [In Russian].
3. Skorobogatov YU.A., Kasymov K.M., Betembaeva M.M., Bal'mont A.V., Murzagaliev A.M., Rakhimzhanov ZH.A., Batyrshanov N.B., Mirzabekov S.SH. Plemennaya rabota s myaso-sherstnymi kazahskimi tonkorunnymi ovtsami. -Rekomendatsii. - Alma-Ata: Kajnar, 1983. - 20 s.
4. Islamov T.I., Kulmanova G.A., Kulataev B.T., Zhumanova A.S. A Genetic Basis for Improving the Reproductive Qualities and Productivity of South-Kazakh Merinoes Islamov, E.I., Kulmanova, G.A., Kulataev, B.T., Zhumanova, A.I. Archives of Razi Institute, 2021, 76(5), pp. 1371–1380 DOI:10.22092/ARI.2021.356168.1795 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35355773/> <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123285718&origin=resultslist&sort=plf-f>
5. Onur YILMAZ, Tamer SEZENLER, Nezih ATA, Yalçın YAMAN, İbrahim CEMAL, Orhan KARACA. Polymorphism of the ovine calpastatin gene in some Turkish sheep breeds. Turk J Vet Anim Sci (2014) 38: 354-357.
6. Effects of inhibin- α and anti-inhibin- α immunization on the reproductive hormones in kazakh sheep Bakhet B.; Lina S.; Kanat T.; Rizabek K.; Gulmira Y.; Bibigul S.; Yang H. Yang H.; Jiang Q.; Xie J.; Oralhazi H. DOI 10.36899/JAPS.2022.5.0530, <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000910997900001>
7. Construction and functional verification of siRNA eukaryotic expression vector directed at the follicular inhibin alpha gene in ye mule sheep. Huang, Zengwen; Hazihan, WuReliHazi Hazihan W.; Bodai, Baheti; Rizabek, Kadyken; Ulzhan, Nuralieva; Karlygash, Omarova; Zhang, Juan; Gu, Yaling DOI 10.17582/JOURNAL.PJZ/20191117061142, <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000591669100008>
8. Screening and evaluating of long non-coding RNAs in prenatal and postnatal pituitary gland of sheep. Li, Xiaoyue; Li, Cunyuan; Wureli, Hazi; Ni, Wei Ni W.; Zhang, Mengdan; Li, Huixiang; Xu, Yueren; Rizabek, Kadyken; Bolatkhan, Makhatov; Askar, Dzhunysov; Gulzhan, Kulmanova; Hou, Xiaoxu DOI 10.1016/j.ygeno.2019.06.009 , <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000506628500103>
9. Islamov E.I., Petrovic P.M., Kulmanova G.A., Bekbaeva D.N., Kulataev B.T. Fiziologicheskie, biohimicheskie i molekulyarno-geneticheskie osobennosti formirovaniya myasnoj i sherstnoj produktivnosti ovec. Monografiya. KazNAIU, Izd. Ajtumar.Almaty, 2022 [In Russian].
10. Islamov T.I., Kulmanova G.A., Kulataev B.T., Bekbaeva D.N., Zhumanova A.S.; Increasing the Reliability of Animal Genotype in Betterment of Wool Productivity in South-Kazakh Merino sheep in Kazakhstan.DOI:10.22092/ARI.2021.356235.1809 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35546992/>
11. Ozhin F.V., Rodina I.I. i dr. Iskusstvennoe osemenenie sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh. Rukovodstvo dlya zootekhnikov i veterinarnykh rabotnikov. –M.: Izd. s/kh literatury. - 1961.-S.272-300 [In Russian].
12. SHergin N.P. Biokhimiya spermatozoidov sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh. - M., Kolos,1967.-S.207 [In Russian].

13. Islamov E.I. Selekcionno-plemennoj plan raboty so stadom ovec TOO «Bataj-Shu» na period 2020-2030 gg. – Almaty.2019g. - S.58-60 [In Russian].

14. Kulmanova G.A., Islamov E.I., Zhaksybek A. Sherstnaya produktivnost' kazahskih myaso-sherstnyh ovec v k/h Bataj-shu. Zhurnal «Issledovaniya i rezul'taty» №3, Izd. Agrouniversitet, 2019g., s.100-105 [In Russian].

Е.И. Исламов*, Г. Ә. Құлманова, С. Т. Жумашева

*"Қазақ АӨК және РСТ Экономика ҒЗИ" ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
Islamov_esenbay@mail.ru*, Gulzhan_62@mail.ru, kazniiapk@mail.ru*

ЖАҢА КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДА ҚАЗАҚТЫҢ ЕТТІ-ЖҮНДІ БИАЗЫЛАУ ЖҮНДІ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ ӨНДІРУШІ ҚОШҚАРЛАРДЫ ҰСТАУ ЖӘНЕ ӨСІРУ КЕЗІНДЕГІ ӨНІМДІ ЖӘНЕ РЕПРОДУКТИВТІ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа

Зерттеу нысандары: ШҚО "Украинское" ЖШС Байыс типті қазақ ұяң жүнді тұқымды қойлары мен Жамбыл облысының "Батай-Шу" ШҚ-да өсірілген қазақ етті-жүнді биязылау жүнді қойлары. Зерттеу әдістемесіне сәйкес қойылған мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізу және іске асыру үшін Байыс типті қойлардың бастапқы топтарының өнімді және биологиялық ерекшеліктерін зерделеу, сондай-ақ Әдістемеде көзделген бағдарламалық мақсаттарды орындау кезінде ҚЕЖБЖ таза тұқымды қойларларының генетикасының әсер ету дәрежесін зерттеу үшін "аналогтық топтар" әдісі бойынша тәжірибелік (200 бас) және бақылау (400 бас) қалыптастырылды қазақтың таза тұқымды ұяң жүнді, үшінші жыл қоздаған саулықтарынан құралған топтар.

Таза жуылған жүн салмағы -2,8 кг. таза жүннің шығымы-57-62%, жүннің ұзындығы-10-14 см, жіңішкелігі 56-50 сапа. ҚЕЖБЖ қойларларының жүні кроссбредті және кроссбред типтес жүнге қойылатын стандарт талаптарына сәйкес келеді.

Қазақ ұяң жүнді саулықтарының жүні тұлым құрылыммен сипатталды. Қазақ ұяң жүнді саулықтарының жуылған жүнінің салмағы - 1,1 – 1,3 кг, таза жүннің шығымы -70 -72%, тұлымның ұзындығы - 10-14 см. Зерттелген жүн: ұяң жүннің 1-сыныбына - 68%, ал 2 – сыныпқа - 32% жатқызылды. Жағдайы бойынша: қалыпты жағдайға 45%, 1-ші топтағы ластанған-ошағанды - 35% және екінші топтағы ластанған-ошағанды - 20% кірді. Қазақ ұяң жүнді саулықтарының жүні стандарттың ұяң жүнге қойылатын талаптарына сәйкес келеді.

Кілт сөздер: тұқым, жүн өнімділігі, жүн шығымы, жүн жіңішкелігі, жүн сапасы.

Y. I. Islamov*, G.A. Kulmanova, S.T. Zhumasheva

*Kazakh Research Institute of Agricultural and Food Economics and RST LLP, Republic of
Kazakhstan, Almaty c., Republic of Kazakhstan*

Islamov_esenbay@mail.ru, Gulzhan_62@mail.ru, kazniiapk@mail.ru*

PRODUCTIVE AND REPRODUCTION QUALITIES OF RABBITS OF THE KAZAKH MEAT-WOOL SEMI-THIN-WOOL BREED IN NEW CLIMATIC CONDITIONS OF CONTAINMENT AND GROWING

Abstract

The objects and subjects of the study were Kazakh meat-and-wool rams-producers raised at the Batay-Shu farm in Shu District, Zhambyl Region, and sheep of the Kazakh fat-tailed semi-rough-haired breed of the Bayys type at the Ukrainian farm in the East Kazakhstan Region. In order to achieve and implement the set goals and objectives, according to the research methodology, an experimental group (200 heads) and a control group (400 heads) were formed using the "analog groups" method from among the purebred Kazakh fat-tailed semi-rough-haired third-calf ewes.

The shearing of washed wool was 2.8 kg. The yield of pure wool is 57-62%, the length of the wool is 10-14 cm, and the quality is 56-50. The wool of MWK rams meets the requirements of the standard for crossbred and cross-type wool. The wool of KPG ewes had a braided structure. The yield of washed wool from KPG ewes was 1.1-1.3 kg. The yield of pure wool is 70-72%, and the length of the braids is 10-14 cm. The examined wool was classified as follows: 68% of the wool was classified

as 1 class semi-rough wool, and 32% was classified as 2 class semi-rough wool. In terms of condition, 45% of the wool was classified as normal, 35% of the wool was classified as 1 group of weed-and-burdock wool, and 20% of the wool was classified as 2 group of weed-and-burdock wool. The wool of the KPG heifers meets the requirements.

Keywords: breed, wool productivity, wool shearing, wool fineness, fleece, wool quality.

Вклад авторов: Исламов Есенбай Исраилович: Концептуализация; Курирование данных; Приобретение финансирования; Администрирование проекта; Расследование; Методология;

Кулманова Гульжан Абжанановна: Письмо – первоначальный проект; Ресурсы; Программное обеспечение; Надзор;

Жумашева Сауле Токановна: Написание – обзор и редактирование.

FTAXP 34.31.13

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/03>

Амзеев Р.Е.⁴, Ермекова М.Ш.^{2,3},
Қапасұлы Т.^{1,2}, Амандықова М.Д.¹, Досыбаев К.Ж.^{1,2}, Нуркенов Т.Т.^{3,4},

¹ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., Қазақстан,
makpal_30.01@mail.ru,

²«Қазақ мал шаруашылығы және жеміс-өндірісі ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС, Алматы қ., Қазақстан, tilek.kapas@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru,

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
nurii_90@mail.ru,

⁴Абай атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан,
rauanbiolog@mail.com, t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz

ҚАЗАҚСТАНДА ӨСІРІЛЕТІН ГИССАР ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ мтДНҚ d-ІЛМЕГІ (d-loop) АЙМАҒЫНЫҢ ПОЛИМОРФИЗМІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Зерттеу жұмысында Қазақстанда өсірілетін құйрықты қылшық жүнді Гиссар қойларының мтДНҚ d-ілмегі (d-loop) 840 жұп негізді (bp) нуклеотидтен тұратын тізбегінің SNP полиморфизмін пайдаланып, генетикалық әртүрлілікті анықтау мақсатында талдау жұмыстары жүргізілді. Зерттеу жұмыстың барысында Гиссар қойының қаны мен жүн фолликулаларының үлгілері жинақталып, популяциядан 30 қой іріктелді. Қойлардан ДНҚ молекуласы бөліп алынып, сәйкесінше праймерлерді қолдану арқылы ПТР жүргізілді. Алынған амплификат өніміне секвенс талдауы жүргізіліп, нәтижесінде пуринді және пиримидинді нуклеотидтер тізбегінің бірізділігі 33,46 % аденин, 34,19% тимин, 13,42% гуанин мен 18,93% цитозинді құрады. Гиссар қойының мтДНҚ d-ілмегі (d-loop) секвенс талдауын BLAST программасын қолдану арқылы, NCBI базасындағы қолжетімді үй қойлары мен жабайы қой тұқымдарының секвенстік талдауы нәтижелерімен салыстырмалы талдау жасалды. MEGA X бағдарламасы негізінде жүргізілген филогенетикалық талдау нәтижесінде қазақстандық Гиссар қойлары арасында жоғары деңгейдегі генетикалық туыстық (74–80%) анықталды. Гиссар тұқымы Дуамо және Халха қойларымен бір тармақтан таралып, жақын филогенетикалық қатынас көрсетті. Еуропалық және азиялық (кейбір) қой тұқымдары салыстырмалы түрде генетикалық тұрғыда алшақ орналасып, олардың әртүрлі эволюциялық тармақтарға жататыны байқалды.

Кілт сөздер: генетикалық әртүрлілік, D-ілмегі, генотип, ДНҚ маркерлер, филогенетика, секвенирлеу, гаплотоп

Kіріспе

Қой шаруашылығы - мал шаруашылығының негізгі салаларының бірі. Қазақстандағы қой шаруашылығы ежелден қалыптасқан, тарихи дамыған және кең тараған мал шаруашылығының бір саласы. Сондықтан да қазақтардың өмір салты ежелден осы ауылшаруашылық саласының дамуына тығыз байланысты болды. Тарихи жазба деректеріне сәйкес, қойлардың жабайы арғы тектерін қолға үйрету және қазіргі құйрықты қой тұқымдарының пайда болуы Орта Азия мен Оңтүстік Қазақстан аймақтарында пайда болғаны белгілі [1]. Тұқымды сақтау үшін зерттеудің заманауи тәсілдерін қолданып, тұқымішілік генетикалық әртүрлілікті бағалап және қолдап отыру қажет. Гиссар қойының генетикалық әртүрлілігі мен гаплотиптік ерекшеліктері әлемдегі басқа қой тұқымдарынан даралап тұрады. Бұл тұқымды сақтау және асылдандыру аймақтық мал шаруашылығын дамытуда маңызды рөл атқарады [2]. Қазақстанда өсірілетін Гиссар қойының шығу тегі, туралы ғалымдардың көзқарасы әртүлі ақпараттарды көздейді. Ресей ғалымдардың пікірінше, гиссар қойлары Өзбекстанның көшпелі мал шаруашылығы негізінде Тәжікстанға әкелінген. Алайда, кейбір мәліметтер бойынша, Гиссар қойлары Тәжікстандағы Гиссар алқабында дәстүрлі селекциялық іріктеу арқылы шығарылған қолтұқым. Ғалымдардың зерттеуі бойынша Гиссар қойы жергілікті қылшық жүнді қой тұқымдарының ұзақ мерзімді табиғи және қолдан сұрыптау нәтижесінде пайда болған. Қ.Ж. Досыбаев және оның әріптестері ISSR-PCR маркерлерін қолдану арқылы Тараз және Шымкент популяцияларындағы түйелердің генетикалық әртүрлілігіне зерттеу жұмыстарын жүргізген. Талдау негізінде генетикалық қашықтық көрсеткіштері екі популяция арасындағы айырмашылық Шымкент популяциясы: полиморфты локустардың үлесі–77,78%, Тараз популяциясы: полиморфты локустардың үлесі – 33,3% деңгейін көрсеткен [3].

Т. Deniskova өзінің зерттеу жұмысында Гиссар, Айкөл және Қырғыз қылшық жүнді қой тұқымдары Иран мен Қытай қойларына генетикалық жағынан ұқсас екендігін атап өтсе, Тянь-Шань қойлары мен ресейлік жартылай жүнді қой тұқымдарының шығу тегі ортақ. Айкөл тұқымы әртүрлі қой тұқымдармен будандастырылуы арқылы пайда болғанын дәлелденді [4].

Қойлардың генетикалық әртүрлілігіне зерттеулер жүргізу үшін қолжетімді әрі тиімді ДНҚ-маркерлердің бірі STR локустары және мтДНҚ D-ілмегі аймағының кодталмайтын бөліктері басты биоматериал болып табылады [5, 6].

S. Bas өзінің шәкірттерімен бірге Шавак Аққараман қойларында генетикалық полиморфизмнің жоғары деңгейі анықтап, 24 гаплотип және бірнеше вариация аналық желі бойынша генетикалық әртүрлілігі мол екенін көрсетті. Қойларда мтДНҚ гаплотоптарын анықтау үшін мтДНҚ-ны секвенирлеу ең тиімді әдіс ретінде қолданылады. Құйрықты қылшық жүнді қойлар Орталық Азияда таралғандықтан, олардың мтДНҚ гаплотоптары А немесе С гаплотобына жатуы мүмкін. Бұл оларды еуропалық тұқымдардан генетикалық тұрғыда ажыратады [7].

G.Radoslavov және оның әріптестері жүргізген зерттеуде Болгарияның сегіз жергілікті қой тұқымының митохондриялық D-loop аймағының генетикалық әртүрлілігі мен филогенетикалық қатынастарын зерттеген. Талдау нәтижесінде В - гаплогруппалар (95.2%) және А (4.8%), 240- полиморфты сайттар анықталған.

И.Е.Мухаметжарова өзінің зерттеу жұмысында алты қой тұқымы арасындағы генетикалық әртүрлілік үлгілерін анықтау үшін мтДНҚ-ны пайдаланды. Зерттеу нәтижесінде қой тұқымының ішінде ең жоғары әртүрлілік Оңтүстік Қазақстан меринос тұқымында (0,047), ел ең төменгісі Еділбай қойында (0,029) тіркелген [9]. Әртүрлі генотиптегі қой тұқымдарының өзіне тән тұқымдық айрықша зерттелген SNP массивтері мен анықталған полиморфты нұсқаларды NCBI халықаралық базасында депонирленген нұсқалармен салыстыру арқылы генетикалық әртүрлілікті жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді [10].

Hiendleder өзінің зерттеу жұмысында жабайы және үй қойларының мтДНҚ d-loop аймағының полиморфизмін зерттеген. Нәтижесінде үй қойларының шығу тегі, екі түрлі жабайы арғы тектен шыққанын дәлелдейді [11]. Қазіргі таңда көптеген қойлардың (соның

ішінде Ақжайық, қазақтың биязы жүнді, Еділбай, Сарыарқа және қазақтың жартылай қылшық жүнді қой тұқымдары) Illumina Ovine SNP50 панелі көмегімен генотиптелді, олардың популяция құрылымы мен әлемдік қой түрлерінің әртүрлілігімен байланысы зерттелді [12]. Beadchip SNP технологиясы жануарларының геномын зерттеуде қой, ірі қара, ешкі және жылқылардың геномдарын талдауда тиімді құрал ретінде пайдаланылып келеді. Микросателлиттік зерттеудің жоғары дәлдігі зерттеуге нысана ретінде алынған жануарлардың шығу тегін бақылауда, линиялар арасындағы генетикалық алшақтықты, және де филогенетикалық талдаулар мен эволюциялық байланыстарды анықтау үшін де қолдануда кеңінен қолданылады [13]. Көптеген ДНҚ-микросателлиттік локустары соншалықты полиморфты болғандықтан кез келген ауылшаруашылық малдарының барлық түрлері мен тұқымдарының геномын зерттеуде кеңінен қолданысқа ие болды. Мысалы, М.Ю.Озеров өзінің зерттеу жұмысында нысана ретінде 16 микросателлиттік локустардың көмегімен 10 қой тұқымын (қаракөл, еділбай, ромни-марш, романов, таулы карпат, грозныйлық, опаринск, соколь, ставрополь, цигай) зерттеген [14].

Зерттеу әдістері

Зерттеудің биологиялық материалы ретінде Қазақстандағы өсірілетін гиссар қой тұқымынан қан үлгілері жиналды. Нысана ретінде алынған Гиссар қойлары «Дарбаза» шаруа қожалығынан (30 дара қой) іріктелді. Қойлардан қан үлгілерін жинау барысында білікті ветеринар мамандарының көмегімен жүзеге асырылды. Қан үлгілері арнайы стерильді инелер арқылы құрамында ЭДТА реагенті болатын вакуумды құтыларға жиналды.

Қойлардың перифериялық қан үлгілерінен ДНҚ молекуласын бөліп алуға *QIA amp DNA blood MINI KIT (250)* жиынтығы қолданылды. Бөліп алынған ДНҚ молекуласының концентрациясы *NanoDrop One (Thermo Fisher Scientific, АҚШ)* спектрофотометрінде тексерілді. ПТР синтезін жүргізу кезінде пайдаланылған праймерлер *MacroGen* (Сеул, Оңтүстік Корея) компаниясында синтезделген. ДНҚ *d-ілмегі* аймағына амплификация жүргізу үшін *Mastercycler (Eppendorf, Германия)* құрылғысы қолданылды. Полимеразды тізбекті реакцияның шарты: денатурация 5 мин 95°C; 95°C денатурация – 45 сек, байланысу 55°C – 30 сек, синтез 72°C – 1 мин (35 цикл); соңғы синтез кезеңі 75°C, 2 мин құрады. ПТР өніміне секвенстік талдау жүргізіліп, MEGA X бағдарламасы негізінде филогенетикалық ағаштың сызбасы құрастырылды.

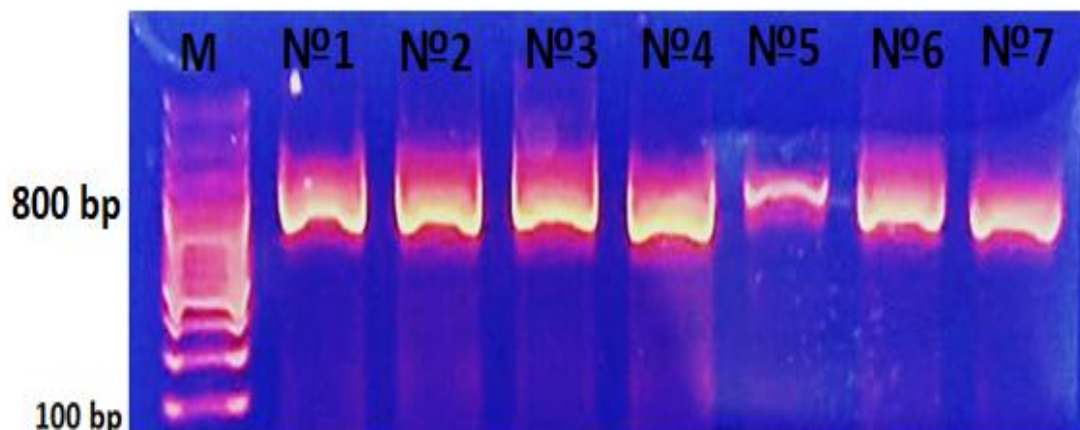
Зерттеу нәтижелері

мтДНҚ d-ілмегі аймағына сәйкесінше праймерлерді қолдану арқылы ПТР-талдауын жүргізілді (сурет-1.) ПТР нәтижесінде синтезделіп алынған амплификан өнімін 2%-дық агарозды геледе электрофорездік талдау жасалды.

Кесте 2- Зерттеу тобындағы Гиссар қойлардан бөлініп алынған ДНҚ молекуласының концентрациясы

№	нг/мкл	A260/280	A260/230
1	15.6	2.08	0.23
2	7.8	1.65	0.56
3	16.6	1.62	0.83
4	14.5	2.52	0.55
5	11.5	1.73	0.86

ПТР нәтижесінде алынған амплификат үлгілердің сандық және сапалық қатынасын тексеру үшін, горизонтальді электрофорез әдісі мен спектрофотометр қолданылды.



Сурет 1. Гиссар қой тұқымының мтДНҚ D – ілмегі аймағына жүргізілген ПТР. (1–7 зерттеу жүргізілген үлгілер): М- молекулалық массасы белгілі маркер

Суретте 2% агарозды геледе қойлардың мтДНҚ d-ілмегі (d-loop) аймағына жүргізілген ПТР нәтижесінде синтезделген амплификан өнімі көрсетілген. Сәйкесінше F5 CACTGAAGCATGTAGGGTATTAG-3, R5-GCTTGATACCTGCTCCTTTTA-3, праймерлерді қолдану арқылы ПТР синтезі жүргізілген амплификат өнімінің жалпы молекулалық массасы 840 (bp) құрады. Амплификат өніміндегі нуклеотидтердің бірізділігін анықтауға үшін секвенстік талдау жүргізілді. Алынған нуклеотидтер тізбегінің бірізділігі 33,46 % аденин, 34,19% тимин, 13,42% гуанин мен 18,93% цитозинді құрады.

Салыстырмалы талдауға NCBI базасындағы GenBank-тан қойдың ата-тегі ретінде *ovis vignei bochariensis* (AF039580.1), *ovis ammon collium* (AY091492.1), *ovis ammon darwini* (AF242348.1), *ovis ammon nigrimontana* (AY091493.1) және үй қойларының секвенстік талдау нәтижелері алынды (сурет 2).

DNA Sequences	Translated Protein Sequences
Species/Abbrev	
1. LC486466.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
2. KF677034.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
3. MW428051.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
4. DQ491596.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
5. JN574086.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
6. PQ723851.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
7. AY091498.1	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
8. MK174516.1	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
9. KP228033.1	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T G T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
10. AY829400.1	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
11. OR137274.1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
12. AY829381.1	T A C A T T C G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
13. AY091492.1	T A C A T T A C C T T C A C T G A A G C A T A C A G G A C A T T A A A C T G C T T G C T C G T A C A T A G T A C A
14. AY091493.1	T A C A T T A G C C C C A T T G A A G C A C A C A G G A C A T T A A A C T G C T T G T T C G T A C A T A G T A C A
15. AF242348.1	T A C A T T A A C T T C A C T G A A G C A C A C A G G A C A T T A A A T T G C T T G T T C G T A C A T A G T A C A
16. AF039580.1	T A C A T T A T T C C A C T G A A G C A C A T A G G A C A T T A A G T G C T T G T T C G T A C A T A G T A C A
17. s1	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G G T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
18. s2	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T G T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
19. s3f	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T G T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
20. s4f	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T G T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
21. s5f	T A C A T T C A C T T C A C T G A A G C A T G T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C R T A C A T A R T A C A
22. s6f	T A C A T T C A T T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
23. s7f	T A C A T T C A T T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
24. s8f	T A C A T T C A T T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
25. s9f	T A C A T T C A T T T C A C T G A A G C A T A T A G G G C A T T G A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A
26. s10f	T A C A T T T G T T T C A C T G A A G C A T G T A G G A T A T T A A A C T G C T T G A C C G T A C A T A G T A C A

Сурет 2. MEGA X программасын қолдана отырып, D-loop аймағының нуклеотидтер бірізділігін ClustalW әдісімен Alignment жасалған үлгі

1.Имерети (Грузия, Имерети аймағы), 2. Қараяқа (Түркия,Қаратеңіз). 3. Цикита (Венгрия). 4. Пиреней (Португалия). 5.Туркана (Румыния, Карпат таулары). 6. Дабене (Болгария). 7. Гиссар (Тәжікстан). 8. Тибет қойы (Тибет авт. ауд). 9. Дуамо (ҚХР, Тибет авт, ауд). 10. Халха (Монголия). 11. Каркачан (Болгария, Балқан түбегі). 12. Дорсет (Англия). 13. *Ovis ammon collium*. 14. *Ovis ammon nigrimontana*. 15. *ovis ammon darwini*. 16. *Ovis vignei bochariensis*. 17.26 аралығы – гиссар (Қазақстан)

Филогенетикалық зерттеу бойынша үй қойлары мен жабайы қойлар нақты төрт тармаққа (кладағы) бөлінді (сурет 3). Бірінші тармаққа Еуропаның әр түрлі бөліктерінен шыққан үй қойлары (имерети, дорсет, дабене, пиреней, цикта, туркана, қараяқа және каракачан) 68–87% сәйкестікпен бір кластерге біріктірілді. Бұл қой тұқымдары еуропалық қойлардың ортақ тегі бар екендігін көрсетеді. Келесі тармақта жабайы түрлер және муфлондар кластері *Ovis ammon collium*, *ovis ammon nigrimontana clone*, *Ovis ammon darwini* және *Ovis vignei bochariensis* топтастырылды. Бұл клада жабайы қойлар мен муфлондардың генетикалық жақындығын көрсетеді. Олардың арасында генетикалық ұқсастық **85-86%-ды құрады**. Бұл олардың бір эволюциялық тармақтан таралғанын көрсетіп, барлық үй қойларынан генетикалық жағынан айтарлықтай ерекшеленді. Үшінші тармаққа Азияның әр түрлі бөліктерінен шыққан үй қойлары (дуамо, халха, гиссар және тибет қойлары) **80% -ға дейінгі ұқсастықпен бір тармақта біріктірілді**. Бұл қой тұқымдарының Азия аймағында бір эволюциялық бағытта дамығанын көрсетеді. Төртінші тармаққа гиссар (Қазақстан) қойлары топтастырылды. Бұл топтың ішкі бірлігі жоғары, бір кластерде орналасқан. Филогенетикалық эволюциялық ағашты құру кезінде **бутстрэп мәндерінің дәйектілігі дұрыс шығу мақсатында** гиссар қойларынан 10 үлгісі іріктелді. Зерттеуге алынған Гиссар қойларының—барлық үлгілері 74–80% сәйкестікпен бір-біріне генетикалық туыстығы жағынан өте жақын екендігі байқалды. Талдауға алынған қой тұқымдарының ішінде Дуамо және Халха қой тұқымы салыстырмалы түрде Гиссар тұқымына жақын екені анықталды. Гиссар қойы мен Дуамо қойы **бір ортақ түйіннен (node)** тармақталып, өзара **ең жақын туыстық байланысқа** ие екені анықталды. Бұл олардың **ортақ арғы тектен** тарағанын және генетикалық дивергенция деңгейінің төмен екенін көрсетеді. Жүргізілген жұптық генетикалық қашықтықтарды салыстыру нәтижесінде **Гиссар – Дуамо: 0.0051, Гиссар – Халха: 0.0078, Дуамо – Халха: 0.0065. құрады**. Бұл мәндер Гиссар қойының Дуамо қойына **айтарлықтай жақын генетикалық туыстығын** дәлелдейді. **Құрылған филогенетикалық ағаштағы** зерттеуге алынған қой тұқымдарының нуклеотидтер тізбегіндегі әрбір SNP бойынша айырмашылықтар есептеліп, **популяциялар арасындағы генетикалық қашықтық pairwise distances** әдісінің көмегімен анықталады (кесте-3).



Сурет 3. MEGA X программасында *Maximum likelihood estimation* әдісімен құрастырылған филогенетикалық ағаш сызбасы. (**Log likelihood** = - 3 984,23 *филогенетикалық ағаштың статистикалық моделі*)

Кесте 3- MEGA X программасында Pairwise distances әдісімен қой тұқымдарының жұптық генетикалық айырмашылықтың сандық өлшемі

Қой тұқымдары	Имерети	Қарақак	Цикита	Пиреней	Туркана	Дабене	Гиссар Тәжікстан	Тибет	Дуамо	Халха қойы	Қарақачан	Дорсет	ovis ammon collinum	ovis ammon nigritum	ovis ammon darwini	ovis vignei bochariensis	Гиссар
Имерети қойы	0																
Қарақак қойы	0,00516																
Цикита қойы	0,00430	0,00596															
Пиреней қойы	0,00171	0,00510	0,00425														
Турканақойы	0,00516	0,00853	0,00425	0,00510													
Дабене қойы	0,00517	0,00853	0,00767	0,00510	0,00853												
Гиссар Тәжікстан	0,03437	0,03396	0,03484	0,03395	0,03574	0,03757											
Тибет қойы	0,03347	0,03307	0,03395	0,03306	0,03484	0,03667	0,00084										
Дуамо қойы	0,03285	0,03496	0,03390	0,03179	0,03495	0,03601	0,00400	0,00400									
Халха қойы	0,03710	0,03666	0,03754	0,03664	0,03844	0,04028	0,00254	0,00339	0,00703								
Қарақачан қойы	0,00516	0,00681	0,00767	0,00510	0,00853	0,00853	0,03038	0,02950	0,03284	0,03307							
Дорсет қойы	0,00257	0,00596	0,00339	0,00254	0,00595	0,00596	0,03306	0,03217	0,03179	0,03575	0,00595						
ovis ammon collinum	0,05662	0,05687	0,05777	0,05684	0,06057	0,06063	0,05599	0,05691	0,05555	0,05879	0,05685	0,05684					
ovis ammon nigritum	0,05753	0,05777	0,05867	0,05774	0,06147	0,06153	0,05597	0,05689	0,05662	0,05877	0,05590	0,05774	0,03013				
ovis ammon darwini	0,06242	0,06353	0,06445	0,06351	0,06728	0,06734	0,05421	0,05328	0,05345	0,05701	0,05977	0,06351	0,05414	0,05505			
ovis vignei bochariensis	0,05303	0,05517	0,05422	0,05330	0,05701	0,05706	0,06266	0,06172	0,06232	0,06550	0,05514	0,05330	0,05143	0,05418	0,03675		
Гиссар-1 Қазақстан	0,16515	0,16658	0,16512	0,16512	0,16788	0,16636	0,20058	0,20058	0,10264	0,20205	0,16515	0,16376	0,19933	0,27105	0,21494	0,20805	

3-ші кестеде қой тұқымдарының мтДНҚ D-ілмегі аймағы бойынша жұптық генетикалық айырмашылығының сандық өлшемдері көрсетілген. Еуропалық қой тұқымдары арасындағы генетикалық қашықтық (0.001–0.005) 0.1%-0.5%, бұл олардың бір-біріне жоғары деңгейде ұқсас екенін көрсетеді. Азиялық қой тұқымдары арасындағы генетикалық қашықтық (0.0008–0.004) 0.08%-0.4%, дуамо қойы мен гиссар-1 (Қазақстан) қойының арасындағы генетикалық қашықтық 0.000847 (0.0847%) құрайды, бұл олардың генетикалық тұрғыдан өте жақын екенін көрсетеді. Сондай-ақ, Гиссар қойының басқа қой тұқымдарынан (Еуропалық, Азиялық және де жабайы қой тұқымдарынан) генетикалық алшақтығы айтарлықтай байқалды. Бұл ерекшелік гиссар қойының оқшауланған селекция, аймақтық бейімделу және эволюциялық тарихтың әсерінен жеке генетикалық топ ретінде қалыптасқанын білдіреді.

Қорытынды

Қорыта келе, мтДНҚ-ның d-ілмегі аймағы қойлар популяциясының генетикалық әртүрлілігін анықтауға, олардың шығу тегіне фиолгенетикалық талдау жасауға мүмкіндік береді. Секвенирлеу барысында 840 ж.н тұратын D-ілмегі аймағы алынды. Алынған нуклеотидтер тізбегінің бірізділігі 33,46 % аденин, 34,19% тимин, 13,42% гуанин мен 18,93% цитозинді құрады. Алынған секвенс талдауын, NCBI базасындағы қолжетімді қой тұқымдарының секвенс нәтижелерімен салыстырмалы талдау жүргізгенде тандемді қайталанымдар арасында бір нуклеотидті бірнеше SNP полиморфизмдері анықталды. Зерттеуімізде D-loop аймағы негізінде жасалған филогенетикалық ағаштан қой тұқымдарының генетикалық алуан түрлілігін, географиялық шығу тегін және эволюциялық туыстығын анық көруге болады. MEGA X программасында *Maximum likeleihoood estimation* әдісімен құрастырылған филогенетикалық ағаш сызбасында зерттеуге алынған қойлар нақты төрт тармаққа бөлінді. Бірінші тармаққа Еуропалық қой тұқымдары 68–87% сәйкестікпен өз алдына жеке кластерге біріктірілді. Бұл олардың жергілікті селекция мен эволюциялық оқшаулану нәтижесінде дамыған, ортақ ата-тегі бар екенін көрсетеді. Екінші тармақта жабайы түрлер *Ovis ammon collium*, *Ovis ammon nigrimontana clone*, *Ovis ammon darwini* және *Ovis vignei boharensis* топтастырылды. Олардың арасында генетикалық ұқсастық **85-86%-ды құрады**. Бұл кластер жабайы қойлар мен муфлондардың генетикалық жақындығын көрсетеді.

Үшінші тармаққа Азияның әр түрлі бөліктерінен шыққан үй қойлары бір тармақта біріктірілсе, Қазақстандық Гиссар қойларына жүргізілген генетикалық талдау нәтижесінде олардың барлық үлгілері арасында 74–80% деңгейінде генетикалық ұқсастық байқалып, бір-біріне жақын туыстық байланыс анықталды. Зерттеуге алынған тұқымдардың ішінде Дуамо және Халха қойлары Гиссар тұқымына генетикалық тұрғыдан барынша жақын тұқымдар ретінде айқындалды. Филогенетикалық талдау нәтижесінде Гиссар және Дуамо қой тұқымдары бір ортақ тармақтан (түйіннен) шыққанын және өзара ең жақын туыстық қатынасқа ие екенін көрсетті. Гиссар қойлары еуропалық қой тұқымдарынан генетикалық (генетикалық алшақтық) тұрғыда анық ажыратылады.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу жұмысы 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми, ғылыми-техникалық бағдарламалар бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруға арналған конкурс негізінде AP19577108 «Анализ филогенетических связей и эволюционных демографических событий курдючных грубошерстных пород овец, разводимых в Казахстане» атты жоба аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Pozharskiy A. et al. SNP genotyping and population analysis of five indigenous Kazakh sheep breeds // *Livestock Science*. – 2020. – Т. 241. – С. 104252. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104252>
2. Канапин К.К. Едилбаевская овца. – Алматы: Бастау, 2009. – С. 25–30.
3. Шәлтенбай Г.Н., Амандыкова М.Д., Қапасұлы Т., Бекманов Б.О., Досыбаев К.Ж., Уалиева Д.А. Тараз және Шымкент популяциясына жататын түйелердің генетикалық әртүрлігін ISSR-PCR маркерлері негізінде салыстырмалы талдау // *Ізденістер, нәтижелер*. – 2023. – № 4 (100). – Б. 35–44. – ISSN 2304-3334. – DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/05>

4. Deniskova T. et al. Population structure and genetic diversity of sheep breeds in the Kyrgyzstan // *Frontiers in Genetics*. – 2019. – Т. 10. – Article 1311. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01311>
5. Ibrahim A. et al. The genetic profiles and maternal origin of local sheep breeds on Java island (Indonesia) based on complete mitochondrial DNA D-loop sequences // *Veterinary World*. – 2020. – Т. 13, № 12. – С. 2625–2634. – DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2625-2634>
6. Radoslavov G. et al. Genetic diversity of native Bulgarian sheep breeds based on the mitochondrial D-loop sequence analysis // *Small Ruminant Research*. – 2025. – Т. 249. – С. 107527. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2025.107527>
7. Yağcı S., Baş S., Kiraz S. Study of mitochondrial DNA (mtDNA) D-loop region polymorphism in Şavak Akkaraman sheep // *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. – 2020. – Т. 44, № 2. – С. 323–330. – DOI: <https://doi.org/10.3906/vet-1905-57>
8. Осипов Ю.С. (ред.). Большая российская энциклопедия. – М.: Большая российская энциклопедия, 2007. – Т. 8. – С. 185–186.
9. Мухаметжарова И.Е. Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): Наука XXI века – эпоха трансформации». – 2022. – Т. I, Ч. II. – С. 156–158.
10. Zhumadillayev N. et al. SNP genotyping characterizes the genome composition of the new Baisary fat-tailed sheep breed // *Animals*. – 2022. – Т. 12, № 11. – С. 1468. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12111468>
11. Hiendleder S., Kaupe B., Wassmuth R., Janke A. Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2002. – Vol. 269, No. 1492. – P. 893–904. – DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.1975>
12. Machová K., Málková A., Vostrý L. Sheep post-domestication expansion in the context of mitochondrial and Y chromosome haplogroups and haplotypes // *Genes*. – 2022. – Т. 13, № 4. – С. 613. – DOI: <https://doi.org/10.3390/genes13040613>
13. Wang X., Chen H., Lei C.Z. Genetic diversity and phylogenetic analysis of the mtDNA D-loop region in Tibetan sheep // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. – 2007. – Т. 20, № 3. – С. 313–315. – DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.313>
14. Озеров М.Ю. Характеристика аллелофонда у различных пород овец по микросателлитам: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15. – М.: ВИЖ, 2004. – 24 с.

References

1. Pozharskiy A. et al. SNP genotyping and population analysis of five indigenous Kazakh sheep breeds. *Livestock Science*. 2020;241:104252. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104252>
2. Kanapin K.K. Edilbaevskaya ovtsa. Almaty: Bastau; 2009. p. 25–30. [in Russian]
3. Shaltenbay G.N., Amandykova M.D., Kapassuly T., Bekmanov B.O., Dossybayev K.Zh., Ualiyeva D.A. Taraz zhane Shymkent populyatsiyasynda zhatatyn tuielerdin genetikalik arturligin ISSR-PCR markerleri negizinde salystyrmaly taldau. *Izdenister, natizheler*. 2023;4(100):35–44. ISSN 2304-3334. <https://doi.org/10.37884/4-2023/05> [in Kazakh]
4. Deniskova T. et al. Population structure and genetic diversity of sheep breeds in the Kyrgyzstan. *Frontiers in Genetics*. 2019;10:1311. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01311>
5. Ibrahim A. et al. The genetic profiles and maternal origin of local sheep breeds on Java island (Indonesia) based on complete mitochondrial DNA D-loop sequences. *Veterinary World*. 2020;13(12):2625–2634. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2625-2634>
6. Radoslavov G. et al. Genetic diversity of native Bulgarian sheep breeds based on the mitochondrial D-loop sequence analysis. *Small Ruminant Research*. 2025;249:107527. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2025.107527>
7. Yagci S., Bas S., Kiraz S. Study of mitochondrial DNA (mtDNA) D-loop region polymorphism in Şavak Akkaraman sheep. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2020;44(2):323–330. <https://doi.org/10.3906/vet-1905-57>

8. Osipov Yu.S. (ed.). Bol'shaya rossiskaya entsiklopediya. Moscow: Bol'shaya rossiskaya entsiklopediya; 2007. Vol. 8. p. 185–186. [in Russian]
9. Mukhametzharova I.E. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Seifullinskie chteniya – 18(2): Nauka XXI veka – epokha transformatsii». 2022;I(II):156–158. [in Russian]
10. Zhumadillayev N. et al. SNP genotyping characterizes the genome composition of the new Baisary fat-tailed sheep breed. *Animals*. 2022;12(11):1468. <https://doi.org/10.3390/ani12111468>
11. Hiendleder S., Kaupe B., Wassmuth R., Janke A. Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2002;269(1492):893–904. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.1975>
12. Machová K., Málková A., Vostrý L. Sheep post-domestication expansion in the context of mitochondrial and Y chromosome haplogroups and haplotypes. *Genes*. 2022;13(4):613. <https://doi.org/10.3390/genes13040613>
13. Wang X., Chen H., Lei C.Z. Genetic diversity and phylogenetic analysis of the mtDNA D-loop region in Tibetan sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2007;20(3):313–315. <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.313>
14. Ozerov M.Yu. Kharakteristika allelofonda u razlichnykh porod ovets po mikrosatelлитам: avtoref. dis. kand. biol. nauk: 03.00.15. Moscow: VIZh; 2004. 24 p. [in Russian]

Амзеев Р.Е⁴, Ермакова М.Ш^{2,3},

Қапасұлы Т^{1,2}, Амандықова М.Д¹, Досыбаев К.Ж^{1,2}, Нуркенов Т.Т^{3,4},

¹Институт генетики и физиологии КН МОН РК, г. Алматы, Казахстан,
takpal_30.01@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru,

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и
кормопроизводства», г. Алматы, Казахстан, tilek.kapas@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru,
nurii_90@mail.ru,

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

⁴Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы,
Казахстан, rauanbiolog@mail.com, t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ОБЛАСТИ D-ПЕТЛИ (D-LOOP) МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК У ГИССАРСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ, РАЗВОДИМОЙ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация

В рамках исследования была проведена работа по выявлению генетического разнообразия у курдючных грубошёрстных гиссарских овец, разводимых в Казахстане, с использованием SNP-полиморфизма в D-петле (d-loop) мтДНК, представляющей собой последовательность длиной 840 пар оснований (bp). В ходе исследования были собраны образцы крови и волосяных фолликулов гиссарских овец, отобрано 30 животных из популяции. Из образцов была выделена молекула ДНК и проведена ПЦР с использованием соответствующих праймеров. Амплифицированный продукт подвергли секвенированию. В результате анализа последовательности нуклеотидов было установлено, что она состоит на 33,46% из аденина, на 34,19% тимина, на 13,42% гуанина и на 18,93% цитозина. Секвенс-анализ гиссарских овец был сопоставлен с результатами секвенирования домашних и диких пород овец, доступных в базе данных NCBI, с использованием программы BLAST. Филогенетический анализ, проведённый на основе программы MEGA X, показал высокий уровень генетического родства (74–80%) среди казахстанских гиссарских овец. Порода Гиссар произошла от одной ветви с овцами Дуамо и Халха, продемонстрировав близкие филогенетические связи. Европейские и некоторые азиатские породы овец, напротив, оказались генетически удалёнными, что указывает на их принадлежность к различным эволюционным линиям.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, D-петля, генотип, ДНК маркеры, филогнетика, секвенирование, гаплогруппа

**Amzeyev R.E⁴, Yermekova M.Sh^{2 3}, Kapasuly T^{1 2}, Amandykova M.D¹,
Dossybayev K.Zh^{1 2}, Nurkenov T.T^{3 4}**

¹*Institute of Genetics and Physiology, Committee of Science, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, makpal_30.01@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru,*

²*Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production LLP, Almaty, Kazakhstan, tilek.kapas@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru, nurii_90@mail.ru,*

³*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, nurii_90@mail.ru,*

⁴*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, rauanbiolog@mail.com, t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz*

STUDY OF POLYMORPHISM IN THE mt DNA D-LOOP REGION OF THE GISSAR SHEEP BREED RAISED IN KAZAKHSTAN

Abstract

In the course of the study, an analysis was conducted to determine the genetic diversity of the fat-tailed coarse-wool Gissar sheep bred in Kazakhstan using SNP polymorphism in the mitochondrial DNA d-loop region, which consists of an 840 base pair (bp) sequence. Blood and wool follicle samples were collected from Gissar sheep, and 30 animals were selected from the population. DNA molecules were extracted from the samples, and PCR was performed using appropriate primers. The amplified product was then subjected to sequencing. As a result, the nucleotide sequence was found to consist of 33.46% adenine, 34.19% thymine, 13.42% guanine, and 18.93% cytosine. The sequence analysis of the Gissar sheep was aligned with sequence data of domestic and wild sheep breeds available in the NCBI database using the BLAST program. A phylogenetic analysis conducted using the MEGA X program revealed a high level of genetic relatedness (74–80%) among Kazakh Hisar sheep. The Hisar breed originated from the same branch as the Duamo and Khaikha sheep, showing a close phylogenetic relationship. In contrast, European and some Asian sheep breeds were found to be genetically distant, indicating that they belong to different evolutionary lineages.

Key words: genetic diversity, d-loop, genotype, DNA markers, phylogenetics, sequencing, haplotype

Вклад авторов

АР: осуществил концептуализацию и дизайн исследования, провёл экспериментальные работы, выполнил поиск и критический анализ литературных источников. КТ и ЕМ: принимали участие в разработке и проведении методической части исследования, обеспечивали подготовку и оформление рукописи в соответствии с требованиями издания и участвовали в выполнении экспериментальной части исследования и сборе данных. АМ и ДК: провели статистическую обработку полученных результатов и осуществили биоинформационный анализ данных. Н.Т: выполнил комплексный поиск и систематизацию литературных источников. Все авторы внесли существенный вклад в исследование, обсудили результаты, согласовали выводы и утвердили окончательную версию рукописи.

Ж. Әбирбекқызы, Н.А. Заманбеков, Ш.Б. Туржигитова*, А.Б. Кубентаева**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.
Jarykjuldyz@mail.ru; zamanbekov.nurtleu@mail.ru; turzigitova@mail.ru;
kausar_87_arai@mail.ru*

ЖЕРГІЛІКТІ ДӘРІЛІК ӨСІМДІКТЕР ШИКІЗАТЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ЭКСТРАКТИЛЕРДІҢ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Дәрілік заттардың қазіргі арсеналында өсімдік тектес препараттар 30-40% құрайды, ал кейбір топтарда өсімдіктерден алынған препараттар 70%-ға дейін жетеді. Дәрілік өсімдіктердің көптеген синтетикалық препараттардан артықшылығы - олардың құрамындағы әртүрлі заттардың нәтижесінде жануардың ағзасына жан-жақты әсер етуі. Дәрілік өсімдіктердің қолданылатын бөліктерінде әрқашан фармакологиялық және биологиялық белсенді заттардың тұтас кешені болғандықтан, олардың арасында өсімдіктердің емдік құндылығын айқындайтын негізгі заттарды ажырату керек. Олардан алынатын фитопрепараттарды ұтымды пайдалану жануарлар ауруларын азайтуға, мал басын сақтауға, қымбат химиотерапевтік заттарды пайдалану шығынын азайтуға, мал шаруашылығы өнімдерін өндіруді жоғарылатуға айтарлықтай мүмкіндіктер береді.

Мақалада жергілікті дәрілік өсімдіктер шикізаттарынан дайындалған экстрактивтердің (сығындылар) жіті және куммулятивті қасиеттерін зерттеу туралы мәліметтер келтірілген. Алынған зерттеулер деректері негізінде дәрілік өсімдіктер шикізаттарынан дайындалған экстрактивтердің жіті және куммулятивті әсерлері болмайтындығы анықталды, сонымен қатар олар зертханалар жануарлар ағзасына қуаттандырып әсер ете отырып, олардың өсу процессіне қолайлы әсер ететіндігі белгілі болды. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері негізінде фитоэкстрактивтер жануарлар ағзасына қуаттандырып әсер ете отырып, олардың салмақ қосу көрсеткіші тәжірибенің соңында бақылау тобындағы қояндармен салыстырғанда 21,4% жоғары болатындығы анықталды. Сонымен қатар фитоэкстрактивтерді рұқсат етілген ең жоғары дозада қолдану (LD₅₀) зертханалық жануарларды өлімге душар еткізбейді, сондықтан олар МемСт 12.1.007-76–қауіптіліктің IV-сыныбына жатқызылады (қауіптілігі шектеулі заттар).

Кілт сөздер: *дәрілік өсімдік, фитопрепарат, экстракт, уыттылық, куммуляция, морфологиялық көрсеткіш.*

Кіріспе

Өсімдіктерді табиғаттағы күрделі зертхана есебінде деп айтуға болады. Олар ауаның құрамынан көмірқышқыл газды, топырақтан- минералды заттарды, азотты сіңіріп алады да, өз кезегінде олардан қантты, қышқылдарды, эфир майларын, фитонцидтерді, дәрумендерді және басқа да көптеген биологиялық белсенді заттарды бөліп шығарады. Әрбір дәрілік өсімдіктің өзіне ғана тән әсер ететін бастамасы болады, сондықтан өсімдіктің өзіне ғана тән әсер әсер ететін ерекшелігі болады, әрі өсімдіктің әсер ету бастамасын оның қандай бөлікте шоғырланатындығын білу олардан дәрі-дәрмек дайындау барысында өте маңызды болып табылады [1-3].

Қазіргі кезде синтетикалық химияның зор жетістіктеріне қарамастан, дәрілік өсімдіктер практикалық медицина мен ветеринарияда өзінің маңызын сақтауда және үлкен сұранысқа ие. Өсімдіктердің шипалық қасиетін ғылыми түрде негіздеуде ғасырлар бойы қалыптасып келе жатқан халықтық медицинасының қосар үлесі шексіз. Жыл сайын көптеген өсімдіктердің физикалық-химиялық, фармако-токсикологиялық қасиеттері жан-жақты зерттелініп және

олардың қатары жылдан-жылға арта түсуде. Ғылыми зерттеулер жүргізудің нәтижесінде медицина және ветеринария практикасына жаңа фитопрепараттар енгізілуде. Балласты заттардан тазартылған биологиялық және фармакологиялық тұрғыдан белсенді, әрі экологиялық тұрғыдан таза, биологиялық қауіпсіз, өзіндік құны арзан фитопрепараттар алынууда [4-7].

Жалпы алғанда дәрілік өсімдіктер ветеринария практикасында жануарлардың әртүрлі ауруларының алдын алу және емдеу мақсатында кеңінен қолданылады. Олар таза күйінде ғана емес, сонымен қатар әртүрлі дәрілік пішіндер түрінде де жан-жақты қолданылады [8-13].

Жаңа фармакологиялық препараттармен қауіпсіз жұмыс істеу үшін, ең алдымен, олардың уыттылығы, мүмкін болатын улану жолдары және басқа қасиеттері туралы толыққанды ақпарат болуы қажет. Сондықтан жаңадан практика жүзінде енгізілетін препараттардың негізгі критерийі - олардың жылықанды жануарлардың ағзасына уытты әсерін анықтау болып табылады [14-18].

Дәрілік заттардың уыттылық көрсеткіштерін анықтау жануарлар мен қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Ол мынадай мүмкіндіктерге қол жеткізе алады: 1. денсаулыққа қауіп-қатерді бағалау: сынақтар дәрілік заттың қандай дозалары қауіпсіз және қайсысы зиянды әсер етуі мүмкін екенін анықтауға көмектеседі; 2. қоршаған ортаны қорғау: уыттылық қасиеттерін анықтау табиғи ресурстардың ластануы мен жойылуын болдырмай, химиялық немесе басқа да заттардың экожүйеге ықтимал әсерін анықтауға мүмкіндік береді; қауіпсіз өнімдерді әзірлеу: химия және фармацевтика өнеркәсібінде уыттылықты сынау жаңа өнімдерді жасаудың маңызды кезеңі болып табылады, сондықтан оларды пайдалану қауіпсіз болады; 4. заңнаманы сақтау: көптеген елдер сертификаттау және заттарды пайдалануға рұқсат беру үшін уыттылық сынақтарын жүргізуді талап етеді, бұл зерттеулер ықтимал тәуекелділікті азайтуға және дәрілік заттардың қауіпсіз қолданылуын қамтамасыз етуге көмектеседі.

Зерттеу материалдары мен әдістер

Фитопрепараттардың жіті уыттылық қасиеттерін анықтау. In vivo зерттеулер (жануарлар модельдерінде): жіті уыттылық (LD₅₀): жануарларға препарат бір жоғары дозада енгізіліп, субъектілердің 50% -ы қандай дозада өлімге әкелетінділігі анықталды. Субхроникалық және созылмалы уыттылықты анықтау үшін фитопрепарат бірнеше апта немесе ай ішінде енгізіледі. Уытты деңгейін анықтау үшін олардың мүшелердің және жүйелердің жұмысына (бауыр, бүйрек, жүрек) және жалпы ағзаға әсері бағаланады.

Фитопрепарат әзірлеу үшін алынған дәрілік өсімдіктерден дайындалған экстрактілердің жіті уыттылық қасиеттері зерттелінді. Фитоэкстрактті дайындау үшін біз келесі дәрілік өсімдіктер шикізатын қолдандық: тікенекті шомырт (*Prunus spinosa*, терн колючий), дәрілік түймедақ гүлдері (*Flores Chamomillae*, цветы ромашки), жалбызтікен өсімдігінің жапырағы (*herba Salvia*, листья шалфея), қайыңның жапырағы (*herba Betula*, листья березы).

Нәтижелер мен талқылаулар

Дәрілік өсімдіктерден дайындалған экстрактілерінің жіті уыттылық көрсеткіштерін анықтау 40 бас ақ тышқандарға жүргізілді. Олар 10 бастан 4 топқа топтастырылды, әр топ өз кезегінде әрқайсысы 5 бастан тұратын 2 топшаға бөлінді. Фитоэкстрактілер екі түрлі жолмен берілді: ауыз қуысы арқылы (Per os) әрбір тышқанға 2,0 мл және бұлшық етке арқылы шприцтің көмегі арқылы әрбір тышқанға 2,0 мл мөлшерінде енгізілді. Дәрілік өсімдік экстрактілерінің жіті уыттылық қасиетін анықтау мақсатында тәжірибе қою схемасы 1-кестеде келтірілген.

Фитоэкстрактілер берілген тышқандарға күнделікті 10 тәулік қатарынан клиникалық жағдайлары (температура, тамыр соғысы, тыныс алу жиілігі) қадағаланып отырылды. Күнделікті бақылаулар көрсеткендей фитоэкстрактілердің әсерінен ақ тышқандардың клиникалық жай-күйі бірқалыпты болды және айтарлықтай жалпы реакциялар мен өлім тіркелмеді.

Кесте 1 – Дәрілік өсімдік экстрактілерінің жіті уыттылық қасиетін анықтау (n=50)

Сынақ топтары	Дәрілік өсімдіктер	n	Енгізілу жолы	Енгізілу мөлшері, мл
1	Тікенекті шомырт жемісінің экстрактісі (Prunus spinosa, терн колючий)	5	Per os	2,0
		5	Б/етке	1,0
2	Түймедақ гүлдерінің экстрактісі (Flores Chammomillae, цветки ромашки)	5	Per os	2,0
		5	Б/етке	1,0
3	Қайыңның жапырағы мен бүршігінің экстрактісі (herba Betula, листья березы)	5	Per os	2,0
		5	Б/етке	1,0
4	Кешенді экстракті	5	Per os	2,0
		5	Б/етке	1,0
Ескерту: Per os-ауыз қуысы; Б/етке-бұлшық ет арқылы				

Сонымен қатар біз өз зерттеулерімізде фитоэкстрактілердің сынақ тобындағы тышқандардың морфологиялық көрсеткіштеріне әсерін анықтадық. Алынған зерттеулер нәтижелері бойынша фитоэкстрактілер зертханалық жануарлардың гематологиялық көрсеткіштеріне физиологиялық параметрлеріне айтарлықтай ауытқулар тудырмайтындығы анықталды, тіпті оларға қуаттандырып әсер ететіндігі анықталды.

Жекеленген дәрілік өсімдік экстрактілері қанның гематологиялық көрсеткіштеріне салыстырмалы бірқалыпты деңгейде әсер етсе, ал кешенді экстракті айтарлықтай қуаттандырып әсер ететіндігі анықталды. Атап айтқанда, кешенді экстракті қолданылған 4-ші топтағы тышқандарда эритроциттер, гемоглобин, лейкоциттер, эритроциттердің шөгу жылдамдығы бақылау тобындағы көрсеткіштермен салыстырғанда ауыз қуысы арқылы (Per os) берген кезде тиісінше 4,2; 12,6; 2,8; 2,5%-ға, ал бұлшық ет арқылы фитоэкстрактіні енгізу көрсеткіштерді тиісінше 5,3; 21,5; 3,8; 3,3%-ға жоғарылайтындығы анықталды ($p \leq 0,05$).

Дәрілік өсімдіктердің куммулятивтік (субтоксикалық) уыттылық қасиеттерін анықтау дәрі-дәрмектерді қолданудың оңтайлы дозалары мен режимдерін таңдауға, сондай-ақ ұзақ уақыт қолданудың ықтимал қауіптерін анықтауға мүмкіндік береді. Дәрі-дәрмектердің жиынтық қасиеттерін анықтау олардың қауіпсіздігі мен тиімділігін бағалау үшін өте маңызды. Бұл аталған жанама әсерлер қолданылатын дәрілік өсімдіктердің уыттылық қаупін бағалау үшін маңызды болып табылады. Осыған байланысты олардың куммулятивтік уыттылық көрсеткіштерін анықтау үшін аналог принципімен алынған 5 бас қояндарға тәжірибелер жүргізілді, 5 қоян бақылау ретінде алынды, оларға физиологиялық ерітінді енгізіліп отырылды.

Зерттеулер барысында алынған мәліметтері 2-кестеде келтірілген. Фитоэкстракті қояндарға бұлшық ет арқылы ең минималды дозасынан (0,5 мл) бастап әр үш тәуліктен кейін максималды дозаға дейін (3,5 мл) ұлғайтылып отырылды. Тәжірибе жүргізу мерзімі 21 тәулікті құрады. Тәжірибе қою барысында фитоэкстрактілер енгізілгеннен кейін күнделікті қояндардың жалпы жағдайы қадағаланып отырылды: клиникалық жағдайы, туындайтын жалпы реакциялар, азықтық заттар мен суды қабылдауы тәрізді.

Тәжірибе жүргізудің соңғы кезеңінде әрбір қоян жалпы алғанда фитоэкстрактінің 42,0 мл дозасын қабылдады. Тәжірибе қоюдың алғашқы 10-12 тәулігіне дейін (енгізілу дозасы 2,0 мл) қояндарда айтарлықтай клиникалық өзгерістер мен реакция байқалмады, онан кейінгі кезеңдерде экстрактінің дозасы 2,5 -3,5 мл-ге дейін ұлғайтылған жағдайда қояндарда жалпы реакциялар туындайтындығы анықталды: мазасыз жағдайда болуы, қозғалыс координациясының бұзылуы тәрізді, бірақта бұл көріністер қысқа мерзімді қамтып, 20-30 минут ішінде физиологиялық қалпына келетіндігі анықталды. Стерилденген физиологиялық ерітінді енгізіліп отырылған бақылау тобындағы қояндарда айтарлықтай клиникалық өзгерістер тіркелмеді.

Кесте 2 - Фитоэкстракттілердің қояндарға кумулятивтік қасиеттерін анықтау (n=10)

Зерттеу күндері	Бұлшық етке енгізу дозасы, мл	3 тәулік ішінде енгізілген экстрактінің жалпы дозасы, мл	Әр кезеңде енгізілген дозаның ұлғайтылған мөлшері, мл	Жалпы жағдайы	Летальді көрсеткіш
1-3	0,5	1,5	1,5	Бірқалыпты	0
4-6	1,0	3,0	4,5	Бірқалыпты	0
7-9	1,5	4,5	9,0	Бірқалыпты	0
10-12	2,0	6,0	15,0	Бірқалыпты	0
13-15	2,5	7,5	22,5	Жалпы реакция	0
16-18	3,0	9,0	31,5	Жалпы реакция	0
19-21	3,5	10,5	42,0	Жалпы реакция	0
Бақылау	0,5-3,5	10,5	42,0	Бірқалыпты	0

Сонымен қатар сынақ топтарындағы қояндардың тәжірибе аяқталғаннан кейінгі салмақ қосу көрсеткішін анықтадық (кесте 3). Тәжірибе соңындағы дене массасының өсуі тәжірибелік топта 21,4 % болса, ал салыстырмалы бақылау тобында тек 3,5% ғана болатындығы анықталды.

Кесте 3 – Фитоэкстрактінің қояндардың дене массасына салыстырмалы әсері ($M \pm m$; n=10)

Сынақ топтары	Қолданылған препараттар	Дене массасы, кг		Тәжірибе соңындағы дене массасының өсуі, %
		Тәжірибеге дейін, кг	Тәжірибенің соңында, кг	
Тәжірибелік топ	Фитоэкстракт	2,29±0,32 ^x	2,78±0,52 ^{xxx}	+21,4
Бақылау тобы	Физиологиялық ерітінді	2,31±0,36 ^x	2,39±2,05 ^{xx}	+3,5

Ескерту: ^xp≤0,05-шынайылығы

Қорытынды

Зерттеу барысында алынған мәліметтерді қорыта келе, дәрілік өсімдіктерден дайындалған экстракттілердің жіті және куммулятивті (субхроникалық) әсерлері болмайтындығы анықталды, сонымен қатар олар зертханалар жануарлар ағзасына қуаттандырып әсер ете отырып, олардың өсу процессіне қолайлы әсер ететіндігі анықталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері фитоэкстракт қолданылған қояндардың салмақ қосу көрсеткіші тәжірибенің соңында бақылау тобындағы қояндармен салыстырғанда 21,4% жоғары болатындығы белгілі болды (^xp≤0,05).

Сонымен қатар фитоэкстракттілерді рұқсат етілген ең жоғары доза қолдану (LD₅₀) зертханалық жануарларды өлімге душар еткізбейді, сондықтан олар МемСт 12.1.007-76 – қауіптіліктің IV-сыныбына жатқызылады (қауіптілігі шектеулі заттар).

Алғыс айту. ҚР ҰҒА академигі, биология ғылымдарының докторы, профессор Сағитов Абай Оразұлының 80 жылдығына арналған «Өсімдіктерді қорғау – жасыл байтақ әлем» тақырыбындағы Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясын ұйымдастырушыларға алғысымызды білдіреміз.

Әдебиеттер тізімі

1. Вишневец, Ж.В. Перспективы использования лекарственных растений, повышающих резистентность. // Сб. материалов Межд. научно-практич. конф. «Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка», Витебск, Республика Беларусь, 04-06. 11. 2024.- С. 62-65.

https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/33159/1/Effektivnost_ispolzovaniia.pdf

2. Asiri Yousif A, Al-Dhawailie, Al-Yahya M, Rafatullah S. Pharmacovigilance in herbal medicine: A paradigm to drug toxicity monitoring in conventional health care. Hung Med J. 2008;2(3):351-363. doi: 10.1556/HMJ.2.2008.3.3

3. Ятусевич А.И., Самсонович В.А., Авдаченко В.Д. и др. Перспективы и проблемы применения лекарственных растений в животноводстве // Сб мат. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию биотехнологического факультета, Витебск, ВГАВМ, 2018. – С. 284-285. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/5875>
4. Humer M., Scheller G., Kapellen T. Use of Medicine in German chiller-prevalence, indications and motivation. Dtsch Med. Wochenschr.-2010;135(19):959-64. <http://is.ku.edu.kz/publishings/%7BED070929-3D64-4B55-B4CD-06647C8B40E1%7D.pdf>
5. Пастушенков Л.В., Пастушенков А.Л., Пастушенков В.Л. Лекарственные растения. Использование в народной медицине и быту. 5-е изд. Санкт Петербург БХВ-Петербург, 2012: 432. <https://www.labirint.ru/books/347658/>
6. Бомбела Т.В. Методологические основы фармакогностического изучения, стандартизации сырья полиморфных видов лекарственных растений на примере рода euphrasia. 14.04.02 – фармацевтическая химия, фармакогнозия: автореф. докт. дисс., Пермь, 2017.- 42 с. <https://www.dissercat.com/content/metodologicheskie-osnovy-farmakognosticheskogo-izucheniya-standartizatsii-syrya-polimorfnykh/read>
7. Заманбеков Н.А., Туржигитова Ш.Б., Корабаев Е.М. Кобдикова Н.К., Сиябеков С.Т., Туруспаева Ш.Д. Антимикробное действие некоторых лекарственных растений на патогенную микрофлору // International Scientific Conference «Global science and innovations» Gdansk, Poland, 2019.-P.339-342. DOI: 10.56339/2305-9397-2022-4-1-181-193
8. A New Environmentally Safe Phytopreparation the increasing the Protective Function of Calves / Turzhigitova Sh.B. [and etc.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research.- 2021.- Vol. 14(2). - P. 887-894. <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2021-14-2-54>
9. Sh. Turzhigitova, N.Zamanbekov, Y. Korabayev, Zh. Kazyev, A. Tuganbay. Technology for Obtaining Dosage Forms (Tinctures, Extracts) from Local Plant Raw Materials and studying their Toxicity // Research J. Pharm. and Tech. 2022; 15(8):3540-3548. DOI: 10.52711/0974-360X.2022.00594. DOI: [10.52711/0974-360X.2022.00594](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00594)
10. Kh.A.Azizov, N.A.Zamanbekov, P.Sobiech, Sh.B.Turzhigitova, N.K. Kobdikova, Y.M.Korabayev, Zh.I.Kazyev A.A.Tuganbay, M.S.Baimurzaeva. The Study of Immunomorphological properties and Therapeutic and Prophylactic effectiveness of Phytopreparations in Respiratory Diseases of Lambs. Research J. Pharmacy and Technology. 2025;18(1):295-304. (Скопус). DOI: [10.52711/0974-360X.2025.00046](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2025.00046)
11. Бирюков И.В. Эффективность применения некоторых лекарственных растений при профилактике болезней органов дыхания у телят // Мат. Межд. конф., «Аграрная наука-сельскому хозяйству», Барнаул, 2017.-С.245-246. <https://www.dissercat.com/content/effektivnost-primeneniya-ekstraktov-lekarstvennykh-rastenii-dlya-povysheniya-intensivnosti/read>
12. Заманбеков Н.А., Кобдикова Н.К., Қорабаев Е.М., Жылгелдиева А.А., Тұржігітова Ш.Б. Фитофармакология. Оқу құралы. -Алматы, 2024. - 227 б. <http://lib.kaznaru.edu.kz/?dbid=ECAT>
13. Заманбеков Н. А., Корабаев Е.М. Кобдикова Н. К. ж.б. Бұзаулардың диспепсиясына қарсы ащы жусан тұнбасын емдік мақсатта қолдану тиімділігі // International Scientific Conference «Global science and innovations» Gdansk, Poland, February 10, 2019.-P.335-339. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42633938>
14. Ческидова Л. В. Перспективные направления создания лекарственных средств нового поколения для животных с применением биотехнологий (обзор) / Л.В. Ческидова, И.В. Брюхова, Н.А. Григорьева // Ветеринарный фармакологический вестник. - 2019. - № 2 (7). - С. 29-38. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41223506>
15. Медетханов, Ф.А. Параметры острой токсичности комплексного средства на основе растительного сырья/ Ф.А. Медетханов, Д.П. Хадеев, Муравьева // Учёные записки КГАВМ, 2017. Т. 230 (II). – С. 106. <https://www.dissercat.com/content/farmako-toksikologicheskaya-otsenka-novogo-sredstva-bronkhel-p-i-ego-primenenie-pri-bronkhopn>

16. Яруллина Э.С. Изучение острой токсичности средства на основе растительного сырья при внутримышечном введении / Э.С. Яруллина, Ф.А. Медетханов, Д.П. Хадеев, К.В. Муравьева // Сборник материалов Международной научно-практической конференции 12-15 февраля 2019 г. – Ижевск. – 2019. – Т. 2. – С.136-139. <https://www.dissercat.com/content/farmakotoksikologicheskaya-otsenka-novogo-sredstva-bronkhel-p-i-ego-primenenie-pri-bronkhopn/read>

17. Sh. Turzhigitova, N.Zamanbekov, Y. Korabayev, Zh. Kaziyeu, A. Tuganbay. Technology for Obtaining Dosage Forms (Tinctures, Extracts) from Local Plant Raw Materials and studying their Toxicity // Research J. Pharm. and Tech. 2022; 15(8):3540-3548. DOI: 10.52711/0974-360X.2022.00594. DOI: [10.52711/0974-360X.2022.00594](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00594)

18. Заманбеков Н.А., Азизов Х.А., Қорабаев Е.М., Поликомпонентті фитопрепараттың жіті, кумулятивті және созылмалы уыттылық көрсеткіштерін зерттеу. «Ізденістер, нәтижелер» Қазақ ұлттық аграрлық-зерттеу университетінің ғылыми-практикалық журналы. №3 (103) 2024, 5-15 б. DOI: <https://doi.org/10.37884/3-2024/01>.

References

1. Vishnevecz, Zh.V. Perspektivy` ispol'zovaniya lekarstvenny`x rastenij, pov`shayushhix rezistentnost`. // Sb. materialov Mezhd. nauchno-praktich. konf. «Aktual`ny`e problemy` lecheniya i profilaktiki boleznej molodnyaka», Vitebsk, Respublika Belarus`, 04-06. 11. 2024.- S. 62-65. https://rep.polessu.by/bitstream/123456789/33159/1/Effektivnost_ispolzovaniia.pdf

2. Asiri Yousif A, Al-Dhawailie, Al-Yahya M, Rafatullah S. Pharmacovigilance in herbal medicine: A paradigm to drug toxicity monitoring in conventional health care. Hung Med J. 2008;2(3):351-363. doi: 10.1556/HMJ.2.2008.3.3

3. Yatusевич A.I., Samsonovich V.A., Avdachenok V.D. i dr. Perspektivy` i problemy` primeneniya lekarstvenny`x rastenij v zhivotnovodstve // Sb mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf., posvyashh. 85-letiyu biotexnologicheskogo fakul'teta, Vitebsk, VGAVM, 2018. – S. 284-285. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/5875>

4. Humer M., Scheller G., Kapellen T. Use of Medicine in German chiller-prevalence, indications and motivation. Dtsch Med. Wochenschr.-2010;135(19):959-64. <http://is.ku.edu.kz/publishings/%7BED070929-3D64-4B55-B4CD-06647C8B40E1%7D.pdf>

5. Pastushenkov L.V., Pastushenkov A.L., Pastushenkov V.L. Lekarstvenny`e rasteniya. Ispol'zovanie v narodnoj medicine i by`tu. 5-e izd. Sankt Peterburg BXV-Peterburg, 2012: 432. <https://www.labirint.ru/books/347658/>

6. Bombela T.V. Metodologicheskie osnovy` farmakognosticheskogo izucheniya, standartizatsii sy`r'ya polimorfny`x vidov lekarstvenny`x rastenij na primere roda euphrasia. 14.04.02 – farmacevticheskaya ximiya, farmakognoziya: avtoref. dokt. diss., Perm`, 2017.- 42 s. <https://www.dissercat.com/content/metodologicheskie-osnovy-farmakognosticheskogo-izucheniya-standartizatsii-syrya-polimorfnykh/read>

7. Zamanbekov N.A., Turzhigitova Sh.B., Korabaev E.M. Kobdikova N.K., Siyabekov S.T., Turuspaeva Sh.D. Antimikrobnoe dejstvie nekotory`x lekarstvenny`x rastenij na patogennuyu mikrofloru // International Scientific Conference «Global science and innovations» Gdansk, Poland, 2019.-P.339-342. DOI: 10.56339/2305-9397-2022-4-1-181-193

8. A New Environmentally Safe Phytopreparation the inscresing the Protective Function of Calves / Turzhigitova Sh.B. [and etc.] // Jornal of Pharmaceutical Sciences and Resarch.- 2021.- Vol. 14(2). - P. 887-894. <https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2021-14-2-54>

9. Sh. Turzhigitova, N.Zamanbekov, Y. Korabayev, Zh. Kaziyeu, A. Tuganbay. Technology for Obtaining Dosage Forms (Tinctures, Extracts) from Local Plant Raw Materials and studying their Toxicity // Research J. Pharm. and Tech. 2022; 15(8):3540-3548. DOI: 10.52711/0974-360X.2022.00594. DOI: [10.52711/0974-360X.2022.00594](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00594)

10.Kh.A.Azizov, N.A.Zamanbekov, P.Sobiech, Sh.B.Turzhigitova, N.K. Kobdikova,Y.M.Korabayev, Zh.I.Kaziyeu A.A.Tuganbay, M.S.Baimurzayeva. The Study of Immunomorphological properties and Therapeutic and Prophylactic effectiveness of

Phytopreparations in Respiratory Diseases of Lambs. Research J. Pharmacy and Technology. 2025;18(1):295-304. (Скопс). DOI: [10.52711/0974-360X.2025.00046](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2025.00046)

11. Biryukov I.V. E`ffektivnost` primeneniya nekotory`x lekarstvenny`x rastenij pri profilaktike boleznej organov dy`xaniya u telyat // Mat. Mezhd. konf., «Agrarnaya nauka-sel'skomu xozyajstvu», Barnaul, 2017.-S.245-246. <https://www.dissercat.com/content/effektivnost-primeneniya-ekstraktov-lekarstvennykh-rastenii-dlya-povysheniya-intensivnosti/read>

12. Zamanbekov N.A., Kəbdikova N.K., Korabaev E.M., Zhy'lgeldieva A.A., Tırzhigitova Sh.B. Fitofarmakologiya. Оқу қыралы. -Almaty, 2024. - 227 б. <http://lib.kaznaru.edu.kz/?dbid=ECAT>

13. Zamanbekov N. A., Korabaev E.M. Kobdikova N. K. zh.b. Bызaulardy`ң dispepsiyasy`na karsy` ashhy` zhusan tynbasy`n emdik maksatta qoldanu tiimdiligi // International Scientific Conference «Global science and innovations»Gdansk, Poland, Februry 10, 2019.-P.335-339. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42633938>

14. Cheskidova L. V. Perspektivny`e napravleniya sozdaniya lekarstvenny`x sredstv novogo pokoleniya dlya zhivotny`x s primeneniem biotexnologij (obzor) / L.V. Cheskidova, I.V. Bryuxova, N.A. Grigor`eva // Veterinarny`j farmakologicheskij vestnik. - 2019. - № 2 (7). - S. 29-38. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41223506>

15. Medetxanov, F.A. Parametry` ostroj toksichnosti kompleksnogo sredstva na osnove rastitel`nogo sy`r`ya/ F.A. Medetxanov, D.P. Xadeev, Murav`eva // Uchyony`e zapiski KGAVM, 2017. T. 230 (II). – S. 106. <https://www.dissercat.com/content/farmako-toksikologicheskaya-otsenka-novogo-sredstva-bronkhel-p-i-ego-primenenie-pri-bronkhopn>

16. Yarullina E`.S. Izuchenie ostroj toksichnosti sredstva na osnove rastitel`nogo sy`r`ya pri vnutrimy`shechnom vvedenii / E`.S. Yarullina, F.A. Medetxanov, D.P. Xadeev, K.V. Murav`eva // Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii 12-15 fevralya 2019 g. – Izhevsk. – 2019. – T. 2. – S.136-139. <https://www.dissercat.com/content/farmako-toksikologicheskaya-otsenka-novogo-sredstva-bronkhel-p-i-ego-primenenie-pri-bronkhopn/read>

17. Sh. Turzhigitova, N.Zamanbekov, Y. Korabayev, Zh. Kazyev, A. Tuganbay. Technology for Obtaining Dosage Forms (Tinctures, Extracts) from Local Plant Raw Materials and studying their Toxicity // Research J. Pharm. and Tech. 2022; 15(8):3540-3548. DOI: [10.52711/0974-360X.2022.00594](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00594)

18. Zamanbekov N.A., Azizov X.A., Korabaev E.M., Polikomponentti fitopreparatty`ң zhiti, kumulyativti zhəne sozy`lmaly` uy`tty`ly`қ kərsetkishterin zertteu. «Ізденістер, нәтижелер» Қазақ Ұлттық аграрлы`қ-зерттеу университетінің ғылы`ми-практикалы`қ zhurnaly`. №3 (103) 2024, 5-15 б. DOI: <https://doi.org/10.37884/3-2024/01>

Ж.Абирбекқызы, Н.А.Заманбеков, Ш.Б.Туржигитова, А.Б.Кубентаева

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, Jarykjuldyz@mail.ru; zamanbekov.nurtleu@mail.ru; turzhigitova@mail.ru; kausar_87_arai@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТРАКТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МЕСТНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Аннотация

В современном арсенале лекарственных средств препараты растительного происхождения составляют 30-40%, а в некоторых группах достигают до 70%. Преимущество лекарственных растений перед многими синтетическими препаратами заключается в их комплексном воздействии на организм животного в результате различных веществ, содержащихся в них. Поскольку используемые части лекарственных растений всегда содержат целый комплекс фармакологических и биологически активных веществ, между ними следует различать основные вещества, определяющие лечебную ценность растений. Рациональное использование фитопрепаратов дает значительные возможности для снижения заболеваемости животных, сохранения поголовья, снижения затрат на использование

дорогостоящих химиотерапевтических средств, увеличения производства продукции животноводства.

В статье приведены данные по изучению острых и куммулятивных (субхронических) свойств экстрактов, изготовленных из местного лекарственного растительного сырья. На основании полученных результатов исследований установлено, что экстракты, изготовленные из растений, не обладают острым и куммулятивным действием, а также они оказывают благоприятное действие на организм животных лабораторных животных стимулируя процесс их роста и развитие. Результаты проведенных исследований показали, что при стимулирующем воздействии фитоэкстрактов на организм животных показатель прироста их живой массы в конце эксперимента был на 21,4% выше, чем у кроликов контрольной группы. При этом установлено, что применение фитоэкстрактов максимально допустимой дозы (LD₅₀) не приводит к гибели лабораторных животных, поэтому относится к IV классу опасности ГОСТ 12.1.007-76 (вещества с ограниченной опасностью).

Ключевые слова: лекарственное растение, фитопрепарат, экстракт, токсичность, кумуляция, морфологический показатель.

Zh.Abirbekkyzy, N.A.Zamanbekov, Sh.B.Turzhigitova, A.B.Kubentaeva
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
Jarykjuldyz@mail.ru; zamanbekov.nurtleu@mail.ru; turzigitova@mail.ru;
kausar_87_arai@mail.ru

DETERMINATION OF TOXICOLOGICAL PARAMETERS OF EXTRACTS MADE FROM LOCAL MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS

Abstract

In the modern arsenal of medicines, herbal preparations account for 30-40%, and in some groups they reach up to 70%. The advantage of medicinal plants over many synthetic drugs is their complex effect on the animal's body as a result of the various substances contained in them. Since the parts of medicinal plants used always contain a whole range of pharmacological and biologically active substances, the main substances that determine the medicinal value of plants should be distinguished between them. The rational use of phytopreparations provides significant opportunities to reduce the incidence of animal diseases, preserve livestock, reduce the cost of using expensive chemotherapeutic agents, and increase livestock production.

The article provides data on the study of acute and cumulative (subchronic) properties of extracts made from local medicinal plant raw materials. Based on the research data, it was found that extracts made from plants do not have acute and cumulative effects, and they also have a beneficial effect on the body of laboratory animals, stimulating the process of their growth and development. The results of the conducted studies showed that with the stimulating effect of phytoextracts on the body of animals, the increase in their live weight at the end of the experiment was 21.4% higher than in rabbits of the control group. At the same time, it was found that the use of phytoextracts of the maximum permissible dose (LD₅₀) does not lead to the death of laboratory animals, therefore it belongs to the IV hazard class GOST 12.1.007-76 (substances with limited danger).

Keywords: medicinal plant, phytopreparation, extract, toxicity, accumulation, morphological index.

Авторлардың қосқан үлесі

1. Әбирбек Жарықжұлдыз-зерттеу жұмысына қажетті әдістемелік тәсілдерді меңгеріп, зерттеу жұмыстарын жүргізді, дәрілік өсімдіктерден экстрактілер дайындады. Алынған зерттеу мәліметтерін мәліметтерін статистикалық өңдеді.

2. Заманбеков Нуртлеу Акжолтаевич - зерттеу жұмыстарын талдап, қорытынды жасады.

3. Туржигитова Шырын Бактыгереевна-әдебиеттер бөліміне шолу жасады, дәрілік өсімдіктерден экстрактілер дайындады, зерттеу жұмыстарына қатысты және талдау жасады.

4. Кубентаева Арай Бекболатовна – зерттеу жұмыстарына қатысып, өңдеді және әдебиеттер тізімін дайындады.

ГТАХР 34.31.15

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/05>

Ермекова М.Ш.^{1,2}, Бектасов З.Б.^{1,2}, Қожахмет А.Т.^{1,2},
Досыбаев К.Ж.^{1,2}, Қапасұлы Т.^{1,2} Амзеев Р.Е.³, Амандықова М.Д.¹

¹«Қазақ мал шаруашылығы және жеміс-өнімдері ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС, Алматы қ., Қазақстан, nurii_90@mail.ru, bekhtasov2004@mail.ru, tilek.kapas@mail.ru,
kairat1987_11@mail.ru, altynaitg@gmail.com, makpal_30.01@mail.ru

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,
nurii_90@mail.ru, bekhtasov2004@mail.ru, altynaitg@gmail.com, kairat1987_11@mail.ru,

³Абай атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан,
rauanbiolog@mail.com

ҚАЗАҚТЫҢ ҚҰЙРЫҚТЫ ҚЫЛШЫҚ ЖҮНДІ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНДА *IGFBP3* ГЕНІНІҢ ПОЛИМОРФИЗМІН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ФИЛОГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аңдатпа

Бұл зерттеу қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында *IGFBP3* генінің полиморфизмін зерттеуге бағытталған. Зерттеуде РФҰП және Сэнгер әдістері қолданылды. 380 қой үлгісінің перифериялық қандарынан ДНҚ алынып, оның сапасы мен концентрациясы спектрофотометрия және агарозды геледе электрофорез арқылы анықталды. *IGFBP3* генінің полиморфизмдерін анықтау үшін ПТР және *NaеIII* рестриктаза ферментімен өңдеу жұмыстары жүргізілді, нәтижесінде 6 болжамды полиморфизм анықталды. Секвенирлеу нәтижесінде 335 позицияда C>G ауысуы және 111 Ala>Gly амин қышқылының ауысуынан туындаған миссенс мутациясы анықталды. Алынған мәліметтер негізінде қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының NCBI базасындағы басқа қой тұқымдарымен филогенетикалық талдау жасалды. Филогенетикалық ағаш екі кластерден құралды. Осы зерттеу *IGFBP3* генінің полиморфизмін қолдана отырып, қой тұқымдарының селекциялық жұмыстарын жетілдіруге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу нәтижелері қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында өнімділікке әсер етуі ықтимал генетикалық маркерлердің болуын алғаш рет ғылыми тұрғыда дәлелдеді. Алынған деректер генетикалық ресурстарды тиімді пайдалану және жергілікті қой тұқымдарының бейімделгіш қасиеттерін сақтау үшін маңызды. Зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми базаға салыстыру арқылы верификацияланғандықтан, алынған тұжырымдар сенімді әрі қолданбалы маңызы жоғары.

Кілт сөздер. *IGFBP3* гені, полиморфизм, ПТР, Сэнгер әдісі, секвенирлеу, гетерозиготалы генотип, филогенетикалық талдау, қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой, генетикалық маркерлер, қой тұқымы.

Кіріспе

Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымы Қазақстанның мал шаруашылығында маңызды орын алады, себебі бұл тұқымның жоғары өнімділігі мен бейімделгіштігі оны өте тиімді етеді [1]. Бұл қой тұқымының ерекшелігі оның климаттық жағдайларға және қоршаған ортаға бейімделуі, сондай-ақ өнімділігінің жоғарылығы.

Қазіргі мал шаруашылығында өнімділікке бағытталған селекциялық жұмысты жетілдіру үшін жануарлардың генетикалық құрылымын молекулалық деңгейде зерттеу аса маңызды. Әсіресе, өнімділік белгілерімен тығыз байланысқан гендердің полиморфизмін анықтау

арқылы жануарлардың тұқымдық құндылығын ерте кезеңде бағалауға мүмкіндік туады. Осы тұрғыдан алғанда, қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында *IGFBP3* генінің полиморфизмін зерттеу жануарлардың еттілік әлеуетін бағалау және филогенетикалық қатынастарды анықтау үшін ғылыми әрі практикалық мәнге ие [2].

Генетикалық маркерлерді қолдану өсімталдық пен өсу процестерін жетілдіруге мүмкіндік береді. *IGF* ақуызы клеткалардың өсуі мен метаболизмін, сондай-ақ бұлшықет, тері және сүйек ұлпаларының өсуі, пролиферациясы мен иммундық жүйеге әсер етеді. *IGFBP3* генінің құрылымында 5 экзон және 4 интроннан тұратын пішін бар және 4 хромосоманың қысқа иығында орналасқан [3].

IGFBP3 ақуызының құрылымында 293 амин қышқылы бар және 3 құрылымды доменге ие: NH₂-терминальді (N-соңы), орталық байланыстырушы және COOH-терминальді (C-соңы) домендер. Орталық байланыстырушы домен *IGF*-мен байланысудың басты аймағы болып табылады, ал N-соңы және C-соңы домендері *IGFBP3* ақуызының функционалдығы мен клеткадағы әсерін реттейді [5].

IGFBP3 ақуызының N-соңындағы амин қышқылдары, мысалы, цистейндер мен сериндер, оның байланыс қабілетін және клеткаларға ену мүмкіндігін анықтайды [6]. Қазіргі уақытта генетикалық полиморфизмдердің мал шаруашылығында өнімділікті арттыруда маңызды рөл атқаратыны анықталған. *IGFBP3* ақуызының клеткаларға енуі эндоцитоз арқылы жүзеге асады, бұл процесс арнайы рецепторлар арқылы белсендіріледі [7].

Қой тұқымдарының өнімділігін арттыру мақсатында *IGFBP3* генінің полиморфизмін зерттеу маңызды. Бұл геннің өзгерістері малдың өсу қарқынына, ет өнімділігіне және жалпы денсаулыққа әсер етуі мүмкін. *IGFBP3* генінің полиморфизмдері *IGF* белсенділігін реттейтін молекулалық маркер ретінде қой шаруашылығында қолданылуы ықтимал, ол өнімділікті жақсартуда және ауруларға төзімділікті арттыруда маңызды рөл атқарады [8][9].

Соңғы зерттеулер көрсеткендей, *IGFBP3* гені жануарлардың физиологиялық процестеріне ғана емес, сонымен қатар стресс факторларына жауап реакциясына да қатысады. Бұл геннің экспрессиясы сыртқы ортаның температуралық ауытқулары, азықтандыру жағдайлары және иммундық жүйенің белсенділігіне байланысты өзгереді [10].

Сонымен қатар, *IGFBP3* генінің полиморфизмімен байланысты *SNP*-маркерлер малдың гетерозиготалық деңгейін бағалауда және асылдандыру бағдарламаларында пайдалы болып табылады. Бұл маркерлердің көмегімен селекционерлер өнімділік белгілерін анықтауға және болжауға мүмкіндік алады [11]. *IGFBP3* гені жасуша апоптозын, митозды және регенерация процестерін реттейтін негізгі фактор ретінде де қарастырылады. Әсіресе, бұл ген бұлшықет ұлпасының регенерациясы мен дамуына байланысты зерттеулерде кеңінен қолданылады [12].

Жануарлар генетикасындағы тағы бір маңызды аспект – *IGFBP3* генінің басқа гендермен өзара әрекеттестігі. Бұл ген *IGF1*, *GHR* (өсу гормоны рецепторы) және *MSTN* (миостатин) гендерімен қатар әрекет етіп, кешенді регуляторлық жүйе құрайды. Осы байланыстың талдануы қой тұқымының өнімділік көрсеткіштерін кешенді бағалауға мүмкіндік береді [13]. *IGFBP3* генінің зерттелуі тек өнімділік белгілеріне ғана емес, сонымен қатар иммундық тұрақтылыққа да әсер ететіндігін дәлелдейтін зерттеулер бар. Бұл геннің жоғары экспрессиясы инфекциялық ауруларға төзімділік деңгейін жоғарылатуы мүмкін деген болжам бар [14].

Зерттеу әдістері

Зерттеу жұмыстары үшін Шығыс Қазақстан және Алматы облысының Оңтүстік-Шығыс аймағындағы 7 қой шаруашылығынан қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының 380 басынан қан үлгілері алынды. Қан үлгілері "Медхан" шаруашылығынан 20 үлгі, ал қалған 6 шаруашылықтан 60 үлгіден жинақталды.

Қой тұқымынан биологиялық үлгі ретінде қан алу. Қан үлгілерін алу білікті мал дәрігерлері көмегімен жүзеге асырылды.

Перифериялық қан қойдың күре тамырынан натрий гепарині бар вакуумды пробиркаларға алынды. Қан үлгілері арнайы мұздатқыш контейнерлерде төмен температурада тасымалданып, зертханаға жеткізілді. Зертханада үлгілер -20°C мұздатқыштарда сақталды.

Қан үлгісінен ДНҚ бөліп алу. ДНҚ бөліп алу үшін ThermoFisher Scientific компаниясының Genomic DNA Purification Kit жиынтығы қолданылды. Алдымен қанды клетка лизис буферімен өңдеп, Proteinase K қосылды. Инкубациялау 56°C температурада 20 минут жүргізілді. Кейін RNase қосылып, ДНҚ 50% этанолмен тазаланды, соңында спин-колонкалар арқылы центрифугаланды. Бөлінген ДНҚ -20°C мұздатқышта сақталды.

ДНҚ үлгісіне сандық-сапалық талдау жүргізу. ДНҚ молекуласының концентрациясы мен тазалығы NanoDrop 2000 спектрофотометрі арқылы өлшенді (230 нм, 260 нм, 280 нм толқын ұзындықтары бойынша). Сандық-сапалық талдау үшін 0,8% агарозды геледе көлденең электрофорез жасалып, E-BOX CX5 құрылғысы арқылы визуалды анықталды.

IGFBP3 амплификациялау үшін қажетті праймер синтезі. IGFBP3 генін амплификациялау үшін праймерлер Invitrogen (Thermo Fisher Scientific, АҚШ) компаниясында синтезделді..

Полимеразды тізбекті реакция (ПТР). IGFBP3 генін амплификациялау үшін экстракцияланған ДНҚ, ионсыз су, PCR master mix жиынтығы және праймерлер қолданылды. ПТР реакциясы SimpliAmp™ Thermal Cycler құрылғысымен жүргізілді. Праймерге арнайы бағдарлама бойынша жылынған микс ультра күлгін рецикуляторда араластырылып, ПТР құрылғысында циклдарда жүргізілді.

Агарозды геледе көлденең электрофорез. ПТР өнімдерінің дұрыс амплификациясын тексеру үшін агарозды геледе көлденең электрофорез жасалды. Электрофорез маркер ретінде Thermo Scientific TriTrack 100 bp Plus қолданылды, ампликонның салмағы 654 ж.н екенін анықтау үшін гель УК сәулесімен қарастырылды.

РФҰП әдісі арқылы IGFBP3 генінің полиморфизмін анықтау. Рестрикциялық эндонуклеазалармен талдау жүргізу үшін, NCBI базасынан IGFBP3 геніне қажетті рестриктазалар таңдалып, оларды қолдана отырып, РФҰП әдісі арқылы полиморфизмдер анықталды. Реакция инкубациясы 36°C температурада SimpliAmp™ Thermal Cycler құрылғысында жүргізілді.

Сэнгер әдісі арқылы секвенирлеу. Сэнгер әдісі бойынша секвенирлеу үшін ампликондар ExoSAP-IT реакгентімен тазартылды. Секвенирлеу реакциясы BigDye Terminator 3.1 Ready Reaction Mix көмегімен орындалып, алынған өнімдер SAM solution және BigDye XTerminator™ шешімдері арқылы тазартылды. Секвенирлеу нәтижелері BioEdit, MEGA 11 және SMS 2 бағдарламаларында талданды.

Зерттеу нәтижелері

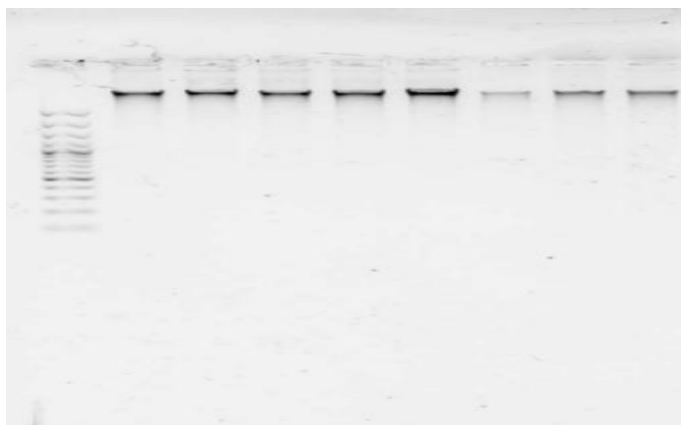
Зерттеу барысында ДНҚ молекулаларының концентрациясы мен тазалығы NanoDrop 2000 (ThermoFisher Scientific, АҚШ) спектрофотометрі арқылы өлшенген ДНҚ молекулаларының концентрациясы 230 нм, 260 нм және 280 нм толқын ұзындықтарында анықталды. 260 нм және 280 нм толқын ұзындықтарындағы оптикалық тығыздықтың қатынасы (A260/A280) тазалық деңгейін бағалауға мүмкіндік берді. Бұл көрсеткіштер ДНҚ үлгілерінің жоғары сапалы екенін және дұрыс бөлінгенін көрсетеді. Концентрация мен тазалық көрсеткіштері сәйкес келетін диапазонда болды, бұл алынған ДНҚ-ның зерттеуге жарамды екенін дәлелдейді, нәтижелер келесі суретте кесте түрінде берліген.

#	Sample ID	User name	Date and Time	Nucleic Acid	Unit	A260 (Abs)	A280 (Abs)	260/280	260/230	Sample Type	Factor
1		User	24.05.2025 15:45:46	33,2	ng/µl	0,663	0,385	1,72	0,84	DNA	50,00
2		User	24.05.2025 15:47:44	29,6	ng/µl	0,591	0,346	1,71	0,68	DNA	50,00
3		User	24.05.2025 15:48:46	26,7	ng/µl	0,533	0,412	1,29	0,31	DNA	50,00
4		User	24.05.2025 15:49:49	44,2	ng/µl	0,883	0,514	1,72	0,89	DNA	50,00
5		User	24.05.2025 15:50:53	48,2	ng/µl	0,963	0,554	1,74	1,00	DNA	50,00
6		User	24.05.2025 15:52:20	74,1	ng/µl	1,482	0,826	1,80	1,20	DNA	50,00
7		User	24.05.2025 15:53:19	41,6	ng/µl	0,833	0,479	1,74	0,88	DNA	50,00
8		User	24.05.2025 15:54:18	51,4	ng/µl	1,028	0,585	1,76	1,00	DNA	50,00

Сурет 1.Зерттеу жұмысында қолданылған бөлінген ДНҚ молекуласының концентрациясы

ДНҚ молекулаларының сапасы мен концентрациясы агарозды геледе көлденең электрофорез арқылы қосымша тексерілді. 0,8% агарозды геледе (50W, 50V, 30mA, 40 минут) талдау жүргізілді.

Гель құжаттаушы құрылғы E-BOX CX5 (Vilber, Франция) көмегімен визуалды түрде талданып, ДНҚ фрагменттері дұрыс көлемде екенін көрсетті (Сурет 1).



Сурет 2. Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымнан бөлініп алынған ДНҚ электрофореграммасы

Зерттеу барысында *IGFBP3* генін амплификациялау үшін пайдаланылған праймерлер Invitrogen (Thermo Fisher Scientific, АҚШ) компаниясында синтезделіп, зертханаға лиофилді күйде жеткізілді. Праймерлердің реттілігі мен молекулалық массасы анықталды, *IGFBP3 Forward* праймері 654 ж.н молекулалық массасына ие болса, *Reverse* праймері сәйкесінше 654 ж.н болды (Кесте 1).

Кесте 1- SNP маркерлерді анықтауда қажет праймер реттілігі

№	Атауы	Праймерлер реттілігі	Молекулалық массасы
1	IGFBP3	Forward 5'-CCAAGCGTGAGACAGAATAC-3' Reverse 5'-AGGAGGGATAGGAGCAAGAT-3'	654 ж.н.

Синтезделген праймерлердің концентрациясы мен тазалығы NanoDrop 2000 спектрофотометрі арқылы тексерілді. *IGFBP3 Forward* праймерінің концентрациясы 289.8 нг/мкл, ал *IGFBP3 Reverse* праймерінің концентрациясы 285.4 нг/мкл болды. A260/A280 арақатынасы 1.93 және 2.19 болғанда, праймерлердің тазалығы жақсы деңгейде екендігін көрсетті. A260/A230 қатынасы да *IGFBP3 Forward* праймері үшін 1.02 және *IGFBP3 Reverse* праймері үшін 1.65 көрсеткіштерін көрсетті, бұл олардың ластануының төмен екенін және келешек молекулалық талдауларға жарамдылығын растайды (Кесте 2).

Кесте 2- Синтезделген праймер концентрациясы

№	Атауы	нг/мкл	A260/280	A260/230
1	IGFBP3 Forward	289.8	1.93	1.02
2	IGFBP3 Reverse	285.4	2.19	1.65

Бұл нәтижелер зерттеу барысында қолданылған праймерлердің жоғары сапасын және дәлдігін көрсетеді, олар әрі қарай амплификация мен полиморфизмдер талдауына тиімді қолдануға дайын екенін дәлелдейді.

IGFBP3 генінің амплификациясы үшін полимеразды тізбекті реакция (ПТР) сәтті жүргізілді. ПТР реакциясында экстракцияланған геномдық ДНҚ, ионсыздырылған су, PCR master mix жиынтығы, және сұйытылған F және R праймерлері қолданылды. Жалпы реакция

көлемі 20 мкл болды, оның ішінде 7,3 мкл ионсыз су, 10 мкл *PCR master mix* (2X), 0,7 мкл F праймері, 0,7 мкл R праймері және 1 мкл экстракцияланған ДНҚ қосылды.

ПТР процессі SimpliAmp™ Thermal Cycler (ThermoFisher Scientific, Singapore) құрылғысында арнайы бағдарлама бойынша жүргізілді. Барлық реакция қадамдары ультра күлгін рецикуляторы бар ПТР боксында өтті, реакция қоспасы үстелдік центрифугада араластырылды.

Амплификация нәтижесінде *IGFBP3* генінің амплификаттары алынғаннан кейін, олардың дұрыс амплификацияланғаны және күтілетін мөлшерде екендігі анықталды. Бұл нәтижелер зерттеу мақсатына сәйкес келетін амплификацияның сәтті жүзеге асқанын және келешек талдаулар үшін жарамды үлгілер алынғанын көрсетті.

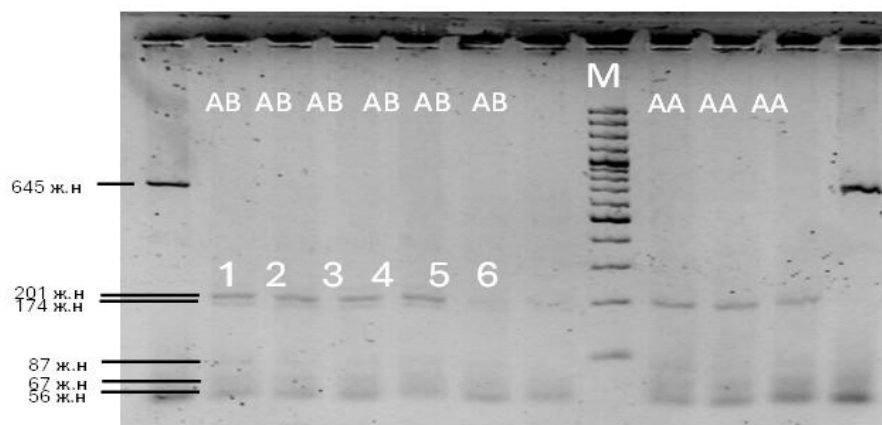
Зерттеу барысында *IGFBP3* генінің полиморфизмін анықтау үшін 380 қойдың үлгісінен ПТР амплификациясы және РФҰП әдісі арқылы талдау жүргізілді. Амплификация нәтижесінде 654 ж.н. болатын ампликондар алынды. Алынған ампликондар Нае III рестриктаза ферментімен өңделіп, 3% агарозды геле электрофорез арқылы тексерілді.

Кесте 3- *IGFBP3* генінің 7 шаруашылық бойынша *IGFBP3* генінің кездескен полиморфизм дәрежесі

Шаруашылық атауы	п-саны	Генотип	%	Аллель жиілігі
Медхан	20	AA-19 AB-1 BB-0	AA-95 AB-5 BB-0	A-0,975 B-0,025
Нұр	60	AA-60 AB-0 BB-0	AA-100 AB-0 BB-0	A-1 B-0
Разахун	60	AA-58 AB-2 BB-0	AA-96,6 AB-3,33 BB-0	A-0,983 B-0,017
Шаушен	60	AA-57 AB-3 BB-0	AA-95 AB-5 BB-0	A-0,975 B-0,025
Токан-1	60	AA-60 AB-0 BB-0	AA-100 AB-0 BB-0	A-1 B-0
Елькентай	60	AA-60 AB-0 BB-0	AA-100 AB-0 BB-0	A-1 B-0
Алкол-Агро	60	AA-60 AB-0 BB-0	AA-100 AB-0 BB-0	A-1 B-0
Жалпы	380	AA-374 AB-6 BB-0	AA-91,3 AB-8,7 BB-0	A-0,9921 B-0,0078

Нәтижелер бойынша «Медхан» шаруашылығынан 12 үлгіде, «Шаушен» шаруашылығынан 32, 36, 40 үлгілерде және «Разахун» шаруашылығынан 2 және 3 үлгілерден барлығы 6 үлгіде *IGFBP3* генінің болжамды гетерозиготалы полиморфизмі анықталды. Генотиптердің кездесу жиілігі «Медхан» шаруашылығында 5%, «Шаушен» шаруашылығында 5%, «Разахун» шаруашылығында 3,33% құрады. Жалпы алғанда, барлық 380 үлгіде полиморфизмнің жиілігі 8,7% болды.

Аллельдер жиілігі бойынша, «Медхан» шаруашылығында А аллелі - 0,975, В аллелі - 0,025, «Разахун» шаруашылығында А аллелі - 0,983, В аллелі - 0,017, «Шаушен» шаруашылығында А аллелі - 0,975, В аллелі - 0,025 болды. Жалпы зерттеу нәтижесінде барлық 380 үлгіде А аллелі жиілігі 0,9921, В аллелі жиілігі 0,0078 болды.

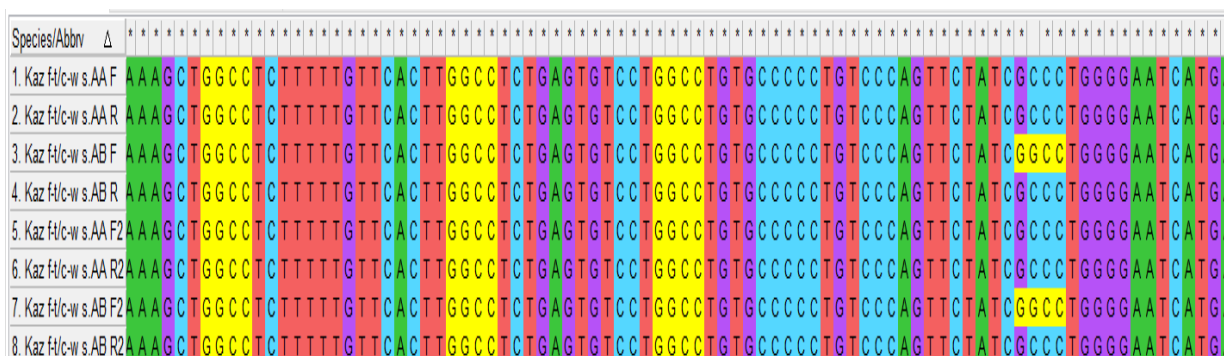


Сурет 3.IGFBP3 генінің ПТР және РФҰП талдауларының нәтижесі.

Р- ПТР өнімі; 1-«Медхан» шаруашылығының үлгісі; 2, 3, 4 «Шаушен» шаруашылығының үлгісі; 5, 6 «Разахун» шаруашылығының үлгісі. АА гомозиготалы жабайы генотип, АВ гетерозиготалы болжамды генотип.

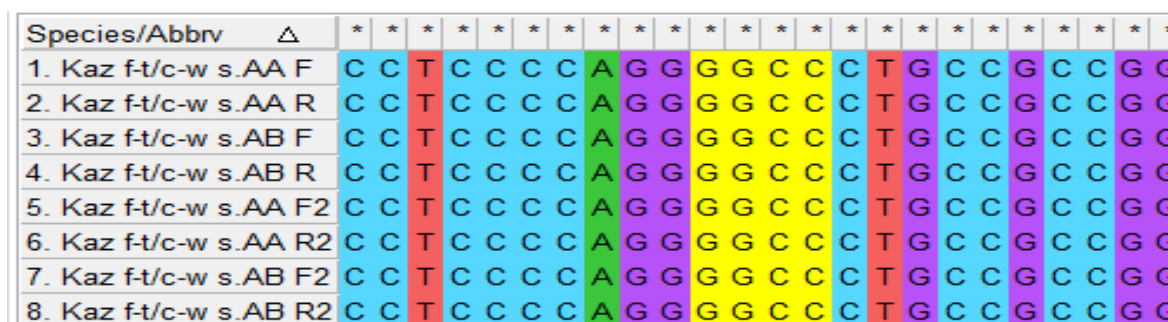
Бұл зерттеудің нәтижелері *IGFBP3* генінің полиморфизмін анықтау арқылы қой тұқымдарының ет өнімділігі мен өсу көрсеткіштеріне әсер ететін генетикалық маркерлерді анықтауға мүмкіндік береді. Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында ДНҚ молекуласынан *IGFBP3* генінің нуклеотидтер тезбегін анықтау және РФҰП талдау нәтижесінде іріктелген үлгілерге секвенирлеу жүргізілді.

Секвенирлеу нәтижесінде мақалаларда кездескен болжамды полиморфизм 6 үлгіде анықталды (Сурет 3).



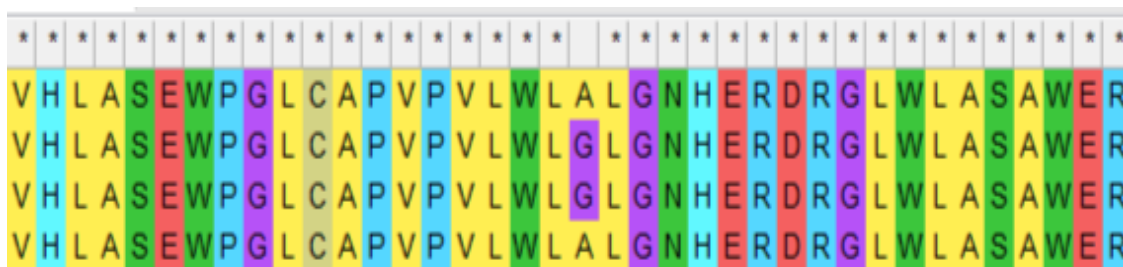
Сурет 4. MEGA 11 қолдана, 4 үлгінің *IGFBP3* генінің нуклеотидтер тізбегін салыстыру. 308 позициядағы қалыпты рестрикциялық сайтпен 335 позицияда пайда болған (335 C>G) генерозиготалы үлгідегі рестрикциялық сайт

Бұл полиморфизм нәтижесінде пайда болған мутация амин қышқылының өзгеруіне алып келетін миссенс мутация екендігі анықталды (Сурет 4).



Сурет 5. MEGA 11 қолдана, 4 үлгінің *IGFBP3* генінің нуклеотидтер тізбегін салыстыру. 509 позициядағы қалыпты рестрикциялық сайт

Секвенирлеу үшін қазақтың құйрықты қылшық жүнді тұқымының болжамды полиморфизм бар деп есептелген 6 үлгі ішінен 2 концентрациясы жоғары үлгілер (*Kaz f-t/c-w AB F/R*, *Kaz f-t/c-w AB F/R 2*) іріктелді және 2 жабайы генотипті үлгілер (*Kaz f-t/c-w AA F/R*, *Kaz f-t/c-w AA F/R 2*) алынды.



Сурет 6.MEGA 11 қолдана, 4 үлгінің *IGFBP3* генінің амин қышқылдарының тізбегін салыстыру. 111 позицияда амин қышқылының ауысуын (111 Ala>Gly) тудырған миссенс мутация

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
481 bits(260)	6e-131	431/526(82%)	34/526(6%)	Plus/Plus
Query 23	TGAGGGGGTGGGGCCACTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGTCCACATTGACTCAA	82		
Sbjct 44	TGTGGGGTGGGGCCACTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGTCCACATTGACTCAA	103		
Query 83	GAGCCCAASATACACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCCT	141		
Sbjct 104	GAGCCCAAGCAGTTACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAA-GCAGCTGTGAGCCCTCCT	162		
Query 142	ACARAAGGTATTTGACCCCCACCTGTGGMAAAATCCCATGAGATTGAKGSTACTGCTC	201		
Sbjct 163	ACAGAAGGGATTGACCCCCACCTGTGGCAGAGATCCCATGAGAAAGTGTACTGCTC	222		
Query 202	T-CARAACCTCTGCTGGSCaasaakGGTTCTCCCAASTTGGCTCTTTTGTTC-CTT	259		
Sbjct 223	TTTCTAG-ACCTCTGCTGGCAGAGCAGTGTCTCACAAAGCTGGCTCTTTTGTTCACCT	281		
Query 260	GGSCCTCTGAKTGTCT-TGGSCCTGTGTGCCCTGTCTCAAKTTCTTGGTGGCC-TGGG	317		
Sbjct 282	GG-CCTCTGAGTGTCTGG-CCTGTGTG-CCCTGTCTCCAGTTCTATGGCTTCCCTGGG	338		
Query 318	GAAATCATGaaraaramaGAGGGTGGTGGSYTGGCATCTGCATTGGRAASGKGACAAC	377		
Sbjct 339	GAA-TCATGAG-AGAGACAGGGGGCTGTGGC-TGGCATCTGCATGGGAACGGTGACAAC	395		
Query 378	AANTMRRACAAAARATACTCRAGRAS-ACA-GGTCAAGTTCC-TGGK-GTTAKGGGKTTT	433		
Sbjct 396	AAATCAGACAAAAGATACTCGAGGAGCACATGGTCAGTTCCTGGGTGTTATGGGGTTT	455		
Query 434	ATMAA-CACA-AGT-CC-AG-TAACC-GTGCTTC-TCCC-AGGG-CC-TGC-GC-GG-AA	480		
Sbjct 456	ATCAAAACACAGAGTTCCAGGTAAACCCGTGCTCTCCCAAGGGGCCCTGCCGCCGGAA	515		
Query 481	ATGGA-GACACACTGAACGAC-TCAAGT-CTTGAACM-ACCTAGCC	522		
Sbjct 516	ATGGAGGACACACTGAACGACCTCAAGTTCTGAACACACTAGCC	561		

Сурет 7.BLAST талдауында GenBank алынған реттіліктер (қол жеткізу нөмірлері **KP845448.1**) реттіліктер *Kaz f-t/c-w AB F/R* үлгісін салыстыру нәтижелері

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
481 bits(260)	6e-131	431/526(82%)	34/526(6%)	Plus/Plus
Query 23	TGAGGGGGTGGGGCCACTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGTCCACATTGACTCAA	82		
Sbjct 44	TGTGGGGTGGGGCCACTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGTCCACATTGACTCAA	103		
Query 83	GAGCCCAASATACACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCCT	141		
Sbjct 104	GAGCCCAAGCAGTTACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAA-GCAGCTGTGAGCCCTCCT	162		
Query 142	ACARAAGGTATTTGACCCCCACCTGTGGMAAAATCCCATGAGATTGAKGSTACTGCTC	201		
Sbjct 163	ACAGAAGGGATTGACCCCCACCTGTGGCAGAGATCCCATGAGAAAGTGTACTGCTC	222		
Query 202	T-CARAACCTCTGCTGGSCaasaakGGTTCTCCCAASTTGGCTCTTTTGTTC-CTT	259		
Sbjct 223	TTTCTAG-ACCTCTGCTGGCAGAGCAGTGTCTCACAAAGCTGGCTCTTTTGTTCACCT	281		
Query 260	GGSCCTCTGAKTGTCT-TGGSCCTGTGTGCCCTGTCTCAAKTTCTTGGTGGCC-TGGG	317		
Sbjct 282	GG-CCTCTGAGTGTCTGG-CCTGTGTG-CCCTGTCTCCAGTTCTATGGCTTCCCTGGG	338		
Query 318	GAAATCATGaaraaramaGAGGGTGGTGGSYTGGCATCTGCATTGGRAASGKGACAAC	377		
Sbjct 339	GAA-TCATGAG-AGAGACAGGGGGCTGTGGC-TGGCATCTGCATGGGAACGGTGACAAC	395		
Query 378	AANTMRRACAAAARATACTCRAGRAS-ACA-GGTCAAGTTCC-TGGK-GTTAKGGGKTTT	433		
Sbjct 396	AAATCAGACAAAAGATACTCGAGGAGCACATGGTCAGTTCCTGGGTGTTATGGGGTTT	455		
Query 434	ATMAA-CACA-AGT-CC-AG-TAACC-GTGCTTC-TCCC-AGGG-CC-TGC-GC-GG-AA	480		
Sbjct 456	ATCAAAACACAGAGTTCCAGGTAAACCCGTGCTCTCCCAAGGGGCCCTGCCGCCGGAA	515		
Query 481	ATGGA-GACACACTGAACGAC-TCAAGT-CTTGAACM-ACCTAGCC	522		
Sbjct 516	ATGGAGGACACACTGAACGACCTCAAGTTCTGAACACACTAGCC	561		

Сурет 8.BLAST талдауында GenBank алынған реттіліктер (қол жеткізу нөмірлері **KP845449.1**) реттіліктер *Kaz f-t/c-w AB F/R 2* үлгісін салыстыру нәтижелері

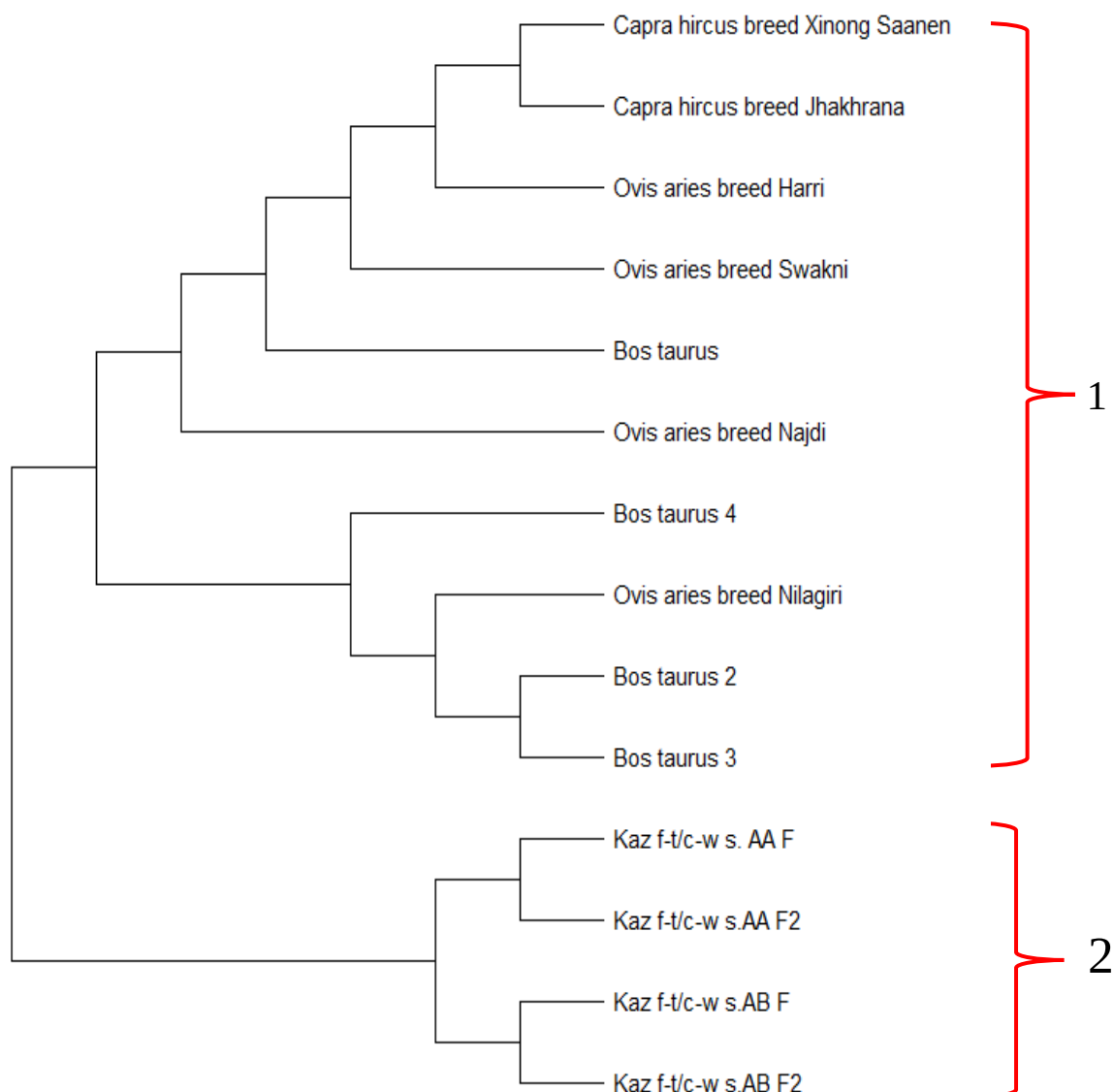
Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
481 bits(260)	6e-131	431/526(82%)	34/526(6%)	Plus/Plus
Query 23	TGAGGGGGTGGGGCCACCTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGCTACCATTTGACTCAA	82		
Sbjct 44	TGTGGGGTGGGGCCACCTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGCTACCATTTGACTCAA	103		
Query 83	GAGCCCAASATACACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCTCT	141		
Sbjct 104	GAGCCCAAGCAGTTACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCTCT	162		
Query 142	ACARAAGGTATATTGACCCCACTGTGGMAAAATCCCATGAGATTCAKGGTACTGCTC	201		
Sbjct 163	ACAGAAGGGATATTGACCCCACTGTGGCAGAGATCCCATGAGAATCAGTGTACTGCTC	222		
Query 202	T-CARAACCTCTGCTGGSCaaasaakGGTTCTCCCAAASTTGGCTCTCTTTTGTTC-CTT	259		
Sbjct 223	TTAG-ACCTCTGCTGGGCAGAGCAGTGTCTCACAAGCTGGCTCTCTTTTGTTCACCT	281		
Query 260	GGSCCTCTGAKTGTCT-TGGSCCTGTGTGCCCTCTGTCTMAKTTTWWTGGYTGCC-TGGG	317		
Sbjct 282	GG-CCTCTGAGTGTCTGG-CCTGTGTG-CCTCTGTCTCAGTTCTATGGCTTGGCTGGG	338		
Query 318	GAAATCATGaaranaramaGAGGGTGGTGGSYTGGCATCTGCATTGGRAASGKGACAACT	377		
Sbjct 339	GAA-TCATGAG-AGAGACAGGGGGCTGTGGC-TGGCATCTGCATGGGAACGGTGACAACT	395		
Query 378	AAWTMRACAAAARATACTCRAGRAS-ACA-GGTCAGTTCC-TGGK-GTTAKGGGKTTT	433		
Sbjct 396	AAATCAGACAAAAGATACTCGAGGAGCACATGGTCAGTTCCCTGGGTGTTATGGGGTTT	455		
Query 434	ATMAA-CACA-AGT-CC-AG-TAACC-GTGCTC-TCCC-AGGG-CC-TGC-GC-GG-AA	480		
Sbjct 456	ATCAACACAGAGTTCCAGGTAACCCGTGCTCTCTCCAGGGGGCTGCGCCCGGGAA	515		
Query 481	ATGGA-GACACACTGAACGAC-TCAAGT-CTTGAACM-ACTCAGCC	522		
Sbjct 516	ATGGAGGACACTGAACGACCTCAAGTCTCTGAACACACTCAGCC	561		

Сурет 9. BLAST талдауында GenBank алынған реттіліктер (қол жеткізу нөмірлері **KP845447.1**) реттіліктер *Kaz f-t/c-w AA F/R* үлгісін салыстыру нәтижелері

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
453 bits(245)	1e-122	426/526(81%)	34/526(6%)	Plus/Plus
Query 23	TGAGGGGGTGGGGCCACCTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGCTACCATTTGACTCAA	82		
Sbjct 45	TGTGGGGTGGGGCCACCTGGCTGGGTATCCAGAGATCACAGGCTACCATTTGACTCAA	104		
Query 83	GAGCCCAASATACACTCCGGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCTCT	141		
Sbjct 105	GAGCCCAAGCAGTTACTCCAGTGGTCTGCTGATGCACCAAGCTG-TGTGACCCCTCTCT	163		
Query 142	ACARAAGGTATATTGACCCCACTGTGGMAAAATCCCATGAGATTCAKGGTACTGCTC	201		
Sbjct 164	ACAGAAGGGATATTGACCCCTCCCTGTGGCAGAGATCCCATGAGAATCAGTGTACTGCTC	223		
Query 202	T-CARAACCTCTGCTGGSCaaasaakGGTTCTCCCAAASTTGGCTCTCTTTTGTTC-CTT	259		
Sbjct 224	TTAG-ACCTCTGCTGGSCAGAGCAGTGTCTCACAAGCTGGCTCTCTTTTGTTCACCT	282		
Query 260	GGSCCTCTGAKTGTCT-TGGSCCTGTGTGCCCTCTGTCTMAKTTTWWTGGYTGCC-TGGG	317		
Sbjct 283	GG-CCTCTGAGTGTCTGG-CCTGTGTG-CCTCTGTCTCAGTTCTATGGCTTGGCTGGG	339		
Query 318	GAAATCATGaaranaramaGAGGGTGGTGGSYTGGCATCTGCATTGGRAASGKGACAACT	377		
Sbjct 340	GAA-TCATGAG-AGAGACAGGGGGCTGTGGC-TGGCATCTGCATGGGAACGGTGACAACT	396		
Query 378	AAWTMRACAAAARATACTCRAGRAS-ACA-GGTCAGTTCC-TGGK-GTTAKGGGKTTT	433		
Sbjct 397	AAATCAGACAAAAGATACTCGAGGAGCACATGGTCAGTTCCCTGGGTGTTATGGGGTTT	456		
Query 434	ATMAA-CACA-AGT-CC-AG-TAACC-GTGCTC-TCCC-AGGG-CC-TGC-GC-GG-AA	480		
Sbjct 457	ATCAGACACAGAGTTCCAGGTAACCCGTGCTCTCTCCAGGGGGCTGCGCCCGGGAA	516		
Query 481	ATGGA-GACACACTGAACGAC-TCAAGT-CTTGAACM-ACTCAGCC	522		
Sbjct 517	ATGGAGGACACTGAACGACCTCAAGTCTCTGAACACACTCAGCC	562		

Сурет 10. BLAST талдауында GenBank алынған реттіліктер (қол жеткізу нөмірлері **JX292096.1**) реттіліктер *Kaz f-t/c-w AA F/R 2* үлгісін салыстыру нәтижелері

IGFBP3 генінің секвенирлеу нәтижесінде алынған мәліметтерді пайдалана отырып GenBank, NCBI Blast (қол жеткізу нөмірлері: KP845448.1, KP845449.1, KP845447.1, AY526114.1, NM462257.1, AY306011.1, U83465.1, JQ711181.1, KF899893.1, MT708539.1) бағдарламалары арқылы қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымына жасалған филогенетикалық кластер. Филогенетикалық ағаш MEGA 11 бағдарламасының көмегімен Neighbor - Joining әдісі арқылы құрастырылды (Сурет 11).



Сурет 11. *Neighbor - Joining* әдісімен құрастырылған филогенетикалық ағаш сызбанұсқасы

Филогенетикалық ағаш қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының *IGFBP3* генінің басқа қой тұқымдарымен және популяциялармен салыстырғанда жақын туыстық қатынасын көрсетті.

Зерттеу барысында *IGFBP3* генінің полиморфизмдері талданды. *IGFBP3* гені *IGFBP* (Инсулинге ұқсас өсу факторын байланыстыратын ақуыз) тобына жатады және оның негізі рөлі организмнің бұлшықет, тері және сүйек ұлпаларының өсуі, метаболизмі, клеткалардың дифференсациясы мен пролиферациясына жауап беретін *IGF* ақуыздарының белсенділігін реттеу болып табылады. *IGFBP3* ақуызы *IGF1* және *IGF2* байланыса отырып олардың қан плазмасында жеткілікті деңгейде болуын қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде өсу процестерін үйлестіреді.

Зерттеуде *IGFBP3* генінің полиморфизмін анықтау үшін ПТР және РФҰП әдістері қолданылды. РФҰП талдау нәтижесінде *HaeIII* рестриктаза ферментімен өңдеу кезінде AA және AB генотиптері үшін әртүрлі фрагменттер алынды. AA генотипі үшін 201, 87, 67, 56, 19, 16 және 8 ж.н фрагменттері анықталды. Ал AB генотипі үшін 201, 174, 87, 67, 56, 19, 16 және 8 ж.н фрагменттері алынды, бұл болжамды гетерозиготалы генотиптің болуын растады. Бұл нәтижелер қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында *IGFBP3* генінің полиморфизмі бар екенін көрсетті.

Жалпы, *IGFBP3* генінің полиморфизмдері мүйізді ірі қара малдарында кеңінен зерттелген, ал қой тұқымдарында бұл геннің зерттелуі әлі де шектеулі. Сондықтан алдағы уақытта қойлардағы *IGFBP3* генінің полиморфизмін және мутацияларды анықтау үшін тереңірек зерттеулер жүргізу қажет.

Қорытынды

Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымында *IGFBP3* генінің полиморфизмін зерттеу үшін жүргізілген РФҰП және Сэнгер бойынша секвенирлеу әдістерінің нәтижелері тұқымның ет және жүн өнімділігіне әсер ететін генетикалық маркерлерді анықтауға мүмкіндік берді. Қойдың перифериялық қаны мен геномдық ДНҚ алынған 380 үлгі арқылы сандық және сапалық талдаулар жүргізілді. Спектрофотометрия мен агарозды геледе электрофорез арқылы алынған ДНҚ жоғары сапалы және толықтай зерттеуге жарамды болды. *IGFBP3* генінің полиморфизмін анықтау үшін ПТР және *Hae III* рестриктаза ферментімен өңдеу жұмыстары жүргізіліп, 6 болжамды полиморфизм анықталды, олардың секвенсі жасалды. Секвенирлеу нәтижесінде *IGFBP3* генінің 335 позициясында C>G ауысуы анықталды, бұл өз кезегінде 111 Ala>Gly амин қышқылының ауысуын туындатқан миссенс мутациясына әкеледі. Бұл мутациялар генетикалық ерекшеліктер мен өнімділік қасиеттеріне әсер етуі мүмкін. Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының секвенс деректерін NCBI базасындағы басқа қой тұқымдарының секвенсімен салыстыру арқылы филогенетикалық талдау жүргізілді. Филогенетикалық ағашты талдау нәтижесінде екі кластер анықталды, бұл тұқым арасындағы туыстық байланысты көрсетеді. Алынған нәтижелер бойынша, болжамды гетерозиготалы генотиптің SNP дәлелденді. Бұл зерттеу қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының селекциялық жұмыстарында *IGFBP3* генін пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. Селекциялық жұмыстарда осы геннің полиморфизмдерін ескере отырып, өнімділікті арттыруға бағытталған стратегияларды енгізу ұсынылады.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу жұмысы 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми, ғылыми-техникалық бағдарламалар бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруға арналған конкурс негізінде BR21882201 «Улучшение мясной продуктивности курдючных овец новыми методами селекции, генетики и биотехнологии» атты бағадаралама аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Zhang, Y., et al. (2020). *IGFBP3* gene polymorphism and its association with growth traits in sheep. *Journal of Animal Science*, 50, 1650–1656. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa123>
2. Исламов, Е., Гульжан, К., Кулатаев, Б., & Мухаметжарова, И. . (2023). Шу-іле аласа таулары мен мойынкүм құмдарының шөл жағдайында өсірілетін оңтүстік қазақ мериносының көбею және өнімділік қасиеттерін жақсартудың генетикалық негіздері. *Izdenister Natigeler*, (2 (98), 5–13. <https://doi.org/10.37884/2-2023/01>
3. Li, Q., et al. (2021). Genetic variations in *IGFBP3* gene and their effects on growth traits of sheep. *Veterinary Research Communications*, 45, 215–225. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09812-6>
4. Ahmed, M. R., et al. (2022). Structure and function of *IGFBP3* in regulating growth in livestock species. *Molecular Biology Reports*, 28(4), 1349-1357.
5. Sarat, K., et al. (2023). *IGFBP3* post-translational modifications and their impact on cell signaling pathways in sheep. *Gene Expression Regulation*, 37, 319-326.
6. Аманжолов, А.А., и др. (2021). Влияние *IGFBP3* генетического полиморфизма на продуктивность овец. *Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана*, 12, 44-49.
7. Zhang, F., et al. (2022). Mechanisms of *IGFBP3* protein in cell signaling and apoptosis. *Journal of Cell Science*, 39, 423-431.
8. Ali, S., et al. (2023). Association of *IGFBP3* polymorphisms with growth and meat quality traits in sheep. *Animal Genetics*, 54(6), 871-880. <https://doi.org/10.1111/age.13306>
9. Lukashova, I. V., et al. (2023). *IGFBP3* gene polymorphisms and their effect on wool and meat production in sheep breeds. *Small Ruminant Research*, 72(1), 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.018>

10. Firth, S. M., & Baxter, R. C. (2002). Cellular actions of the insulin-like growth factor binding proteins. *Endocrine Reviews*, **23**(6), 824–854. <https://doi.org/10.1210/er.2001-0033>
11. Waters, M. J. (2016). The growth hormone receptor. *Growth Hormone & IGF Research*, **28**, 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.ghir.2015.10.00>
12. Ge, W., Davis, M. E., Hines, H. C., Irvin, K. M., & Simmen, R. C. (2003). Association of genetic markers with blood serum insulin-like growth factor-I concentration and growth traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, **81**(8), 2139–2144. <https://doi.org/10.2527/2003.8182139x>
13. Thomas, M. G., Enns, R. M., & Shirley, K. L. (2007). Genetic markers associated with beef cattle growth, carcass, and reproductive traits. *The Professional Animal Scientist*, **23**(5), 361–373. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31017-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31017-3)
14. Zhao, X., Mo, D., Li, A., Gong, W., Xiao, S., Zhang, Y., & He, J. (2011). Comparative analysis of microRNA profiles between adult and neonatal porcine macrophages. *International Journal of Molecular Sciences*, **12**(12), 9082–9094. <https://doi.org/10.3390/ijms12129082>

References

1. Zhang Y., et al. IGFBP3 gene polymorphism and its association with growth traits in sheep // *Journal of Animal Science*. – 2020. – Vol. 50. – P. 1650–1656. – DOI: 10.1093/jas/skaa123.
2. Islamov E., Gulzhan K., Kulataev B., Mukhametzharova I. Genetic basis for improving reproductive and productive traits of South Kazakh Merino in the desert conditions of Shy-Ile low mountains and Moiynkum sands // *Izdenister Natigeler Issledovaniya i rezultaty*. – 2023. – No. 2(98). – P. 5–13. – DOI: 10.37884/2-2023/01.
3. Li Q., et al. Genetic variations in IGFBP3 gene and their effects on growth traits of sheep // *Veterinary Research Communications*. – 2021. – Vol. 45. – P. 215–225. – DOI: 10.1007/s11259-021-09812-6.
4. Ahmed M.R., et al. Structure and function of IGFBP3 in regulating growth in livestock species // *Molecular Biology Reports*. – 2022. – Vol. 28(4). – P. 1349–1357.
5. Sarat K., et al. IGFBP3 post-translational modifications and their impact on cell signaling pathways in sheep // *Gene Expression Regulation*. – 2023. – Vol. 37. – P. 319–326.
6. Amanzholov A.A., i dr. Vliyanie IGFBP3 geneticheskogo polimorfizma na produktivnost' ovets // *Vestnik sel'skokhozyaystvennykh nauk Kazakhstana*. – 2021. – No. 12. – S. 44–49.
7. Zhang F., et al. Mechanisms of IGFBP3 protein in cell signaling and apoptosis // *Journal of Cell Science*. – 2022. – Vol. 39. – P. 423–431.
8. Ali S., et al. Association of IGFBP3 polymorphisms with growth and meat quality traits in sheep // *Animal Genetics*. – 2023. – Vol. 54(6). – P. 871–880. – DOI: 10.1111/age.13306.
9. Lukashova I.V., et al. IGFBP3 gene polymorphisms and their effect on wool and meat production in sheep breeds // *Small Ruminant Research*. – 2005. – Vol. 72(1). – P. 10–20. – DOI: 10.1016/j.smallrumres.2005.05.018.
10. Firth S.M., Baxter R.C. Cellular actions of the insulin-like growth factor binding proteins // *Endocrine Reviews*. – 2002. – Vol. 23(6). – P. 824–854. – DOI: 10.1210/er.2001-0033.
11. Waters M.J. The growth hormone receptor // *Growth Hormone & IGF Research*. – 2016. – Vol. 28. – P. 6–10. – DOI: 10.1016/j.ghir.2015.10.00.
12. Ge W., Davis M.E., Hines H.C., Irvin K.M., Simmen R.C. Association of genetic markers with blood serum insulin-like growth factor-I concentration and growth traits in Angus cattle // *Journal of Animal Science*. – 2003. – Vol. 81(8). – P. 2139–2144. – DOI: 10.2527/2003.8182139x.
13. Thomas M.G., Enns R.M., Shirley K.L. Genetic markers associated with beef cattle growth, carcass, and reproductive traits // *The Professional Animal Scientist*. – 2007. – Vol. 23(5). – P. 361–373. – DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31017-3.
14. Zhao X., et al. Comparative analysis of microRNA profiles between adult and neonatal porcine macrophages // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2011. – Vol. 12(12). – P. 9082–9094. – DOI: 10.3390/ijms12129082.

**Ермекова М.Ш^{1,2}, Бектасов З.Б^{1,2}, Қожахмет А.Т^{1,2},
Амзеев Р.Е³, Досыбаев К.Ж^{1,2}, Қапасұлы Т^{1,2}**

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, Казахстан, nurii_90@mail.ru, bekhtasov2004@mail.ru, tilek.kapas@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru, altynaitg@gmail.com, makpal_30.01@mail.ru

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, nurii_90@mail.ru, bekhtasov2004@mail.ru, altynaitg@gmail.com, kairat1987_11@mail.ru,

⁴Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан, rauanbiolog@mail.com

ВЫЯВЛЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА IGFBP3 И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЗАХСКОЙ КУРДЮЧНОЙ ГРУБОШЁРСТНОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

Аннотация

Данное исследование направлено на изучение полиморфизма гена IGFBP3 у казахской грубошерстной овцы. В исследовании использовались методы РСЦ и секвенирования Сэнгера. Из 380 образцов крови овец была выделена геномная ДНК, качество и концентрация которой были определены с помощью спектрофотометрии и горизонтального электрофореза в агарозном геле. Для определения полиморфизмов гена IGFBP3 проведены ПЦР и обработка рестриктазой Hae III, в результате чего был выявлен 6 предполагаемых полиморфизмов. В результате секвенирования была обнаружена замена C>G на 335 позиции и миссенс-мутация, вызванная заменой аминокислот 111 Ala>Gly. На основе полученных данных был проведен филогенетический анализ казахской грубошерстной овцы с другими овечими популяциями, доступными в базе данных NCBI. Филогенетическое дерево состояло из двух кластеров. Данное исследование, используя полиморфизмы гена IGFBP3, позволяет улучшить селекционные работы в овцеводстве.

Результаты данного исследования впервые научно подтвердили наличие генетических маркеров, потенциально влияющих на продуктивность казахской курдючной грубошерстной породы овец. Обнаруженная миссенс-мутация в гене **IGFBP3** открывает новые возможности для отбора экономически ценных признаков в селекционной практике. Филогенетический анализ полученных последовательностей позволил выявить генетическое разнообразие и родственные связи между породами. Полученные данные имеют важное значение для эффективного использования генетических ресурсов и сохранения адаптивных свойств местных овечьих пород. Верификация результатов путем сопоставления с международными научными базами подтверждает их надежность и высокую прикладную значимость.

Ключевые слова: ген IGFBP3, полиморфизм, ПЦР, метод Сэнгера, секвенирование, гетерозиготный генотип, филогенетический анализ, казахская грубошерстная овца, генетические маркеры, овечья порода.

**Yermekova M.Sh^{2 3}, Bektassov Z.B^{1 2}, Kozhakhmet A.T^{1 2}, Amzeyev R.E⁴,
Dossybayev K.Zh^{1 2}, Kapasuly T^{1 2}.**

¹ Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging» LLP, Almaty, Kazakhstan
nurii_90@mail.ru, bekhtasov2004@mail.ru, tilek.kapas@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru,
altynaitg@gmail.com, makpal_30.01@mail.ru

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, nurii_90@mail.ru,
bekhtasov2004@mail.ru, altynaitg@gmail.com, kairat1987_11@mail.ru,

³ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, rauanbiolog@mail.com

DETECTION OF IGFBP3 GENE POLYMORPHISM AND PHYLOGENETIC ANALYSIS IN KAZAKH FAT-TAILED COARSE-WOOL SHEEP BREED

Abstract

This study aims to investigate the polymorphism of the IGFBP3 gene in the Kazakh coarse wool sheep breed. PCR-RFLP and Sanger sequencing methods were applied in the research. Genomic DNA was extracted from peripheral blood samples of 380 sheep, and its quality and concentration were determined by spectrophotometry and agarose gel electrophoresis. PCR and Hae III restriction

enzyme treatment were used to identify the polymorphisms of the IGFBP3 gene, resulting in the identification of 6 potential polymorphisms. Sanger sequencing revealed a C>G substitution at position 335 and a missense mutation caused by the Ala>Gly amino acid substitution at position 111. Based on the obtained data, phylogenetic analysis of the Kazakh coarse wool sheep was performed with other sheep breeds available in the NCBI database. The phylogenetic tree consisted of two clusters. This study, utilizing IGFBP3 gene polymorphisms, contributes to improving breeding programs in sheep farming.

The results of this study scientifically confirmed, for the first time, the presence of genetic markers potentially influencing productivity in the Kazakh fat-tailed coarse-wool sheep breed. The identified missense mutation in the **IGFBP3** gene provides new opportunities for selecting economically valuable traits in breeding programs. Phylogenetic analysis of the obtained sequences revealed genetic diversity and relationships among sheep breeds. These findings are crucial for the effective utilization of genetic resources and the preservation of adaptive traits of local sheep populations. Verification of the results through comparison with international scientific databases ensures their reliability and high applied significance.

Key words: *IGFBP3* gene, polymorphism, PCR, Sanger method, sequencing, heterozygous genotype, phylogenetic analysis, Kazakh coarse wool sheep, genetic markers, sheep breed.

Вклад авторов:

ЕМ, Б.З. и Д.К. разработали концепцию исследования, определили его научное направление и структуру, оформили теоретико-методологические основы и провели всесторонний анализ собранных материалов.

К.Т. и К.А. осуществили комплексную обработку полученных данных, выполнили детальный статистический анализ и интерпретацию результатов, обеспечив достоверность и объективность выводов.

А.Р. принял непосредственное участие в проведении практических и экспериментальных исследований.

А.М. и Д.К. провели углублённый биоинформатический анализ и последующую обработку экспериментальных данных.

Все авторы принимали участие в обсуждении результатов, внесли значительные правки в текст рукописи, прочитали и единогласно одобрили её окончательную версию перед подачей к публикации.

А.Д. Орақбаева¹, Қ.Ж. Досыбаев^{1,2,3,4}, Ш.Р. Адылканова¹
А.Т.Қожахмет^{2,3,4}, М.Ш.Ермекова^{2,3,4}, Қапасұлы Т^{2,3,4}, Амандықова М.Д^{2,3,4}*

¹*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, ainura_manat@mail.ru, sholpan.adylkanova@kaznaru.edu.kz, kairat1987_11@mail.ru*

²*ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., Қазақстан, ³Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,*

⁴*Қазақ мал шаруашылығы және жеміс-өнімдері ғылыми зерттеу институты, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы kairat1987_11@mail.ru, altynaitg@gmail.com, nurii_90@mail.ru, tilek.kapas@mail.ru, makpal_30.01@mail.ru*

ҚЫЛШЫҚ ЖҮНДІ ҚҰЙРЫҚТЫ САРЫАРҚА ҚОЙ ТҰҚЫМЫНДА (ЖАҢААРҚА ТИПІ) ӨНІМДІЛІГІМЕН БАЙЛАНЫСТЫ КАНДИДАТ ГЕНДЕРДІ ТАЛДАУ

Аңдатпа

Сарыарқа қой тұқымы Қазақстанда өсірілетін құйрықты қылшық жүнді қой тұқымдарының бірі, жоғары ет өнімділігімен және өсімталдығымен ерекшеленеді. Қойлардың тірі салмағы мен морфометриялық көрсеткіштері селекциялық жұмыста, әсіресе ет бағытындағы өнімділікті арттыруда маңызды фенотиптік белгілер болып табылады. Бұл зерттеу жұмысы Сарыарқа құйрықты қой тұқымында тірі салмақ және сегіз негізгі дене өлшемдерін (шоқтығының биіктігі, құймышақ биіктігі, кеуде ені, кеуде тереңдігі, тұрқының қиғаш ұзындығы, сербек аралық ені, кеуде орамы, жіліншік орамы) бойынша *SNP* маркерлерімен геномдық ассоциацияны (*GWAS*) анықтауға бағытталды. Зерттеуге 60 қойдың қан үлгілері алынып, олардан геномдық ДНҚ молекуласы бөлінді және *OvineSNP50 Genotyping BeadChip* арқылы генотиптеу жүргізілді. Анықталған *SNP* маркерлері *BioMart* платформасы арқылы *Ovis aries* (*Oar_v3.1*) геномына сәйкестендірілді. Қорытындысында тірі салмақ пен төрт морфологиялық көрсеткішке байланысты алты кандидат ген анықталды: *IGFBP6*, *ST7*, *SCD5*, *DTNBP1*, *KYNU* және *FTO*. Зерттеу нәтижелері Сарыарқа қой тұқымында ет өнімділігімен байланысты молекулалық маркерлерді анықтауға мүмкіндік беріп, маркерлік селекцияны дамыту үшін нақты ғылыми негіз қалыптастырады. Бұл болашақта қой шаруашылығында мақсатты және тиімді генетикалық іріктеу жұмыстарын жүргізуге жол ашады.

Кілт сөздер: *Сарыарқа құйрықты қылшық жүнді қой тұқымы, SNP, ет өнімділігі, GWAS, кандидат гендер*

Кіріспе

Геномдық селекция қой шаруашылығында өнімділік қасиеттерін жетілдірудің тиімді құралына айналды. Бұл әдіс ДНҚ деңгейінде жануарлардың асыл тұқымдық құндылығын дәл бағалауға мүмкіндік береді, нәтижесінде жоғары генетикалық әлеуетке ие дараларды ерте іріктеп, селекция тиімділігін арттыруға жол ашады [1]. Сарыарқа құйрықты қылшық жүнді қой тұқымы Қазақстанның бірегей генетикалық ресурсы ретінде геномдық зерттеулерге негізделген селекция әдістерін қолдану арқылы өнімділік қасиеттерін жақсартуға зор маңыздылыққа ие. Соңғы жылдары жоғары өткізу қабілеттілігімен жүргізілетін бір нуклеотидті полиморфизмдерді генотиптеу технологияларының дамуы жануарлар селекциясында геном ауқымында ассоциативтік зерттеулерді кеңінен қолдануға жол ашты [2]. *GWAS* әдісі фенотиптік белгілерге әсер ететін кандидаттық гендерді анықтап, асылдандыру бағдарламаларының тиімділігін арттыруға септігін тигізеді [3].

GWAS әдісі өнімділікке қатысты белгілермен статистикалық байланысы бар SNP-маркерлерді анықтау арқылы қой тұқымдарын геномдық селекцияға қолдануға мүмкіндік береді. Бұл әдістің нәтижелері болашақта мақсатты геномдық өңдеу және тиімді селекциялық стратегиялар құруда маңызды рөл атқарады [4]. Қой шаруашылығында GWAS нәтижелерін сақтау, визуализациялау және талдау қажеттілігіне байланысты әзірленген GWAS-Map платформасы 80-нен астам белгілер бойынша 34 миллионнан аса ассоциативтік деректерді қамтиды [5].

Соңғы жылдары GWAS әдісі арқылы мал өнімділігін жақсартуға бағытталған геномдық зерттеулер белсенді жүргізілуде, осыған байланысты Bolormaa әріптестерімен 10 000-нан астам қой үлгісінде жүргізілген GWAS барысында ет өнімділігіне қатысты 23 локус шеңберіндегі 70-тен астам маңыздылығы жоғары SNP маркерін анықтады [5].

Әртүрлі популяцияларда өнімділікке әсер ететін кандидат гендер маңындағы SNP маркерлерді анықтау көптеген ғалымдардың назарында, Zhang және әріптестері *Illumina* *OvineSnp50 BeadChip* платформасын қолданып, 644 қойда өсім мен ет өнімділігіне байланысты 9 SNP маркерді тапты [6]. Сонымен қатар, Riggio және әріптестері жүргізген зерттеу де дене салмағы, жүн және тері сипаттарымен байланысты SNP маркерлерді сипаттады, бұл қой шаруашылығындағы әртүрлі бағыттарда генетикалық іріктеуді жетілдіруге мүмкіндік береді [7]. Қазақстандағы қой шаруашылығы – елдің агроөнеркәсіп кешенінің жетекші саласы. 2023 жылы қой саны 18 миллионнан асты, бұл Қазақстанды әлемдегі ірі қой өсіруші елдердің қатарына қосады [8].

Қойлардың сыртқы дене өлшем белгілерімен байланысқан SNP маркерлерін анықтау селекция жұмыстарының дәлдігін арттырып отыр, Jiang және әріптестері Ни тұқымды қойларда дене биіктігі, кеуде орамы, дене ұзындығы, құйрық ұзындығы мен ені сияқты белгілерге байланысты SNP маркерлерін анықтап, *KITLG*, *CADM2*, *MCTP1* және *COL4A6* гендерін функционалды кандидат гендер ретінде ұсынды [9]. Abdoli және әріптесі Lori-Bakhtiari тұқымды қойларда репродуктивті және өсу белгілеріне байланысты бірнеше SNP маркерлерді анықтады. Олардың арасында *INHBE*, *INHBC*, *TEX12*, *BCO2* және *WDR70* гендері негізгі кандидаттар ретінде ұсынылды [10].

Қой шаруашылығында GWAS қолданылуы әлі шектеулі болғанымен, SheepQTLdb базасында 800-ден астам QTL тіркелген. Солардың аз бөлігі ғана ет өнімділігімен байланысты. Бұл бағытта нақты GWAS зерттеулер қажет. Соның бірі Al-Mamun және әріптестері (2015) жүргізген зерттеу, онда 1781 австралиялық меринос қойы негізінде BW-пен байланысты SNP маркерлер мен QTL аймақтары сипатталған [11]. Сонымен қатар, қазіргі кезде GWAS әдісін тереңдетілген биоинформатикалық сараптамалармен біріктіру арқылы зерттеу тиімділігін арттыру мүмкіндігі қарастырылуда. Мысалы, Ghasemi және әріптестері ет бағытындағы белгілерге байланысты жоғары ықтималдықты SNP аймақтарын мультифакторлық модельдер арқылы анықтап, өнім сапасына әсер ететін негізгі локустарды нақтылап көрсетті [12].

Ағылшын зерттеушісі Kijas және әріптестерімен бірге 74 түрлі қой тұқымын зерттей отырып, тұқымшылқ генетикалық әртүрлілік пен өнімділік бағыттарының эволюциясын сипаттаған [13]. Andersson және әріптестері жүргізген зерттеулерінде өнімділік пен физиологиялық ерекшеліктерді анықтайтын QTL аймақтарын бірнеше түрде салыстырмалы GWAS жүргізу арқылы анықтап, жануарлар геномындағы ортақ сигналдарды сипаттады [14]. Маркерлік селекцияның ғылыми негіздерін сипаттаған Meuwissen және т.б. зерттеушелер жұмысы геномдық селекцияның тиімділігін дәлелдейтін іргелі зерттеу ретінде кеңінен танылған [15]. Осы ғылыми мәліметтерге сүйене отырып, Сарыарқа қой тұқымының генетикалық әлеуетін толық іске асыру және ет өнімділігіне жауапты кандидат гендерді анықтау мақсатында GWAS зерттеуін жүргізу өзекті болып табылады.

Зерттеу материалы мен әдістемесі

Зерттелген жануарлар және фенотиптік деректерді жинау. Бұл зерттеу үшін Ұлытау облысы, Жаңаарқа ауданы «Жеңіс» асыл тұқымды зауытында өсірілетін 60 бас қылшық жүнді құйрықты сарыарқа қой тұқымы (жаңаарқа типі) таңдалып алынды.

Жануарлардың тірі салмағы (ТС) мен сегіз дене өлшемдерінің көрсеткіші оның ішінде Шоқтық биіктігі (ШБ), Құймышақ биіктігі (ББ), Кеуде ені (КЕ), Кеуде тереңдігі (КТ), Тұрқының қиғаш ұзындығы (ТҚҰ), Сербек аралық ені (САЕ), Кеуде орамы (КО), Жіліншік шеңбері (ЖШ), өлшеуіш таяқпен, сантиметрлік таспамен, циркульмен және электронды таразымен өлшенді. Әрбір көрсеткіштің сипаттамасы [16] 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1- Сарыарқа құйрықты қой тұқымының зерттелген физикалық сипаттамалары

№	Физикалық сипаттама	Сипаттамасы
1	Тірі салмақ	Мал бордақылау мен бағу аяқталғаннан кейінгі салмағы
2	Шоқтық биіктігі	Малдың шоқтығының ең биік нүктесінен жерге дейінгі тік қашықтық
3	Құймышақ биіктігі	құйымшақтың ең биігінен жерге дейін
4	Кеуде ені	жауырын тұсындағы кеуденің енділігі
5	Кеуде тереңдігі	шоқтықтың ең биігінен жауырын сыртын жанай төс сүйегінің ең төменгі нүктесіне дейінгі қашықтық
6	Тұрқының қиғаш ұзындығы	жауырын мен тоқпан (қол) жіліктің қосылысы буынының алдыңғы бұдырынан жамбасының шондаңай сүйегінің артқы бұдырына дейін
7	Сербек аралық ені	мықын сүйектерінің алшақтығы
8	Кеуде орамы	жауырын сыртынан орап өлшейді
9	Жіліншік сүйек орамы (шеңбері)	сирақтың ең жіңішке жерінен орап өлшейді

Дене өлшемдерінің кластерінің графигі PCA (Басты компоненттерді талдау) әдісімен талданды. Қан үлгілерін алу ветеринарлармен арнайы 9 мл көлеміндегі ЭДТА-вакуумды пробиркаларға (Лёвен, Бельгия) жүргізілді. Үлгілер салқындатқышпен жабдықталған термокорпадарда «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Молекулалық-генетикалық талдау зертханасына жеткізілді.

ДНҚ бөліп алу және сапасын бақылау. ДНҚ-ны бөлу *Thermo Scientific* компаниясының *GeneJET Genomic DNA Purification Kit* жиынтығы арқылы өндіруші нұсқаулығына сәйкес жүргізілді. Оқшауланған ДНҚ сапасын бағалау *NanoDrop One* спектрофотометрі және *Qubit* флуориметрі (*Thermo Scientific*, АҚШ) көмегімен іске асты. SNP-генотиптеу үшін ДНҚ концентрациясы 50–100 нг/мкл аралығында стандартталды.

SNP генотиптеу. SNP-генотиптеу *Illumina* компаниясының *iScan* жүйесінде *OvineSNP50 Genotyping BeadChip* арқылы (54 241 SNP қамтитын) жүргізілді. Генотиптік деректер тар және red форматтарында сақталып, сапаны бақылау *PLINK* 1.90 бағдарламасы арқылы жүргізілді [17].

GWAS талдауы *PLINK* 1.90 бағдарламасы көмегімен жүргізілді [17], жеке даралар арасындағы генетикалық туыстық және популяция құрылымы ескерілді. Әрбір фенотиптік белгіге байланысты маңыздылығы жоғары *SNP* белгілері *Ovis aries* геномының (*Oar_v3.1*) негізінде *BioMart* платформасы арқылы анықталды [18]. *Manhattan* диаграммасы *R* (v4.4.1) пакеті арқылы жүзеге асырылды [19].

Нәтижелер. Фенотиптік деректер бойынша сарыарқа қойының 60-бас дарасына (18 айлық) дене өлшемдер мен тірі салмақ бойынша зерттеу жүргізілді. Тірі салмақ 44,2–57,9 кг аралығында ауытқып, орташа мәні 55,9±0,69 кг болды.

Морфометриялық көрсеткіштер бойынша шоқтық биіктігі – 71,1 см, құймышақ биіктігі – 71,7 см, кеуде ені – 21,9 см, кеуде тереңдігі – 30,6 см, тұрқының қиғаш ұзындығы – 82,8 см, сербек аралық ені – 22,4 см, кеуде орамы – 94,5 см, ал жіліншік шеңбері – 9,3 см шамасында болды. Бұл көрсеткіштер зерттелген популяцияда морфологиялық белгілердің айтарлықтай өзгергіштігін көрсетті (2-кесте).

Кесте 2- Зерттеуге алынған қойлардың морфометриялық сипаттамалары (n=60)

№	Физикалық сипаттама	Орташа мән ±	Ең төменгі мән	Ең жоғары мән
1	Тірі салмақ (ТС), кг	55,9 ± 0,69	44,2	57,9
2	Шоқтық биіктігі (ШБ), см	71,1 ± 1,4	67,0	73,8
3	Құймышақ биіктігі (ҚБ), см	71,7 ± 1,7	65,0	74,2
4	Кеуде ені (КЕ), см	21,9 ± 1,5	18,0	24,0
5	Кеуде тереңдігі (КТ), см	30,6 ± 1,8	25,0	35,0
6	Тұрқының қиғаш ұзындығы (ТҚҰ), см	82,8 ± 3,7	72,0	90,0
7	Сербек аралық ені (САЕ), см	22,4 ± 2,1	19,0	27,0
8	Кеуде орамы (КО), см	94,5 ± 4,1	86,0	102,0
9	Жіліншік шеңбері (ЖШ), см	9,3 ± 0,8	8,0	11,0

SNP сапасын бақылау нәтижелері. 60 бастан алынған генотиптеу нәтижесінде бастапқыда 51 135 *SNP* маркері алынып, олар сапалық бақылау кезеңдерінен өткізілді. Генотип сапасы мен минорлық аллель жиілігі төмен маркерлер және Харди–Вайнберг тепе-теңдігінен ауытқитын *SNP* алынып тасталды. Нәтижесінде *GWAS* талдауы үшін 32 000-*SNP* қалды.

Зерттеу барысында Сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қой тұқымының (жаңаарқа типі) алты негізгі дене өлшемдері белгісі (тірі салмақ, сербек аралық ені, кеуде орамы, жіліншік шеңбері, кеуде ені, және т.б.) бойынша геномдық ассоциациялық талдау (*GWAS*) жүргізілді. Талдауға 60 бас қой және 32 000 сапалы *SNP* маркері алынды. *Manhattan* диаграммасы 26 хромосомада орналасқан *SNP* маркерлердің $-\log_{10}(p)$ мәндері бойынша таралуын көрсетті. Маңыздылық шегі $1,0 \times 10^{-5}$ деңгейінде орнатылды. *SNP* маркерлердің күтілетін және нақты *p*-мәндері арасындағы сәйкестік *Q-Q* диаграммасы арқылы бағаланды.

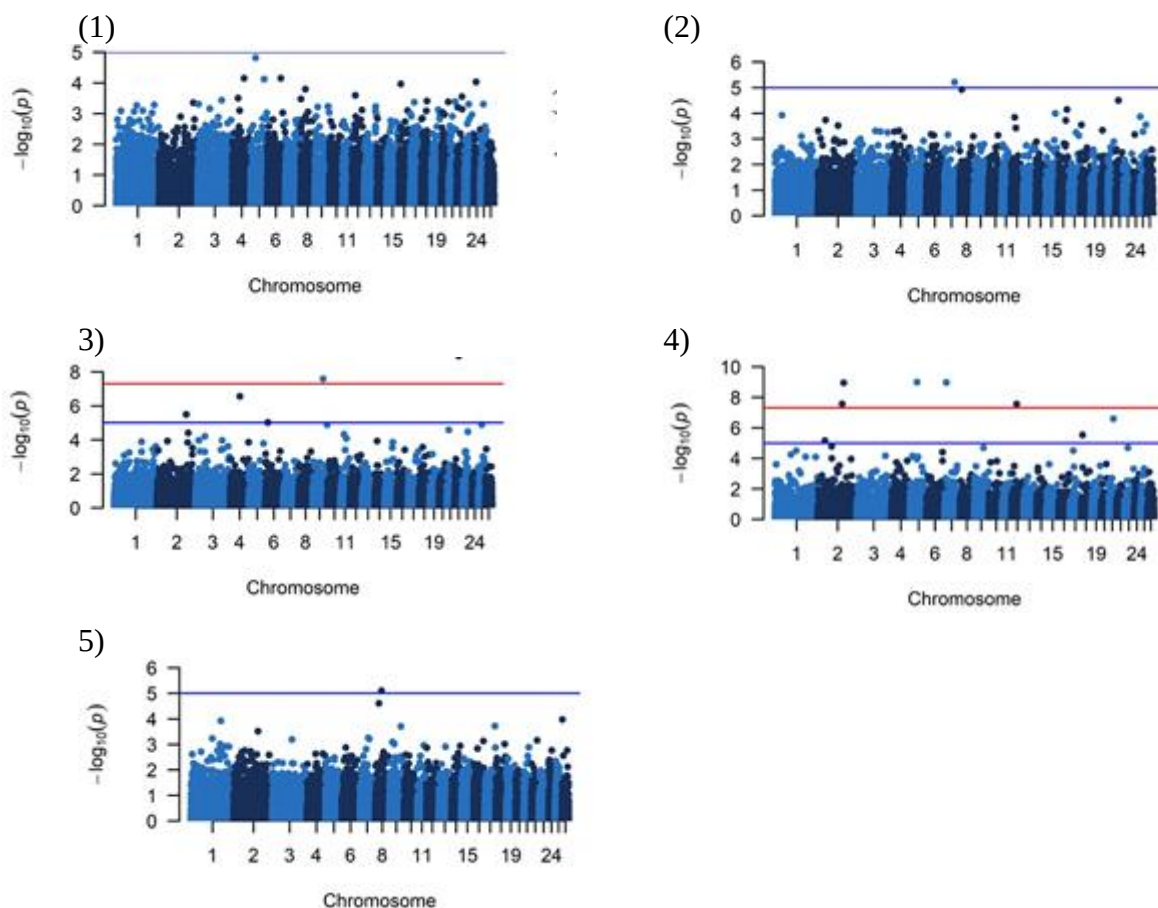
Жалпы инфляция коэффициенті (λ) 0,89–1,20 аралығында болып, зерттеуде популяциялық стратификация әсері шамалы болғанын көрсетті. Нәтижесінде, 6 маңызды *SNP* маркері тірі салмақ және морфологиялық белгілермен ассоциация көрсетті. Бұл маркерлер келесі функционалдық кандидат гендермен байланысты: *IGFBP6*, *ST7*, *SCD5*, *DTNBP1*, *KYNU* және *FTO*. Осы гендердің әрқайсысы қойдың өсу қарқыны, дене құрылымы және майлылық сипаттарына әсер ететінін көрсетті. Олар алдағы уақытта маркерлік селекцияда қолдану үшін маңызды болып саналады.

Тірі салмақ пен негізгі морфометриялық белгілер бойынша *GWAS* нәтижесінде 6 кандидат ген анықталды. Бұл гендер келесі белгілермен ассоциацияланған (кесте 3).

Кесте 3- Зерттеу нәтижесінде анықталған кандидат гендердің сипаттамасы

№	Ген атауы	Байланысты белгі	Функциясы
1	<i>IGFBP6</i>	Тірі салмақ	Инсулин тәрізді өсу факторын реттейді, өсу мен даму қарқынына әсер етеді
2	<i>ST7</i>	Кеуде ені	Жасушалық өсу мен дифференциацияны шектейтін ісік басушы ген
3	<i>SCD5</i>	Сербек аралық ені	Май алмасуына қатысатын стеаройл-КоА десатураза ферментін кодтайды
4	<i>DTNBP1</i>	Сербек аралық ені	Акуыз синтезіне және тіндік құрылымға әсер ететін ген
5	<i>KYNU</i>	Кеуде орамы	Триптофан метаболизмін реттейді, иммундық жауап пен өсуге қатысады
6	<i>FTO</i>	Жіліншік шеңбері	Май тінінің түзілуімен және дене салмағымен байланысты ген

Анықталған *SNP* маркерлері 26 хромосома бойынша таралған және олардың бірқатары нақты функционалдық гендермен байланысты болды. Жалпы, алты фенотиптік белгімен байланысқан маңызды *SNP* маркерлері келесі кандидат гендермен сәйкестендірілді: *IGFBP6* (тірі салмақ), *ST7* (КЕ), *SCD5* және *DTNBP1* (САЕ), *KYNU* (КО), *FTO* (жіліншік шеңбері). Бұл гендер малдың өсуі, май тіндерінің метаболизмі, дене құрылымының қалыптасуы және иммундық жауап сияқты маңызды биологиялық процестермен байланысты екені белгілі.



Ескерту: *SCD5 және DTNBP1 екеуі де бір белгі – Сербек аралық ені (CAE) байланысты, сондықтан екеуі бір диаграммада (3) көрініс табады.*

Сурет 2- Сарыарқа құйрықты қой тұқымының алты морфометриялық белгісі бойынша GWAS нәтижелерін *Manhattan* диаграммалары бойынша сипаттау:

(1) Тірі салмақ ;(2) Кеуде ені;(3) Сербек аралық ені;
(4) Кеуде орамы; (5) Жіліншік шеңбері. **Көлденең қызыл сызық** геномдық маңыздылық шегі ($p < 1 \times 10^{-5}$). Қызыл сызықтан жоғары орналасқан SNP маркерлері геном деңгейінде статистикалық маңызға ие маркерлер болып табылады.

Бұл диаграммаларда *IGFBP6*, *ST7*, *SCD5*, *DTNBP1*, *KYNU* және *FTO* гендерімен байланысты маңызды ассоциациялар көрсетілген. Аталған гендер қойлардың өнімділік, дене құрылысы және май тінінің қалыптасуына әсер ететін функционалды кандидат гендер ретінде қарастырылды.

1. Тірі салмақ. Төрт *SNP* маркері тірі салмақпен статистикалық тұрғыда байланыс көрсеткенімен, олардың үшеуі нақты ген аймағымен аннотацияланбаған. Алайда *s20793.1* маркері 3-хромосомада орналасып, *IGFBP6* (инсулин тәрізді өсу факторының байланыстырушы ақуызы 6) генінің құрамында табылды ($p=0.001312$).

2. Кеуде ені. Бұл морфометриялық көрсеткішпен **OAR4_54217431.1** *SNP* маркері байланыс көрсетті және ол *ST7* (ісіктің пайда болуын тежейтін ген) аймағында орналасқан.

3. Сербек аралық ені. Сербек аралық енділігі бойынша бірнеше *SNP* маркерлері маңызды және ұсынылатын деңгейде ассоциация көрсетті. Олардың ішінде **s25229.1** және **s01175.1** маркерлері тиісінше *SCD5* (стеаройл-КоА десатураза 5) және *DTNBP1* (дистробревинмен байланысатын ақуыз 1) гендерінің ішінде орналасқан.

4. Кеуде орамы. Сегіз *SNP* маркерінің біреуі – **OAR2_175574781.1** – *KYNU* (кинурениназа) генінің құрамында анықталды. Бұл ген триптофан алмасуына қатысады және жануарлардың өсуі мен иммундық жауап процесіне әсер етеді. *KYNU* гені триптофан метаболизмінің ферменті ретінде маңызды рөл атқарады.

5. Жіліншік шеңбері. Бұл белгімен байланысты **s15415.1** *SNP* маркері *FTO* (семіздікпен байланысты ақуыз) генінің құрамында анықталды. Бұл ген май тіндерінің түзілуі мен дене салмағының реттелуінде маңызды рөл атқарады.

Қорытынды

Бұл зерттеу Сарыарқа құйрықты қой тұқымы бойынша тірі салмақ пен дене өлшемдерінің белгілеріне байланысты геном бойынша ассоциациялық талдау (GWAS) жүргізу арқылы функционалды *SNP* маркерлерін анықтауға бағытталды. Талдауға алынған алты негізгі белгі бойынша маңызды немесе ұсынылатын деңгейдегі *SNP* маркерлер табылды. Жалпы алғанда, алты кандидат ген анықталды *IGFBP6*, *ST7*, *SCD5*, *DTNBP1*, *KYNU* және *FTO*. *IGFBP6* гені тірі салмақпен байланысты болып, өсу қарқыны мен метаболикалық белсенділікке ықпал етеді. *ST7* гені алғаш рет қой тұқымында кеуде енімен ассоциациялануы анықталды және бас сүйек құрылымын қалыптастыруда рөл атқаруы мүмкін. *SCD5* және *DTNBP1* гендері сербек аралық енділігімен байланысқан және май алмасуы мен тіндік құрылымға қатысады.

KYNU гені көкірек шеңберімен (кеуде орамы) ассоциацияланып, триптофан метаболизмі арқылы өсу мен иммундық жауапқа әсер етеді. *FTO* гені жіліншік шеңберімен байланысы біздің зерттеуде анықталды, аталған ген май тінінің түзілуі мен дене салмағын реттеуге қатысады. Бұл нәтижелер Сарыарқа қой тұқымының (жаңаарқа типі) дене құрылымы мен өнімділігіне әсер ететін генетикалық әсері алғаш рет дәлелдеді. Анықталған гендер қой шаруашылығында маркерлік селекцияны жетілдіру, жоғары өнімді мал алу және селекциялық процестерді ғылыми негізде жүргізу үшін перспективалы молекулалық маркерлер ретінде қарастырылады. Зерттеудің бір тұқыммен шектелуі және үлгі санының шектеулілігі кейбір нәтижелердің жалпылануына ықпал етуі мүмкін. Бұл зерттеу жұмысының нәтижелері отандық мал шаруашылығын ғылыми негізде дамытуға, генетикалық іріктеудің дәлдігін арттыруға және өнімділікке жауап беретін белгілерді молекулалық деңгейде басқаруға жол ашады.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу жұмысы 2023-2025 жылдарға арналған ғылыми, ғылыми-техникалық бағдарламалар бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруға арналған конкурс негізінде AP19577108 «Анализ филогенетических связей и эволюционных демографических событий курдючных грубошерстных пород овец, разводимых в Казахстане» атты жоба аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Адылканова Ш. Р., Садыкулов Т. С., Орақбаева А. Д., Сансызбаева Б. Қ. Формирование мясной продуктивности ягнят сарыаркинской курдючной породы овец (внутрипородный жанааркинский тип) // Ізденістер, нәтижелер– 2023. – № 4 (100). – С. 20–27. – DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/03>
2. Visscher P.M., Wray N.R., Zhang Q., Sklar P., McCarthy M.I., Brown M.A., Yang J. 10 years of GWAS discovery: biology, function, and translation // Nature Reviews Genetics. – 2017. – Vol. 18, No. 2. – P. 117–127.
3. Kirichenko A.V., Zlobin A.S., Shashkova T.I., Volkova N.A., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Borodin P.M., Karssen L.S., Tsepilov Y.A., Aulchenko Y.S. The GWAS-MAP|ovis platform for aggregation and analysis of genome-wide association study results in sheep. – 2022. – Preprint.
4. Kirichenko A.V., Zlobin A.S., Shashkova T.I., Volkova N.A., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Borodin P.M., Karssen L.S., Tsepilov Y.A., Aulchenko Y.S. The GWAS-MAP|ovis platform for aggregation and analysis of genome-wide association study results in sheep. – 2022. – Preprint.
5. Bolormaa S., et al. A genome-wide association study of meat and carcass traits in sheep // Genetics Selection Evolution. – 2016. – Vol. 48. – P. 38.
6. Zhang L., Liu J., Zhao F., Ren H., Xu L., Lu J., Zhang S., Zhang X., Wei C., Lu G., Zheng Y., Du L. Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep // PLOS ONE. – 2013. – Vol. 8(6). – e66569.
7. Riggio V., Pong-Wong R., Sallé G., et al. A genome-wide association study for wool, skin, and body weight traits in sheep // PLOS ONE. – 2013. – Vol. 8(12). – e81956.

8. Садықұлов Т. С., Адылканова Ш. Р. Селекционно-генетические аспекты совершенствования курдючных пород овец: монография. – Алматы: Альманах, 2022. – 180 с.
9. Jiang J., Cao Y., Shan H., Wu J., Song X., Jiang Y. The GWAS analysis of body size and population verification of related SNPs in Hu sheep // *Animals*. – 2022. – Vol. 12(20). – P. 2792. <https://doi.org/10.3390/ani12202792>
10. Abdoli R., Mirhoseini S.Z., Ghavi Hossein-Zadeh N., Zamani P., Ferdosi M.H., Gondro C. Genome-wide association study of four composite reproductive traits in Iranian fat-tailed sheep // *Reproduction, Fertility and Development*. – 2019. – Vol. 31(8). – P. 1305–1314. <https://doi.org/10.1071/RD18282>
11. Al-Mamun H.A., Kwan P., Clark S.A., Ferdosi M.H., Tellam R., Gondro C. Genome-wide association study of body weight in Australian Merino sheep reveals an orthologous region on OAR6 to human and bovine genomic regions affecting height and weight // *Genetics Selection Evolution*. – 2015. – Vol. 47. – P. 66.
12. Ghasemi M., Hossein-Zadeh N.G., Zamani P. Identification of candidate genes and pathways affecting meat quality traits in sheep using GWAS and bioinformatics analysis // *Animal Genetics*. – 2020. – Vol. 51. – P. 678–689
13. Kijas J.W., Lenstra J.A., Hayes B., Boitard S., et al. Genome-wide analysis of the world's sheep breeds reveals high levels of historic mixture and strong recent selection // *PLOS Biology*. – 2012. – Vol. 10(2). – e1001258.
14. Andersson L., Archibald A.L., Bottema C.D., et al. Coordinated international action to accelerate genome-to-phenome with FAANG, the Functional Annotation of Animal Genomes project // *Genome Biology*. – 2015. – Vol. 16. – P. 57.
15. Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2013). Accelerating improvement of livestock with genomic selection. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 221–237.
16. Садықұлов Т.С., Ким Г.Л., Жазылбеков Қ.З., Имашев С.Д., Бұралқиев Б.А. Ауыл шаруашылық жануарларын өсіру және селекциялау: оқу құралы. – Павлодар: Кереку, 2003. – 29–34-66.
17. PLINK1.9Home. Available online: <https://www.cog-genomics.org/plink/> (accessed on 14 April 2025)
18. Ensembl. Available online: <http://www.ensembl.org/biomart/martview/> (accessed on 14 April 2025).
19. The R Project for Statistical Computing. Available online: <https://www.r-project.org/> (accessed on 14 April 2024)

References

1. Adylkanova SH. R., Sadykulov T. S., Oraқbaeva A. D., Sansyzbaeva B. Қ. Formirovanie myasnoj produktivnosti yagnyat saryarkinskoj kurdyuchnoj porody ovets (vnutriporodnyj zhanaarkinskij tip) // *Izdenister, nәtizheler*– 2023. – № 4 (100). – S. 20–27. – DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/03> [in Russian].
2. Visscher P.M., Wray N.R., Zhang Q., Sklar P., McCarthy M.I., Brown M.A., Yang J. 10 years of GWAS discovery: biology, function, and translation // *Nature Reviews Genetics*. – 2017. – Vol. 18, No. 2. – P. 117–127 [in English].
3. Kirichenko A.V., Zlobin A.S., Shashkova T.I., Volkova N.A., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Borodin P.M., Karssen L.S., Tsepilov Y.A., Aulchenko Y.S. The GWAS-MAP|ovis platform for aggregation and analysis of genome-wide association study results in sheep. – 2022. – Preprint [in English].
4. Kirichenko A.V., Zlobin A.S., Shashkova T.I., Volkova N.A., Iolchiev B.S., Bagirov V.A., Borodin P.M., Karssen L.S., Tsepilov Y.A., Aulchenko Y.S. The GWAS-MAP|ovis platform for aggregation and analysis of genome-wide association study results in sheep. – 2022. – Preprint [in English].
5. Bolormaa S., et al. A genome-wide association study of meat and carcass traits in sheep // *Genetics Selection Evolution*. – 2016. – Vol. 48. – P. 38 [in English].

6. Zhang L., Liu J., Zhao F., Ren H., Xu L., Lu J., Zhang S., Zhang X., Wei C., Lu G., Zheng Y., Du L. Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep // PLOS ONE. – 2013. – Vol. 8(6). – e66569 [in English].
7. Riggio V., Pong-Wong R., Sallé G., et al. A genome-wide association study for wool, skin, and body weight traits in sheep // PLOS ONE. – 2013. – Vol. 8(12). – e81956 [in English].
8. Sadykulov T.S., Adylkanova SH.R. - Selekcionno-geneticheskie aspekty sovershenstvovaniya kurdyuchnyh porod ovec, monografiya Al'manah, 2022– P.180 [in Russian].
9. Jiang J., Cao Y., Shan H., Wu J., Song X., Jiang Y. The GWAS analysis of body size and population verification of related SNPs in Hu sheep // Animals. – 2022. – Vol. 12(20). – P. 2792. <https://doi.org/10.3390/ani12202792> [in English].
10. Abdoli R., Mirhoseini S.Z., Ghavi Hossein-Zadeh N., Zamani P., Ferdosi M.H., Gondro C. Genome-wide association study of four composite reproductive traits in Iranian fat-tailed sheep // Reproduction, Fertility and Development. – 2019. – Vol. 31(8). – P. 1305–1314. <https://doi.org/10.1071/RD18282> [in English].
11. Al-Mamun H.A., Kwan P., Clark S.A., Ferdosi M.H., Tellam R., Gondro C. Genome-wide association study of body weight in Australian Merino sheep reveals an orthologous region on OAR6 to human and bovine genomic regions affecting height and weight // Genetics Selection Evolution. – 2015. – Vol. 47. – P. 66 [in English].
12. Ghasemi M., Hossein-Zadeh N.G., Zamani P. Identification of candidate genes and pathways affecting meat quality traits in sheep using GWAS and bioinformatics analysis // Animal Genetics. – 2020. – Vol. 51. – P. 678–689 [in English].
13. Kijas J.W., Lenstra J.A., Hayes B., Boitard S., et al. Genome-wide analysis of the world's sheep breeds reveals high levels of historic mixture and strong recent selection // PLOS Biology. – 2012. – Vol. 10(2). – e1001258 [in English].
14. Andersson L., Archibald A.L., Bottema C.D., et al. Coordinated international action to accelerate genome-to-phenome with FAANG, the Functional Annotation of Animal Genomes project // Genome Biology. – 2015. – Vol. 16. – P. 57 [in English].
15. Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2013). Accelerating improvement of livestock with genomic selection. Annual Review of Animal Biosciences, 1, 221–237 [in English].
16. Sadykulov T.S., Kim G.L., ZHazylybekov K.Z., Imashev S.D., Buralkiev B.A. Auyly sharuashylyq zhanuarlaryn osiru zhane selekciyalau. – Pavlodar: Kereku, 2003. – 29–34-bb [in Kazakh].
17. PLINK1.9Home. Available online: <https://www.cog-genomics.org/plink/> (accessed on 14 April 2025) [in English].
18. Ensembl. Available online: <http://www.ensembl.org/biomart/martview/> (accessed on 14 April 2025) [in English].
19. The R Project for Statistical Computing. Available online: <https://www.r-project.org/> (accessed on 14 April 2024) [in English].

А.Д. Орақбаева¹, К.Ж. Досыбаев*^{1,2,3,4}, Ш.Р. Адылканова¹

А.Т.Қожахмет^{2,3,4}, М.Ш.Ермекова^{2,3,4}, Қапасұлы Т^{2,3,4}, Амандықова М.Д^{2,3,4},

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы
Республика Казахстан, ainura_manat@mail.ru, sholpan.adylkanova@kaznaru.edu.kz,
kairat1987_11@mail.ru,

²РГП на ПХВ Институт генетики и физиологии КН МОН РК, г. Алматы Республика
Казахстан

³Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, ⁴КазНИИЖик, г. Алматы
Республика Казахстан, kairat1987_11@mail.ru, altynaitg@gmail.com, nurii_90@mail.ru,
tilek.kapas@mail.ru, makpal_30.01@mail.ru

АНАЛИЗ КАНДИДАТНЫХ ГЕНОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ У САРЫАРКИНСКОЙ КУРДЮЧНОЙ ГРУБОШЕРСТНОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ (ЖАНААРКИНСКИЙ ТИП)

Аннотация

Порода овец Сарыарка - относится к числу казахстанских курдючных грубошерстных пород, отличающихся высокой мясной продуктивностью и плодовитостью. Живая масса животных и морфометрические показатели представляют собой важные фенотипические признаки, используемые в селекционной работе, особенно при совершенствовании мясной продуктивности. В данном исследовании проведено выявление ассоциаций между геномными SNP-маркерами и показателями живой массы, а также восьмью основными промерами тела (высота в холке, высота в крестце, ширина груди, глубина груди, косая длина туловища, ширина в маклоках, обхват груди и обхват голени) у курдючных овец породы Сарыарка. Для анализа было отобрано 60 проб крови, из которых выделена геномная ДНК, после чего выполнено генотипирование с использованием чипа *OvineSNP50 Genotyping BeadChip*. Полученные SNP-маркеры были аннотированы и сопоставлены с геномом *Ovis aries* (*Oar_v3.1*) через платформу BioMart. В результате установлено, что с живой массой и четырьмя морфологическими признаками ассоциированы шесть кандидатных генов: **IGFBP6**, **ST7**, **SCD5**, **DTNBP1**, **KYNU** и **FTO**. Таким образом, полученные данные позволили выявить молекулярные маркеры, связанные с мясной продуктивностью у овец породы Сарыарка, что формирует научную основу для развития маркер-ассоциированной селекции. Это открывает перспективы для целенаправленного и более эффективного генетического отбора в овцеводстве.

Результаты исследования позволили идентифицировать молекулярные маркеры, связанные с мясной продуктивностью у овец породы сарыарка, что формирует научную основу для развития маркерной селекции.

Ключевые слова: курдючная грубошерстная порода Сарыарка, SNP, мясная продуктивность, GWAS, кандидатные гены

A.D. Oraqbaeva¹, Q.Zh. Dosybaev^{*1,2,3,4}, Sh.R. Adylkanova¹

A.T.Kozhakhmet^{2,3,4}, M.Sh.Ermekova^{2,3,4}, Kapasuly T^{2,3,4}, Amandykova M.D^{2,3,4}

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan, ainura_manat@mail.ru, sholpan.adylkanova@kaznaru.edu.kz, kairat1987_11@mail.ru

² Institute of Genetics and Physiology, Committee of Science, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

³Al-Farabi Kazakh National University, ⁴Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging, Almaty, Republic of Kazakhstan, kairat1987_11@mail.ru, altynaitg@gmail.com, nurii_90@mail.ru, tilek.kapas@mail.ru, makpal_30.01@mail.ru

ANALYSIS OF CANDIDATE GENES ASSOCIATED WITH PRODUCTIVITY IN THE SARYARKA FAT-TAILED COARSE-WOOLED SHEEP BREED (INTRA-BREED ZHANAARKA TYPE)

The Saryarka sheep breed is one of the fat-tailed, coarse-wool sheep breeds raised in Kazakhstan, known for its high meat productivity and fertility. Live weight and morphometric traits (body indices) are essential phenotypic indicators in breeding programs, especially for improving meat yield. This study aimed to identify genome-wide associations (GWAS) between SNP markers and live weight as well as five major morphometric traits (interzygomatic width, loin width, chest girth, and cannon bone girth) in the Saryarka sheep breed. Blood samples were collected from 60 animals, genomic DNA was extracted, and genotyping was performed using the *OvineSNP50 Genotyping BeadChip*. GWAS analysis identified significant SNP markers associated with each trait. The identified markers were annotated to the *Ovis aries* genome (*Oar_v3.1*) using the BioMart platform. As a result, six candidate genes **IGFBP6**, **ST7**, **SCD5**, **DTNBP1**, **KYNU**, and **FTO** were found to be associated with live weight and four morphometric traits. These genes are involved in growth regulation, lipid metabolism, tissue development, and immune responses, and are consistent

with findings from similar studies in other sheep breeds. The results of this study provide molecular markers associated with meat productivity in the Saryarka sheep breed, establishing a scientific foundation for the development of marker-assisted selection. This opens the way for targeted and efficient genetic improvement in sheep breeding.

Keywords: Saryarka fat-tailed coarse-wool sheep breed, SNP, meat productivity, GWAS, candidate genes

Вклад авторов: ОА АШ и ДК: осуществили разработку концепции исследования, определили его научное направление и структуру, оформили теоретико-методологические основы.

ЕМ: выполнили комплексную обработку полученных данных, провели детальный статистический анализ и интерпретацию результатов, обеспечив достоверность и объективность выводов.

КА и КТ: непосредственно участвовали в проведении практических и экспериментальных исследований, обеспечили сбор первичных данных и их систематизацию.

АМ и ДК: сосредоточились на выполнении углублённого биоинформатического анализа и последующей обработке экспериментальных данных.

Все авторы совместно участвовали в обсуждении результатов, внесли существенные правки в текст рукописи и единодушно одобрили её окончательную версию перед подачей к публикации.

FTAXP 68.39.31

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/07>

*А.Д. Орақбаева¹, Ш.Р. Адылканова *¹, Т.С. Садыкулов¹, Б.К. Сансызбаева¹,
А.М. Койшибаев¹, Қ.Ж. Досыбаев¹*

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казакстан, ainura_manat@mail.ru sholpan.adylkanova@kaznaru.edu.kz, tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, bibigul.19_93@mail.ru, k_azamat-81@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru

ПРОДУКТИВНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОВЕЦ САРЫАРКИНСКОЙ ПОРОДЫ (ВНУТРИПОРОДНЫЙ ЖАНААРКИНСКИЙ ТИП)

Аннотация

Сарыаркинская порода овец относится к числу высокопродуктивных мясошерстных генотипов, обладающих ценными адаптивными свойствами, обеспечивающими устойчивость к экстремальным факторам континентального климата и эффективное использование пастбищных угодий. Порода характеризуется высокой реализацией продуктивного потенциала как по мясным, так и по шерстным признакам, что делает её значимым объектом в системе ресурсосберегающего овцеводства Казахстана. Целью данного исследования является анализ продуктивных и биологических особенностей овец сарыаркинской породы (жанааркинский тип) для повышения эффективности их выращивания и использования в с.х. секторе. для более всесторонней характеристики овец, наряду с оценкой их продуктивных качеств, в настоящем исследовании нами были проведены анализы морфологических и биохимических параметров крови.

Объектом исследования служили овцы сарыаркинской породы овец. При проведении работ руководствовались общепринятыми зоотехническими методиками. Продуктивность общего поголовья изучали посредством определения живой массы и настрига шерсти.

Дополнительно мы изучали гематологические показатели крови сарыаркинских овец.

Овцы сарыаркинской породы (жанааркинский тип) показали высокие показатели по мясности. В проведенных исследованиях бараны-производители жанааркинского типа характеризовались высокими показателями продуктивности, существенно превосходящими минимальные нормативы по живой массе установленные для животных элитного класса, а также по величине настрига шерсти. Матки данной породы задействованные в опыте, отличались прочной конституцией, устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды и достаточно высоким уровнем продуктивности. Молодняк обладает высокой живучестью, а взрослые животные демонстрируют отличную плодовитость и устойчивость к внешним неблагоприятным факторам. Анализ показывает, что морфологический состав крови сарыаркинских овец проявляет значительную реактивность и в определенной степени имеет свои особенности в зависимости от племенной ценности животных.

Результаты исследования подтверждают, что сарыаркинская порода овец (жанааркинский тип), обладает высокими продуктивными и биологическими характеристиками, которые делают её перспективной для дальнейшего разведения в Казахстане. Данные анализы могут и быть использованы для оптимизации методов разведения и улучшения селекционной работы с целью повышения мясной и шерстной продуктивности овец сарыаркинской породы (жанааркинский тип).

Ключевые слова: грубошерстная, бараны, матки, гематологический показатель, племенная ценность, сыворотка крови.

Введение

Овцеводство традиционно является одной из ключевых отраслей аграрного сектора Республики Казахстан. Эта сфера не только обеспечивает производство баранины, шерсти и молока, но и способствует эффективному использованию земельных и трудовых ресурсов, играя важную роль в занятости сельских населений в овцеводческих регионах она охватывает до 70% трудоспособного населения. В то же время в последние годы наблюдаются значительные изменения в экономической ценности отдельных видов продукции овцеводства, что требует переоценки приоритетов в развитии отрасли и стратегического подхода к селекционно-племенной работе. Ранее экономика овцеводства в стране была ориентирована преимущественно на производство шерсти, удельный вес которой в общей стоимости продукции отрасли достигал 60–70%. При этом закупочная цена 1 кг шерсти приравнивалась к стоимости 20 кг баранины в живой массе. В современных условиях доходы от реализации шерсти не обеспечивают стабильной рентабельности отрасли, что обусловило смену вектора селекций в сторону повышения мясной продуктивности. Следует отметить такие же тенденции в следующие десятилетия наблюдаются и в мировом овцеводстве [1].

В данной связи представляет интерес исследование сарыаркинской курдючной грубошерстной породы овец внутривидового жанааркинского типа с белой и светло-серой окраской шерсти.

Сарыаркинская курдючная грубошерстная порода является первой отечественной породой овец указанного направления с белой и светло-серой грубой шерстью, приспособленной к условиям степных, пустынных и полупустынных зон. Порода включает два внутривидовых типа — жанааркинский и сарыусусский, и была апробирована Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в 1999 году. На долю жанааркинского типа приходится около 90% поголовья, что обусловлено его характерной белой и светло-серой окраской шерсти, сыгравшей ключевую роль при создании породы. По уровню мясо-сальной продуктивности овцы данного типа превосходят местные грубошерстные породы на 8–10%. Животные отличаются устойчивой передачей хозяйственно-полезных признаков потомству при чистопородном разведении и используются для улучшения шерстных качеств местных грубошерстных овец. Для данной породы характерны крепкая конституция, хорошо развитый костяк, правильные формы телосложения,

прочные конечности с плотным копытным рогом, что обеспечивает высокую приспособленность к круглогодичному пастбищному содержанию [2].

Каждая порода с/х животных представляет собой усовершенствованное сочетание хозяйственно полезных признаков, формирующихся в процессе целенаправленной селекции и обеспечивающих наибольшую эффективность разведения в специфических природно-климатических условиях. На современном этапе развития мясо-сального овцеводства, из многочисленных селекционируемых признаков, наибольшее значение имеет живая масса, величина и форма курдюка, настриг и качество шерсти. Это обуславливает стремление селекционеров к приоритетному развитию этих основных хозяйственно-полезных признаков, достичь которого можно лишь путем целенаправленного отбора и индивидуального подбора животных до определенного предела, не нарушающих наиболее жизненно важные функции в разнообразных условиях их разведения. [3,4]

В этом аспекте, изучение главных селекционируемых признаков и некоторых биологических особенностей овец сарыаркинской породы внутрипородного жанааркинского типа, разводимых в племязаводе Женис Улытауской области представляет научный и практический интерес, что определяет актуальность этой работы. Целью изучения продуктивных качеств а так же биохимических показателей крови сарыаркинских овец племязавода Женис Улытауской (бывшей Карагандинской) области.

Материалы и методы

Объектом исследования служили овцы сарыаркинской породы овец. При проведении работ руководствовались общепринятыми зоотехническими методиками. Продуктивные качества поголовья овец исследовались посредством оценки живой массы и настрига шерсти. Изучение гематологических показателей крови овец: с помощью геаматологического анализатора PS-S определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гематокрит и объем эритроцитов; в аппарате Панченкова определяли СОЭ, с помощью гемометра Сали - содержание гемоглобина; содержание общего белка рефрактометрическим методом, белковые фракции (альбумины, α , β и γ глобулины) - нефелометрическим методом.

Результаты и обсуждение

«Масса тела сельскохозяйственных животных имеет важное хозяйственное и биологическое значение. Оценка животных по живой массе, экстерьерным особенностям и продуктивным показателям служит основой индивидуального отбора. Крупные животные обладают более выраженной способностью к аккумуляции питательных веществ в организме [4]. По мнению Дж. Хэммонда [5], на величину ягнёнка при рождении и на его развитие в ранний постнатальный период матка оказывает существенно большее влияние, чем производитель, что связано с комбинированным воздействием наследственных факторов и характера питания.

Таблица 1 – Продуктивность овец, кг

Наименование	Бараны данной породы			Матки данной породы		
	n	$X \pm m_x$	C_v	n	$X \pm m_x$	C_v
Живая масса	25	95,5 $\pm$ 0,44	9,5	580	61,3 $\pm$ 0,54	14,0
Настриг шерсти	23	3,1 $\pm$ 0,21	6,0	570	2,0 $\pm$ 0,33	8,7

В проведённом опыте были использованы бараны-производители чистопородного поголовья жанааркинского внутрипородного типа сарыаркинской курдючной грубошерстной породы овец с белой и светло-серой окраской шерсти (ЖТ), возрастом 3,5 года. Животные отличались типичными экстерьерно-продуктивными признаками, характеризовались оптимальным сочетанием мясо-сальной и шерстной продуктивности, крепкой конституцией, пропорциональным телосложением и правильной постановкой конечностей. Курдюк у исследуемых баранов был крупным по объёму и подтянутым по форме. Живая масса производителей составляла в среднем 95,5 кг, настриг шерсти — 3,1 кг, что превышало минимальные показатели класса «элита» по живой массе на 5,5 кг (6,1 %), а по настригу

шерсти — на 0,1 кг (3,3 %). Шерсть отличалась белой окраской, при длине волокон 7,1/14,0 см (таблица 1).

Общеизвестно, что при использовании искусственного осеменения ежегодное потомство, получаемое от одного барана-производителя, может исчисляться несколькими тысячами ягнят. В этой связи влияние генетического потенциала баранов-производителей на формирование продуктивных качеств потомства существенно выше, чем у маток. Однако недооценка роли маток в обеспечении качества приплода является методологической ошибкой. Эмбриональное развитие ягнёнка полностью протекает в материнском организме, где формируется его будущая продуктивность в зависимости от комплекса материнских факторов, и прежде всего от уровня и полноценности питания. Кроме того, рост и развитие молодняка в молочный период напрямую зависят от количества и качества материнского молока. Таким образом, матки оказывают значительное влияние на проявление продуктивных и племенных качеств потомства.

Матки жанааркинского внутривидового типа сарыаркинской курдючной грубошерстной породы овец, использованные в опыте, отличались крепкой конституцией, высокой выносливостью к экстремальным условиям и достаточно высоким уровнем продуктивности. Согласно полученным данным (таблица 1), маточное поголовье формировалось исключительно из животных желательного типа в возрасте 3,5 лет. В среднем по живой массе и настригу шерсти матки превосходили требования стандарта породы, установленные для животных I класса, на 1,3 кг (2,2 %) и 0,1 кг (5,0 %) соответственно.

По мнению многих исследователей, высокая адаптивность грубошерстных овец в значительной мере обусловлена наличием курдюка, представляющего собой специфическое жировое отложение в хвостовой части, которое у овец мясо сального направления является одним из основных селекционных признаков, обеспечивающих устойчивость и нормальную жизнедеятельность животных в условиях пастбищного содержания.

Для более полной характеристики мяса сальных качеств маток был проведён анализ их распределения по величине курдюка. Установлено, что удельный вес маток с крупным курдюком составил 60,0 % (348 голов), со средним — 35,0 % (203 головы), с малым — 5,0 % (29 голов). При этом матки с крупным курдюком в среднем имели живую массу 65,6 кг и настриг шерсти 2,1 кг, со средним — 61,2 кг и 2,0 кг, с малым — 60,0 кг и 2,0 кг соответственно.

Сравнительный анализ с требованиями стандарта породы показал, что матки первой группы превосходили норматив класса «элита» по живой массе на 0,92 %, а по настригу шерсти соответствовали показателям, установленным для животных I класса. Матки второй и третьей групп по живой массе и настригу шерсти находились на уровне требований для животных желательного типа.

Для более полной характеристики овец, наряду с продуктивными качествами, нами проводилось изучение морфологических и биохимических показателей крови.

Как известно, организм животных находится в постоянном взаимодействии с меняющимися условиями окружающей среды, что и вызывает приспособительные реакции с его стороны. Изучение сути и механизмов этих реакций, обеспечивающих нормальное функционирование различных органов и систем организма, обеспечивающих поставку ценных продуктов животноводства, выявление общих специфических закономерностей и обеспечения гомеостаза является приоритетной задачей сельскохозяйственной физиологии. Это в частности относится к системе крови сарыаркинской (жанааркинский тип) курдючной породы овец. Выяснение адаптационных возможностей различных пород и внутривидовых типов овец к конкретным зонам разведения имеет большое практическое значение для целенаправленного улучшения продуктивных качеств животных, а также для правильного породного районирования и их эффективного разведения [6].

Ферментный состав и набор белков организма каждого животного отражают его генетическую конституцию [7]. Наследственные индивидуальные различия в физиологических и продуктивных качествах, по-видимому, обусловлены вариациями в

синтезе ферментов, белков и других биологически активных соединений. Генетические системы посредством ферментов регулируют направления метаболических процессов. Данные биохимической генетики свидетельствуют о том, что уровень активности ряда ферментов крови контролируется наследственными факторами, причём в ряде случаев реализация действия гена осуществляется напрямую через ферментные системы. В этой связи важное значение приобретает определение доли наследственной обусловленности в формировании активности того или иного биологического катализатора у животных.

Существуют многочисленные сведения о взаимосвязи продуктивности животных с биохимическими показателями крови, включая группы крови и её белковый состав. Эти интерьерные признаки характеризуются относительной стабильностью в течение постнатального онтогенеза и высокой степенью наследуемости, что позволяет рассматривать их как генетические маркеры для раннего прогнозирования продуктивных качеств животных. Использование таких маркёров способствует значительному повышению эффективности и темпов селекции [8,9,10,11,12].

В связи, с чем нами были изучены биологический и химический показатель сыворотки крови у данной породы овец. Кровь являясь внутренней средой организма и находясь в постоянном контакте со всеми органами и тканями, отражает в своём составе и физико-химических свойствах изменения, происходящие в процессе жизнедеятельности. Одним из важнейших интерьерных показателей, непосредственно связанных с уровнем общего обмена веществ и интенсивностью окислительно-восстановительных процессов, являются морфологические характеристики крови, включающие содержание и объём эритроцитов, показатели гематокрита, концентрацию гемоглобина, а также количество лейкоцитов и тромбоцитов.

Анализ показывает, что морфологический состав крови сарыаркинских овец проявляет значительную реактивность и в определенной степени имеет свои особенности в зависимости от племенной ценности животных. Элитные овцы превосходили своих сверстниц первого и второго класса по объёму эритроцита так же содержания гемоглобина на 11,7; 25,6 и 2,7; 10,0%. Показатели овец II класса отличаются более высоким содержанием гематокрита ($32,5 \pm 0,06$ - $38,3 \pm 2,3$), количеству лейкоцитов, которые превосходили над сверстницами класса элита и I на 9,28; 6,5 % и 15,7; 14,4; 12,9%. Следовательно можно заключить, что уровень содержания эритроцитов и гемоглобина в организме животных находится в определённой зависимости от уровня их продуктивности, который, в свою очередь, является важным критерием племенной ценности овец.

Таблица 2 - Морфологические характеристики крови

Показатели	Классы животных		
	элита	I	II
RBC Число эритроцитов, ($\times 10^{12}/л$)	$8,83 \pm 0,27$ - $10,8 \pm 0,76$	$7,90 \pm 0,91$ – $9,7 \pm 1,2$	$7,03 \pm 0,73$ - $10,7 \pm 1,0$
HCT Гематокрит %	$29,74 \pm 0,90$ - $33,6 \pm 0,08$	$30,5 \pm 0,80$ - $36,26 \pm 0,5$	$32,5 \pm 0,06$ - $38,3 \pm 2,3$
MCV Объём эритроцитов мкм	$30,23 \pm 0,2$ - $35,2 \pm 0,5$	$28,7 \pm 0,51$ – $33,4 \pm 0,5$	$27,6 \pm 0,77$ - $30,4 \pm 0,3$
Гемоглобин г /л	$9,1 \pm 0,02$ – $9,3 \pm 1,5$	$8,86 \pm 0,63$ – $9,5 \pm 0,46$	$8,27 \pm 0,8$ - $9,28 \pm 0,25$
WBC Число лейкоцитов ($\times 10^9/л$)	$8,81 \pm 0,20$ – $10,2 \pm 2,1$	$9,03 \pm 0,5$ - $9,7 \pm 1,5$	$10,2 \pm 1,07$ - $11,5 \pm 0,04$
СОЭ мм за 60 минут	$307,8 \pm 1,28$ – $403,4 \pm 0,1$	$288,9 \pm 5,5$ – $339,7 \pm 1,7$	$3497 \pm 3,6$ - $383,6 \pm 3,1$

Особое место среди белков в организме занимают белки сыворотки крови. Общеизвестно, что они играют исключительно значительную роль в осуществлении различных обменных процессов в организме. Белки крови принимают участие в процессах питания и роста, в регенерации клеточных структур, в синтезе гормонов и ферментов, в процессах регуляции кислотно-щелочного равновесия, в поддержании осмотического и онкотического давлений, и, наконец, благодаря способности образовывать устойчивые биохимические комплексы, белки принимают активное участие в транспортировке различных веществ.

Основным местом локализации иммуноглобулинов является сыворотка крови, где они выполняют защитные функции и представляют собой материальную основу иммунитета. В этой связи особый интерес для физиологической оценки адаптивных возможностей овец представляет исследование динамики содержания иммуноглобулинов, что позволяет решать актуальные задачи как практической зоотехнии, так и иммунологии.

Белки сыворотки крови находятся в состоянии динамического равновесия а концентрация отдельных белковых фракций определяется, прежде всего, видовой спецификой, характером кормления, интенсивностью обмена веществ, а также степенью развития важнейших хозяйственно полезных и селекционируемых признаков у овец. Таким образом, изучение динамики белковых фракций сыворотки крови имеет принципиальное значение для выявления породных особенностей и оценки продуктивных качеств животных.

Таблица 3 - Белковый состав крови овец

Показатели	X $\pm$ m _x
Общий белок, г/л	5,95 $\pm$ 1,15-6,63 $\pm$ 0,27
Альбумины, %	39,7 $\pm$ 1,06
α - глобулины, %	15,1 $\pm$ 0,7
β - глобулины, %	8,1 $\pm$ 1,3
γ - глобулины, %	37,1 $\pm$ 1,9

По результатам проведенных исследований установлено, что содержание общего белка и его альбуминовой фракции у овец находится на достаточном уровне, а сумма глобулинов свидетельствует о высоком биопотенциале этих животных (таблица 3).

Аспартатаминотрансферазы сыворотки крови играют ключевую роль в метаболических процессах организма. Катализируя реакции переаминирования аминокислот, данные ферменты выступают важным звеном во взаимопревращении белков, жиров и углеводов, тем самым оказывая непосредственное влияние на формирование продуктивности животных. Учитывая значимость их физиологических функций и наследуемость, показатели активности аст и алт могут использоваться в качестве объективных и косвенных критериев для раннего прогнозирования продуктивности с/х животных, а также оценки их адаптивных возможностей к паратипическими факторами среды.

Таблица 4 - Активность аминотрансфераз и показатели белкового обмена в зависимости от класса животных

Показатели	Классы животных		
	Элита	Первый	Второй
АСТ, мкмоль/(ч. х мл)	7,4 $\pm$ 1,9-7,6 $\pm$ 0,8	6,8 $\pm$ 1,5-6,93 $\pm$ 1,4	5,9 $\pm$ 0,61-6,7 $\pm$ 1,02
АЛТ, мкмоль/(ч. х мл)	2,8 $\pm$ 0,03 - 5,9 $\pm$ 0,78	1,91 $\pm$ 0,7 -4,6*1,0	1,6 $\pm$ 0,53 -3,1 $\pm$ 1,06
Мочевина, мг/л	17,5 $\pm$ 2,06-30,1 $\pm$ 0,07	17,8 $\pm$ 1,8-20,8*0,2	19,1 $\pm$ 3,5 -21,3 $\pm$ 1,4
Креатинин, мг %	0,72 $\pm$ 0,09 - 0,9 $\pm$ 0,25	0,67 $\pm$ 1,09-0,6 $\pm$ 0,8	0,64 $\pm$ 1,02-0,77 $\pm$ 0,04

По нашим данным, животные класса элита по активности АСТ и АЛТ и уровню содержания мочевины и креатинина выгодно отличались от своих сверстников первого и второго классов, что свидетельствует о высоком биологическом потенциале, который лежит в основе их адаптивных возможностей. Более низкий уровень активности аминотрансфераз наблюдался у животных второго класса, а овцы первого - занимали промежуточное положение. Так, результаты исследований показывают о наличии связи этих показателей с уровнем продуктивности животных, то есть племенная ценность овец в свою очередь повышает точность оценки их генотипа.

Выводы

Проведенные исследования показали, что бараны жанааркинского типа по живой массе и настригу шерсти превосходили стандарт породы установленный для животных

элитного класса на 6,1 и 3,3% % а матки превосходили по требованиям стандарта породы установленных для животных 1 класса на 2,2 и 5,0 % соответственно.

Установление особенностей в содержания и соотношения белка сыворотки крови сарыаркинской породы овец, важно учитывать, как один из факторов, для выявления уровня интенсивности обмена веществ и энергии, а также адаптивной способности животных к специфическим условиям зоны их разведения. Высокий уровень содержания белкового состава и активность аминотрансфераз подтверждает о реальной возможности их использования в качестве дополнительных тестов для косвенного отбора в целях прогнозирования уровня продуктивности животных, а также повышения точности оценки их генотипа.

Список литературы

1. Адылканова, Ш. Р. (2010). *Селекционно-генетические аспекты совершенствования сарыаркинской и дегересской курдючных пород овец: Автореф. дис. докт. с.-х. наук*. Алматы: КазНАУ. https://nabrk.kz/ru/e-catalog?catalog=4&country_edition=&language=rus&publication_type=12&title_first_letter=%D0%A1&sphere=4&page=0
2. Оракбаева А, Адылканова Ш, Садыкулов Т, Сансызбаева Б, (2023) Формирование мясной продуктивности ягнят сарыаркинской курдючной породы овец (внутрипородный жанааркинский тип) *Исследования, результаты*, 4 (100) с. 20-27 DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/03>
3. Сансызбаева Б., Адылканова Ш., Садыкулов Т.С. ,Корай К., Определение полиморфизма гена CAST/MspI и его влияние на массу тела ягнят породы Сарыарка на 180-й день. Электронная ревизия ветеринарии, 2023 г. <https://researcherslinks.com/current-issues/Determination-of-CAST-MspI-Gene-Polymorphism/20/3/10228>
4. Dossybayev, K., Amandykova, M., Orakbayeva, A., Adylkanova, S., Kozhakhmet, A., Yergali, K., Kulboldin, T., Kulataev, B., & Torekhanov, A. (2024). Genome-wide association studies revealed several candidate genes of meat productivity in Saryarka fat-tailed coarse-wool sheep breed. *Genes*, 15(1549), 1–12. <https://doi.org/10.3390/>
5. Хэммонд, Дж. (1964). *Биологические проблемы животноводства* (пер. с англ.). Москва: Колос.
6. Садыкулов, Т. С. (2003). *Разведение и селекция: Учебник для высших учебных заведений*. Алматы.
7. Лазарев, В. М. (1977). Динамика активности трансаминаз в зависимости от физиологического состояния. *Сборник научных трудов Саратовского СХИ*, 95, 98–100.
8. Иванова, И., & Волинкина, М. (2017). Биохимический статус крови высокопродуктивных коров сухостойного периода в условиях АО «ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья». *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 1, 12–21. <https://orensau.ru/nauka/izvestiya-orenburgskogo-gau>
9. Прманшаев, М., Юлдашбаев, Ю. А., & Атайбеков, Б. (2019). Клинические и гематологические показатели молодняка овец разных курдючных пород на юго-востоке Казахстана. *Овцы, козы, шерстяное дело*, 3, 49–51. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41110286>
10. Каташева, А., & Кулатаев, Б. (2024). Повышение продуктивных и биологических особенностей овец мясо-сальных курдючных пород. *Исследования, результаты*, 2(102), 17–26. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/597>
11. Сафронов, С., Белопольский, А., & Фомина, Н. (n.d.). Значение аминотрансфераз в характеристике мясной продуктивности крупного рогатого скота. *Животноводство и молочное дело*, 30–39. <https://spbgau.ru/nauchnye-izdaniya/zhurnal-izvestiya/>
12. Садыкулов Т.С., Смагулов Д., Койшибаев А., (2014) Features of growth and meat productivity of new factory lines Saryarka lambs, *Биология и медицина*. США, <https://www.hataso.com/journals/blm>

References

1. Adylkanova, SH. R. (2010). Selekcionno-geneticheskie aspekty sovershenstvovaniya saryarkinskoj i degeresskoj kurdyuchnyh porod ovec: Avtoref. dis. dokt. s.-h. nauk. Almaty: KazNAU. https://nabr.kz/ru/e-catalog?catalog=4&country_edition=&language=rus&publication_type=12&title_first_letter=%D0%A1&sphere=4&page=0
2. Orakbaeva A, Adylkanova SH, Sadykulov T, Sansyzbaeva B, (2023) Formirovanie myasnoj produktivnosti yagnyat saryarkinskoj kurdyuchnoj porody ovec (vnutripородnyj zhanaarkinskij tip) Issledovaniya, rezul'taty, 4 (100) s. 20-27 DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/03>
3. Sansyzbaeva B., Adylkanova SH., Sadykulov T.S. ,Koraj K., Opređenje polimorfizma gena CAST/MspI i ego vliyanie na massu tela yagnyat porody Saryarka na 180-j den'. Elektronnaya reviziya veterinarii, 2023 g. <https://researcherslinks.com/current-issues/Determination-of-CAST-MspI-Gene-Polymorphism/20/3/10228>
4. Dossybayev, K., Amandykova, M., Orakbayeva, A., Adylkanova, S., Kozhakhmet, A., Yergali, K., Kulboldin, T., Kulataev, B., & Torekhanov, A. (2024). Genome-wide association studies revealed several candidate genes of meat productivity in Saryarka fat-tailed coarse-wool sheep breed. Genes, 15(1549), 1–12. <https://doi.org/10.3390>
5. Hemmond, Dzh. (1964). Biologicheskie problemy zhivotnovodstva (per. s angl.). Moskva: Kolos.
6. Sadykulov, T. S. (2003). Razvedenie i selekciya: Uchebnik dlya vysshih uchebnyh zavedenij. Almaty.
7. Lazarev, V. M. (1977). Dinamika aktivnosti transaminaz v zavisimosti ot fiziologicheskogo sostoyaniya. Sbornik nauchnyh trudov Saratovskogo SKHI, 95, 98–100.
8. Ivanova, I., & Volynkina, M. (2017). Biohimicheskij status krovi vysokoproduktivnyh korov suhostojnogo perioda v usloviyah AO «PZ «Uchkhoz GAU Severnogo Zaural'ya». Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 1, 12–21. <https://orensau.ru/nauka/izvestiya-orenburgskogo-gau>
9. Prmanshaev, M., YUldashbaev, YU. A., & Atajbekov, B. (2019). Klinicheskie i gematologicheskie pokazateli molodnyaka ovec raznyh kurdyuchnyh porod na yugo-vostoke Kazahstana. Ovcy, kozy, sherstyanoe delo, 3, 49–51. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41110286>
10. Katasheva, A., & Kulataev, B. (2024). Povyshenie produktivnyh i biologicheskikh osobennostej ovec myaso-sal'nyh kurdyuchnyh porod. Issledovaniya, rezul'taty, 2(102), 17–26. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/597>
11. Safronov, S., Belopol'skij, A., & Fomina, N. (n.d.). Znachenie aminotransferaz v harakteristike myasnoj produktivnosti krupnogo rogatogo skota. ZHivotnovodstvo i molochnoe delo, 30–39. <https://spbgau.ru/nauchnye-izdaniya/zhurnal-izvestiya/>
12. Sadykulov T.S., Smagulov D., Kojshibaev A., (2014) Features of growth and meat productivity of new factory lines Saryarka lambs, Biologiya i medicina. SSHA, <https://www.hataso.com/journals/blm>

**Ш.Р.Адылканова, А.Д.Орақбаева, Т.С. Садыкулов, Б.Қ. Сансызбаева,
А.М.Койшибаев, Қ.Ж.Досыбаев**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, ainura_manat@mail.ru sholpan.adylkanova@kaznaru.edu.kz, tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, bibigul.19_93@mail.ru, k_azamat-81@mail.ru, kairat1987_11@mail.ru

САРЫАРҚА ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ (ЖАҢААРҚА ТИПІ) ӨНІМДІЛІК ЖӘНЕ КЕЙБІР БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қойы (жаңаарқа сүлесі) Қазақстанда кең таралған қой тұқымдарының бірі болып табылады, ол жоғары өнімділікпен және түрлі климаттық жағдайларға жақсы бейімделгіштігімен ерекшеленеді. Бұл зерттеудің мақсаты — Сарыарқа

қылшық жүнді құйрықты қойларының өнімділік және биологиялық ерекшеліктерін талдап, олардың ауыл шаруашылығында тиімділігін арттыру. Сонымен қатар, қойлардың өнімділік қасиеттерімен қатар, қанның морфологиялық және биохимиялық көрсеткіштері де зерттелді.

Зерттеу объектісі ретінде Сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қойлары (жаңаарқа сүлесі) алынды. Жұмысты жүргізуде жалпы қабылданған зоотехникалық әдістемелер қолданылды. Қойлардың өнімділігі тірі салмағын және жүннің түсімін анықтау арқылы зерттелді. Сонымен қатар қойлардың гематологиялық көрсеткіштері зерттелді.

Сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қойлары жоғары нәтижелер көрсетті. Экспериментте қолданылған қошқарлар жоғары тірі салмақ көрсеткіштеріне ие болды, бұл «элита» класының тірі салмақ көрсеткіштерінен асып түсті және жүннің түсімі бойынша да жоғары көрсеткіштер көрсетті. Тәжірибеге қолданылған сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қой тұқымының аналықтары, конституциясының беріктілігімен, экстрималды жағдайларға төзімділігімен және жоғары өнімділігімен ерекшеленеді. Жас төлдер жоғары тіршілік қабілетіне ие, ал ересек малдар жоғары ұрықтылықпен және сыртқы қолайсыз факторларға төзімділігімен ерекшеленеді. Қанның морфологиялық құрамы талданғанда, Сарыарқа қойларының реактивтілігі жоғары және олардың селекциялық құндылығына байланысты өзіне тән ерекшеліктері байқалды.

Зерттеу нәтижелері Сарыарқа қылшық жүнді құйрықты қойының (жаңаарқа сүлесі) жоғары өнімділік және биологиялық сипаттамаларға ие екенін растайды, бұл оны Қазақстанда одан әрі өсіру үшін перспективті етеді. Алынған нәтижелер қойлардың Сарыарқа тұқымын ет және жүн өнімділігін арттыру мақсатында асыл тұқымды жұмыстарды жетілдіру және өсіру әдістерін оңтайландыру үшін қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: қылшық жүнді, қошқарлар, аналықтар, гематологиялық көрсеткіш, асыл тұқымдық құндылық, қан сарысуы.

**Sh.Adyllkanova, A.Orakbayeva, T.Sadykulov, B.Sansyzbayeva,
A.Koyshybayev, K.Dosybaev**

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
ainura_manat@mail.ru, sholpan.adyllkanova@kaznaru.edu.kz,
tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, bibigul.19_93@mail.ru, k_azamat-81@mail.ru,
kairat1987_11@mail.ru.

PRODUCTIVE AND SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SARYARKA SHEEP BREED (INTRA-BREED ZHANARKA TYPE)

Abstract

The saryarka fat-tailed coarse-wool sheep breed is one of the widely spread sheep breeds in Kazakhstan, known for its high productivity and good adaptability to various climatic conditions. The objective this study is to analyze productive and biocharacteristics of the saryarka fat-tailed coarse-wool sheep to improve their efficiency in agriculture. In addition to their productive qualities, the study also examined the morphological and biochemical blood parameters of the sheep.

Materials and Methods. The study focused on the saryarka fat-tailed coarse-wool sheep. The research followed standard zootechnical methodologies. The productivity of the sheep was studied by determining live weight and wool clipping. Hematological parameters of the sheep's blood were also analyzed.

The saryarka fat-tailed coarse-wool sheep showed excellent results in terms of productivity. The rams used in the experiment had high live weight indicators, surpassing the minimum live weight required for elite-class animals, as well as superior wool clipping results. Ewes of the saryarka fat-tailed coarse-wool breed used in the experiment were characterized by strong constitution, endurance to extreme conditions, and high productivity. The young animals exhibited high survival rates, while the adult animals demonstrated excellent fertility and resistance to external adverse factors. The analysis of the morphological blood composition showed high reactivity and specific features depending on the breeding value of the animals.

The results of the study confirm that the saryarka fat-tailed coarse-wool sheep possesses high productive and biological characteristics, making it a promising breed for further breeding in Kazakhstan. The results can be used to optimize breeding methods and improve selection work aimed at enhancing the meat and wool productivity of the saryarka breed fat-tailed coarse-wool sheep.

Keywords: coarse wool, rams, ewes, hematological parameter, breeding value, blood serum.

Вклад авторов

ША, АО: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ТС, БС, АК и КД: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи. Работа выполнена за счет собственных средств докторанта

FTAXP 62.09.39

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/08>

*Б.Т.Айтбазар*¹, Л.К.Бунебаева², М.Р.Тойшиманов³.*

*^{1,2} Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ, Қазақстан,
a.bibiraikhan@mail.ru, ms.bupebaeva@mail.ru*

*³Қазақстан-Жапония инновациялық орталығы (ҚЖИО), Алматы қ, Қазақстан,
507957@kaznaru.edu.kz*

ТҮЙЕ СҮТІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ АСПЕКТІСІНДЕГІ САПАЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОЛЫҚТЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстанның оңтүстік өңірінің жеке меншік кәсіпкерлік шаруашылықтан алынған қос өркешті түйенің (*Camelus bactrianus*) сүті жан-жақты сарапталып, оның органолептикалық, физико-химиялық, аминқышқылдық және май қышқылдық құрамы анықталды. Сүт табиғи жағдайда сауылып, үлгілер санитарлық талаптарға сай жағдайда зертханаға жеткізілді. Органолептикалық көрсеткіштер бойынша (түсі, дәмі, иісі, консистенциясы) өнімнің балғын, жоғары сапалы және тұтынуға жарамды екені расталды.

Физико-химиялық зерттеулер нәтижесінде сүт құрамында майлылық 6,0%, ақуыз 3,81%, тығыздығы 1030,9 г/л, ал лактоза мөлшері 4,78% екені анықталды. Бұл түйе сүтінің қоректік және биологиялық құндылығы жоғары өнім екендігін дәлелдейді. Аминқышқылдық талдау барысында 18 аминқышқыл анықталды, олардың ішінде лейцин, гистидин және аргининнің мөлшері жоғары. Аминқышқылдық скор нәтижелері ФАО/ДДСҰ эталондық шкаласымен салыстырылып, кейбір шектеуші аминқышқылдарының (изолейцин, валин, лизин) жетіспейтіндігі анықталды.

Газды хроматография әдісімен май қышқылдарының 30-дан астам түрі тіркеліп, олардың ішінде пальмитин, пентадецен, тридекан және элаидин қышқылдары айтарлықтай жоғары концентрацияда болды. Сондай-ақ, Омега-3 және Омега-6 май қышқылдарының болуы (альфа-линолен, ЭПА, ДГК, линол) бұл өнімнің жүрек-қантамыр, жүйке және иммундық жүйелер үшін пайдалы функционалдық қасиеттерін айғақтайды.

Зерттеу нәтижелері қос өркешті түйенің сүті биологиялық тұрғыда құнды әрі болашақта функционалды тағам өнімдерін өндіруге арналған перспективалы шикізат көзі ретінде қолдануға болатынын көрсетеді.

Кілт сөздер: түйе сүті, аминқышқыл құрамы, май, ақуыз, көмірсу, құрғақ заттар, қышқыл.

Kіріспе

Қазіргі таңда халықтың денсаулығын жақсарту және тамақтану сапасын арттыру мақсатында құрамында биологиялық белсенді және функционалдық компоненттері бар өнімдерге деген сұраныс артып келеді. Осы тұрғыдан алғанда, жануарлар тектес табиғи тағам көздерінің, әсіресе сүттің құрамы мен қасиеттерін терең зерттеу өзекті ғылыми бағыттардың бірі болып саналады[1],[2].

Сүт адам ағзасына қажетті ақуыздар, майлар, көмірсулар, дәрумендер мен минералды элементтердің құнды көзі болып табылады, бұл оның жоғары тағамдық және биологиялық маңызын айқындайды [3],[4]. Әсіресе түйе сүті өзінің айрықшақұрамыменжәнежоғарыбиологиялыққұндылығыменерекшеленеді: оның құрамында жоғары биологиялық құндылығы бар ақуыздар, полиқаньқпаған май қышқылдары, иммундық белсенді заттар мен төмен лактозалы құрылым бар[5],[6]. Бұл ерекшеліктер түйе сүтін тек тағамдық емес, сонымен қатар профилактикалық және емдік мақсатта қолдануға негіз береді[7].

Түйе сүтінің дәстүрлі қолданылуы Қазақстан, Орта Азия және Таяу Шығыс елдерінде ежелден белгілі болғанымен, алайда оның нақты сапалық құрамына – атап айтқанда оның органолептикалық, физико-химиялық, аминқышқылдық және май қышқылдық қасиеттеріне байланысты ғылыми зерттеулер әлі де жеткіліксіз[7],[8].Осыған орай, түйе сүтінің тағамдық және функционалдық құндылығын бағалау – отандық тағам өндірісінде ғана емес, сонымен қатар биотехнология және диетология салаларында да маңызды мәселе болып отыр[9],[10],[11].

Осы мақалада Қазақстанның оңтүстік өңіріндегі жеке меншік шаруашылықта өсірілген қос өркешті түйеден (*Camelus bactrianus*) алынған сүттің құрамына кешенді талдау жүргізілді. Зерттеу барысында органолептикалық қасиеттер, негізгі физико-химиялық көрсеткіштер, аминқышқылдық профиль және май қышқылдарының құрамы заманауи аспаптық әдістермен анықталып[12],зерттеу нәтижелері нақты кестелер және хроматограммалар түрінде берілген. Алынған деректердің интерпретациясы жүргізіліп, халықаралық стандарттармен салыстыру жасалған. Жұмыстың соңында зерттеу нәтижелері негізінде қорытынды тұжырымдар мен практикалық ұсыныстар ұсынылды.

Әдістер мен материалдар

Үлгілер

Түйе сүті «Боз бие» ЖШС жеке кәсіпкерден алынды. Шаруашылықта екі өркешті түйелер өсіріледі. Олар жыл бойы жайылымда бағылады, ал қыстың қақаған күндерінде жергілікті материалдардан жабдықталған қораларға кіргізіледі.Түйелер күніне 2-3 рет сауылады. Сауын уақыты әдетте таңертең және кешке, кейде түсте де жүргізіледі.

Түйе сүтін өңдеудің технологиялық процесі

Сүтті жинау(сау) → Салқындату және тазалау →Гомогенизация →Пастерлеу →Сапа бақылау

Органолептикалық бағалау:

Түйе сүтінің тұтынушылық қасиеттерін бағалау үшін талдаудың органолептикалық әдістері қолданылды. Сынамалар сауылғаннан кейін бірден көлемі 250 мл стерильді ыдыста жүргізілді. Сүт үлгілері зертханаға термиялық қапшықта +4...+6°C температурада 2 сағат бойы жеткізілді. Талдау сол күні жүргізілді.

Органолептикалық бағалау келесі көрсеткіштерді қамтиды: түсі - табиғи жарықта визуалды; консистенциясы – визуалды және тактильді бағалау арқылы; иіс – бөлме температурасында (+20...22°C) қақпақты ашқаннан кейін;Дәмі – гигиеналық нормаларды сақтай отырып, +25°C температурада 10 мл өнімнен дәм тату арқылы.

Бағалау нормативтік сипаттамалар Қазақстан Республикасы Мемлекеттік стандарттарына (мысалы, ҚР СТ 1740-2007 «Түйе сүті. Техникалық шарттар»), сондай-ақ ФАО/ДДСҰ мен ғылыми зерттеулерге сүйене отырыпжүргізілді.

Физико-химиялық құрамды анықтау әдісі

Сүттің негізгі физико-химиялық көрсеткіштері – май, ақуыз, лактоза, тығыздық, құрғақ заттар қалдығы (COMO) және мұздату температурасы – FOSS MilkoScan FT1 инфрақызыл спектрометрі (FOSS Analytical, Дания) көмегімен анықталды. Бұл құрал сүттің құрамындағы әр компоненттің инфрақызыл сәулеленуді сіңіру спектрін өлшеу арқылы құрамдық талдау жүргізеді. MilkoScan FT1 құрылғысы Фурье-түрлендірілген инфрақызыл (FTIR) спектроскопия технологиясына негізделген, бұл әдіс жоғары дәлдікпен және жылдамдықпен ерекшеленеді.

Құралды дайындау: құрылғы іске қосылып, 30 минут ішінде термиялық тұрақтылыққа жеткенше күтіледі. Автоматты өзін-өзі тексеру және калибрлеу режимдері орындалады.

Үлгілерді дайындау: зерттелетін сүт үлгілері 38–42 °C температураға дейін жылытылып, біркелкі араластырылады. Үлгілерде көбік болмауы қажет. Қажет болған жағдайда фильтрация жүргізіледі.

Өлшеу процесі: дайындалған үлгі MilkoScan FT1 құрылғысына орналастырылады. Өлшеу «Raw Milk» немесе «Cow Milk» режимінде жүргізілді. Әр үлгі бойынша талдау 3 рет қайталанып, орташа мәні алынған.

Нәтижелерді тіркеу: құрылғыдан алынған нәтижелер Foss Integrator бағдарламалық жасақтамасы арқылы тіркеліп, Excel форматында сақталды. Дәлдігі: $\leq 1,0\% \cdot CV$, қайталануы $< 0,25\% \cdot CV$, сынақ уақыты (сүт): 30 сек.

Бақылау және сапа кепілдігі. Әр талдаудан бұрын және кейін сапа бақылау үлгілері (құрамы белгілі стандартты сүт) арқылы құралдың дұрыстығы тексерілді.

Аминқышқылдық құрамы мен аминқышқылдық скорды анықтау әдістемесі

Түйе сүтінің аминқышқылдық (АА) құрамы жоғары өнімді сұйық хроматография (HPLC) әдісімен анықталды. Аминқышқылдарды дериватизациялау фенилизотиоцианат (PITC) реагенті көмегімен бағанға дейінгі кезеңде жүргізілді.

Хроматографиялық талдау Shimadzu Prominence LC-20 жүйесінде (Шимадзу, Жапония) жүзеге асырылды. Жүйе автосынағыштармен (SIL-20AD, SIL-20AC), дегазатормен (DGU-20A5), УК детекторымен (SPD-20A), флуоресценттік детектормен (RF-10AXL) және колонна пешімен (CTO-20A), сондай-ақ LCsolution бағдарламалық қамтуымен жабдықталған. Аминқышқылдарды бөлу үшін Thermo Hypersil GOLD C18 HPLC колоннасы (150 мм × 4 мм, 5 мкм) қолданылды. УК детекция 254 нм толқын ұзындығында жүзеге асырылды. Жылжымалы фаза ағынының жылдамдығы 0,8 мл/мин құрады, ал толық хроматографиялық циклдің ұзақтығы — 43 минут. Жылжымалы фазалар ретінде келесілер пайдаланылды: А фазасы: 99% HPLC маркалы ацетонитрил және 1% сірке қышқылы; В фазасы: 99,9% HPLC маркалы су, 0,1% сірке қышқылы және 0,1 М натрий ацетаты.

Барлық буфер ерітінділері 0,2 мкм сүзгі арқылы сүзіліп, алдын ала газсыздандырылды.

Үлгілер келесідей дайындалды: 1000 мкл көлеміндегі 1 М HCl құрамындағы сүт үлгісі 110 °C температурада 13 сағат бойы гидролизденді. Кейіннен үлгі вакуумда кептіріліп, 150 мкл 0,1 М NaOH, 50 мкл дейонизацияланған су және 350 мкл PITC реагент қоспасымен (пропанол/PITC/TEA [8:1:1, v/v/v]) бөлме температурасында 30 минут реакцияға ұшыратылды. Реакция соңында реагент вакуумда жойылып, үлгі 1,5 мл деионизацияланған суда ерітіліп, 0,45 мкм сүзгі арқылы сүзілген соң HPLC жүйесіне енгізілді.

Амин қышқылының концентрациясы бастапқыда мкг/мл-мен өлшенді, содан кейін тамақ өнімдерінің стандартты өлшем бірлігі болып табылатын мг/100 г-ға айналдырылды. Ол 2 кестеде көрсетілген. мг/100 г-ға айналдыру мына формула бойынша орындалады:

$$\text{мг/100 г} = (\text{мкг/мл} \times 0,1)$$

Түйе сүтіндегі триптофанның сапалық құрамын анықтау үшін қағаздық хроматография әдісі қолданылды. Зерттеу үлгісі ретінде 10 мл түйе сүті пайдаланылды. Ол 15 мл көлемді конусты центрифугалық түтікке құйылып, майсыздандыру мақсатында 6000 айн/мин жылдамдықта 15 минут бойы центрифугаланды. Центрифугалау нәтижесінде пайда болған үстіңгі май қабаты мұқият алынып тасталды. Майсыздандырылған сүтке тең көлемде 10 % трихлорсірке қышқылы (ТСА) қосылып, нәтижесінде соңғы концентрациясы 5 % құрады. Қышқыл қосылғаннан кейін ақуыздар тұндырылып, қоспа қайта центрифугаланды. Алынған

супернатант аминқышқылдық талдау жүргізу үшін пайдаланылды. Анализ үлгісінің 5–10 мкл көлемі микропипетка арқылы Whatman № 1 сүзгі қағазының төменгі жиегінен 2 см жоғары жеріне нүкте түрінде тамызылып, кептірілді. Қатарында стандартты триптофан ерітіндісі де дайындалып қойылды. Хроматография процесі үшін қозғалмалы фаза ретінде бутанол : сірке қышқылы : су (12:5:3, көлемдік қатынасында) жүйесі қолданылды. Сүзгі қағазы тік күйде хроматографиялық шыны камераға орналастырылып, бір реттік көтерілу әдісімен дамытылды. Дамыту процесі аяқталған соң хроматограмма алдымен 0,2 М SnCl₂ реагентімен өңделіп, 110 °С температурада 6 минут бойы кептірілді. Кейіннен хроматограммаға 0,31 % нингидрин ерітіндісі себіліп, қайтадан 110 °С-та 5 минут қыздырылды. Нәтижесінде триптофан күлгін-көк түсті дақ түрінде көрініп, анықтау стандартты ерітіндімен салыстыру арқылы жүргізілді.

Түйе сүті ақуыздарының биологиялық құндылығын бағалау үшін ФАО/ДДСҰ шкаласы негізінде өнімдегі алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамын олардың адамдарға ұсынылатын нормаларымен салыстыратын аминқышқылдық скор көрсеткіші АҚК (%), пайдаланылады. $АҚК(\%) = (1 \text{ г өнім ақуызындағы амин қышқылының мөлшері} / \text{ФАО/ДДСҰ бойынша ұсынылған мазмұн}) \times 100$.

1 г ақуызға аминқышқылдарының мг-ға айналуы. 100 г түйе сүтінде белок көлеміне сүйене отырып біз мг/г ақуыздағы аминқышқылдарының концентрациясын қайта есептейміз: мг/г ақуыз (мг/100 г ÷ белок мөлшері).

Түйе сүтінің май қышқылдық құрамын анықтау

1. Сүт майын экстракциялау: Түйе сүтіндегі липидтер Folch әдісі (Folch et al., 1957) бойынша экстракцияланды: 10 мл сүт 20 мл хлороформ-метанол (2:1, v/v) қоспасымен араластырылып, 30 минут бөлме температурасында шайқалды. Қоспаға 5 мл дистилденген су қосылып, фазалық бөліну үшін 2 сағатқа қалдырылды. Төменгі хлороформ фазасы (липидтер бар) бөлініп алынды және азот ағынында буландырып кептірілді.

2. Метил эфирлерін (FAMES) дайындау. Сүт майындағы май қышқылдарын метил эфирге айналдыру үшін келесі процедура қолданылды: Құрғақ липидтерге 2 мл 0.5 М NaOH метанолдағы ерітіндісі қосылып, 70 °С температурада 10 минут бойы қыздырылды (гидролиз). Одан кейін 2 мл 14% борфторқышқылды метанол (BF₃–метанол) қосылып, тағы 10 минут қыздырылды (метилдендіру). Қоспаға 2 мл гексан және 5 мл қаныққан NaCl ерітіндісі қосылып, қатты шайқалды. Жоғарғы гексан фазасы (FAMES бар) бөлініп алынып, 2 мл көлемде GC талдауға пайдаланылды.

3. Газдық хроматографиялық талдау (GC–FID). Анализ Shimadzu GC-2010 Plus газдық хроматографында, пламенно-ионизациялық детектормен (FID) жабдықталған жүйеде жүргізілді: Колонка: CP-Sil 88 (100 м × 0.25 мм × 0.20 мкм); Тасымалдаушы газ: Гелий (ағын жылдамдығы 1.0 мл/мин); Инжектор температурасы: 250 °С; Детектор температурасы: 260 °С; Инъекция көлемі: 1 мкл (сплит режимі: 50:1); Температуралық бағдарлама: бастапқы 120 °С – 2 мин; 10 °С/мин жылдамдықпен 180 °С дейін; 2 °С/мин жылдамдықпен 220 °С дейін, 10 мин ұсталады.

4. Май қышқылдарын анықтау және сандық есептеу: Май қышқылдары стандартты FAME қоспасымен (Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich) салыстыру арқылы идентификацияланды. Әрбір май қышқылының мөлшері жалпы FAMES құрамындағы салыстырмалы үлесі (%) ретінде есептелді.

5. Нәтижелерді өңдеу және сапа бақылауы: Барлық үлгілер үш қайталымда талданды. Орташа мән мен стандартты ауытқу есептеліп, ANOVA арқылы дисперсиялық талдау жүргізілді. Қайталанушылық пен дәлдікті тексеру үшін бақылау үлгілері қолданылды.

Нәтижелер және талқылау

Түйе сүтінің органолептикалық талдауының нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1-Түйе сүтінің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Зерттеу нәтижесі	НҚ талаптары	НҚ
Түсі	Ақ түсті,біркелкі	Ақ немесе сарғыштау, біркелкі, тұнбасыз	ҚР СТ 1740-2007
Консистенциясы	Біртекті, сұйық, тұнбасыз	Біртекті, тұнбасыз, жеңіл тұтқырлықта	ҚР СТ 1740-2007
Иісі	Сүт тәрізді, бөгде иіссіз	Өзгеше иіссіз, сүтке тән табиғи иіс	ҚР СТ 1740-2007
Дәмі	Тәтті, таза, аздап тұзды	Жеңіл тәтті, сәл тұзды дәм, бөгде дәм болмауы тиіс	ҚР СТ 1740-2007
Жалпы әсер	Жаңа сауылған сүттің талаптарына сәйкес келеді	Жаңа сауылған, табиғи, жағымды дәм мен иіс сипаттамасына сай	ҚР СТ 1740-2007

Зерттеу нәтижесі түйе сүтінің органолептикалық қасиеттері оның жоғары сапасы мен балғындығын растады. Аздап кремді реңктері бар ақ түс майдың жоғары екендігін, біркелкі консистенция механикалық қоспалардың және ақуыз коагуляциясының жоқтығын көрсетеді. Сүт тәрізді иіс пен бөтен дәмсіз таза дәм балғындық пен дұрыс сақтауды растайды. Тәтті дәм лактозаның жоғары болуына байланысты, ал тұзды ноталар түйе сүтіне тән.

Түйе сүтінің физико-химиялық көрсеткіштері

Түйе сүтінің физико-химиялық көрсеткіштерінің нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2-Түйе сүтінің физико-химиялық көрсеткіштері (100 г өнімдегі орташа мәндер)

Құрамы	Зерттеу нәтижесі
Майлылығы(%)	6±0
Ақуыз(%)	3,81±0,01
Құрғақ майсызданған сүт қалдығы(%)	9,1±0,02
Құрғақ зат(%)	15,8±0
Лактоза(%)	4,78±0,01
Лактоза төменгі(%)	3,85±0,1
Галактоза(%)	0,45±0
Глюкоза(%)	0,36±0,01
Қату температурасы $m^{\circ}C(m^{\circ}C)$	688,5±0,8
Қату температурасы $^{\circ}C(^{\circ}C)$	-0,689±0,001
Қышқылдылық $^{\circ}Dornic(^{\circ}D)$	25,05±0,06
Қышқылдылық $^{\circ}SH(^{\circ}SH)$	10,96±0,05
Қышқылдылық $^{\circ}TH(^{\circ}TH)$	28,56±0,14
Сүт қышқылы(%)	0,25±0,001
Тығыздығы(g/L)	1030,9±0,1
Лимон қышқылы(%)	0,06±0,00
Май қалдықтары(mmol/kg)	0,045±0,035
Мочевина(mg/dL)	49,89±0,2
Мочевина(mg/L)	498,94±2
Казеин(%)	2,41±0

Түйе сүтінің құрамына жүргізілген талдау оның бірқатар ерекше қасиеттерін анықтады:Түйе сүті майға бай (6,0%), бұл оның жоғары калориялылығын дәлелдейді. Ақуыз мөлшері (3,81%) мен казеин (2,41%) биологиялық белсенділікке және құрылымдық функцияларға қажеттілікке жауап береді. Лактоза деңгейі (4,78%) сиыр сүтіне ұқсас, бірақ қарапайым қанттардың (глюкоза, галактоза) болуы сүттің метаболизмдік тиімділігін арттырады. Құрғақ қалдықтар (15,8%) мен тығыздық (1030,9 г/л) технологиялық артықшылықтарды қамтамасыз етеді. Қышқылдықтың барлық көрсеткіштері өнімнің балғындығын және ашытуға бейімділігін айғақтайды. Минералды құрамның тұрақтылығы (мочевина, лимон қышқылы) физиологиялық қалыптылықты көрсетеді. Қату температурасы стандартқа сай, бұл сүттің сумен араластырылмағанын дәлелдейді.

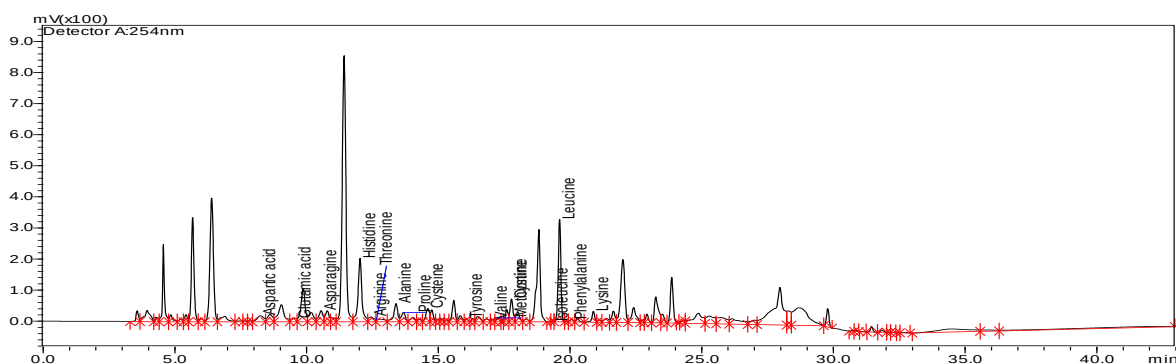
Түйе сүтінің аминқышқылдық құрамы мен аминқышқылдық скор

Түйе сүтінің аминқышқылдарының құрамыз кестеде келтірілген.

Кесте 3-Түйе сүтінің аминқышқылдарының құрамы (мг/100 г)

Амин қышқылдары	Түйесүті концентрация, мкг/мл	Зерттеу нәтижесі мг/100 г
Аспарагин қышқылы (Asp)	241,997	24,20
Глутамин қышқылы (Glu)	85,511	8,55
Серин (Ser)	128,248	12,82
Аспарагин (Asn)	206,110	20,61
Гистидин (His)	906,752	90,68
Аргинин (Arg)	190,096	19,01
Треонин (Thr)	74,479	7,45
Аланин (Ala)	172,228	17,22
Пролин (Pro)	45,471	4,55
Цистеин (Cys)	46,078	4,61
Тирозин (Tyr)	37,988	3,80
Валин (Val)	31,423	3,14
Метионин (Met)	69,388	6,94
Цистин (Cystine)	370,171	37,02
Изолейцин (Ile)	0,383	0,04
Лейцин (Leu)	1317,035	131,70
Фенилаланин (Phe)	38,309	3,83
Лизин (Lys)	113,433	11,34

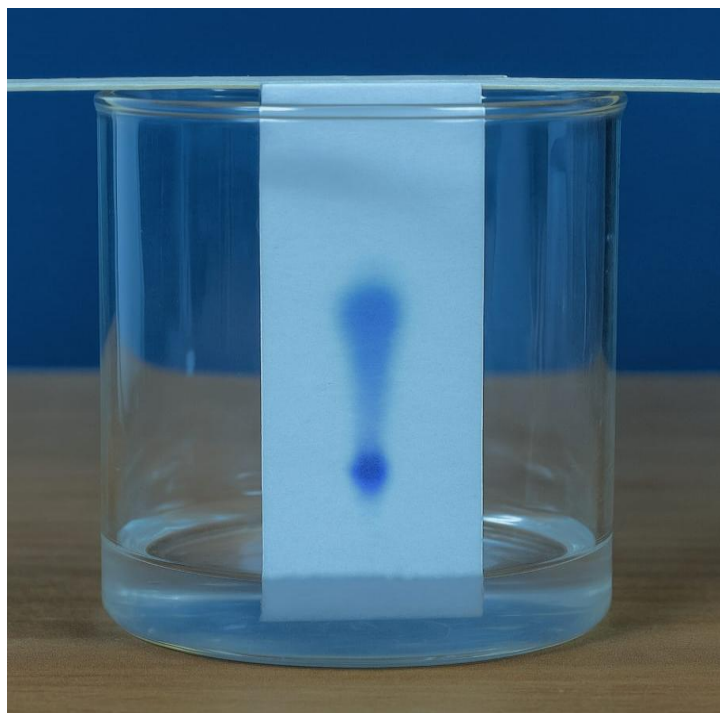
Алынған мәліметтер түйе сүтінің ауқымды аминқышқылдар спектрімен ерекшеленеді. Лейцин мөлшері айтарлықтай жоғары (131,70 мг/100 г), бұл бұлшықет өсуін ынталандырады. Гистидиннің молдығы (90,68 мг/100 г) балалар үшін ерекше құнды. Аспарагин және глутамин қышқылдары метаболикалық белсенділіктің көрінісі. Цистин мен аланиннің болуы қалпына келу процестерін қолдайды. Валин мен изолейцин деңгейінің төмендігі сүттің шектеулі аминқышқылдық сипатын көрсетеді.



Сурет 1-мг/100 г түйе сүтінің аминқышқылдарының хроматограммасы

Сүт ақуыздарының хроматографиялық бөлу кезінде түйе сүтінен 18 аминқышқылын анықталды,оның 7 маңызды және 11 маңызды емес аминқышқылдары.

Түйе сүтін зерттеу барысында оның құрамынан триптофан аминқышқылы анықталмады. Алайда, бұл оның сүт құрамында болмауын білдірмейді. Оның анықталмауы қолданылған талдау әдісінің осы аминқышқылды айқындау мүмкіндігінің шектеулі болуымен түсіндіріледі. Сондықтан триптофанның нақты мөлшерін анықтау үшін оны анықтауға бейімделген арнайы аналитикалық әдістерді қолдану қажет.



Сурет 2 – Түйе сүтінің ақуыз гидролизатындағы триптофанның қағаздық хроматографиясы

Түйе сүтінің ақуыз гидролизатындағы триптофан қағаздық хроматография әдісі арқылы анықталды. Хроматограммада стандартты триптофан үлгісіне сәйкес келетін күлгін-көк түсті дақтың пайда болуы түйе сүтінде триптофан аминқышқылының бар екенін сапалық тұрғыдан дәлелдеді.

Түйе сүтінің аминқышқылының скор көрсеткіші 4-ші кестедекелтірілген.

Кесте 4-Түйе сүтінің аминқышқылының скор көрсеткіші

Аминқышқылы	Зерттеу нәтижесі ақуыз, мг/г	Шкала ФАО/ ДДСҰ, мг/г	АҚК (%)
Валин	0,82	39	2,1
Изолейцин	0,010	30	0,03
Лейцин	34,57	59	59
Лизин	2,97	45	6,6
Метеонин+цистин	11,54	22	52
Фенилаланин+тирозин	1,96	38	5,2
Треонин	1,96	23	8,5
Триптофан	-	6,6	-

ФАО/ДДҰ шкаласы негізінде аминқышқылдық балды есептеу түйе сүті ақуызының биологиялық құндылығын бағалауға мүмкіндік берді. Жүргізілген талдау нәтижесінде түйе сүті ақуызындағы изолейцин (0,03%), лизин (6,6%), валин (2,1%) және фенилаланин мен тирозиннің жиынтығы (5,2%) көрсеткіштері ФАО/ДДҰ ұсынған референттік мәндерден едәуір төмен екені анықталды. Бұл деректер түйе сүті ақуызының аминқышқылдық құрамы бойынша теңгерімсіздігін және соған сәйкес оның салыстырмалы түрде төмен биологиялық құндылығын көрсетеді. Атап айтқанда, ең төменгі мән изолейцин аминқышқылына тиесілі болды.

Түйе сүтінің май қышқылдық құрамын анықтау

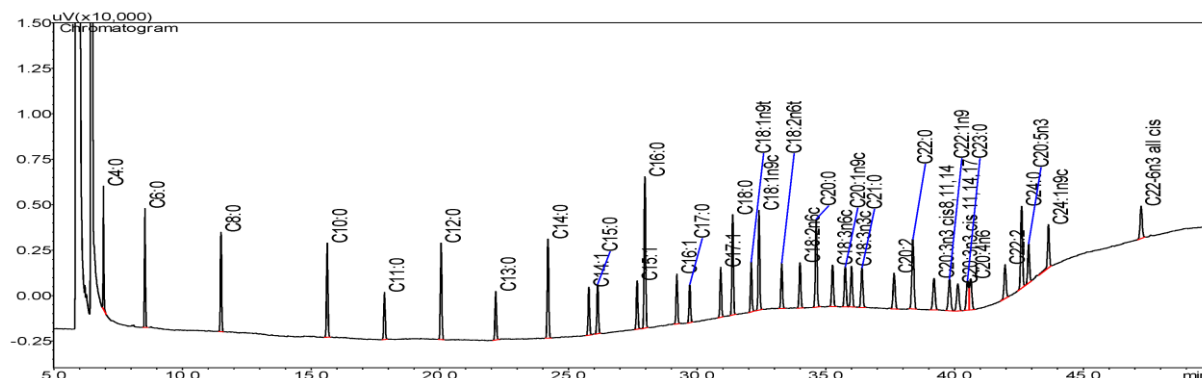
Май қышқылы концентрациясының алынған мәндері мкг/мл-де көрсетілген. Нәтижелер 5-кестеде берілген.

Кесте 5-Түйе сүтінің май қышқылдық құрамы (Газды хроматография деректері бойынша)

Май қышқылы	Зерттеу нәтижесі мкг/мл
C4:0 Май қышқылы (Бутирқышқылы)	103,2669
C6:0 Капрон қышқылы	209,9253
C8:0 Каприл қышқылы	171,9118
C10:0 Каприн қышқылы	171,6651
C11:0 Ундекан қышқылы	23,98517
C12:0 Лаури қышқылы	1039,006
C12:1 Лауролеин қышқылы	85,56077
C13:0 Тридекан қышқылы	11851,22
C14:0 Миристин қышқылы	4392,466
C14:1 Миристолеин қышқылы	1793,462
C15:0 Пентадекан қышқылы	657,3979
C15:1 Пентадецен қышқылы	27679,89
C16:0 Пальмитин қышқылы	11269,85
C16:1 Пальмитолеин қышқылы	670,0177
C17:0 Маргарин қышқылы	990,2111
C17:1 Гептадецен қышқылы	7622,418
C18:0 Стеарин қышқылы	1099,72
C18: 1n9t Элаидин қышқылы	23594,34
C18: 1n9c Олеин қышқылы	630,2575
C18: 2n6t Линолқышқылы (транс)	1617,78
C18: 2n6c Линолқышқылы (Омега-6)	178,6709
C18: 3n6 Гамма-линоленқышқылы	272,2372
C18: 3n3 Альфа-линолен қышқылы (Омега-3)	655,3903
C20:0 Арахинқышқылы	339,7293
C20:1 Гейнецинқышқылы	50,54048
C20:2 Эйкозодиенқышқылы	47,38337
C20: 3n6 Дигомо-гамма-линоленқышқылы	10,77637
C20: 3n3 Эйкозатриенқышқылы (Омега-3)	114,3956
C20: 4n6 Арахидон қышқылы	46,87677
C20 5n3: Эйкозопентаен қышқылы (ЕРА)	171,115
C22:0 Бегенқышқылы	20,01263
C22:1n9 Эрукқышқылы	201,9621
C22:6n3 Докозагексаен қышқылы (DHA)	22,74021

Түйе сүтінің май қышқылдық құрамы бай әрі алуан түрлі болып келеді. Май қышқылдарының арасында пентадецен қышқылы (C15:1 – 27679,89 мкг/мл, жалпы мөлшердің 26,80%), тридекан қышқылы (C13:0 – 11851,22 мкг/мл, 11,48%) және пальмитин қышқылы (C16:0 – 11269,85 мкг/мл, 10,92%) басым, олар негізгі май қышқылдары ретінде ерекшеленеді. Қанықпаған май қышқылдары арасында элаидин (транс-олеин) қышқылы (C18:1n9t – 23594,34 мкг/мл, 22,85%) мен миристолеин қышқылы (C14:1 – 1793,46 мкг/мл, 1,74%) айтарлықтай үлеске ие, бұл түйе сүтіндегі майдың қарқынды метаболизмдік белсенділігін көрсетеді. Маңызды полиқанықпаған май қышқылдары – линол (омега-6) (C18:2n6c – 178,67 мкг/мл, 0,17%), альфа-линолен (омега-3) (C18:3n3 – 655,39 мкг/мл, 0,63%), эйкозопентаен (ЕРА) (C20:5n3 – 171,12 мкг/мл, 0,17%) және докозагексаен (DHA) (C22:6n3 – 22,74 мкг/мл, 0,02%) кездеседі. Бұл қышқылдар жүрек-қан тамырлары, жүйке және иммундық жүйелердің қалыпты қызметін қамтамасыз ету үшін түйе сүтінің маңызды функционалдық қасиеттерін айқындайды.

Түйе сүтінің май қышқылдық құрамында екі транс-май қышқылы анықталды: C18:1n9t (элаидин қышқылы) – 23 594,34 мкг/мл және C18:2n6t (транс-линол қышқылы) – 1617,78 мкг/мл. Олардың жоғары концентрациясы липидтік алмасуға теріс әсер етіп, жүрек-қан тамыр патологияларының даму қаупін арттыруы мүмкін. Сондықтан түйе сүтінің тағамдық құндылығын бағалауда транс-май қышқылдарының мөлшерін ескеру маңызды.



Сурет 3-CP-Sil 2560 жоғары полярлы капиллярлық бағанында талданған 33 компонентті май қоспасы стандартының ГХ хроматограммасы

Сонымен, түйе сүтінің май қышқылдық құрамы оның денсаулыққа жағымды әсер ететін бағалы май қышқылдары бар екенін көрсетті.

Қорытынды

1.Түйе сүтінің құрамына кешенді талдау жүргізіліп, оның органолептикалық,физио-химиялық көрсеткіштері, аминқышқылдық құрамы, аминқышқылдық скоры (АҚК) және май қышқылдық құрамы анықталды.Сүттің органолептикалық көрсеткіштері (иісі, түсі, консистенциясы, дәмі) санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес келді, бұл өнімнің тұтынуға жарамды әрі сапалы екенін көрсетті.

2.Физико-химиялық зерттеу нәтижесінде түйе сүтінің құрамында ақуыз (3,81%), май (6,0%), лактоза (4,78%) мен тығыздығы (1030,9 г/л) жоғары екендігі анықталды. Бұл көрсеткіштер оның қоректік әрі биологиялық құндылығы жоғары өнім екенін көрсетті.

3.Аминқышқылдық талдау барысында сүт құрамында 18 аминқышқыл анықталды. Алайда АҚК көрсеткіші бойынша, әсіресе изолейцин (0,03%), лизин (6,6%), фенилаланин мен тирозин (5,2%) жеткіліксіз мөлшерде.Триптофан тек сапалық тұрғыда анықталды. Бұл түйе сүтінің ақуызының шектеулі биологиялық толықтығын білдіреді, сондықтан тағамдық рационын функционалдық тұрғыдан жетілдірудің тиімді жолдарының бірі ретінде ферментация процесі арқылы алмастырылмайтын амин қышқылдарының құрамын арттыру қажеттігін көрсетеді.

4.Май қышқылдық талдау нәтижесінде түйе сүтінде 30-дан астам май қышқылы анықталып, олардың ішінде пальмитин (C16:0), пентадецен (C15:1), тридекан (C13:0) және элаидин (C18:1n9t) қышқылдары жоғары мөлшерде табылды. Сонымен қатар Омега-3 және Омега-6 май қышқылдары (α -линолен, ЭПА, ДГК, линол) бар екендігі бұл өнімнің функционалды тағам ретінде қолданылуға болатынын көрсетті және оның болашағын айқындайды.Кейбір шектеулеріне қарамастан, оның ерекше құрамы алдағы уақытта түйесүтінен биотехнологиялық жолмен ферменттелген өнімдер алу бағытында ғылыми жұмыстарды жалғастыру ұсынылады.

Алғыс айту. Осы зерттеу жұмысын жүргізуге белсенді қатысқан «Боз бие» шаруа қожалығының және ҚазҰАЗУ «Агротехникалық Хаб» мамандарына шын жүректен алғысымызды білдіреміз.

Әдебиеттер тізімі

1. Т.Боранбаева, А.Карахан, Ж.Сүлейменова, Ж.Досимова, М.Тойшиманов. Алматы және Жамбыл облыстарының шаруашылықтарында бие сүтінің физикалық-химиялық қасиеттеріне лактация сатыларының әсері//Ізденістер, нәтижелер-Зерттеулер, нәтижелері.2024. - № 2 (102).-С. 15-28 [https://www.researchgate.net/publication\[in Russian\]](https://www.researchgate.net/publication[in Russian]).

2.К.Махмаден,А.Серикбаева,Г.Паритова, А.Слямова. Физико-химиялық көрсеткіштерді зерттеу арқылы бие сүтінің қауіпсіздігін бағалау//Ізденістер, нәтижелер - Зерттеулер,

нәтижелер.-2023.-№2(98).-43-50.

<https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/151>[in Russian].

3.Қ.С.Кулажанов,Н.А.Аралбаев,Ф.Т.Диханбаева,А.Д.Серікбаева,Ю.А.Юсоф.Сублимациялық кептіру әдісімен алынған құрғақ түйе сүтінің ерігіштігі мен тығыздығын зерттеу//Алматы технологиялық университетінің хабаршысы.-2020.-№3 (124).С.47-51. <https://sciup.org/issledovanie-rastvorimosti-i-plotnosti-suhogo-verbljuzhego-moloka-poluchennogo-140245886>[in Russian].

4.Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data // Journal of Food Composition and Analysis. – 2020. – Vol. 22, No. 2. – P. 95–101. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.09.008> [in English].

5. Boukova R., Balabanova T., Mollov P., Balabanov A. Camel milk composition // BIO Web of Conferences. 2025. Vol. 170, article 01007. DOI:10.1051/bioconf/202517001007[in English].

6. Н.А.Жижин, Сүт және сүт өнімдеріндегі май қышқылдарын тұрақты талдау үшін «жылдам» газды хроматография әдісін қолдану//Вестник ВГУИТ. – 2020. - Т. 82. № 1. - 164-168 С. [in Russian].

7. Қ.Қ. Қасымов, Б.К. Әсенова, Г.Н. Нұрымхан, Н.Р. Муслимова.Қышқыл сүт өнімдері, олардың сапасын бағалау//Қазақстан ғылымының жаңалықтары 2020. – №1. – 300–303 https://shakarim.edu.kz/upload/science/conference/document_1653643837[in Russian].

8. S. Abbas, A. Hifsa, N. Aalia, L. Lubna. Physico-chemical analysis and composition of camel milk // *International Research*, 2022, Vol. 2, No. 2, pp. 85–98 [in English].

9. Х.Ш.Юнусходжаева, Қ.О.Додаев. «Ешкі және түйе сүтінің физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу». «Жаңа Өзбекстанда реформалар жүргізуде қазіргі заманғы ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану» тақырыбындағы Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның ғылыми мақалалар жинағы 27-29 қазан, 2021 жыл Андижан, Өзбекстан - 244-246[in Russian].

10. K. Jilo, D. Tegegne. Chemical composition and medicinal values of camel milk // *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 2020, Vol. 4, No. 4, pp. 13–25. DOI: 10.20431/2349-0365.0404002 [in English].

11.T. Boranbayeva, A. G. Karahan, M. Toishimanov, D. Zhalelov, A. Bolat. Effects of seasonal and regional variations on the bacterial and fungal biodiversity of mares' milk and koumiss in the Almaty and Zhambyl regions of Kazakhstan // *International Dairy Journal*. 2025. Vol. 169, article 106331. DOI: 10.1016/j.idairyj.2024.106331 [in English].

12.M. Toishimanov, O. Zhanten, R. Kanat, I. Beishova, V. Ulyanov, T. Assanbayev, T. Sharapatov, D. Daurov, A. Daurova, Z. Sapakhova, A. Nametov, M. Shamekova. The Effects of the Lactation Period, Mare Age, and Foaling on the Chemical and Physical Composition of Milk from Kazakh Mares Kept Under Natural Pasture Conditions // *Animals*. 2025. Vol. 15, no. 12, article 1817. DOI: [10.3390/ani15121817](https://doi.org/10.3390/ani15121817) [in English].

References

1. T.Boranbaeva, A.Karakhan, Zh.Süleimenova, Zh.Dosimova, M.Toishimanov. Almaty zhäne Zhambyl oblystarynyň sharuaşylyktarynda bie sütüniň fizikalyk-khimiyalyk qasietterine laktatsiya satylarynyň äseri // Izdenister, nätizheler-Zertteuler, nätizheleri. 2024. - № 2 (102). - S. 15–28. <https://www.researchgate.net/publication> [in Russian].

2. K.Makhmaden, A.Serikbaeva, G.Paritova, A.Sljamova. Fiziko-khimiyalyk körsetkishterdi zertteu arqyly bie sütüniň qauipsizdigin baғalau // Izdenister, nätizheler - Zertteuler, nätizheleri. – 2023. – № 2 (98). – S. 43–50. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/151> [in Russian].

3.Q.S.Kulazhanov, N.A.Aralbaev, F.T.Dikhanbaeva, A.D.Serikbaeva, Yu.A.Yusuf. Sublimatsiyalyqkeptiruädisimenalynghanqūrğaqtüiesütüniñerigishtigi men tyğyzydyğyzertteu // Almaty tekhnologiyalyquniversitynıñkhabarsysy. – 2020. – № 3 (124). – S. 47–51. <https://sciup.org/issledovanie-rastvorimosti-i-plotnosti-suhogo-verbljuzhego-moloka-poluchennogo-140245886> [in Russian].

4. Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2020. – Vol. 22, No. 2. – P. 95–101. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.09.008> [in English].
5. Boukova R., Balabanova T., Mollov P., Balabanov A. Camel milk composition // *BIO Web of Conferences*. 2025. Vol. 170, article 01007. DOI:10.1051/bioconf/202517001007 [in English].
6. N.A. Zhizhin. Süt zhäne süt önimderindegi mai qyshqyldaryn turaqty taldaу üshin «zhyl dam» gazdy khromatografiya әdisin qoldanu // *Vestnik VGUI*. – 2020. – T. 82. – № 1. – S. 164–168. [in Russian].
7. Q.Q. Qasymov, B.K. Äsenova, G.N. Nürymkhan, N.R. Muslimova. Qyshqylsütönimderi, olardyn sapasyn baғalau // *Qazaqstan ғылымның zhanalyqtary*. – 2020. – № 1. – S. 300–303. https://shakarim.edu.kz/upload/science/conference/document_1653643837 [in Russian].
8. S. Abbas, A. Hifsa, N. Aalia, L. Lubna. Physico-chemical analysis and composition of camel milk // *International Research*, 2022, Vol. 2, No. 2, pp. 85–98 [in English].
9. Kh.Sh. Yunuskhodzhaeva, Q.O. Dodaev. "Eshki zhäne tüie sütinin fizikalik-khimiyalyk qasiyterin zertteu" // "Zhaңa Özbekstanda reformalar zhürgizude qazirgi zamangy aqparattyq-kommunikatsiyalyq tekhnologiyalar dy qoldanu" taqyrybyndagy Khalyqaralyq ғылыми-praktikalyq konferentsiyanyn ғылыми maqalalar zhinaghy. – 27–29 qazan, 2021 zhyl, Andizhan, Özbekstan. – S. 244–246. [in Russian].
10. K. Jilo, D. Tegegne. Chemical composition and medicinal values of camel milk // *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 2020, Vol. 4, No. 4, pp. 13–25. DOI: 10.20431/2349-0365.0404002 [in English].
11. T. Boranbayeva, A. G. Karahan, M. Toishimanov, D. Zhalelov, A. Bolat. Effects of seasonal and regional variations on the bacterial and fungal biodiversity of mares' milk and koumiss in the Almaty and Zhambyl regions of Kazakhstan // *International Dairy Journal*. 2025. Vol. 169, article 106331. DOI: 10.1016/j.idairyj.2024.106331 [in English].
12. M. Toishimanov, O. Zhanten, R. Kanat, I. Beishova, V. Ulyanov, T. Assanbayev, T. Sharapatov, D. Daurov, A. Daurova, Z. Sapakhova, A. Nametov, M. Shamekova. The Effects of the Lactation Period, Mare Age, and Foaling on the Chemical and Physical Composition of Milk from Kazakh Mares Kept Under Natural Pasture Conditions // *Animals*. 2025. Vol. 15, no. 12, article 1817. DOI: [10.3390/ani15121817](https://doi.org/10.3390/ani15121817) [in English].

Б.Т. Айтбазар^{*1}, Л.К. Бунебаева², М.Р. Тойшиманов³

^{1,2}Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, a.bibiraikhan@mail.ru, ms.bupebaeva@mail.ru

³Казахстанско-Японский инновационный центр (КЯИЦ), г. Алматы, Казахстан, 507957@kaznaru.edu.kz

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА В АСПЕКТЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Аннотация

В статье представлено комплексное исследование молока двугорбого верблюда (*Camelus bactrianus*), полученного из частного фермерского хозяйства южного региона Казахстана. Образцы молока были получены в естественных условиях и доставлены в лабораторию с соблюдением санитарных требований. Органолептические показатели (цвет, вкус, запах, консистенция) подтвердили свежесть, высокое качество и пригодность продукта к употреблению.

По результатам физико-химического анализа было установлено содержание жира - 6,0%, белка - 3,81%, плотность - 1030,9 г/л, лактозы - 4,78%, что свидетельствует о высокой пищевой и биологической ценности верблюжьего молока. Аминокислотный анализ выявил 18 аминокислот, среди которых отмечены высокие уровни лейцина, гистидина и аргинина. Расчёт аминокислотного скор на основе эталонной шкалы ФАО/ВОЗ показал недостаток некоторых ограничивающих аминокислот (изолейцин, валин, лизин).

Методом газовой хроматографии было идентифицировано более 30 жирных кислот, включая пальмитиновую, пентадеценую, тридекановую и элаидиновую, с высокой концентрацией. Присутствие Омега-3 и Омега-6 жирных кислот (альфа-линоленовая, EPA, DHA, линолевая) подтверждает функциональные свойства молока и его пользу для сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем.

Результаты исследования свидетельствуют о высокой биологической ценности молока двугорбого верблюда и его потенциале в качестве перспективного сырья для производства функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: верблюжье молоко, аминокислотный состав, жир, белок, углеводы, сухое вещество, кислотность.

B.T. Aitbazar*¹, L.K. Bupebayeva¹, M.R. Toishimanov².

¹Kazakh national agrarian research university, Almaty, Kazakhstan, a.bibraikhan@mail.ru, ms.bupebaeva@mail.ru

² Kazakhstan-Japan innovation center (KJIC), Almaty, Kazakhstan, 507957@kaznaru.edu.kz

STUDY OF THE NUTRITIONAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL COMPLETENESS OF CAMEL MILK IN TERMS OF NUTRITIONAL VALUE

Abstract

This study presents a comprehensive analysis of the milk of the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), obtained from a private farm located in the southern region of Kazakhstan. The milk was collected under natural conditions and delivered to the laboratory in accordance with sanitary standards. Organoleptic evaluation (color, taste, smell, consistency) confirmed the product's freshness, high quality, and suitability for consumption.

Physicochemical analysis revealed a fat content of 6.0%, protein - 3.81%, density - 1030.9 g/L, and lactose - 4.78%, confirming the milk's high nutritional and biological value. Amino acid profiling identified 18 amino acids, with significant amounts of leucine, histidine, and arginine. Amino acid score calculations based on the FAO/WHO reference scale showed a deficiency in some limiting amino acids (isoleucine, valine, lysine).

Gas chromatography detected over 30 fatty acids, with high concentrations of palmitic, pentadecenoic, tridecanoic, and elaidic acids. The presence of essential Omega-3 and Omega-6 fatty acids (alpha-linolenic, EPA, DHA, linoleic) highlights the functional properties of camel milk and its benefits for cardiovascular, nervous, and immune systems.

Overall, the findings confirm the biological value of Bactrian camel milk and its potential as a promising raw material for the production of functional dairy products

Keywords: camel milk, amino acid composition, fat, protein, carbohydrates, drymatter, acidity.

Вклад авторов:

Б.Т. Айтбазар: Концептуализация; Курирование данных; Расследование; Методология; Ресурсы; Визуализация; Написание – первоначальный проект.

Л.К. Бупебаева: Надзор; Методология; Написание – обзор и редактирование.

М.Р. Тойшиманов: Ресурсы; Формальный анализ; Визуализация ;Проверка

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант статьи перед публикацией.

*Г.К.Джанাবেкова¹, С.Т.Ерназарова¹, М.М.Жылкышыбаева¹,
Сугирбаев А.Ф., Шытырбаева З.А.*

*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» Алматы,
Казахстан, gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz, meruyert.zhylkyshybayeva@kaznaru.edu.kz,
sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz, sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz, Shytyrbaeva@gmail.com*

РОЛЬ ПРОБИОТИКОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация

В статье рассмотрены перспективы использования пробиотических препаратов в животноводстве Республики Казахстан, где наблюдается активное развитие отрасли. Учитывая высокую чувствительность продуктивных животных к стрессам и инфекционным заболеваниям, акцент сделан на необходимость замены антибиотиков пробиотиками.

Пробиотики являются альтернативой кормовым антибиотикам и представляют собой живые непатогенные микроорганизмы, добавляемые в корм сельскохозяйственных животных и птицы для укрепления их иммунитета и профилактики патологий ЖКТ и респираторных инфекций. Тем самым стимулируя рост и развитие молодняка, повышают иммунитет и снижают риск инфекций, способствуя улучшению качества продукции и экономической эффективности. Описаны механизмы действия пробиотиков на молекулярном уровне, их антагонистическая активность против патогенов, а также влияние на кишечную микрофлору и иммунный ответ. Наиболее значимыми, с точки зрения терапевтической эффективности и технологичности, параметрами штаммов микроорганизмов для производства пробиотиков являются экологическая принадлежность и принадлежность к физиологическим симбионтам, устойчивость к лизоциму, желчи и пищеварительным сокам, к антимикробным препаратам, высокая адгезивность и антагонистическая активность по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам.

Приведены результаты экспериментальных исследований на примере препарата «Лактобактерин-ТК2», показавшие его эффективность в повышении прироста живой массы телят и снижении заболеваемости. Работа подчеркивает важность применения экологически чистых и безопасных пробиотических добавок для обеспечения здоровья животных и повышения качества продукции.

Ключевые слова: пробиотики, животноводство, антибиотики, иммунитет, микрофлора, животные, экологическая безопасность, продуктивность.

Введение

В настоящее время в Республике Казахстан наблюдается интенсивное развитие отечественного животноводства, следовательно, эффективность успешного развития этой сферы требует постановки многих задач. Таких как получение максимальной продуктивности и высокой сохранности поголовья, производство высококачественных и безопасных для питания человека продуктов, снижение себестоимости продукции животноводства и обеспечение экологической безопасности.

Однако, как известно, высокопродуктивные животные и птицы более чувствительны к стрессам, а низкая иммунокомпетентность часто приводит к вспышкам инфекционных заболеваний, что вынуждает производителей применять антибактериальные вещества [1]. Также их применяют в качестве эффективных кормовых добавок, стимулирующих рост и развитие молодняка, а также и в целях повышения сохранности и продуктивности животных и птиц, несомненно, улучшается экономическая сторона и высокая конкурентная способность

производства мяса, молока, яиц и другой животноводческой продукции, хозяйства получают быструю и немалую прибыль.

При рассматривании механизмов действия пробиотиков на молекулярном и микробиологическом уровнях доказана их противомикробная активность [13] которая реализуется через продукцию органических кислот (молочной, уксусной) бактериоцинов [14], пероксида водорода и других антагонистических соединений. Эти метаболиты снижают pH среды, подавляют рост патогенов и изменяют проницаемость клеточных мембран вредоносных бактерий. Некоторые пробиотические штаммы синтезируют биосурфактанты, способствующие разрушению биоплёнок патогенных бактерий [16]. Также доказано участие пробиотиков в модуляции врождённого и адаптивного иммунного ответа за счёт активации клеток GALT (gut-associated lymphoid tissue) и стимуляции выработки иммуноглобулина А (IgA). Пробиотики активируют сигнальные пути (например, TLR2/TLR4), что способствует выработке противовоспалительных цитокинов (например, IL-10) и подавлению воспалительных реакций.

Но вместе с этим, при широком применении антибиотиков в качестве лечебных препаратов происходит быстрое накопление резистентных к этим соединениям форм микроорганизмов. Участились случаи дисбактериозов среди молодняка нередко приводящие к их гибели, причинами которого являются изменения микробиоценоза кишечника и соответственно снижение иммунитета организма в целом. Антибиотики, применяемые для терапевтических целей и для стимуляции роста и развития молодняка животных, в больших количествах накапливаются в продуктах питания – мясе, молоке и яйцах. Что в свою очередь создает угрозу для здоровья человека, вызывая дисбиозы, аллергии, снижая иммунитет [2]. В связи с этим появилась острая необходимость решения проблем производства экологически чистой и безопасной продукции. На сегодняшний день альтернативой антибиотикам для стабилизации микрофлоры ЖКТ в рацион скота и птицы с первых дней жизни вводят препараты на основе пробиотиков [3].

Пробиотики - живые бактерии, микроорганизмы, которые обитают в организме человека и животного, и положительно влияют на его жизнедеятельность. Попадая в организм, они начинают вырабатывать ферменты, аминокислоты, антибиотические вещества. Эти биологически активные вещества снижают воздействие патогенов, стимулируют развитие специфического и неспецифического иммунитета. Пробиотические препараты – это один из многозначимых товаров, как на мировом рынке, так и на отечественном рынке. Объем продаж пробиотических препаратов оценивается в миллиарды долларов в год. На практике пробиотические препараты применяют: в скотоводстве: при выращивании телят, поросят, лечении коров и свиноматок, в птицеводстве, при разведении кур, гусей, перепелов, уток, в прудовом рыбоводстве. Для повышения перевариваемости и усвояемости кормов, стимуляции роста и развития животных, повышения неспецифического иммунитета используются как пробиотические, ферментные, пребиотические и комбинированные ферментно-пробиотические препараты, так и комплексные пробиотические препараты, обогащенные фитокомпонентами. Пробиотические препараты широко применяются в растениеводстве, садоводстве для расширения арсенала экологически безопасных средств, в качестве ростостимулирующих, анти-стрессовых препаратов и для комплексного управления ростом и развитием растений при производстве посадочного материала земляники, для биологического контроля септориоза черной смородины в условиях западной Сибири, для подавления развития пурпуровой пятнистости и серой гнили малины, для снижения распространения заболевания корнедодом проростков сахарной свеклы, против возбудителей корневой гнили зерновых культур для защиты урожая от вредных организмов, для обработки семян злаковых растений пшеницы кукурузы с целью увеличения урожайности, улучшения показателей структуры урожая, повышения устойчивости растений[4]. Пробиотики также используются для обработки твердого или жидкого навоза. Пробиотические препараты являются хорошими средствами для переработки биodeградируемых отходов пищевой, мясной, молочной промышленности, сточных вод, городских свалок, активного ила и т.д. Так

для очистки почвы от нефтяных загрязнений в почву вносят помет птиц после применения птицами пробиотических препаратов, что позволяет снизить концентрацию нефти в почве в течение 3 месяцев летнего периода.

Животноводы используют кормовые добавки с пробиотическими препаратами с разными целями: укрепление иммунитета, профилактика, лечение желудочно-кишечных заболеваний, расстройств пищеварения, восстановление микрофлоры ЖКТ после лечения антибактериальными препаратами, стимуляция роста, увеличение привеса, снижение риска возникновения инфекционных заболеваний, улучшение перевариваемости пищи, ускорение адаптации к сложным насыщенным рационам, преодоление последствий технологических стрессов [5]. Ветеринарные пробиотики повышают продуктивность на 15-20%, снижают продолжительность желудочно-кишечных заболеваний на 30-40%, сокращают заболеваемость молодняка на 20-30%.

Регулярное применение пробиотиков в кормлении птицы, крупного рогатого скота, свиней способствует активизации всех физиологических процессов [6]. В результате повышается сохранность поголовья, качество мясной, молочной продукции, ускоряется прирост живой массы молодняка.

Известно, что в состав пробиотиков входят представители нормальной микрофлоры кишечника, безопасные для здоровья животных и обладающие широким спектром полезных свойств, в частности, бифидо-, молочнокислые, лактобактерии, а также стрептококки и аэробные спорообразующие бактерии.

Давно известна антагонистическая активность бифидобактерий к гнилостным и патогенным микроорганизмам, что характеризует их высокой адгезивностью на энтероцитах кишечника, продукцией бактерицидных веществ и иммуномодуляторов. Кроме того, эти микроорганизмы обеспечивают на 40% потребность организма в незаменимых аминокислотах: лизина, аргинина, глютаминовой кислоты, валина, лейцина. Бифидобактерии эффективно борются с сальмонеллами, золотистым стафилококком, патогенными кишечными палочками [7]. Они синтезируют аминокислоты, стимулируют выработку интерферона.

Вторым важным представителем нормальной микрофлоры кишечника являются лактобактерии различных видов. Их антагонистическая активность связана с высокой адгезивностью и выработкой интерферонов, иммуномодуляторов и бактерицидных соединений (лактаины, лактабиотики и др.). Лактобактерии (около 50 видов). Обеспечивают целостность слизистой оболочки кишечника, ее барьерные свойства. Поддерживают здоровый кислотно-щелочной баланс, создают благоприятные условия для нормального функционирования пищевых ферментов. Антибактериальное действие лактофлоры обусловлено выработкой бактериоцинов. Это низкомолекулярные белки, способные закрепляться на специфических клеточных рецепторах бактерий и подавлять их активность. Они обладают высокой антагонистической активностью и заселяют кишечник новорожденных животных, создавая биологический барьер для патогенных микроорганизмов, стимулируя быстрый рост собственной микрофлоры организма, устойчивы к антибиотикам, не токсичны, не аллергенны [8].

Наряду с этим существуют определенные требования к продукции содержащим пробиотические вещества. Микроорганизмы могут быть включены в группу пробиотических препаратов, если соответствуют следующим критериям: выживать при пассивации через желудочный тракт, что предполагает их резистентность к кислоте и желчи, адгезироваться на эпителиальных клетках кишечника с последующей колонизацией, стабилизировать кишечную микрофлору, быть не патогенными, сохранять жизнеспособность, как в пищевых продуктах, так и в процессе получения фармакопейных лиофилизированных препаратов, быстро размножаться, колонизируя кишечный тракт, персистировать с проявлением родовых свойств пробиотических препаратов, быть абсолютно безвредным для людей, животных и окружающей среды, быть стабильным в отношении продуктивности и требований, определенных технологическими условиями культивирования, хорошо расти при использовании сравнительно дешевых и доступных питательных сред, таких как

солянокислотные или панкреатические гидролизаты сои, казеина, рыбкоостной муки и т.п., быть фагоустойчивыми, обладать устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов длительного хранения не менее одного года[9].

В Казахстане разработкой пробиотических препаратов занимаются такие профессора как Тулемисова Ж.К., Касенова Г.Т., Мыктыбаева Р.Ж., Кожахметова З.А. Ими разработаны пробиотики такие как «Торулакт», «Лактобактерин» и др. Все полученные препараты апробированны и успешно применяются как в птицеводстве, так и в животноводческих хозяйствах. Как известно основное действие данных препаратов направленно не только на профилактику кишечных инфекций и заселения желудочно-кишечного тракта полезной микрофлорой, а также доказано их положительное влияние на прирост у молодняка крупного рогатого скота, и показало отличный результат при выращивании цыплят первых дней жизни.[11]

Методы и материалы

Для достижения цели исследования были использованы комплексные подходы, включающие экспериментальные, микробиологические, молекулярно-биологические и клиничко-физиологические методы. Исследование проводилось в условиях реального животноводческого хозяйства, что обеспечивало высокую степень прикладной достоверности полученных данных.

Объектами исследования служили телята на раннем постнатальном этапе развития. Животные были разделены на четыре группы: две опытные (I — профилактическая, III — лечебная) и две контрольные (II и IV соответственно). Распределение осуществлялось по принципу аналогов с учётом массы тела, физиологического состояния и условий содержания.

Пробиотический препарат. В качестве исследуемого средства использовался пробиотик «Лактобактерин-ТК2», представляющий собой мультиштаммовую биопрепаративную композицию, включающую живые культуры *Lactobacillus acidophilus* и сопутствующие метаболиты. Препарат характеризуется устойчивостью к действию желудочного сока, адгезивной активностью к эпителиальным клеткам кишечника и выраженным антагонизмом в отношении условно-патогенной и патогенной микрофлоры[7]

Препарат вводился перорально в виде водной суспензии, ежедневно, в течение 10 дней, в дозировках, рекомендованных производителем, с учётом массы тела телят. Контрольные группы препарат не получали.

Методы оценки эффективности. Для анализа результатов использовались следующие показатели:

- Среднесуточный прирост живой массы (рассчитывался по стандартной формуле: (масса в конце периода – масса в начале)/количество дней).
- Клиническое состояние животных, включая температуру тела, поведение, аппетит, проявление симптомов желудочно-кишечных расстройств.
- Сохранность поголовья, фиксировалась в течение всего периода наблюдений.
- Микробиологическое исследование кала проводилось с целью определения состава и соотношения представителей нормофлоры и патогенных микроорганизмов.

Кроме того, для подтверждения колонизационной активности пробиотика и его влияния на микробиоценоз, проводился качественный и количественный анализ микрофлоры ЖКТ методом посевов на селективные питательные среды, а также ПЦР-диагностика на наличие генетических маркеров штаммов-пробиотиков.

Условия проведения эксперимента. Исследование проводилось в условиях стабильного температурного и санитарного режима, в помещениях, соответствующих ветеринарно-санитарным нормам. Животные содержались на одинаковом рационе, разработанном на основе физиологических потребностей телят соответствующего возраста. Все ветеринарные мероприятия, за исключением назначения пробиотика, проводились идентично во всех группах.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента была проведена оценка эффективности пробиотического препарата «Лактобактерин-ТК2» как в профилактических, так и в лечебных целях у телят на разных этапах развития. Результаты показали выраженное положительное влияние препарата на ростовые и физиологические показатели животных.

В первой опытной группе, получавшей «Лактобактерин-ТК2» с профилактической целью, среднесуточный прирост живой массы телят за 10 дней составил 6,79 кг, тогда как во второй — контрольной — группе этот показатель был 5,0 кг. Таким образом, пробиотическая добавка обеспечила прирост на 1,79 кг больше по сравнению с животными, не получавшими препарата. Это указывает на стимулирующее действие препарата на метаболические процессы, улучшение усвояемости кормов и нормализацию кишечной микрофлоры у телят на ранних стадиях развития.

Наблюдаемый прирост массы свидетельствует также о снижении уровня стрессовой нагрузки у животных, обусловленной переходом от молочного вскармливания к более грубым кормам. Данное свойство особенно ценно в условиях интенсивного животноводства, где ранняя адаптация молодняка напрямую влияет на производственные показатели.

Лечебное применение. В третьей опытной группе, где «Лактобактерин-ТК2» применялся с лечебной целью, среднесуточный прирост телят составил 4,43 кг за 10 дней, что превышает показатель контрольной группы (4-я группа) на 0,41 кг (контроль — 4,02 кг). Хотя абсолютные значения здесь ниже, чем при профилактическом применении, прирост остаётся статистически значимым, что подтверждает эффективность пробиотика в восстановительном периоде после перенесённых кишечных расстройств.

Также было зафиксировано снижение частоты рецидивов желудочно-кишечных заболеваний у телят, получавших пробиотик. Улучшение клинического состояния сопровождалось нормализацией аппетита, стабилизацией температуры тела и уровня активности. В совокупности это говорит о выраженном терапевтическом потенциале препарата.

Сравнительный анализ данных показал, что эффект от применения препарата наиболее выражен при его профилактическом введении, однако и в лечебной форме «Лактобактерин-ТК2» оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных. Это может быть связано с различием в состоянии микрофлоры кишечника: в условиях отсутствия патогенной флоры пробиотики проявляют максимальную активность, тогда как в фазе болезни необходимо больше времени для восстановления нормобиоценоза.

Дополнительным положительным эффектом отмечается повышение сохранности поголовья: в опытных группах не было зарегистрировано случаев падежа, в то время как в контрольных группах фиксировались единичные случаи отставания в росте, потери аппетита и необходимости дополнительной ветеринарной коррекции.

Таблица-1. Эффективность применения пробиотика «Лактобактерин-ТК2»

Группа	Среднесуточный прирост (кг)	Разница с контролем(кг)
1 опытная(профилактика)	6,79	1.79
2 (контрольная)	5,0	0,0
3опытная (лечение)	4.43	0.41
4 контрольная	4.02	0,0

Выводы

Результаты проведённого исследования убедительно продемонстрировали эффективность применения пробиотического препарата «Лактобактерин-ТК2» в ветеринарной практике при выращивании молодняка крупного рогатого скота. Применение препарата как в профилактических, так и в лечебных целях оказало положительное влияние на физиологическое состояние телят, обеспечив достоверное увеличение среднесуточного прироста живой массы и улучшение общего клинического статуса животных.

1. Профилактическое применение «Лактобактерина-ТК2» привело к значимому увеличению среднесуточного прироста живой массы телят, превысившего аналогичный показатель контрольной группы на 35,8%. Это указывает на выраженное стимулирующее влияние пробиотика на обменные процессы и формирование устойчивой симбиотической микрофлоры в кишечнике.

2. Лечебное применение препарата также показало положительную динамику прироста живой массы у телят, перенёсших кишечные расстройства, с превышением над контролем на 10,2%, что подтверждает антагонистическую активность препарата в отношении условно-патогенной микрофлоры и его иммуномодулирующее действие.

3. Применение пробиотиков позволяет снизить потребность в антибактериальных препаратах, тем самым минимизируя риск формирования антибиотикорезистентной флоры, снижая остаточное содержание лекарственных веществ в продукции животноводства и способствуя улучшению экологической и эпизоотической обстановки.

4. Использование пробиотических препаратов способствует повышению экономической эффективности животноводческих предприятий за счёт снижения падежа, ускоренного роста животных, а также возможности производства экологически чистой и безопасной продукции, соответствующей современным стандартам здорового питания населения.

Таким образом, результаты эксперимента подтверждают целесообразность широкого внедрения пробиотических средств, в частности «Лактобактерина-ТК2», в схемы профилактики и терапии нарушений пищеварения у телят. Препарат представляет собой эффективную и экологически безопасную альтернативу химиотерапевтическим средствам в животноводстве, особенно в условиях перехода к биологизированным технологиям производства.

Список источников

1. Федорова, О. В., Юнусова, З. С., Шурбина, М. Ю., & Валеева, Р. Т. (2016). Пробиотические препараты: характеристика, критерии, требования к ним. *Вестник Казанского технологического университета*, 19(7), 142-145. <https://cyberleninka.ru/article/n/probioticheskie-preparaty-harakteristika-kriterii-trebovaniya-k-nim>

2. Овчарова А.Н., Софронова О.В., Полякова Л.Л. Влияние пробиотических лактобацилл на неспецифическую резистентность и физиологические показатели лабораторных животных // Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2019. – № 2. – С.28–31. DOI: 10.24411/2587-7836-2019-10043.

3. Zhang, Y., Zhang, Y., Liu, F. et al. Mechanisms and applications of probiotics in prevention and treatment of swine diseases. *Porc Health Manag* 9, 5 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00295-6>

4. Alayande, K. A., Aiyegoro, O. A., & Ateba, C. N. (2020). Probiotics in Animal Husbandry: Applicability and Associated Risk Factors. *Sustainability*, 12(3), 1087. <https://doi.org/10.3390/su12031087>

5. Аль-Шави, С.Г., Данг, Д.С., Юсиф, А.Й., Аль-Юнис, З.К., Наджм, Т.А., и Матарнех, С.К. (2020). Потенциальное использование пробиотиков для улучшения здоровья животных, повышения эффективности и качества мяса: обзор. *Agriculture*, 10 (10), 452. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100452>

6. Влияние кормовой добавки «Альбит био» в сочетании с пробиотиком «Торулакт» на продуктивность цыплят-бройлеров. Альпейсов Ш.А. *Ізденістер, нәтижелер – исследования, результаты*. №1 (93) 2022, issn 2304-3334. Doi <https://doi.org/10.37884/1-2022/02>

7. Tulemissova Zh.K., Torehanov M.A., Myktybayeva R. Comparison of probiotic lactobacillus acidophilus and oxytetracycline for the treatment of early stage interdigital necrobacillosis in dairy cows. Doi: <https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.wvj46>

8. Гаврилова Н., Саданов А., Ратникова И., Шорабаев Е., Оразымбет С., Таубекова Г., Каптагай Р., Кошелева Л., Керембекова У., Мусабеков Ж., Джайлауова С. Оптимизация пробиотической кормовой добавки «Бентобак» для Оптимизация пробиотической кормовой

добавки «Бентобак» для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных // Микробиология және вирусология. – 2022. – Том. 2(37). <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2022.02.02>.

9. Масирбаева А.Д., Ерденбекова М.Б., Ратникова И.А. Роль пробиотиков в лечении кишечных инфекций. Doi: <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2024.01.07>.

10. Дудикова Г.Н., Чижаева А.В. Роль пробиотических препаратов в получении экологически безопасной животноводческой продукции в казахстане // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 10-1. С. 9-11; URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=10526>

11. Боранбаева, Т. К., Тулемисова, Ж. К., & Хусаинов, Д. М. (2019). Изучение антагонистических свойств пробиотика «Лактобактерин-ТК2» на патогенные штаммы вызывающие желудочно-кишечную патологию у телят и ягнят.url: <https://rmebrk.kz/journals/5177/72339.pdf#page=14>

References

1. Fedorova, O. V., Junusova, Z. S., Shurbina, M. Ju., & Valeeva, R. T. (2016). Probioticheskie preparaty: harakteristika, kriterii, trebovaniya k nim. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta, 19(7), 142-145. <https://cyberleninka.ru/article/n/probioticheskie-preparaty-harakteristika-kriterii-trebovaniya-k-nim>

2. Ovcharova A.N., Sofronova O.V., Poljakova L.L. Vliyanie probioticheskikh laktobacill na nespecificheskuyu rezistentnost' i fiziologicheskie pokazateli laboratornykh zhivotnykh // Farmakokinetika i farmakodinamika. – 2019. – № 2. – S.28–31. DOI: 10.24411/2587-7836-2019-10043.

3. Zhang, Y., Zhang, Y., Liu, F. et al. Mechanisms and applications of probiotics in prevention and treatment of swine diseases. Porc Health Manag 9, 5 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00295-6>

4. Alayande, K. A., Aiyegoro, O. A., & Ateba, C. N. (2020). Probiotics in Animal Husbandry: Applicability and Associated Risk Factors. Sustainability, 12(3), 1087. <https://doi.org/10.3390/su12031087>

5. Al'-Shavi, S.G., Dang, D.S., Jusif, A.J., Al'-Junis, Z.K., Nadzhm, T.A., i Matarnah, S.K. (2020). Potencial'noe ispol'zovanie probiotikov dlja uluchsheniya zdorov'ya zhivotnykh, povysheniya jeffektivnosti i kachestva mjasa: obzor. Agriculture,10 (10), 452. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100452>

6. Vliyanie kormovoj dobavki «Al'bit bio» v sochetanii s probiotikom «Torulakt» na produktivnost' cypljat-brojlerov. Al'pejsov Sh.A. Izdenister, nәtizheler – issledovaniya, rezul'taty. №1 (93) 2022, issn 2304-3334. Doi <https://doi.org/10.37884/1-2022/02>

7. Somparison of probiotic lactobacillus acidophilus and oxytetracycline for the treatment of early stage interdigital necrobacillosis in dairy cows. Tulemissova Zh.K., Torehanov M.A. Myktybayeva R. Doi: <https://dx.doi.org/10.36380/scil.2020.wvj46>

8. Gavrilova N., Sadanov A., Ratnikova I., Shorabaev E., Orazymbet S., Taubekova G., Kaptagaj R., Kosheleva L., Kerembekova U., Musabekov Zh., Dzhaqlauova S. Optimizacija probioticheskoy kormovoj dobavki «Bentobak» dlja Optimizacija probioticheskoy kormovoj dobavki «Bentobak» dlja povysheniya produktivnosti sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh // Mikrobiologiya zhene virusologiya. – 2022. – Том. 2(37). <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2022.02.02>.

9. Masirbaeva A.D., Erdenbekova M.B., Ratnikova I.A. Rol' probiotikov v lechenii kishechnykh infekcij. Doi: <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2024.01.07>.

10. Dudikova G.N., Chizhaeva A.V. Rol' probioticheskikh preparatov v poluchenii jekologicheskii bezopasnoj zhivotnovodcheskoj produkcii v kazahstane // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya. 2016. № 10-1. S. 9-11; URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=10526>

11. Boranbaeva, T. K., Tulemisova, Zh. K., & Husainov, D. M. (2019). IZUCHENIE ANTAGONISTICHESKIH SVOJSTV PROBIOTIKA «LAKTOBAKTERIN-TK2» NA

PATOGENNYE ShTAMMY VYZYVAJuShhIE ZhELUDChNO-KIShEChNUJu PATOLOGIJu U TELJaT I JaGNJaT. SERIÂ AGRARNYH NAUK, 141, 14. URL: <https://rmebrk.kz/journals/5177/72339.pdf#page=14>

**Г.К.Джанাবেкова¹, С.Т.Ерназарова¹, М.М.Жылкышыбаева¹,
Сугирбаев А.Ф., Шытырбаева З.А.**

*"Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КеАҚ
Алматы, Қазақстан, gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz,
meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz, sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz,
sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz, Shytyrbaeva@gmail.com*

ПРОБИОТИКТЕРДІҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ЖАНУАРЛАРЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕН ӨНІМДІЛІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕГІ РӨЛІ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан Республикасының мал шаруашылығында пробиотикалық препараттарды қолдану болашағы қарастырылған, мұнда саланың қарқынды дамуы байқалады. Өнімді жануарлардың күйзеліс пен жұқпалы ауруларға жоғары сезімталдығын ескере отырып, антибиотиктерді пробиотиктермен алмастыру қажеттілігіне ерекше көңіл бөлінген.

Пробиотиктер азықтық антибиотиктерге балама болып табылады және ауыл шаруашылығы жануарлары мен құстардың иммунитетін нығайту және асқазан-ішек жолдары патологиялары мен тыныс алу жолдары инфекцияларының алдын алу үшін олардың жемшөміне қосылатын тірі патогенді емес микроорганизмдер болып саналады. Осылайша, төлдің өсуі мен дамуын ынталандырып, иммунитетті арттырады және инфекциялар қауіпін төмендетеді, өнім сапасы мен экономикалық тиімділікті жақсартуға ықпал етеді. Пробиотиктердің молекулалық деңгейдегі әсер ету тетіктері, олардың патогендерге қарсы антагонистік белсенділігі, сондай-ақ ішек микрофлорасы мен иммундық жауапқа әсері сипатталған. Пробиотиктер өндірісіне арналған микроорганизмдер штаммдарының терапиялық тиімділігі мен технологиялылығы тұрғысынан ең маңызды параметрлері мыналар болып табылады: экологиялық және физиологиялық симбионттарға тиістілігі, лизоцимге, өтке және ас қорыту сөлдеріне, микробқа қарсы дәрілерге төзімділігі, сондай-ақ патогенді және шартты-патогенді микроорганизмдерге қатысты жоғары адгезивтілігі мен антагонистік белсенділігі.

"Лактобактерин-ТК2" препаратымен жүргізілген тәжірибелік зерттеулер нәтижелері келтірілген, олар бұзаулардың тірі салмағының өсуін арттырып, аурушандығын төмендетуде оның тиімділігін көрсеткен. Бұл жұмыс малдың денсаулығын қамтамасыз ету және өнім сапасын арттыру үшін экологиялық таза әрі қауіпсіз пробиотикалық қоспаларды қолданудың маңыздылығын атап көрсетеді.

Кілт сөздер: пробиотиктер, мал шаруашылығы, антибиотиктер, иммунитет, микрофлора, жануарлар, экологиялық қауіпсіздік, өнімділік.

**G.K. Janabekova¹, S.T. Yernazarova¹, M.M. Zhylykshybayeva¹,
A.F. Sugirbayev, Z.A. Shytyrbaeva**

*NJSC "Kazakh National Agrarian Research University"
Almaty, Kazakhstan, gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz,
meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz, sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz,
sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz, Shytyrbaeva@gmail.com*

THE ROLE OF PROBIOTICS IN ENSURING THE BIOSECURITY AND PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL ANIMALS

Abstract

The article examines the prospects of using probiotic preparations in the livestock industry of the Republic of Kazakhstan, where the industry is actively developing. Considering the high

sensitivity of productive animals to stresses and infectious diseases, the need to replace antibiotics with probiotics has been emphasized.

Probiotics are an alternative to feed antibiotics and represent live non-pathogenic microorganisms that are added to livestock and poultry feed to strengthen their immunity and prevent gastrointestinal tract pathologies and respiratory infections. By stimulating the growth and development of young animals, they increase immunity and reduce the risk of infections, contributing to improved product quality and economic efficiency. The mechanisms of action of probiotics at the molecular level, their antagonistic activity against pathogens, as well as their effect on intestinal microflora and immune response, have been described. The most significant, from the point of view of therapeutic effectiveness and technological feasibility, parameters of microorganism strains for the production of probiotics are ecological affiliation and affiliation to physiological symbionts, resistance to lysozyme, bile and digestive juices, antimicrobial drugs, high adhesion and antagonistic activity to pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms.

The results of experimental studies using the "Lactobacterin-TK2" preparation are presented, demonstrating its effectiveness in increasing calf weight gain and reducing morbidity. The work emphasizes the importance of using environmentally friendly and safe probiotic supplements to ensure animal health and improve product quality.

Keywords: probiotics, animal husbandry, antibiotics, immunity, microflora, animals, environmental safety, productivity.

Вклад авторов

Г.К. Джанабекова: первоначальное написание статьи, методология

С.Т. Ерназарова: обзор и редактирование, лабораторные исследования

М.М. Жылкышыбаева: концептуализация, курирование данных

А.Ф.Сугирбаев: сбор материала, ресурсы

З.А. Шытырбаева: формальный анализ, подбор литературы

МРНТИ: 68.41.49

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/62>

Е.С. Усенбеков, К.У. Койбагаров, А.К. Махматов,
А.А. Тургумбеков, Ж.Ж. Бименова, Ж.У. Муслимова*

*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» г. Алматы,
yessengali.ussenbekov@kaznaru.edu.kz, kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz,
abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz*, asset.turgumbekov@kaznaru.edu.kz,
zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz, 508362@kaznaru.edu.kz*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ АСПИРАЦИИ ООЦИТОВ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В данной статье показаны результаты внедрения технологии трансплантации эмбрионов в племенном хозяйстве ТОО «Байсерке-Агро» Талгарского района Алматинской области, оптимизированы технология трансвагинальной аспирации донорских ооцитов у коров и их экстракорпоральное оплодотворение.

Результаты наших экспериментов показывают, что технология получения эмбрионов от высокопродуктивных животных с помощью трансвагинальной аспирации ооцитов и их экстракорпоральное оплодотворение является приемлемым способом получения приплода с высоким генетическим потенциалом, в наших опытах выход пригодных ооцитов на одного животного составил в пределах от 3 до 6 ооцитов, Рекомендуемый для пункции оптимальный

диаметр фолликулов 3-4 мм и более, оплодотворяемость ооцитов в *in vitro* условиях составила от 60% до 83,3%.

А также нами проводились УЗИ сканирование яичников коров доноров, оценка функционального состояния желтых тел у реципиентов путем трансректальной пальпации и УЗИ исследования, отбор реципиентов на основании ректальной пальпации и сканирования желтого тела яичника, учет коров доноров и реципиентов, наблюдение за животными реципиентами, освоение технологии трансвагинальной аспирации ооцитов.

Внедрение инновационных биотехнологических приемов воспроизводства (трансплантация эмбрионов, трансвагинальная аспирация ооцитов) обеспечивает интенсификацию селекционного процесса в молочном скотоводстве и позволяет моделировать структуру стада, увеличивать количество женских особей.

Ключевые слова. трансплантация, эмбрионы, трансвагинальная аспирация, ооциты, молочное скотоводство, УЗИ сканирование яичников, экстракорпоральное оплодотворение

Введение

Процесс фолликулогенеза и овуляции у коров сопровождается изменением динамики половых гормонов в течение полового цикла, так в половом цикле различают две фазы: фолликулярная и лютеальная. Фолликулярная фаза начинается с момента окончания половой охоты и длится 5 дней, в этот период в корковом слое яичника идет рост фолликулов. Затем, начиная с 6 по 21 дни полового цикла продолжается лютеальная фаза, суть которой заключается в регрессии желтого тела полового цикла в случае отсутствия беременности.

Фолликулярная фаза характеризуется скачкообразным повышением концентрации гормона ЛГ и гормона эстрадиола. Повышение концентрации гормона ФСГ соответствует к пикам активности ЛГ, начиная с 10-11 дня полового цикла отмечается повышение концентрации прогестерона. В конце полового цикла наблюдается увеличение секреции простагландина железами эндометрия матки.

Исследованиями установлено, что у коров в течение полового цикла происходят три волны роста фолликулов, в зависимости от диаметра фолликулов различаются: фолликулы на стадии роста с диаметром 2-5 мм, фолликулы, которые подвергаются атрезии, диаметром 5-8 мм, доминантный фолликул с диаметром более 8 мм. Обычно, количество фолликулов на стадии роста достигает 10-15, фолликулы, подвергающиеся к атрезии 4-5 и один фолликул становится доминантным и подвергается овуляции [1].

В настоящее время зарубежными учеными проводятся исследования, направленные на изучение механизма роста доминантного фолликула в течение волны роста фолликула. Изучение процесса роста доминантного фолликула имеет большое теоретическое и практическое значение, так как результаты гормональной суперовуляции и оплодотворения непосредственно зависят от судьбы доминантного фолликула. Известно, что рост доминантного фолликула зависит прежде всего от динамики изменения количества гормона ФСГ, а также от уровня экспрессии таких генов, как BMP 15, GDF9, IGF-I, контролирующих рост фолликулов [2, 3].

Канадскими учеными проведена работа по изучению эффективности применения для стимуляции множественной овуляции у коров доноров гонадотропного гормона Фоллитропин, представляющий экстракт гипофиза животных с учетом фазы фолликулярного роста. В коммерческих программах по пересадке, самым сложным этапом является неконтролируемая ответная реакция яичников доноров на введение гонадотропных препаратов. Известно, что успех при гормональной стимуляции множественной овуляции у коров зависит от степени очистки используемого гормонального препарата и от точности определения стадии роста фолликулярной волны. Мнения, по поводу количества фолликулярной волны разделяются, некоторые исследователи в половом цикле отмечают две волны фолликулярного роста, а другими учеными установлены три волны фолликулярного роста [4, 5, 6].

Исследователи Индии, штата Гуджарат для отбора коров доноров ооцитов рекомендуют использовать предварительное УЗИ сканирование яичников доноров с целью определения животных, у которых преобладают фолликулы на стадии роста с диаметром фолликулов 5 мм и более. Авторы считают, что применение УЗИ оценки состояния яичников позволяет выявить доноров, пригодных гормональной обработке, в конечном итоге повышается выход пригодных для пересадки эмбрионов [7, 8].

Метод доплерографии позволяет определить изменения потока крови, и может быть использован для диагностики функционального состояния различных органов, в том числе яичников. Авторами установлена важность адекватного кровотока для развития фолликулов и овуляции, также, секреция гормона прогестерона зависит от интенсивности кровотока. Необходимо отметить, что названный авторами метод позволяет определить физиологическую активность желтого тела, что имеет большое практическое значение при проведении трансплантации эмбрионов [9].

Экспериментальным путем Американскими учеными установлена высокая концентрация гормона ФСГ у коров с большим количеством фолликулов в течение фолликулярной волны на одно животное. В первом опыте у телок мясной породы в количестве 90 голов после двухкратной инъекции препарата эструмат, на 6-й день эстрального цикла проведен мониторинг уровня роста фолликулов методом УЗИ сканирования в течение одной волны фолликулярного роста. Результаты УЗИ сканирования выглядят следующим образом, животные с низким количеством фолликулов менее 15 фолликулов (диаметр фолликула 3 мм, n =14), животные со средним числом фолликулов, от 15 до 25 фолликулов (диаметр фолликула 3 мм, n =65), животные с большим количеством фолликулов, более 25 фолликулов (диаметр фолликула 3 мм, n =11). По результатам второго эксперимента, определена корреляция между повышением концентрации гормона ФСГ на 5-6-й день с увеличением диаметра фолликулов, что свидетельствует о роли данного гормона в регуляции процесса фолликулогенеза [10].

Французские ученые предлагают, для прогнозирования эмбриопродуктивности коров доноров использовать, так называемый экспресс метод - определение содержания анти-мюллеровского гормона (АМГ) в плазме крови с помощью ИФА анализа. Установлена корреляция между содержанием АМГ в плазме, крови и выходом ооцитов при Ovum Pick Up (OPU) аспирации ооцитов и количеством эмбрионов полученных экстракорпоральным оплодотворением ооцитов [11].

Материалы и методы

Исследования проводились в период 2021-2023 гг на коровах донорах голштинской породы молочной фермы ТОО «Байсерке-Агро» Алматинской области. В качестве доноров были использованы коровы голштинской породы в возрасте 4-5 лет с живой массой 500-550 кг. Отбор коров доноров и реципиентов проводился следующими методами: изучение половых циклов, трансректальная пальпация матки, шейки матки, яйцепроводов, яичников, УЗИ сканирование половых органов, исследование динамики роста фолликулов и определение количества прогестерона у реципиентов на 4-й, 6-й дни полового цикла. Молочная продуктивность коров доноров за лактацию составила 9800-12000 кг. В качестве реципиентов использовали телок случного возраста с естественным и индуцированным половым циклом.

Исследование образцов сыворотки крови коров реципиентов на содержание прогестерона проводилось в лаборатории «ЭКВИ-ЛАБ» методом ИФА на иммуноферментном анализаторе «ImmunoChem-2100» производства США. Работа по выделению ДНК из образцов крови и идентификации телят трансплантантов методом ДНК фингерпринтинга проводилась в лаборатории молекулярной цитогенетики ВНИИГРЖ (Санкт-Петербург, Пушкин). Экспериментальная работа по *in vitro* оплодотворению ооцитов проводилась в лаборатории «Отдела инновационной технологии воспроизводства и биотехнологии крупного рогатого скота» Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства с использованием питательных сред «TCM 199 stock solution for oocytes», «TCM 199 stock solution for fertilization» «TCM 199

stock solution for capacitation» компании Minitube. Определение содержания ядерного белка в спермиях и уровень ДНК фрагментации проводились в лаборатории кафедры «Акушерства, хирургии и биотехнологии воспроизводства» Казахского национального аграрного университета.

Результаты и обсуждение

Суперовуляцию у коров доноров проводили согласно схеме (рисунок 1), которая рассчитана на 16 дней. 0 день - введение во влагалище коров доноров препарата CIDR, 4-й день – утром и вечером внутримышечное введение препарата Plusetв дозе 150 ЕД, 5-й день – утром и вечером внутримышечное введение препарата Plusetв дозе 125 ЕД, 6-й день - утром и вечером внутримышечное введение препарата Pluset в дозе 100 ЕД, двухкратное внутримышечное введение эстрофана по 2 мл, 7-й день – извлечение из влагалища препарата CIDR, 8-й день – двухкратное искусственное осеменение коров доноров и 9-й день – утром однократное искусственное осеменение коров цервикальным методом с ректальной фиксацией шейки матки, 15-й день – вымывание эмбрионов у доноров нехирургическим способом.

Осеменение коров-доноров проводили методом с ректальной фиксацией шейки матки утром и вечером 7-го дня двойной дозой замороженной спермы быка производителя голштинской породы Американской селекции в дозе объемом 0,2 мл с содержанием более 18 млн. активных спермиев и утром 8-го дня гормональной обработки. На 7-й день - после искусственного осеменения проводили вымывание эмбрионов у коров-доноров нехирургическим способом с помощью двухканального катетера Neustadt/Aisch CH15 компании Minitube, при этом использовали питательную среду BoviFlush этой же компании по 450 мл для вымывания каждого рога матки.

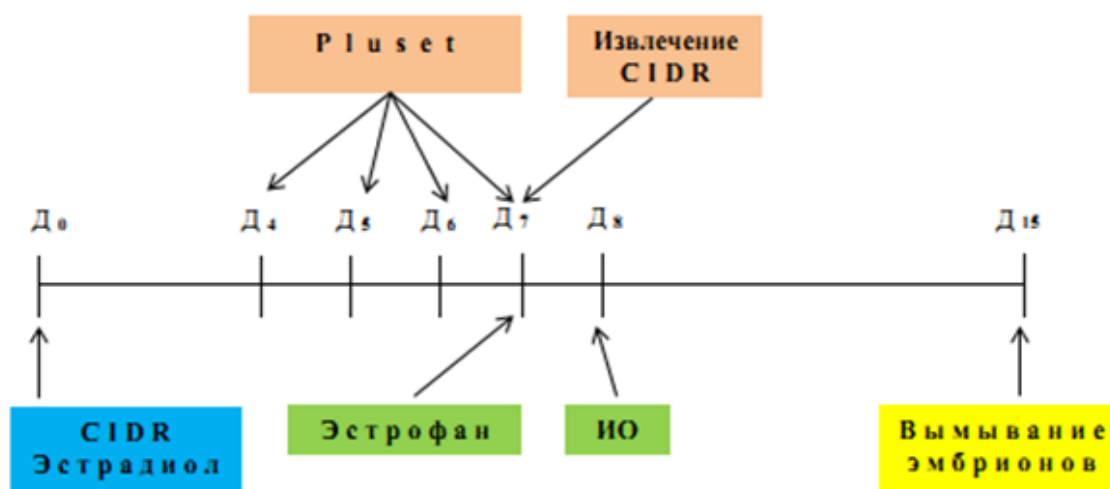


Рисунок 1 - Схема гормональной обработки, искусственного осеменения и вымывания эмбрионов

В отдельных случаях коровам донорам перед вымыванием делали низкую сокральную анестезию 2% раствором новокаина, но при этом нарушалась моторика матки, что и затруднял процесс вымывания эмбрионов. Поиск эмбрионов и морфологическую оценку эмбрионов проводили под стереоскопическим микроскопом OlympusSZX10. Для отбора предимплантационных эмбрионов, неоплодотворенных яйцеклеток использовали стерильную систему фильтров EmSafe для вымывания эмбрионов у коров с интегрированным фильтром и чашкой Петри с сетчатой номограммой, величина пор 65 µl.

Перед вымыванием эмбрионов обследовали коров-доноров трансректальной пальпацией и ультразвуковым сканированием. УЗИ исследование яичников коров доноров проводили с помощью ультразвукового аппарата PU 2200, производство США. Фиксировали яичники

коров между указательным и большим пальцем и определяли количество желтых тел и фолликулов по интенсивности эхограммы на дисплее сканера.

Результаты ректального исследования коров доноров и УЗИ сканирования яичников показывали, что у доноров в яичниках одновременно с хорошо выраженным желтым телом наблюдаются и неовулировавшие фолликулы. Основными критериями, по которым производилась оценка качества эмбрионов, являлись: определение стадии их развития, соответствие уровня дробления возрасту от оплодотворения до извлечения, целостность и форма оболочки, размеры бластомеров и связь между ними.

Манипуляции с эмбрионами с момента их получения до пересадки или криоконсервирования занимал от получаса до двух часов. В течение этого времени необходимо было создать условия, обеспечивающие сохранение жизнеспособности эмбрионов. Следует отметить, что продолжение развития зародышей при кратковременном культивировании является дополнительным тестом в их морфологической оценке.

Биологически полноценными считались эмбрионы, имеющие правильную шарообразную форму, прозрачную неповрежденную оболочку, одинакового размера бластомеры с плотным межклеточным контактом. Пригодные к пересадке эмбрионы на 6-8-й день после осеменения соответствовали стадиям развития: ранняя и поздняя морула, ранняя и поздняя бластоциста (рисунок 2).

Для ранней морулы характерно было наличие 16-32 бластомеров. Бластомеры разной величины, набухшие, перивителлиновое пространство свободно от отдельных бластомеров. Краевые бластомеры были равной величины, видно завершение уплотнения между бластомерами, отсутствие разрывов связей между ними. При морфологической оценке, для ранней бластоцисты характерно было наличие трофобласта и бластополости. При этом, перивителлиновое пространство еще различалось. Поздняя бластоциста имела четко выраженную бластополость. Эмбриобласт был локализован и отчетливо виден. Трофобласт был непрерывный, зона пеллюцида утончена. Перивителлиновое пространство отсутствовал.

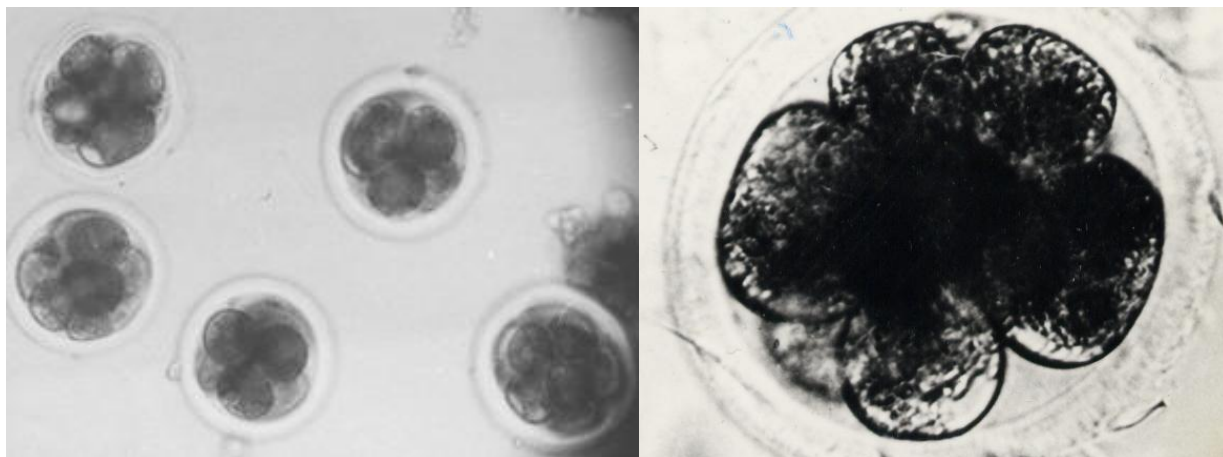


Рисунок 2 - Репрезентативная микрофотография эмбрионов коров на разных стадиях доимплантационного развития, увеличение 40х

Эмбрионы с асинхронным дроблением, с бластомерами разной величины, с повреждением прозрачной оболочки, с лизисом бластомеров и нарушением связи между ними, а также с агглютинацией (разрушением) цитоплазмы, множественными включениями в перивителлиновом пространстве были не пригодны для трансплантации. Для неоплодотворенной яйцеклетки характерна была однородность клеточной массы, округлая форма, отсутствие бластомеров. Морфологическую оценку качества морул и бластоцист проводили по 5-ти бальной шкале: отличные - эмбрионы сферической формы, стадия развития соответствует возрасту, зародышевые клетки однородные по размеру и цвету, хорошие - эмбрионы соответствуют стадии развития, но имеются небольшие отклонения: неправильная форма, наличие незначительных включений в перивителлиновом пространстве, выделение

одного или нескольких бластомеров, увеличение перивителлинового пространства, удовлетворительные - эмбрионы имеют клетки со структурными отклонениями, деформированные бластомеры, перивителлиновое пространство, 3-бластомеры в перивителлиновом пространстве мертвые клетки (рисунок 3).

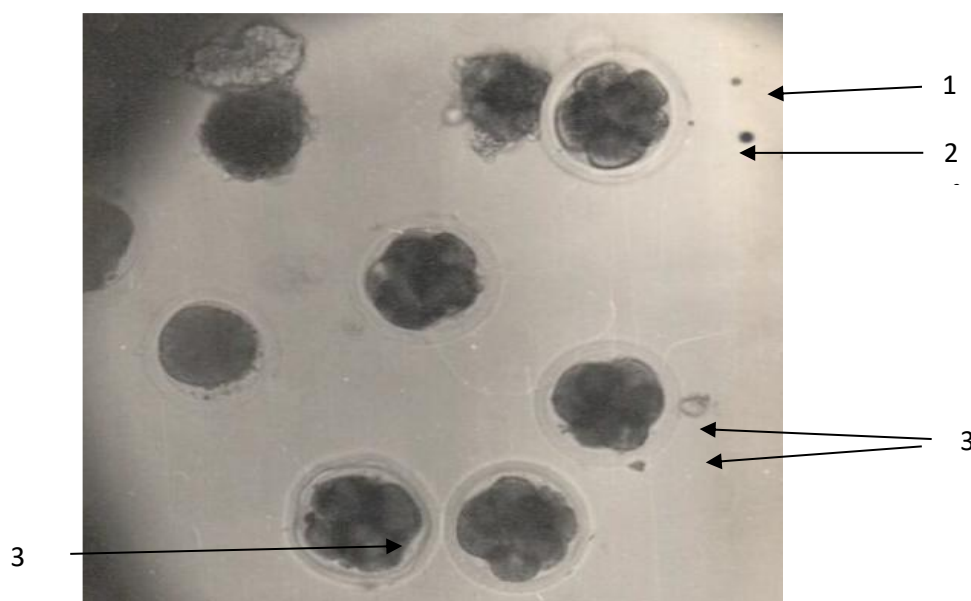


Рисунок 3– Эмбрионы коров на стадии морулы: 1-прозрачная оболочка, 2-перивителлиновое пространство, 3- бластомеры

Нами, для отбора реципиентов и прогнозирования приживляемости эмбрионов был использован ИФА метод определения концентрации прогестерона в сыворотке у коров реципиентов на 4-й и 6-й дни полового цикла (таблица 1). Исполнительской группой разработан способ отбора коров реципиентов для пересадки эмбрионов на основе определения содержания гормона прогестерона в плазме крови на 4-й и 6-й дни эстрального цикла. Поставленная задача решалась путем определения содержания гормона прогестерона в плазме крови коров реципиентов на 4-й и 6-й дни эстрального цикла методом ИФА.

Таблица 1 – Уровень содержания гормона прогестерона в плазме крови у коров реципиентов (бесплодных и стельных) на 4-й и 6-й дни эстрального цикла (результаты исследования 2022 года)

Дни эстрального цикла	Бесплодные коровы реципиенты (n=12)			Стельные коровы реципиенты (n=12)		
	Min	Max	В среднем	Min	Max	В среднем
4-й день	0,294ng/ml	1,788 ng/ml	1,247 ng/ml	1,760 ng/ml	2,533 ng/ml	2,181 ng/ml
6-й день	0,293 ng/ml	2,991 ng/ml	1,553 ng/ml	2,980 ng/ml	5,594 ng/ml	3,781 ng/ml

Использование способа определения содержания прогестерона в плазме крови на 4-й и 6-й дни эстрального цикла позволяет выявить коров реципиентов для пересадки эмбрионов. Следует отметить, что потенциальными реципиентами являются коровы с содержанием прогестерона в плазме крови на 4-й день 2,181 ng/ml, на 6-й день 3,781 ng/ml (таблица 2). Коровы реципиенты с содержанием прогестерона в плазме крови на 4-й день эстрального цикла 1,247 ng/ml и на 6-й день 1,553 ng/ml оказались не подготовленными для пересадки эмбрионов, в результате низкой концентрации прогестерона у данной группы животных имплантация пересаженных эмбрионов не происходила, т.е. стельность у этих коров не наступила.

В наших экспериментах, в молочном комплексе ТОО «Байсерке Агро» для искусственного осеменения телок случного возраста с целью получения телят желательного пола (телочек) использовали сексированную сперму с X хромосомой. Замороженную сексированную сперму быков производителей хозяйствам Алматинской области поставляет Американская компания «Taurus Services» по цене 18 \$ однополую сперму с Y хромосомой и по 25 \$ США сексированную сперму с X хромосомой. За период с апреля по июнь 2021 года были осеменены сексированной спермой 37 голов телок случного возраста голштинской породы с живой массой 320-350 кг.

На диаграмме (рисунок 4) отражены результаты искусственного осеменения телок однополой спермой, содержащей X хромосомы, для получения приплода желательного пола (телочек). Известно, что оподотворяемость сексированной спермы, ниже чем обычной замороженной спермы, поэтому была использована сексированная сперма для осеменения телок случного возраста. В наших опытах оплодотворяемость телок сексированной спермой составила 62,1%, по результатам ректального исследования 37,9% телок оказались бесплодными и в среднем по опытной группе индекс осеменения телок сексированной спермой составил 1,54.

Существуют разные технологии разделения спермы, большинство способов разделения спермы на фракции содержащие X и Y хромосомы обоснованы путем ультрацентрифугирования спермы.

Использование технологии осеменения телок однополой спермой свидетельствует, что указанный альтернативный способ позволяет получать приплод желательного пола доступным в экономическом плане методом. Нами для искусственного осеменения 37 телок использовалась замороженная ультрасексированная сперма с X хромосомой Канадской компании «Alta Genetics», по сведениям данной компании процент рождения приплода желательного пола (телочек) составляет 90%, в наших экспериментах доля телочек составила 83% (20 голов), а бычков 17% (4 головы). При этом зарегистрирован один случай мертворождения, телочки.



Рисунок 4 - Результаты искусственного осеменения телок (n= 37) случного возраста сексированной спермой и отелов (2021-2022 гг)

Эксперименты по трансплантации эмбрионов в 2023 году проводили на базе молочных комплексов ТОО «Байсерке-Агро», СХПК «Алматы, агрофирмы «Родина», ТОО «Тайынша Астык». Суперовуляцию у коров доноров проводили по схеме, которая рассчитана на 16 дней. 0 день – интравагинальное введение препарата CIDR, начиная с 4-го дня – утром и вечером внутримышечное введение препарата Pluset в дозе 150 ЕД, 5-й день – утром и вечером внутримышечное введение препарата Pluset в дозе 125 ЕД, 6-й день – утром и вечером внутримышечное введение препарата Pluset в дозе 100 ЕД, двухкратное внутримышечное введение эстрофана по 2 мл, 7-й день – извлечение из влагалища препарата CIDR, 8-й день – двухкратное искусственное осеменение коров доноров и 9-й день – утром однократное искусственное осеменение коров доноров, 15-й день – вымывание эмбрионов у доноров нехирургическим способом. Коров доноров использовали с неизвестным половым циклом, применение препарата CIDR, содержащего в своем составе 1,38 грамм прогестерона, обеспечивает оптимальную концентрацию данного гормона, который приостанавливает рост фолликулов.

На 7-й день – после искусственного осеменения проводили вымывание эмбрионов у коров-доноров нехирургическим способом с помощью двухканального катетера Neustadt/Aisch CH15 компании Minitube, при этом использовали питательную среду BoviFlush этой же компании по 450 мл для вымывания каждого рога матки. Оценку качества эмбрионов проводили с помощью микроскопа OlympusSZX10 или инвертированным микроскопом Leica. В первом опыте для отбора эмбрионов использовали методику отстаивания эмбрионов в течение 20-30 минут, затем отдельными порциями под микроскопом проводили поиск эмбрионов. После проведения морфологической оценки, эмбрионы заправляли в пайетты и с помощью катетера пересаживали телкам реципиентам.

Пересадку эмбрионов осуществляли специальными катетерами Германской фирмы Minitube, катетеры перед использованием стерилизовали кипячением в течение 30 мин, затем высушивали. Катетер продвигали как можно ближе к верхушке рога матки, ректально контролируя положение округлой головной части инструмента. Убедившись в правильности расположения инструмента, осторожно выдавливали содержимое пайетты в просвет рога матки. Пересадку эмбрионов проводили строго под действием низкой сакральной анестезии. Этим методом удобно раскрыть закрытый канал шейки матки, а так же предупредить обратную эвакуацию эмбриона в процессе работы.

Результаты работы по трансплантации эмбрионов у коров племенного хозяйства ТОО «Байсерке-Агро» за 2021-2022 гг отражены в таблице 2, всего были гормонально обработаны препаратом Pluset 21 коров голштинской породы с высоким генетическим потенциалом, из них положительно реагировали на гормональную обработку 18 голов. Результаты суперовуляции контролировали двумя способами: ректальная пальпация яичников коров доноров и УЗИ сканирование яичников доноров. Анализ УЗИ сканирования яичников свидетельствует, что характерным признаком является низкий уровень овуляции, т.е. у коров доноров достаточно хорошая ответная реакция на действие гонадотропных препаратов, однако, не все фолликулы овулируют.

На эхограмме яичников желтые тела дают интенсивный однородный фон, хорошо видны неовулировавшие фолликулы. Нами установлены случаи, когда на эхограмме видны хорошо сформированные желтые тела, наряду с ними на эхограмме имеются небольшого размера кисты (образования с диаметром 1-2 мм, которые дают темный фон). Обычно, у коров доноров с такими результатами УЗИ сканирования нами были выявлены факты обнаружения плохого качества ооцит-кумулюсные комплексы, т.е наличие мелких лютеиновых кист снижает качество эмбрионов.

Таблица 2 – Итоговые результаты экспериментов по трансплантации эмбрионов в племенном хозяйстве ТОО «Байсерке-Агро» за 2021-2012 гг

Показатели	Эксперименты			
	Результаты 2021 г		Результаты 2022 г	
	I	II	I	II
Количество доноров	7/100%	6/100%	4/100%	4/100%
Положительно реагировали на гормональную обработку, голов	5/71%	6/100%	3/75%	4/100%
Количество желтых тел (УЗИ сканирование)	63	56	24	34
Количество неовулировавших фолликулов (УЗИ сканирование)	7	6	8	11
Число пригодных для пересадки эмбрионов	23	24	17	26
Число пригодных для пересадки эмбрионов на одного донора	3,28	4	4,25	6,5
Количество пересаженных эмбрионов	6	10	6	10
Количество замороженных эмбрионов	17	14	11	16
Количество реципиентов	6	10	6	10
Количество полученных телят трансплантантов	3	4	-	-

Согласно календарного плана в 2023 году эксперименты по трансплантации эмбрионов проводились в племенных хозяйствах ТОО «Байсерке-Агро» Алматинской области. В качестве доноров использовались высокопродуктивные коровы голштинской породы, полученные нехирургическим способом эмбрионы пересадили телкам черно-пестрой породы и в СХПК «Алматы» телкам Алатауской породы. Суперовуляция, синхронизация полового цикла реципиентов проводились по общепринятой методике с использованием гормональных препаратов Германской компании Minitube, результаты работы по трансплантации эмбрионов у коров отражены в таблице 3.

Анализ результатов суперовуляции у коров доноров показывает, что уровень положительно реагировавших коров доноров колебался от 71% до 82%, суперовуляция у доноров проводилась фронтальным способом, т.е. без учета стадии эстрального цикла коров доноров. Гормон ФСГ, который входит в состав препарата Pluset обеспечивает рост созревающих фолликулов, однако не все фолликулы подвергаются овуляции, т.е. часть фолликулов не овулируют, а превращаются в фолликулярные кисты. Коров доноров на 7-й день после искусственного проверяли двумя способами: ректальной пальпацией яичников и УЗИ сканирования яичников, при этом определяли количество желтых тел и неовулировавших фолликулов. Преимуществом использования УЗИ сканирования яичников является возможность определения точного количества желтых тел и фолликулярных кист.

Таблица 3 – Результаты экспериментов по пересадке эмбрионов в племенных хозяйствах «Байсерке-Агро», СХПК «Алматы», агрофирма «Родина», «Тайынша - Астык» за 2021-2023 гг

Показатели	«Байсерке-Агро» 2021-2023 гг	СХПК «Алматы» 2023 г	«Родина» 2023 г	«Тайынша-Астык» 2023 г
Количество доноров	28/100%	12/100%	8/100%	7/100%
Положительно реагировали на гормональную обработку, голов	23/82%	9/75%	6/75%	5/71%
Количество желтых тел (УЗИ сканирование)	147	61	43	34
Количество неовулировавших фолликулов (УЗИ сканирование)	54	23	14	8
Число пригодных для пересадки эмбрионов	118	32	37	23
Число пригодных для пересадки эмбрионов на одного донора	5,13	3,55	6,16	4,6
Количество пересаженных эмбрионов	54	8	12	8
Количество замороженных эмбрионов	64	24	25	15
Количество реципиентов	54	8	12	8

Число стельных реципиентов (2023 г)	10	5	8	5
Число полученных телят трансплантантов (2012-2023 гг)	16	-	-	-

Следует отметить отрицательное влияние некоторых факторов на уровень суперовуляции, на выход пригодных к пересадке эмбрионов на одного донора, как, тепловой стресс, лактационная доминанта у доноров, стадии эстрального цикла у коров доноров, наличие неовулировавших фолликулов. В наших экспериментах у всех коров доноров при ректальной пальпации и УЗИ сканирования яичников выявлены наличия неовулировавших фолликулов (фолликулярные кисты). В 2023 году были пересажены свежеполученные эмбрионы телкам случного возраста черно-пестрой породы с живой массой 320-350 кг в племенных хозяйствах ТОО «Байсерке-Агро».

Выводы

В результате получены от высокопродуктивных коров всего 16 телят трансплантантов, в том числе 9 телочек, количество стельных реципиентов составляет 28. По нашим расчетам в 2023 году себестоимость суперовуляции у одного донора составила 117 000 тенге, затраты на получение одного эмбриона от высокопродуктивной коровы составляют в зависимости от выхода пригодных эмбрионов от 36 000 тг до 48 000 тг.

В качестве дополнительного критерия оценки пригодности реципиентов использовали метод определения количества гормона прогестерона в сыворотке крови реципиентов на 4-й и 6-й дни эстрального цикла методом ИФА, разработан «Способ отбора реципиентов для пересадки эмбрионов». Потенциальными реципиентами являются коровы с содержанием прогестерона в плазме крови на 4-й день 2,181 ng/ml, на 6-й день 3,781 ng/ml. Коровы реципиенты с содержанием прогестерона в плазме крови на 4-й день эстрального цикла 1,247 ng/ml и на 6-й день 1,553 ng/ml оказались не подготовленными для пересадки эмбрионов и у этих животных не была зарегистрирована стельность после пересадки эмбрионов.

Список источников

- 1 Wathes D, Taylor V, Cheng Z, Mann G, 2003. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. Reproduction supplement 61: 216-237.
- 2 M. C. Lucy. The bovine dominant ovarian follicle. J. Anim. Sci. 2007. 85(E. Suppl.):E89–E99
- 3 Ussenbekov Y., Kuzmina T., Boytseva E., Denisenko V. The joint treatment of sperm by prolactin and GTP have determined the increase of the number acrosome-reacted spermatozoa in bulls. 31st Scientific meeting of the AETE in Ghent (Belgium) on 11-12th of September P 200
- 4 Reuben J. MAPLETOFT, Kristina BENNETT STEWARD, Gregg P. ADAMS. Recent advances in the superovulation in cattle. Reprod. Nutr. Dev. 42 (2002) 601–611
- 5 R.J. Mapletoft, , G.A. Bó. Innovative strategies for superovulation in cattle. Anim. Reprod., v.10, n.3, p.174-179, Jul./Sept. 2013
- 6 M. Sakatani, N. V. Alvarez, M. Takahashi, and P. J. Hansen. Consequences of physiological heat shock beginning at the zygote stage on embryonic development and expression of stress response genes in cattle. Journal of Dairy Science Vol. 95 No. 6, 2012 P 3080–3091
- 7 R. Boni. Ovum pick-up in cattle: a 25 yr retrospective analysis . Anim Reprod, v.9, n.3, p.362-369, Jul./Sept. 2012
- 8 D.V. PATEL, N.N. CHAUDHARI, S.R. PATIL, J.G. BHATOL, S.D. BHALODIA AND C.P. DEVANAND. ULTRASONOGRAPHIC ELECTIVE SUPEROVULATION AND ITS RESPONSES IN CROSSBRED AND ZEBU CATTLE. Indian Journal of Animal Reproduction 34 (1) : June 2013 P 17-21
- 9 J.H.M. Viana, E.K.N. Arashiro, L.G.B. Siqueira¹, A.M. Ghatti, V.S. Areas, C.R.B. Guimarães, M.P. Palhao, L.S.A. Camargo, C.A.C. Fernandes. Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. Anim. Reprod., v.10, n.3, p.215-222, Jul./Sept. 2013

10 JJ.Ireland, F.Ward, F.Jimenez-Krassel, J.L.H.Ireland, G.W.Smith, P.Lonergan and A.C.O.Evans. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. *Human Reproduction* Vol.22, No.6 pp. 1687–1695, 2007

11 Andreas Vernunft, Mona Schwerhoff, Torsten Viergutz, Mike Diederich and Andreas Kuwer. 2015 Anti-Muellerian hormone levels in plasma of Holstein-Friesian heifers as a predictive parameter for ovum pick-up and embryo production outcomes. *Journal of Reproduction and Development*, Vol. 61, No 1, page 74-79

References

1 Wathes D, Taylor V, Cheng Z, Mann G, 2003. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. *Reproduction supplement* 61: 216-237.

2 M. C. Lucy. The bovine dominant ovarian follicle. *J. Anim. Sci.* 2007. 85(E. Suppl.):E89–E99

3 Ussenbekov Y., Kuzmina T., Boytseva E., Denisenko V. The joint treatment of sperm by prolactin and GTP have determined the increase of the number acrosome-reacted spermatozoa in bulls. 31st Scientific meeting of the AETE in Ghent (Belgium) on 11-12th of September P 200

4 Reuben J. MAPLETOFT, Kristina BENNETT STEWARD, Gregg P. ADAMS. Recent advances in the superovulation in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.* 42 (2002) 601–611

5 R.J. Mapletoft, G.A. Bó. Innovative strategies for superovulation in cattle. *Anim. Reprod.*, v.10, n.3, p.174-179, Jul./Sept. 2013

6 M. Sakatani, N. V. Alvarez, M. Takahashi, and P. J. Hansen. Consequences of physiological heat shock beginning at the zygote stage on embryonic development and expression of stress response genes in cattle. *Journal of Dairy Science* Vol. 95 No. 6, 2012 P 3080–3091

7 R. Boni. Ovum pick-up in cattle: a 25 yr retrospective analysis. *Anim Reprod*, v.9, n.3, p.362-369, Jul./Sept. 2012

8 D.V. PATEL, N.N. CHAUDHARI, S.R. PATIL, J.G. BHATOL, S.D. BHALODIA AND C.P. DEVANAND. ULTRASONOGRAPHIC ELECTIVE SUPEROVULATION AND ITS RESPONSES IN CROSSBRED AND ZEBU CATTLE. *Indian Journal of Animal Reproduction* 34 (1) : June 2013 P 17-21

9 J.H.M. Viana, E.K.N. Arashiro, L.G.B. Siqueira¹, A.M. Ghetti, V.S. Areas, C.R.B. Guimarães, M.P. Palhao, L.S.A. Camargo, C.A.C. Fernandes. Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. *Anim. Reprod.*, v.10, n.3, p.215-222, Jul./Sept. 2013

10 JJ.Ireland, F.Ward, F.Jimenez-Krassel, J.L.H.Ireland, G.W.Smith, P.Lonergan and A.C.O.Evans. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. *Human Reproduction* Vol.22, No.6 pp. 1687–1695, 2007

11 Andreas Vernunft, Mona Schwerhoff, Torsten Viergutz, Mike Diederich and Andreas Kuwer. 2015 Anti-Muellerian hormone levels in plasma of Holstein-Friesian heifers as a predictive parameter for ovum pick-up and embryo production outcomes. *Journal of Reproduction and Development*, Vol. 61, No 1, page 74-79

Е.С. Усенбеков, К.У. Койбагаров, А.К. Махмұтов*,

А.А. Турғұмбеков, Ж.Ж. Бименова, Ж.У. Мұслимова

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ Алматы, Қазақстан

yessengali.ussenbekov@kaznaru.edu.kz, kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz,

abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz, asset.turgumbekov@kaznaru.edu.kz,*

zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz, 508362@kaznaru.edu.kz

**АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ СҮТТІ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ООЦИТТЕРДІ
ТРАНСВАГИНАЛЬДЫ АСПИРАЦИЯЛАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ**

Аңдатпа

Мақалада Алматы облысы Талғар ауданында орналасқан ЖШС «Байсерке-Агро» асыл тұқымды шаруашылығында эмбриондарды трансплантациялау технологиясын енгізу нәтижелері көрсетілген, сиырлардағы донорлық ооциттерді трансвагинальды аспирациялау технологиясы және оларды экстракорпоральды ұрықтандыру оңтайландырылған.

Біздің тәжірибелеріміздің нәтижелері көрсеткендей, ооциттердің трансвагинальды аспирациясы және оларды экстракорпоральды ұрықтандыруы арқылы жоғары өнімді жануарлардан эмбриондар алу технологиясы генетикалық әлеуеті жоғары төл алудың қолайлы әдісі болып табылады. Біздің тәжірибелерімізде бір жануардан іске жарайтын ооциттердің саны 3-6 ооцит аралығында болды. Пункция жасау үшін ұсынылған фолликулалардың оңтайлы диаметрі 3-4 мм немесе одан да көп, *in vitro* жағдайында ооциттердің ұрықтануы 60% - дан 83,3% - ға дейін болды.

Сондай-ақ біз донор сиырлардың аналық бездерін ультрадыбыстық сканерлеуді, трансректальды пальпация және ультрадыбыстық зерттеу арқылы реципиенттердегі сары денелердің функционалдық жағдайын бағалауды, ректальды пальпация және аналық бездің сары денесін сканерлеу негізінде реципиенттерді таңдауды, донор және реципиент сиырларды есепке алуды, реципиент жануарларды бақылауды, ооциттердің трансвагинальды аспирациясы технологиясын игеруді жүргіздік.

Көбеюдің инновациялық биотехнологиялық әдістерін енгізу (эмбриондарды трансплантациялау, ооциттердің трансвагинальды аспирациясы) сүтті мал шаруашылығында селекциялық процестің қарқындылығын қамтамасыз етеді және табын құрамын реттеуге, аналық мал басын көбейтуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер. трансплантация, эмбриондар, трансвагинальды аспирация, ооциттер, сүтті мал шаруашылығы, аналық безді ультрадыбыстық сканерлеу, экстракорпоральды ұрықтандыру.

E.S. Ussenbekov, K.U. Koybagarov, A.K. Makhmutov*,

A.A. Turgumbekov, Zh.Zh. Bimenova, Zh.U. Muslimova

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republik of Kazakhstan

yessengali.ussebekov@kaznaru.edu.kz, kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz,

abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz, asset.turgumbekov@kaznaru.edu.kz,*

zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz, 508362@kaznaru.edu.kz

APPLICATION OF THE TRANSVAGINAL ASPIRATION METHOD FOR OOCYTES IN DAIRY FARMING IN THE ALMATY REGION

Abstract

This article presents the results of the introduction of embryo transplantation technology at the breeding farm of Baisserke-Agro LLP in the Talgar district of the Almaty region, where the technology of transvaginal aspiration of donor oocytes in cows and their extracorporeal fertilization has been optimized.

The results of our experiments show that the technology of obtaining embryos from highly productive animals using transvaginal aspiration of oocytes and their extracorporeal fertilization is an acceptable method of obtaining offspring with high genetic potential. In our experiments, the yield of suitable oocytes per animal ranged from 3 to 6 oocytes. The optimal follicle diameter recommended for puncture is 3-4 mm or more, and the fertilization rate of oocytes *in vitro* ranged from 60% to 83.3%.

We also performed ultrasound scanning of the ovaries of donor cows, assessed the functional state of the corpus luteum in recipients by transrectal palpation and ultrasound examination, selected recipients based on rectal palpation and scanning of the corpus luteum of the ovary, recording donor and recipient cows, monitoring recipient animals, and mastering the technology of transvaginal oocyte aspiration.

The introduction of innovative biotechnological reproduction techniques (embryo transplantation, transvaginal aspiration of oocytes) intensifies the selection process in dairy cattle

breeding and allows for the modeling of herd structure and an increase in the number of female animals.

Keywords. transplantation, embryos, transvaginal aspiration, oocytes, dairy farming, ultrasound scanning of ovaries, in vitro fertilization

Вклад авторов

Усенбеков Есенгали Серикович, к.б.н., профессор кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного исследовательского университета.

Койбагаров Канат Уканович, к.в.н., ассоциированный профессор кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного исследовательского университета — устанавливал контакты с хозяйствами, проводил УЗИ животных.

Махмутов Абзал Касенович, к.в.н., ассоциированный профессор кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного исследовательского университета — редактировал статью, участвовал в вымывании эмбрионов у доноров нехирургическим способом.

Тургумбеков Асет Абдымаратович, PhD, старший преподаватель кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного исследовательского университета — проводил гормональную обработку коров, занимался пересадкой эмбрионов.

Бименова Жанат Жолшыбайкызы, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного исследовательского университета — составляла таблицу, участвовала в написании обзора литературы, проводила УЗИ животных.

Муслимова Жадыра Умирбеккызы, PhD, лаборант кафедры «Клинические дисциплины» Казахского национального аграрного университета — участвовала во всех работах, готовила реактивы и необходимые растворы во время эксперимента.

ГТАХР: 68.03.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/63>

*Г.К. Джанабекова¹, М.М. Жылкышыбаева¹, А.Т. Камбарбеков¹,
С.Т. Ерназарова¹, А.Ж. Бердалина¹*

*¹ КЕАҚ «Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университеті» Алматы қ., Қазақстан,
gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz, meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz,
amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz, sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz,
Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz*

БӘЙГЕ АТТАРЫНЫҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ҚАН САРЫСУЫНДАҒЫ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕР КӨРСЕТКІШІ

Аңдатпа

Бұл мақалада бәйге аттарының физиологиялық жағдайын қан сарысуындағы микроэлементтер концентрациясы арқылы бағалау мәселесі ғылыми тұрғыда қарастырылады. Жылқы спорты мен ұлттық бәйге жарыстарының қарқынды дамуына байланысты жануар организмінің функционалдық мүмкіндіктерін дәл әрі тиімді бағалау өзекті мәселеге айналууда. Осы тұрғыда, микроэлементтер және басқа да биологиялық маңызды элементтер – бұлшықет қызметін, жүйке жүйесінің тұрақтылығын, қан түзілу процесін және жалпы зат алмасуды қамтамасыз ететін негізгі көрсеткіштер ретінде алынады.

Зерттеу барысында түрлі дайындық және жарыс кезеңдеріндегі бәйге аттарының қан сарысуынан алынған сынамаларда микроэлементтік (калий, фосфор, натрий, кальций, магний, темір) құрам анықталды. Алынған деректер бойынша, микроэлементтердің ауытқуы аттардың

организміне түсетін күшке төзімділігімен, зат алмасу қарқындылығымен және жалпы физиологиялық жағдайымен тығыз байланысты екендігі дәлелденді. Сонымен қатар, белгілі бір микроэлементтердің жетіспеушілігі немесе артықтығы спорттық өнімділікке және қалпына келу уақытына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Мақалада алынған нәтижелерге сүйене отырып, бәйге аттарының денсаулығын кешенді бағалау мен жаттықтыру бағдарламаларын тиімді жоспарлауда микроэлементтік мониторингтің маңыздылығы негізделеді. Бұл зерттеу ветеринариялық бақылау мен спорттық жылқылардың өнімділігін арттыруда ғылыми негізделген тәсілдерді қолдануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: бәйге аттары, физиологиялық жағдай, қан сарысуы, микроэлементтер, калий, фосфор, натрий, кальций, магний және темір.

Кіріспе

Ат спортының маңызды түрі оның ішінде бәйгеге қосу ретінде жылқылар жоғары физиологиялық және биомеханикалық талаптарға сай ерекше қабілеттерге ие болуы тиіс. Олардың денсаулығы мен күй жағдайы тек жарыстардағы көрсеткіштеріне ғана әсер етіп қоймай, сонымен қатар жалпы тіршілік қабілетіне де тікелей ықпал етеді. Аттардың биологиялық көрсеткіштерін бағалау, оның ішінде қан құрамындағы микроэлементтер деңгейін зерттеу, олардың денсаулығы мен жарысқа дайындығы туралы маңызды мәлімет береді [1,2,3].

Қан сарысуындағы микроэлементтер, соның ішінде темір, мырыш, мыс, магний сияқты элементтер, аттардың физиологиялық жағдайы мен энергия алмасуын реттейтін маңызды құрам болып табылады. Бұл элементтердің организмдегі деңгейі аттың жалпы физиологиялық жағдайына, төзімділігіне және денеге түсетін ауырлықтың реакциясына тікелей әсер етеді. Мысалы, темір жетіспеушілігі аттың төзімділігі мен қимыл қозғалыс белсенділігімен қамтылуын төмендетуі мүмкін, ал мырыш немесе мыс тапшылығы метаболизмнің бұзылуына, иммундық жүйенің әлсіреуіне әкелуі мүмкін [4,5,6].

Жалпы, микроэлементтер жылқы организміндегі метаболикалық үдерістердің қалыпты жүруін қамтамасыз етеді және оларды белгілі бір деңгейде ұстау тірек қимыл апаратның белсенділігіне себепкер, жарақаттану деңгейін төмендетуде және қалпына келу үдерістерінде маңызды рөл атқарады [7,8,9]. Калыкова А. мақаласында, қандағы темірдің мөлшері жануарлардың жалпы физиологиялық жағдайына, олардың төзімділігі мен бейімделу қабілетіне әсер етеді, сондықтан қалыпты көрсеткіштер жылқылардың жақсы функционалдық белсенділігі мен жалпы денсаулығын көрсетеді [10]. Бәйге аттарының қан сарысуындағы микроэлементтер деңгейін бақылау, олардың жай күйін алдын-ала бағалауға және мүмкін болатын ақауларды ерте анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеу жұмысы бәйге аттарының қан сарысуындағы микроэлементтер көрсеткішін бағалап, олардың физиологиялық жағдайымен байланысын анықтауды мақсат етеді. Мұндай зерттеулер аттардың денсаулығын жақсартуға және олардың спорттық нәтижелерін арттыруға бағытталған кешенді тәсілдерді жасауға мүмкіндік береді. Осы мақсатта қан сарысуындағы микроэлементтер деңгейінің жылқы организмнің жағдайы мен организмге түскен күш әсеріне ықпалын зерттеу, сондай-ақ микроэлементтер құрамының әртүрлі факторларға, соның ішінде азықтық рационна және сыртқы ортаның жағдайларына тәуелділігін анықтау аса маңызды.

Әдістер мен материалдар

Зерттеу Алматы республикалық ипподромындағы жылқыларға жүргізілді. Тәжірибеде 3 жасардан 3 аталық жылқы болды. Зерттеу нысаны ретінде үш жылқы: Қарқара, Торы Дауыл және Эверест алынды. Әр жылқыдан алынған қан сарысуындағы келесі көрсеткіштер зерттелді: калий (K^+), фосфор (P), натрий (Na^+), кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}) және темір (Fe). Нәтижелер ммоль/л (темір — мкмоль/л) өлшем бірлігінде берілді.

Бұл көрсеткіштер биохимиялық анализатор «Skreen master США, 2006» құралында, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің Қазақстан-Жапон инновациялық орталығында анықталды.

Тәжірибеде жинақталған материалдар жануарлардың физиологиялық және өнімді белгілері бойынша эксперименттік деректерді статистикалық өңдеу үшін Microsoft Excel (Microsoft Office 365) бағдарламасы қолданылды. Excel-де кіріктірілген функциялар мен деректерді талдау құралдарының көмегімен негізгі биометриялық көрсеткіштер есептелді: орташа арифметикалық, стандартты ауытқу.

Нәтижелер және талқылаулар

Біздің зерттеу жұмысымызда үш жылқы — Қарқара, Торы Дауыл және Эверест атты аттардың қан сарысуындағы аталған макро- және микроэлементтердің (калий, фосфор, натрий, кальций, магний, темір) концентрацияларын көрсетілген.

1-кесте. Бәйге аттарының қан сарысуы құрамындағы микроэлементтер көрсеткіші

Жылқы-лар	Көрсеткіштер ммоль/л					
	калий	фосфор	натрий	кальций	магний	темір
Қарқара	7,0±1,1	1,33±0,7	105,3±0,0	3,44±0,2	0,71±0,2	21,03±3,2
Торы дауыл	3,9±4,0	1,15±2,3	154,8±0,9	3,28±1,2	0,71±0,1	14,42±3,1
Эверест	2,01±1,2	0,74±0,2	130±2,0	3,32±0,1	0,73±0,2	11,9±8,3

Кестеде көрсетілген мәліметтерге талқылау жасайтын болсақ, калий (K^+) деңгейі Қарқарада айтарлықтай жоғары, бұлшықет пен жүйке жүйесінің қызметіне қажет. Эверест пен Торы Дауылда калий деңгейі төменірек, әсіресе Эверестте. Бұл гипокалиемиаға (калий жетіспеушілігі) әкелуі мүмкін, ол бұлшықет әлсіздігіне, жүрек ырғағының бұзылуына себеп болуады. Торы Дауылда калийдің стандартты ауытқуы жоғары ($\pm 4,0$), бұл өлшемдердің тұрақсыздығын немесе зерттеу жағдайларының әртүрлілігін білдіреді.

Фосфордың ең жоғары концентрациясы Қарқарада. Эверестте фосфор деңгейі салыстырмалы түрде төмен, бұл сүйек және бұлшықет құрылымына әсер етеді. Торы Дауылда стандартты ауытқу өте жоғары ($\pm 2,3$), бұл фосфор деңгейінің тұрақсыздығын немесе патологиялық процестерді көрсетуі мүмкін.

Натрий (Na^+) деңгейі Торы Дауылда өте жоғары — бұл гипернатриемия (натрий артықшылығы), сусыздану немесе бүйрек функциясының бұзылуын көрсетуі мүмкін. Қарқарада натрий деңгейі қалыптыдан төменірек (әсіресе 105,3 ммоль/л мәні $\pm 0,0$ болғаны күдік тудырады – бұл қайталама өлшеулер болмағанын немесе қателік мүмкіндігін білдіреді). Эвересттің көрсеткіші қалыпты диапазонға жақын.

Үш жылқыда да кальций (Ca^{2+}) деңгейі бір-біріне жақын және физиологиялық нормадан ауытқымайды. Кальций сүйек, бұлшықет жиырылуы және қан ұюында маңызды рөл атқарады. Тек Торы Дауылда стандартты ауытқу жоғары ($\pm 1,2$), бұл кальций метаболизмінің ауытқуын көрсетуі мүмкін.

Магний (Mg^{2+}) деңгейі барлық жылқыларда бір деңгейде және физиологиялық нормадан ауытқымайды. Бұлшықет, жүйке және ферменттік процестер үшін маңызды.

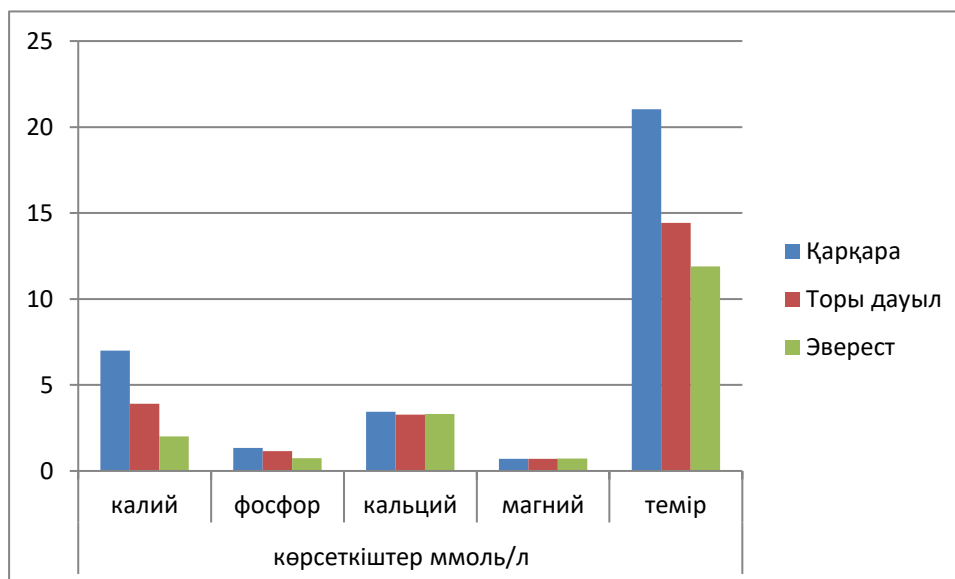
Қарқарада темір(Fe) концентрациясы едәуір жоғары, бұл эритропоз процесінің (қан түзу) белсенді екенін көрсетуі мүмкін. Эверестте темірдің деңгейі ең төмен және стандартты ауытқуы өте жоғары ($\pm 8,3$), бұл анемияға әкелетіні әбден мүмкін. Қарқара – микро- және макроэлементтер деңгейі көбіне қалыпты, биологиялық белсенділігі жоғары. Торы Дауыл – натрий мен кальций деңгейінің ауытқуы бар, бұл электролиттік тепе-теңдіктің бұзылуын көрсетеді. Эверест – калий, фосфор және темір тапшылығы байқалады, бұл энергия алмасуы мен қан құрамына кері әсер етуі ықтимал.

Аталған жылқылардың физиологиялық жағдайы (азықтану, ауру белгілері, тірек қимыл белсенділігі) ескерілсе, бұл зерттеудің диагностикалық құндылығы артады.

Төменде біздің зерттеулерімізде жылқылардың қан сарысуындағы макро- және микроэлементтер құрамын салыстырмалы талдау жасалынды.

Жылқылардың ағзасындағы электролиттер мен микроэлементтердің теңгерімі олардың жалпы физиологиялық жағдайының маңызды көрсеткіші болып табылады. Бұл элементтер бұлшықет жиырылуы, жүйке өткізгіштігі, сүйек тінінің метаболизмі және қан түзу

процестерінде маңызды рөл атқарады [10]. Осы зерттеу макро- және микроэлементтер деңгейінің жеке жылқыларда қалай өзгеретінін салыстыра отырып, денсаулыққа ықтимал әсерін анықтауға бағытталды.



Сурет 1 - Жылқылардың қан сарысуындағы макро- және микроэлементтер құрамын салыстырмалы талдау

Абсцисс өсі: микроэлементтердің түрлері. Ординат өсі: әр жылқыда микроэлементтер деңгейі.

Қарқарада калий деңгейі жоғары (7,0 ммоль/л), бұл оның бұлшықет белсенділігі жоғары немесе азықтану рационы калийге бай екенін көрсетеді. Эверест пен Торы Дауылда калий деңгейі төмен, бұл гипокалиемиа қаупін тудырады. Торы Дауылда стандартты ауытқудың өте жоғары болуы ($\pm 4,0$) өлшеу дәлдігіне күмән тудырады немесе организмдегі тұрақсыз тепе-теңдікті білдіреді.

Қарқарада фосфор концентрациясы ең жоғары, бұл сүйек ұлпасының қалыпты алмасуын қамтамасыз етеді. Эверестте бұл көрсеткіш төмен, ол сүйек жүйесінің әлсіреуіне немесе фосфор тапшылығына алып келуі мүмкін. Торы Дауылда стандартты ауытқуы тым үлкен ($\pm 2,3$), бұл зерттеу кезінде метаболикалық өзгерістер болғанын білдіреді.

Барлық жылқыларда кальций деңгейі біршама тұрақты және физиологиялық нормада. Бұл сүйек құрылымы мен бұлшықет жұмысы үшін қалыпты жағдайды айқындайды.

Магний деңгейі барлық жылқыларда ұқсас және нормадан ауытқымаған. Бұлшықет және ферменттік функция үшін магний жеткілікті деңгейде.

Қарқарада темір деңгейі жоғары (21,03 ммоль/л), бұл гемоглобин синтезінің белсенді жүріп жатқанын көрсетеді. Эверестте бұл көрсеткіш төмен және стандартты ауытқуы жоғары ($\pm 8,3$), бұл темір тапшылығы немесе қан аздық жағдайларын білдіруі мүмкін.

Бұл зерттеу нәтижелері әр жылқыда макро- және микроэлементтер деңгейінің айтарлықтай айырмашылықтары бар екенін көрсетті. Қарқара атты жылқыда көрсеткіштер негізінен қалыпты және оңтайлы деңгейде болса, Торы Дауыл мен Эверестте кейбір элементтердің жетіспеушілігі немесе артықтығы байқалады. Мұндай ауытқулар жануарлардың азықтану жағдайымен, судың жетіспеушілігімен немесе физиологиялық стресспен байланысты болуы мүмкін.

Қорытынды

Бұл зерттеу үш түрлі жылқы — Қарқара, Торы Дауыл және Эверест атты аттардың қан сарысуындағы макро- және микроэлементтердің (калий, фосфор, натрий, кальций, магний, темір) концентрацияларын анықтап, олардың физиологиялық жағдайына ықпалын бағалауға бағытталды. Нәтижелер көрсеткендей, әр жылқыда зерттелген элементтердің деңгейлері бір-

бірінен ерекшеленеді және бұл айырмашылықтар олардың денсаулық жағдайымен, қоректенуімен немесе дайындық кезінде денеге түскен күшке байланысты болуы мүмкін. Калий, фосфор және темір тапшылығы байқалған жылқыларға қосымша минералды қоспалар енгізу ұсынылады. Электролиттік балансты сақтау үшін тұрақты түрде қан анализі жүргізу қажет. Азық рационы мен гидратация режиміне түзету енгізу керек.

Алғыс. Бұл зерттеу жұмысының жүргізілуіне қолдау көрсеткені үшін Алматы ипподромының басшылығына және "Қарқара", "Дауыл", "Эверест" лақап атты жылқыларын зерттеуге ұсынған бапкер Ержан Ақтасовқа үлкен алғысымызды білдіреміз. Олардың қолдауы мен көмегі арқасында зерттеу жоспары толық орындалды.

Қолданылған әдебиеттер

1. Massányi, M., Halo, M., Massányi, P., Mlyneková, E., Greń, A., Formicki, G., & Halo, M. (2022). Changes in haematological and biochemical parameters in blood serum of horses during exposition to workload stress. *Heliyon*, 8.
2. Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K., Müller, S. F., Horstmann, S., & Gehlen, H. (2024). Blood-based assessment of oxidative stress, inflammation, endocrine and metabolic adaptations in eventing horses accounting for plasma volume shift after exercise. *Veterinary Medicine and Science*, 10, e1409. <https://doi.org/10.1002/vms3.1409>
3. Хафизова Г.В. КОНТРОЛЬ ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017235> <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017235> .
4. Carpenè E., Andreani G., Isani G. Trace elements in unconventional animals: A 40-year experience. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2017 Sep; 43:169–179. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.02.003.
5. Orct T., Jurasović J., Micek V., Karaica D., Sabolić I. Macroand microelements in the rat liver, kidneys, and brain tissues; sex differences and effect of blood removal by perfusion in vivo. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2017; 40: 104–111.
6. Cygan-Szczegielniak D. The Levels of Mineral Elements and Toxic Metals in the Longissimus lumborum Muscle, Hair and Selected Organs of Red Deer (*Cervus elaphus* L.) in Poland. *Animals (Basel)*. 2021;11(5): 1231. doi: 10.3390/ani11051231.
7. Скальный А.А., Мелихова М.В., Бонитенко Е.Ю. и др. Сравнительный анализ информативности диагностических биосубстратов (сыворотка крови и шерсть) при определении элементного статуса экспериментальных животных. Микроэлементы в медицине. 2016; 17(1): 38–44.
8. Skalny A.V., Skalny A.A., Tinkov A.A. et al. Ultratrace element contents in rat tissues: Comparative analysis of serum and hair as indicative matrices of the total body burden. *Archives of Biological Sciences.* 2016;. 68(3): 623–632.
9. Ушаков, А. О. Возрастная динамика уровня микроэлементов в сыворотке крови лошадей / А. О. Ушаков; науч. рук. А. А. Бахта // Студенты - науке и практике АПК: материалы 105-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, г. Витебск, 20-21 мая 2020 г., посвященной 145-летию со дня рождения первого ректора УО ВГАВМ, профессора Е.Ф. Алонова / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск: ВГАВМ, 2020. - С. 204-205. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/11814>
10. Калыкова, А. ., Касымбекова, Ш., Байсапаров, А. ., & Ибадуллаева А. . (2022). РЕФЕРЕНТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ДЛЯ КАЗАХСКОЙ ЛОШАДИ ТИПА ЖАБЕ В ЮЖНОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. *Izdenister Natigeler*, (4 (96), 20–28. <https://doi.org/10.37884/4-2022/03>

References

1. Massányi, M., Halo, M., Massányi, P., Mlyneková, E., Greń, A., Formicki, G., & Halo, M. (2022). Changes in haematological and biochemical parameters in blood serum of horses during exposition to workload stress. *Heliyon*, 8.
2. Giers, J., Bartel, A., Kirsch, K., Müller, S. F., Horstmann, S., & Gehlen, H. (2024). Blood-based assessment of oxidative stress, inflammation, endocrine and metabolic adaptations in eventing horses accounting for plasma volume shift after exercise. *Veterinary Medicine and Science*, 10, e1409. <https://doi.org/10.1002/vms3.1409>
3. Hafizova G.V. KONTROL" POLNOCENNOSTI KORMLENIIa SPORTIVNYH LOShADEJ // Materialy VII Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum» URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017235> <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017235> .
4. Carpenè E., Andreani G., Isani G. Trace elements in unconventional animals: A 40-year experience. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2017 Sep; 43:169–179. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.02.003.
5. Orct T., Jurasović J., Micek V., Karaica D., Sabolić I. Macroand microelements in the rat liver, kidneys, and brain tissues; sex differences and effect of blood removal by perfusion in vivo. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2017; 40: 104–111.
6. Cygan-Szczegielniak D. The Levels of Mineral Elements and Toxic Metals in the Longissimus lumborum Muscle, Hair and Selected Organs of Red Deer (*Cervus elaphus* L.) in Poland. *Animals (Basel)*. 2021;11(5): 1231. doi: 10.3390/ani11051231.
7. Skal'nyj A.A., Melihova M.V., Bonitenko E.Ju. i dr. Sravnitel'nyj analiz informativnosti diagnosticheskikh biosubstratov (syvorotka krovi i sherst') pri opredelenii jelementnogo statusa jeksperimental'nyh zhivotnyh. *Mikrojelementy v medicine.* 2016; 17(1): 38–44.
8. Skalny A.V., Skalny A.A., Tinkov A.A. et al. Ultratrace element contents in rat tissues: Comparative analysis of serum and hair as indicative matrices of the total body burden. *Archives of Biological Sciences.* 2016;. 68(3): 623–632.
9. Ushakov, A. O. Vozrastnaja dinamika urovnja mikrojelementov v syvorotke krovi loshadej / A. O. Ushakov; nauch. ruk. A. A. Bahta // Studenty - nauke i praktike APK: materialy 105-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i magistrantov, g. Vitebsk, 20-21 maja 2020 g., posvjashhennoj 145-letiju so dnja rozhdenija pervogo rektora UO VGAVM, professora E.F. Alonova / Vitebskaja gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny. - Vitebsk: VGAVM, 2020. - S. 204-205. <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/11814>
10. Kalykova, A. ., Kasymbekova, Sh., Bajsaparov, A. ., & Ibadullaeva A. . (2022). REFERENTNYE ZNACHENIJa BIOHIMICHESKIH POKAZATELEJ KROVI DLJa KAZAHSKOJ LOShADI TIPA ZhABE V JuZhNOM REGIONE RESPUBLIKI KAZAHSTAN. *Izdenister Natigeler*, (4 (96), 20–28. <https://doi.org/10.37884/4-2022/03>

**Г.К. Джанабекова¹, М.М. Жылкышыбаева¹, А.Т. Камбарбеков¹,
С.Т. Ерназарова¹, А.Ж. Бердалина¹**

¹НАО "Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет" г.

Алматы, Казахстан, gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz,

meruyert.zhylkyshybayeva@kaznaru.edu.kz, amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz,

sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz, Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СКАКОВЫХ ЛОШАДЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Аннотация

В данной статье с научной точки зрения рассматривается вопрос оценки физиологического состояния скаковых лошадей по концентрации микроэлементов в сыворотке крови. В связи с интенсивным развитием конного спорта и национальных скачек, точная и эффективная оценка функциональных возможностей организма животного становится актуальной проблемой. В этом контексте микроэлементы и другие биологически важные элементы рассматриваются в качестве основных показателей, обеспечивающих

функцию мышц, устойчивость нервной системы, процесс кроветворения и общий обмен веществ.

В ходе исследования был определен микроэлементный состав (калий, фосфор, натрий, кальций, магний, железо) в образцах сыворотки крови скаковых лошадей на различных этапах подготовки и соревнований. Согласно полученным данным, было доказано, что колебания микроэлементов тесно связаны с выносливостью лошадей к нагрузкам, интенсивностью обмена веществ и общим физиологическим состоянием. Кроме того, было обнаружено, что дефицит или избыток определенных микроэлементов существенно влияет на скаковые показатели и время восстановления.

На основе результатов, представленных в статье, обосновывается важность мониторинга микроэлементов для комплексной оценки здоровья скаковых лошадей и эффективного планирования тренировочных программ. Это исследование позволяет применять научно обоснованные подходы к ветеринарному контролю и повышению продуктивности скаковых лошадей.

Ключевые слова: скаковые лошади, физиологическое состояние, сыворотка крови, микроэлементы, калий, фосфор, натрий, кальций, магний и железо.

**G.K. Janabekova¹, M.M. Zhylykshybayeva¹, A.T. Kambarbekov¹,
S.T. Yernazarova¹, A.Zh. Berdalina¹**

¹"Kazakh National Agrarian Research University" NJSC, Almaty, Kazakhstan,
gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz, meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz,
amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz, sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz,
Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz

MICROELEMENT LEVELS IN BLOOD SERUM DEPENDING ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF RACEHORSES

Abstract

This article examines the assessment of racehorses' physiological condition based on the concentration of microelements in their blood serum from a scientific perspective. Due to the intensive development of equestrian sports and national horse racing, accurately and effectively assessing the functional capabilities of the animal's body has become a pressing issue. In this context, microelements and other biologically important elements are considered as the main indicators that ensure muscle function, nervous system stability, blood formation process, and general metabolism.

During the study, the microelement composition (potassium, phosphorus, sodium, calcium, magnesium, iron) in blood serum samples of racehorses at various stages of training and competition was determined. According to the obtained data, it was proven that the fluctuation of microelements is closely related to the horse's endurance to physical loads, the intensity of metabolism, and the overall physiological state. In addition, it was found that the deficiency or excess of certain microelements significantly affects sports performance and recovery time.

Based on the results presented in the article, the importance of monitoring microelements for a comprehensive assessment of racehorse health and effective planning of training programs is substantiated. This research allows for the application of scientifically based approaches to veterinary control and increasing the performance of sport horses.

Keywords: racehorses, physiological state, blood serum, microelements, potassium, phosphorus, sodium, calcium, magnesium, and iron.

Вклад авторов

Г.К. Джанабекова: первоначальное написание статьи, методология

М.М. Жылкышыбаева: обзор и редактирование, лабораторные исследования

А.Т. Камбарбеков: сбор материала, ресурсы

С.Т. Ерназарова: концептуализация, курирование данных

А.Ж. Бердалина: формальный анализ, подбор литературы

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ
AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY**

МРНТИ 34.29.35

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/10>

А.А. Иманалинова¹, Қ. Үсен¹, Л.А. Димеева¹, Б.Ш. Калиев^{1,2}, Н.П. Аубакиров³

*¹Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан,
azhar.imanalinova@gmail.com*, ussen.kapar@mail.ru, l.dimeyeva@mail.ru,
bedelkaliyev@gmail.com*

²Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан,

*³Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,
Казахстан, aubakirov.nurimzhan@yandex.ru*

**ОЦЕНКА СМЕН РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫПАСА
ПРЕДПЕСКОВОЙ РАВНИНЫ И ПЕСЧАНОГО МАССИВА ТАУКУМ**

Аннотация

В статье рассматриваются смены растительности, вызванные пастбищной дигрессией на участках предпесковой равнины и песчаного массива Таукум. На основании полевых исследований растительности предпесковой равнины установлены последовательные стадии деградации белоземельнопопынных фитоценозов, завершающиеся формированием катаценозов эбелекового и адраспаного типов. Направление смен растительности обусловлено экологическими условиями, антропогенной нагрузкой и интенсивностью пастбищного использования. Эти факторы приводят к замещению ценных кормовых растений сорными видами, однолетними солянками и ксерофитами, малопригодными для поедания скотом. Показано, что стадии дигрессии зависят от рельефа, микроклимата и структуры субстрата. В межбугровых понижениях наблюдаются поздние стадии дигрессии с преобладанием сорных модификаций. В песчаном массиве Таукум выявлены наиболее распространенные типы засорения пастбищ: эбелековое, бургуновое, качимовое, ржаное, эремурусовое, беловатопольное. Отмечается, что деградационные процессы затрагивают как видовой состав, так и структуру фитоценозов. Установлено, что при отсутствии пастбищеоборота происходит резкое снижение фитоценотического разнообразия и деградация пастбищной растительности. Полученные результаты подчеркивают необходимость введения рациональной системы использования пастбищ, а также разработки мер по восстановлению деградированных экосистем и предотвращению опустынивания.

Ключевые слова: *пастбищное использование, пустынные экосистемы, смена растительности, биоразнообразие, выпас, деградация, сорные виды.*

Введение

Без преувеличения можно сказать, что все огромное количество сведений о закономерностях смен растительных сообществ, которыми мы располагаем для самых разнообразных растительных формаций, было получено преимущественно путем косвенных методов и, главным образом, путем установления сукцессионных связей на основании изучения пространственных (экологических и фитоценологических) рядов сообществ [1]

Сукцессии растительности – это направленные длительные и часто необратимые изменения, которые также называют частными последовательными сменами во времени. Направление и последовательность смены зависит от многих причин, в том числе и от выпаса. Под обратимостью понимается постепенное восстановление прежнего сообщества [2, с. 37].

Каждое сообщество, сменяющее другое в процессе сукцессии, называется стадией, или серийным сообществом. Завершающая устойчивая стадия – климакс (греч. *klimax* – лестница), когда сообщество достигает равновесия со средой.

Изучение смен растительности необходимо для геоботанических исследований, так как оно позволяет различать коренные и производные типы, проводить районирование, классификацию и картирование растительности. Также оно помогает выявить механизмы формирования сообществ, оценить роль экологических факторов, влияние компонентов фитоценоза на среду, а также структуру климаксового сообщества и его части. Изучение серийных рядов и выявление климаксовых сообществ необходимо при разработке любых классификационных построений, особенно для целей картирования растительности и создания легенд при составлении карт любых масштабов [3].

В условиях интенсивного использования пастбищ происходят трансформации растительности, выражающиеся в её деградации. Многочисленные исследования показывают, что чрезмерный выпас снижает видовое разнообразие, нарушает структуру сообществ и приводит к деградации почв [4-7].

Оценка степени нарушенности пастбищ является одной из актуальных задач экологических исследований в Казахстане. Учет антропогенного воздействия на растительность необходимо проводить в сопоставлении с положением территории в пределах определенных природно-территориальных комплексов [8].

В результате социально-экономических изменений 90-х годов в Казахстане произошло резкое сокращение поголовья скота и диких животных, что способствовало восстановлению пастбищной растительности [9]. Однако с 2005 года численность скота начала расти, и из-за неравных хозяйственных условий у землевладельцев пастбищная нагрузка на территории стала распределяться неравномерно.

Район исследования относится к Центрально-Северотуранской подпровинции Северотуранской провинции Ирано-Туранской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области [10, с. 192]. По характеру растительности предпесковая равнина относится к полынным пустыням. Пески Таукум расположены на повышенной левобережной части долины р. Иле на площади около 1 млн. га и являются ценными зимними пастбищами [11, с. 14].

Цель исследования – оценить состояние растительности под воздействием пастбищной нагрузки на предпесковой равнине и песчаном массиве Таукум. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) выявить стадии дигрессии растительности; 2) выявить наиболее распространенные типы засорения растительности на песчаном массиве Таукум.

Методы и материалы

Для оценки смен растительности под влиянием внешних факторов нами выбрана территория, состоящая из предпесковой равнины и южной части песков Таукум. Растительность изучалась с использованием традиционных методов полевых геоботанических исследований [12], включающих геоботаническое описание основных растительных сообществ и ландшафтно-экологическое профилирование.

Анализ антропогенных смен проводился по критериям опустынивания – деградации почвенно-растительного покрова согласно Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием [13]. Оценка основана на полевых данных 2018-2024 гг., проведенных для выявления смен растительности под влиянием пастбищного использования.

Результаты и обсуждение

Изучение смен растительности исследуемой территории позволило нам выявить сукцессионные стадии и соответствующую им степень опустынивания. Преобладающее значение в изучении сукцессий растительности имеют экологические условия произрастания, формирующие исходные сообщества и интенсивность воздействия выпаса, определяющие их смены. При опустынивании пастбищ смены происходят в основном по следующей схеме: Исходное (коренное) сообщество → Слабое опустынивание – внедрение небольшого количества сорнотравья, снижение продуктивности → Среднее опустынивание – уменьшение

кормовых доминантов, значительное участие сорных, непоедаемых и ядовитых видов → Сильное опустынивание – преобладание сорнотравья, эфемеров, однолетних солянок → Катаценоз.

По всей предпесковой равнине распространены коренные сообщества полыни белоземельной и ее производные на сероземах светлых супесчаных. Белоземельнополынные пастбища, которые по закономерностям зонального распределения растительности должны доминировать в составе травостоя предпесковых пустынь, вследствие чрезмерного пасторального воздействия, зачастую утратили свое господствующее положение. Основу запаса кормов составляет низкопродуктивный модификационный травостой из эфемеретума, однолетних солянок, в различном обилии встречались сообщества сорных многолетников, таких как *Peganum harmala* L., *Convolvulus arvensis* L., *Sophora songarica* Schrenk и др.

Степень опустынивания и стадии дигрессии белоземельнополынных сообществ на предпесковой равнине происходят в двух направлениях: эбелекового (таблица 1) и адраспанового (таблица 2) катаценозов.

Таблица 1 – Степень опустынивания и стадии дигрессии белоземельнополынных сообществ (конечное звено – эбелековый катаценоз)

	Степень опустынивания	Растительные сообщества (основные виды)
Стадии дигрессии	Фоновое состояние	Эфемероидно-белоземельнополынное с однолетними солянками (<i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Salsola paulsenii</i> , <i>Ceratocarpus arenarius</i>)
	Слабая	Эфемероидно-однолетнесолянково-белоземельнополынное (<i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Salsola paulsenii</i> , <i>Ceratocarpus arenarius</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i>)
	Умеренная (средняя)	Эфемероидно-белоземельнополынно-эбелековое (<i>Ceratocarpus arenarius</i> , <i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i>)
	Сильная	Эбелеково-эфемероидное (<i>Ceratocarpus arenarius</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i>)
	Очень сильная	Эбелековый (<i>Ceratocarpus arenarius</i>) катаценоз

Таблица 2 – Степень опустынивания и стадии дигрессии белоземельнополынных сообществ (конечное звено – адраспановый катаценоз)

	Степень опустынивания	Растительные сообщества/основные виды
Стадии дигрессии	Фоновое состояние	Эфемероидно-белоземельнополынное с однолетними солянками (<i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Salsola paulsenii</i> , <i>Ceratocarpus arenarius</i>)
	Слабая	Адраспаново-эфемероидно-белоземельнополынное с эбелеком (<i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Ceratocarpus arenarius</i>)
	Умеренная (средняя)	Адраспаново-белоземельнополынно-эфемероидное с эбелеком (<i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Artemisia terrae-albae</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Ceratocarpus arenarius</i>)
	Сильная	Эфемероидно-адраспаново-эбелековое (<i>Ceratocarpus arenarius</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Poa bulbosa</i> , <i>Eragrostis minor</i> , <i>Medicago medicaginoides</i> , <i>Bromus tectorum</i>)
	Очень сильная	Адраспановый (<i>Peganum harmala</i>) катаценоз

Синузия эфемеров и эфемероидов нами объединена в одну группу эфемероидов. Присутствие эфемероидов и однолетних солянок в фоновых сообществах указывает на начальную стадию дигрессии, хотя в коренных пастбищных сообществах они встречаются единично. Южная часть песков Таукум характеризуется грядово-бугристым и ячеистым рельефом. Растительность формируется в условиях аридного климата, подвижного субстрата и постоянного антропогенного воздействия, что делает связи между компонентами сообществ неустойчивыми. Изменения обусловлены несколькими факторами, действующими параллельно.

Под руководством Л.Я. Курочкиной с 1965 г. в течение 25 лет проводились стационарные и маршрутные исследования. Полученные данные позволили построить схемы дигрессии и демутации пастбищ, выявить зависимость продуктивности от климата и характера выпаса, а также разработать приемы регулирования пастбищных смен и пастбищеобороты. Установлено, что сукцессии растительности в Таукумах носят псаммогеоморфогенный характер и связаны с дефляцией и аккумуляцией песка, особенностями рельефа и нарушениями почвообразования [2].

Выпас вызывает пасквальные сукцессии, нарушающие естественные циклы. Особенно выражены изменения вдоль дорог, у кошар и колодцев, сопровождающиеся дефляцией и обарханизацией. Различают три группы смен по причинам: техногенно-преднамеренные, непреднамеренные и природно-антропогенные. По характеру – разрушительные, восстановительные, замещающие и последовательные [14].

Нами рассмотрены непреднамеренные смены при нерегулируемом выпасе, сопровождающиеся распространением качима, полыни метельчатой и других сорняков. По зональным закономерностям в межгрядовых понижениях должны преобладать белоземельнополынные и терескеновые сообщества; на северных склонах – изеневые и еркековые, на южных – разнотравно-кустарниковые, на вершинах – псаммофильные кустарники [15].

Пастбищная дигрессия сопровождается замещением эфемероидов псаммофитами, полукустарничков – кустарниками, а рудеральных видов – злостными многолетниками. Нарушаются корневая система, семенное возобновление, водный и температурный режим почв. Всё это изменяет видовой состав.

Л.Я. Курочкина [15] выделила пять серий динамики псаммофитной растительности, зависящих от рельефа, субстрата и микроклимата. В Таукумах преобладают средне и сильно нарушенные пастбища. Проведена оценка смен по сукцессионным сериям Курочкиной. Эфемерово-солянково-терескеновые сообщества и их сорные модификации отнесены к серии *Artemisieta-Kraschenninnikovieta-Epemeroidetum*, распространённой на периферии. При пасквальной дигрессии возрастает численность сорных видов и падает урожайность. На начальной стадии наблюдается внедрение *Salsola paulseni*, гелиотропа и др., далее – доминирование полыни метельчатой.

Ряд дигрессии характеризуется следующими замещающими сменами: эфемерово-солянково-терескеновое → эбелеково-бургуново-эфемеровое с терескеном → эфемерово-разнотравно-бургуновое с терескеном → эфемерово-солянково-бургуновое → эбелеково-эфемерово-бургуновое. В претерпевших перестройку по типу засорения терескенниках место продуктивных эфемероидов и еркека занимают метельчатополынники.

На стадиях демутации полукустарничкового зарастания доминирующая роль принадлежит изеню простертому и терескену роговидному. Полынь белоземельная возобновляется только в благоприятные годы, в другие годы не выдерживая конкуренцию выпадает из состава травостоя.

Начальные стадии зарастания песчаных бугров и гряд сходны. Основным пионером зарастания является *Stipagrostis pennata* (Trin.) De Winter. Поселение селина характеризует сукцессионную серию *Fruticeta-Aristidetum*. Сукцессия продолжается кустарниковой стадией, отмечается разнообразный спектр кустарниковых бобовых (*Astragalus paucijugus* Schrenk, *A. brachypus* Schrenk ex Fisch. & C.A.Mey., *Ammodendron bifolium* (Pall.) Yakovlev) в сообществе. Большое участие принимают виды жужгуна, а на конечном этапе возможно участие *Ephedra lomatolepis* Schrenk. Изредка встречаются *Artemisia albicerata* Krasch. (*A. arenaria* DC.) – представитель разбитых песков. Наиболее существенным моментом на кустарниковом этапе зарастания является поселение по пологим южным склонам *Carex physodes* M. Bieb., ее развитие и доминирование в нижнем ярусе свидетельствует о закреплении песка. Деградация рыхлых песков характеризуется засорением *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., *Heliotropium arguzioides* Kar. & Kir.

Мы посетили территорию бывшего Таукумского геоботанического стационара, где под руководством проф. Л.Я. Курочкиной проводились многолетние исследования. Здесь изучались механизмы сукцессий и антропогенных смен. Наше посещение территории стационара выявило ряд процессов, которые произошли после прекращения заповедного режима, совпавшего с изменениями экономических условий и системы землепользования.

Голый бархан, который возвышался над песками на высоту 24 м, зарастает (рисунок 1а). На обарханенной вершине бугра сформировалось изеневое-разнотравно-псаммофитнокустарниковое сообщество с общим проективным покрытием (ОПП) 20-25%. Кустарники (*Ammodendron bifolium*, *Astragalus paucijugus*, *Calligonum leucocladum*) составляют 10%. В отличном состоянии полукустарнички (*Bassia prostrata*, *Artemisia albicerata*) и эфемероиды (*Eremurus inderiensis*, *Ferula litwinowiana* Koso-Pol., *Allium sabulosum*), единично встречается еркек, также представлены виды рудеральной стратегии, быстро осваивающие свободные экологические ниши (*Gypsophila paniculata* L., *Artemisia scoparia*, *Bromus tectorum*, *Heliotropium arguzioides*, *Eragrostis minor* Host). По северо-западному склону бугра ОПП увеличивается до 30-35%, возрастает обилие астрагала и снижается песчаной акации, к видовому составу добавляются *Eremurus anisopterus* (Kar. & Kir.) Regel, *Cousinia alata* Schrenk ex Fisch. & C.A.Mey. В межбугровом понижении отмечено эбелековое с дикой рожью засорение, на фоне которого сохранились группировки опунции (рисунок 1б), посаженной на стационаре в качестве эксперимента еще в начале 70-х годов.



а



б

Рисунок 1 – Растительность территории бывшего Таукумского стационара
а – заросший бархан, б – группировки опунции

Посещение территории стационара выявило значительные изменения, произошедшие за период более 30 лет. Зарастание вершины бархана демонстрирует псаммосерию, которая достигла позднесукцессионной стадии псаммофитнокустарниковых сообществ. Последовательность зарастания бархана была отмечена Л.Я. Курочкиной в 2012-2013 гг. и включала четыре стадии [15]. Предполагалось, что терминальной стадией будет формирование сообществ *Artemisia albicerata*. Участие полыни было отмечено нами, но за 10 лет после этих наблюдений вид стал только компонентом сообщества. Возможно, этому препятствуют антропогенные факторы, на что указывает распространение сорных видов.

В понижениях рельефа все разнообразие сообществ, которое было отмечено раньше, при картировании стационара в 1968 г. и в 1984 г. [2], сократилось, произошла конвергенция сообществ в сорнотравные модификации, что свидетельствует о том, что произошли глубокие изменения растительного покрова, связанные с полным отсутствием пастбищеоборота и рационального ведения отгонного животноводства.

Бугристо-грядовые закрепленные пески характеризуются средней степенью нарушенности. По вершинам бугров и склонам распространены сорнотравно-изеневое-псаммофитнокустарниковые сообщества (ОПП 40%) (рисунок 2). Среди кустарников

отмечены *Calligonum leucocladum* (Schrenk) Bunge и *Ammodendron bifolium* (Pall.) Yakovlev (7%), проективное покрытие *Bassia prostrata* (L.) Beck составляет 7%. Среди сорных видов преобладает *Secale sylvestre* Host (5%). В весенний период обильны эфемеры и эфемероиды (*Eremurus inderiensis* (M.Bieb.) Regel, *Ceratocarpus arenarius* L., *Bromus tectorum* L., *Carex physodes* M.Bieb., *Tulipa biflora* Pall., *Allium sabulosum* Steven ex Bunge, *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D.Don) Baker, *Alyssum desertorum* Stapf, *Lappula patula* (Lehm.) Menyh.). Зональный вид *Artemisia terrae-albae* Krasch. присутствует в сообществах в небольшом обилии.



Рисунок 2 – Псаммофитная растительность

Растительность вблизи кошар нарушена выпасом в разной степени. Территория обследования находится в 13 км от пос. Айдарлы (рисунок 3).

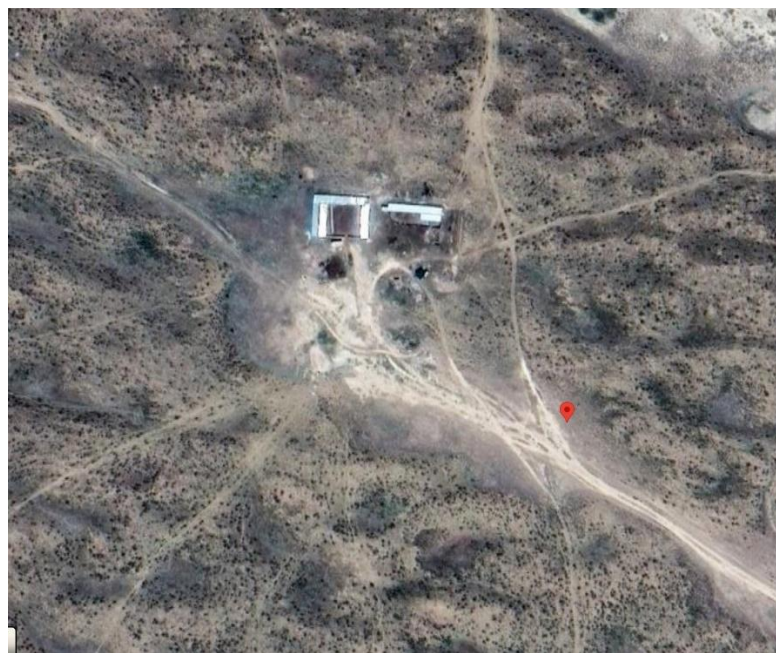


Рисунок 3 – Территория вокруг кошары (Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community)

Вершины и склоны грядово-бугристых песков средне нарушены, здесь отмечены эремурусовые жузгунники и терескенники с участием эбелека и ржи дикой (рисунок 4а). Такие участки занимают 75,4% территории. В межбугровых понижениях отмечено сильное нарушение растительного покрова с формированием эбелеково-эфемерово-эфемероидных сообществ. Коренные виды полынь белоземельная и терескен встречаются единично. ОПП не более 30%. Флористический состав в весенний период насчитывает свыше 20 видов, среди которых наиболее обилен *Allium iliense* Regel (рисунок 4б). Отмечены как индикаторы выпаса, так и редкие виды (*Tulipa alberti* Regel и *Tulipa biflora* Pall.) и другие эфемероиды, которые демонстрируют видовое разнообразие (*Allium protensum* Wendelbo = *A. schubertii* Zucc., *Eremurus inderiensis*, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, *Bromus tectorum* L., *Ranunculus testiculatus* Crantz, *Medicago medicaginoides* (Retz.), *Alyssum desertorum* Stapf, *Koelpinia linearis* Pall., *Arnebia decumbens* (Vent.) Coss. & Kralik, *Ceratocarpus arenarius*, *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Meniocus linifolius* (Stephan ex Willd.) DC., *Lappula patula*, *Goldbachia laevigata* DC., *Roemeria pavonina* (Schrenk) Banfi, Bartolucci, J.-M.Tison & Galasso). Среди эфемеров много сорных видов, но все они в небольшом обилии. Сильно нарушенные участки занимают 24,6% территории.



а



б

Рисунок 4 – Растительность грядово-бугристых песков вблизи кошары:

а – терескеновое сообщество по склону; б – эбелеково-эфемерово-эфемероидное сообщество в межбугровом понижении.

Растительный покров песков, расположенных вблизи населенных пунктов, сильно нарушен, на участках сбоя сохраняются только непоедаемые ядовитые виды, которые индицируют разные типы засорения: эремурусовое, брунцовое, адраспановое (рисунок 5 а, б). Вдали от населенных пунктов распространено бургуновое, качимовое, ржаное, эбелековое, локально, беловатополынное засорение (*Artemisia leucodes* Schrenk) (рисунок 5 в, г), которое значительно снижает ценность пастбищной растительности. Однако некоторые из этих злостных сорняков являются ценными лекарственными растениями (*Artemisia scoparia*, *A. leucodes*, *Peganum harmala* L.).



а



б



в



г

Рисунок 5 – Типы засорения: а – эремурусовое, б – адраспановое, в – качимовое, г – беловатопольное

Конечная стадия зарастания отличается сильной закустаренностью. Стадия эбелековая характеризуется пышным развитием мха, значительным уплотнением почв и малым их промачиванием. В неблагоприятные годы эфемеры и однолетний ксерофит эбелек конкурируют с всходами зонального вида полыни белоземельной и доминируют в сообществах. Среди многочисленных сорняков наиболее мощный качим метельчатый сплошь покрывает пески независимо от элементов рельефа. В процессе пастбищной дигрессии все основные доминанты песков замещаются полынью метельчатой.

Выводы

По всей предпесковой равнине повсеместно наблюдается пастбищная дигрессия, где основу запаса кормов составляют низкопродуктивный модификационный травостой из эфемеретума, однолетних солянок, в различной обилии встречаются сообщества сорных многолетников. Они образуют ряды дигрессии сообществ, характеризующие разную степень опустынивания.

В песках Таукум также наблюдается высокая пастбищная нагрузка, о чем свидетельствует разрастание непоедаемых и сорных видов.

Пасквальные смены проходят быстрее и многие природные сукцессии на песках корректируются выпасом. Постоянно происходящие восстановительные (демутационные) процессы изменяют направление естественной динамики, что очень затрудняет выделение и прогнозирование природных смен.

Оценка смен растительности пастбищ, которые являются одними из основных индикаторов процесса опустынивания, актуальна для разработки мероприятий по сдерживанию опустынивания, восстановлению и охране нарушенных пустынных экосистем, повышению продуктивности пастбищ.

Выявлены наиболее распространенные типы засорения пастбищной растительности: бургуновое, качимовое, эбелековое, ржаное, эремурусовое, брунцовое, адраспановое,

беловатопольное. Наиболее уязвимыми являются межбугровые понижения, дигрессия достигает заключительной стадии, при которой происходит конвергенция фитоценоотического разнообразия в сорнотравные модификации.

Выходом из сложившихся условий должна быть разработка планов управления пастбищами с введением пастбищеоборота.

Благодарность: работа выполнена в рамках реализации программы BR21882199 «Кадастр диких животных аридных территорий Балхаш-Алакольского бассейна с оценкой угроз для их сохранения и устойчивого использования» (2023-2025) Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Александрова, В. Д. (1964). Динамика растительного покрова. В Е.М. Лавренко & А.А. Корчагина (Ред.), *Полевая геоботаника* (Т. 3, с. 300–432). М.–Л.: Наука.
- 2 Карибаева, К. Н., & Курочкина, Л. Я. (1991). *Смены растительности и их регулирование при пастбищном использовании (Таукумы)*. Алма-Ата: Гылым.
- 3 Курочкина, Л. Я. (2004). Теоретические и практические проблемы оценки деградации земель – опустынивания в Центральной Азии. *Материалы международной научно-практической конференции: Экологические проблемы агропромышленного комплекса* (г. Алматы, 15–16 апреля 2004 г., с. 41–50). Алматы: КазНАУ.
- 4 Niu, W., Ding, J., Fu, B., Zhao, W., & Eldridge, D. (2025). Global effects of livestock grazing on ecosystem functions vary with grazing management and environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 378, 109296. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109296>
- 5 Zhang, M., Delgado-Baquerizo, M., Li, G., Zhang, C., Pan, Q., Wang, Y., & Zhou, Z. (2023). Experimental impacts of grazing on grassland biodiversity and function are explained by aridity. *Nature Communications*, 14, 5040. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40809-6>
- 6 Munkhzul, O., Oyundelger, K., Narantuya, N., Tuvshintogtokh, I., Oyuntsetseg, B., Wesche, K., & Jäschke, Y. (2021). Grazing Effects on Mongolian Steppe Vegetation—A Systematic Review of Local Literature. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2021.703220>
- 7 Омбаев, А., Мирзакулов, С., & Чиндалиев, А. (2023). Научно-технологические аспекты развития животноводства Казахстана. *Izdenister Natigeler*, 3 (99), 36–48. <https://doi.org/10.37884/3-2023/04>
- 8 Рачковская, Е. И., Темирбеков, С. С., & Садвокасов, Р. Е. (2000). Использование дистанционных методов для оценки степени антропогенной трансформации пастбищ. *Геоботаническое картографирование, 1998–2000*, 16–25. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/1998-2000.16>
- 9 Усен, К. (2009). Конкурентное замещение сорнотравья эфемероидами и восстановление коренной растительности. *Вестник КазНУ имени Аль-Фараби. Серия биологическая*, 1(40), 105–108.
- 10 Рачковская, Е. И., Волкова, Е. А., & Храпцов, В. Н. (Ред.). (2003). *Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны)*. Санкт-Петербург.
- 11 Комплексная характеристика пастбищ пустынной зоны Казахстана. (1990). Алма-Ата: Наука.
- 12 Быков, Б. А. (1978). *Геоботаника*. Алма-Ата: Наука.
- 13 Курочкина, Л. Я., Карибаева, К. Н., Байжуманов, А. Б., Мищенко, А. Б., Тойлыбаев, А. Ж., Масимов, А. К., & Исабаева, А. Б. (2005). *Пособие для фермеров (руководство по пастбищам)*. Алматы: ОО «OST-XXI век».
- 14 Курочкина, Л. Я. (1978). *Псаммофильная растительность пустынь Казахстана*. Алма-Ата: Наука.
- 15 Курочкина, Л. Я. (2018). Сукцессионные серии динамики псаммофитной растительности Таукумов (Казахстан). *Ботанический журнал*, 103(4), 440–455.

References

- 1 Aleksandrova, V. D. (1964). *Dinamika rastitel'nogo pokrova*. V E.M. Lavrenko & A.A. Korchagina (Red.), *Polevaya geobotanika* (T. 3, s. 300–432). M.–L.: Nauka. [in Russian]
- 2 Karibaeva, K. N., & Kurochkina, L. YA. (1991). *Smeny rastitel'nosti i ikh regulirovanie pri pastbishhnom ispol'zovanii (Taukumy)*. Alma-Ata: Gylym. [in Russian]
- 3 Kurochkina, L. YA. (2004). Teoreticheskie i prakticheskie problemy otsenki degradatsii zemel' – opustynivaniya v Tsentral'noj Azii. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: Ekologicheskie problemy agropromyshlennogo kompleksa* (g. Almaty, 15–16 aprelya 2004 g., s. 41–50). Almaty: KazNAU. [in Russian]
- 4 Niu, W., Ding, J., Fu, B., Zhao, W., & Eldridge, D. (2025). Global effects of livestock grazing on ecosystem functions vary with grazing management and environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 378, 109296. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109296>
- 5 Zhang, M., Delgado-Baquerizo, M., Li, G., Zhang, C., Pan, Q., Wang, Y., & Zhou, Z. (2023). Experimental impacts of grazing on grassland biodiversity and function are explained by aridity. *Nature Communications*, 14, 5040. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40809-6>
- 6 Munkhzul, O., Oyundelger, K., Narantuya, N., Tuvshintogtokh, I., Oyuntsetseg, B., Wesche, K., & Jäschke, Y. (2021). Grazing effects on Mongolian steppe vegetation—A systematic review of local literature. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 703220. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2021.703220>
- 7 Ombaev, A., Mirzakulov, S., & CHindaliev, A. (2023). Nauchno-tehnologicheskie aspekty razvitiya zhivotnovodstva Kazakhstana. *Izdenister Natigeler*, 3 (99), 36–48. <https://doi.org/10.37884/3-2023/04> [in Russian]
- 8 Rachkovskaya, E. I., Temirbekov, S. S., & Sadvokasov, R. E. (2000). Ispol'zovanie distantsionnykh metodov dlya otsenki stepeni antropogennoj transformatsii pastbishh. *Geobotanicheskoe kartografirovanie*, 1998–2000, 16–25. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/1998-2000.16>. [in Russian]
- 9 Usen, K. (2009). Konkurentnoe zameshhenie sornotrav'ya ehfemeroidami i vosstanovlenie korennoj rastitel'nosti. *Vestnik KazNU imeni Al'-Farabi. Seriya biologicheskaya*, 1(40), 105–108. [in Russian]
- 10 Rachkovskaya, E. I., Volkova, E. A., & Khramtsov, V. N. (Red.). (2003). *Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Srednej Azii (v predelakh pustynnoj zony)*. Sankt-Peterburg. [in Russian]
- 11 Kompleksnaya kharakteristika pastbishh pustynnoj zony Kazakhstana. (1990). Alma-Ata: Nauka. [in Russian]
- 12 Bykov, B. A. (1978). *Geobotanika*. Alma-Ata: Nauka. [in Russian]
- 13 Kurochkina, L. YA., Karibaeva, K. N., Bajzhumanov, A. B., Mishhenko, A. B., Tojlybaev, A. ZH., Masimov, A. K., & Isabaeva, A. B. (2005). *Posobie dlya fermerov (rukovodstvo po pastbishham)*. Almaty: OO «OST-XXI vek». [in Russian]
- 14 Kurochkina, L. YA. (1978). *Psammofil'naya rastitel'nost' pustyn' Kazakhstana*. Alma-Ata: Nauka. [in Russian]
- 15 Kurochkina, L. YA. (2018). Suktsessionnye serii dinamiki psammofitnoj rastitel'nosti *Taukumov (Kazakhstan)*. *Botanicheskij zhurnal*, 103(4), 440–455. [in Russian]

А.А. Иманалинова^{1*}, Қ. Үсен¹, Л.А. Димеева¹, Б.Ш. Калиев^{1,2}, Н.П. Аубакиров³

¹Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Қазақстан,
azhar.imanalina@gmail.com*, ussen.kapar@mail.ru, l.dimeyeva@mail.ru,
bedelkaliyev@gmail.com

²Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
aubakirov.nurimzhan@yandex.ru

ТАУҚҰМ МАССИВІ МЕН ҚҰМАЛДЫ ЖАЗЫҚТАРЫНДАҒЫ ӨСІМДІКЖАБЫННЫҢ ЖАЙЫЛЫМДЫҚ ЖҮКТЕМЕ ӘСЕРІНЕН АЛМАСУЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Мақалада Тауқұм массиві мен құмалды жазықтарындағы жайылымдық дигрессиядан туындаған өсімдікжабынның алмасулары қарастырылады. Құмалды жазықтарындағы өсімдікжабынды дала жағдайында зерттеу негізінде тамыржусанды фитоценоздардың біртіндеп деградацияға ұшырау кезеңдері анықталып, олардың орнына ебелек және адыраспан типіндегі катаценоздардың қалыптасатыны анықталды. Өсімдікжабынның алмасу бағыты экологиялық жағдайлармен, антропогендік жүктемемен және жайылымды пайдалану қарқындылығымен анықталады. Бұл факторлар бағалы мал азықтық өсімдіктердің арамшөптермен, біржылдық сорандармен және мал жеуге жарамсыз ксерофиттермен алмастырылуына әкеледі. Дигрессия кезеңдері бедерге, микроклиматтық жағдайларға және субстрат құрылымына тәуелді екені көрсетілді. Төбеаралық ойпаңдарда арамшөп түрлерінің басымдығымен сипатталатын дигрессияның соңғы кезеңдері байқалады. Тауқұм массивінде жайылымдардың ең кең таралған арамшөптермен ластану типтері анықталды: ебелек, шашақжусан, аққаңбақ, қарабидай, шырыш және ақшылжусан типтері. Деградациялық үдерістер фитоценоздардың түрлік құрамына да, құрылымына да әсер ететіні атап өтілуде. Жайылым айналымы болмаған жағдайда фитоценоздық алуандықтың күрт төмендеуі мен жайылымдық өсімдікжабынның деградациясы байқалатыны анықталды. Алынған нәтижелер жайылымдарды ұтымды пайдалануды жүйесін енгізу, сондай-ақ деградацияға ұшыраған экожүйелерді қалпына келтіру және шөлейттенудің алдын алу бойынша шаралар қабылдау қажеттілігін көрсетеді.

Кілт сөздер: жайылым пайдалану, шөл экожүйелері, өсімдікжабын алмасулары, биоалуандық, жайылым, деградация, арамшөп түрлері

A.A. Imanalino^{1*}, K. Ussen¹, L.A. Dimeyeva¹, B.Sh. Kaliyev^{1,2}, N.P. Aubakirov³

¹*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan,
azhar.imanalino¹@gmail.com*, ussen.kapar@mail.ru, l.dimeyeva@mail.ru, :
bedelkaliyev@gmail.com*

²*Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan,*

³*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
aubakirov.nurimzhan@yandex.ru*

ASSESSMENT OF VEGETATION CHANGE UNDER THE IMPACT OF GRAZING OF THE PRE-SAND PLAIN AND THE TAUKUM SAND MASSIF

Abstract

The article examines changes in vegetation caused by pasture degradation on sites located in the foredune plain and the Taukum sandy massif. Based on field studies conducted in the foredune plain, a sequence of degradation stages of *Artemisia*-dominated phytocenoses was identified, culminating in the formation of *Ceratocarpus* and *Peganum*-type catocenoses. The direction of vegetation change is determined by ecological conditions, anthropogenic pressure, and the intensity of grazing. These factors lead to the replacement of valuable forage species by weedy plants, annual saltworts, and xerophytes that are poorly suited for livestock consumption. It has been shown that the stages of digression depend on the relief, microclimate, and substrate structure. In interdune depressions, late stages of degradation prevail, characterized by weedy modifications. In the Taukum sandy massif, the most widespread types of pasture weed modifications were identified, including *Ceratocarpus arenarius*, *Artemisia scoparia*, *Gypsophila paniculata*, *Secale sylvestre*, *Eremurus inderiensis*, and *Artemisia leucodes*. Degradation processes impact both the species composition and structural organization of phytocenoses. It was established that the absence of a rotational grazing system leads to a sharp decline in phytocenotic diversity and overall degradation of pasture vegetation. The results obtained highlight the need to implement a rational pasture-use system, as

well as to develop measures for the restoration of degraded ecosystems and the prevention of desertification.

Keywords: pasture use, desert ecosystems, vegetation succession, biodiversity, grazing, degradation, weed species

Вклад авторов: Conceptualization, Үсен Қ.; investigation, Үсен Қ., Димеева Л.А., Иманалинова А.А., Калиев Б.Ш.; writing – original draft preparation, Үсен Қ., Димеева Л.А., Калиев Б.Ш., Аубакиров Н.П.; writing – review & editing, Үсен Қ., Димеева Л.А., Иманалинова А.А.; visualization, Иманалинова А.А.; supervision, Үсен Қ.

МРНТИ 68.13.27; 68.35.53

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/11>

С.Г. Долгих¹, М.Ж. Саршаева^{*1}, А.К. Ташкенбаева¹

¹«Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», г. Алматы, Казахстан, dolgikhsvet@mail.ru, moka-1993@mail.ru*, etashkenbayeva@mail.ru

ОЗДОРОВЛЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ И СОРТОВ СЛИВЫ И ВИШНИ В КУЛЬТУРЕ ТКАНЕЙ В СОЧЕТАНИИ С ТЕРМОТЕРАПИЕЙ

Аннотация

Вирусные заболевания наносят ощутимый вред плодовым культурам, часто делая экономически невыгодной эксплуатацию насаждений или становясь причиной гибели растений в маточниках и садах. Главное в профилактике вирусных инфекций – закладка промышленных плантаций оздоровленным посадочным материалом. Производство оздоровленного посадочного материала состоит из нескольких этапов. В качестве исходных растений выбирают растения, типичные для сорта, отличающиеся высокой продуктивностью. После отбора исходных растений проводят их тестирование на вирусную инфекцию, оздоровление (если тестирование выявило болезни) и размножение. Оздоровление исходных растений проводят методами термотерапии, культуры *in vitro*, хемотерапии и их комбинирование. В статье представлены данные по диагностике сокопереносимых вирусов методом травянистых индикаторов и ОТ-ПЦР, оздоровление сортов и подвоев сливы и вишни методом культуры апикальных меристем в сочетании с термотерапией. Отработаны этапы технологии клонального микроразмножения от стерилизации вводимых в культуру тканей апексов, регенерации, пролиферации (размножение) и ризогенеза (укоренение *in vitro*). Показано влияние монохроматического света на процессы регенерации растительной ткани *in vitro*. В культуру *in vitro* введены растения двух сортов и подвоев сливы, двух сортов и подвоев вишни. Для каждого сорта и формы подвоя косточковых культур оптимизированы условия стерилизации эксплантов при введении в культуру тканей, состав питательных сред на стадиях введения в культуру *in vitro*, микроразмножения и укоренения микроклонированных растений. Отработан режим термотерапии. Установлен положительный эффект красных и синих светодиодных ламп на пролиферацию апексов сортов и подвоев косточковых культур. В культуре *ex vitro* получены безвирусные пребазисные маточные растения клоновых подвоев ВЦ-13 и ВВА-1.

Ключевые слова: вишня, слива, диагностика вирусов, культура апикальных меристем, термотерапия, клональное микроразмножение, монохроматический свет, адаптация *ex vitro*

Введение

В связи с тем, что культура сливы и вишни в южных регионах республики имеет устойчивую тенденцию к повышению удельного веса в посадках, получение оздоровленных саженцев является актуальной задачей.

Сортимент сливы и вишни, вишнево-черешневых гибридов в Казахстане весьма ограничен и в нём полностью отсутствуют перспективные зарубежные сорта, представленные особо крупными плодами. Отсутствие в коллекции оригинальных маточных пребазисных растений сортов и клоновых подвоев, базовых маточников клоновых подвоев и маточно-черенковых садов не позволяет начать собственное производство безвирусного сертифицированного посадочного материала. Невозможно добиться высокой продуктивности насаждений, не используя для его закладки конкурентоспособный оздоровленный посадочный материал, соответствующий мировым стандартам [1,2].

Для ускоренного производства посадочного материала новых, востребованных производителем клоновых подвоев и сортов сливы и вишни, часто имеющегося в единичных экземплярах эффективен метод микроклонального размножения *in vitro* [3].

Научный и производственный опыт показывает, что метод апикальных меристем и клонального микроразмножения является одним из самых перспективных путей оздоровления и ускоренного размножения сортов и подвоев плодовых культур с целью создания оригинальных, безвирусных маточников и маточно-черенковых садов [4].

Наиболее трудоемкими этапами культивирования растений с применением техники *in vitro* являются переходные стадии *in vivo* - *in vitro* – *ex vitro*. Из основных факторов, влияющих на эффективность инициации культуры *in vitro* выделяются следующие: период изоляции, размер первоначального экспланта, система стерилизации, состав питательных сред. В промышленной биотехнологии разработка эффективных систем стерилизации вводимых *in vitro* эксплантов является первоочередной задачей и, как правило, применяется комплексная многоступенчатая стерилизация. Этапы регенерации введенных в культуру тканей апексов, пролиферации и ризогенеза в большой степени зависит от оптимизации питательной среды для конкретного вида растения [5]. Результативность оздоровления косточковых культур *in vitro* увеличивается при сочетании методов апикальных меристем и термотерапии [6,7].

В 2004 г. Казахстан присоединился к Европейской организации защиты растений (EPPO) где принята новая схема производства и сертификации оздоровленных и тестированных на вирусы плодовых и ягодных культур. Эти схемы являются обязательными для всех стран, входящих в EPPO [8]. Нами, впервые в Республике, проведено оздоровление и размножение косточковых культур по схеме, предложенной EPPO с модификацией технологических этапов клонального микроразмножения сортов и подвоев косточковых культур в сочетании с термотерапией, с изучением влияния монохроматического света на процессы регенерации растительной ткани *in vitro*.

Технология, предлагаемая КазНИИ плодовоовощеводства, включает:

- 1 – получение безвирусных, оригинальных пребазисных растений изучаемых сортов и подвоев и закрепление их в генофонде для использования как маточных растений;
- 2 – оздоровление и клональное микроразмножение в культуре тканей в комбинации с термотерапией;
- 3 – закладка оригинального базового маточника клоновых подвоев и маточно-черенкового сада сортов вишни и сливы.

Цель: Разработать систему производства оздоровленного сертифицированного пребазисного материала ценных сортов и подвоев косточковых культур биотехнологическими методами.

Задачи:

1. Усовершенствовать методику оздоровления клоновых подвоев и сортов вишни и сливы в культуре тканей в сочетании с термотерапией пребазисных растений.
2. Разработать модифицированную питательную среду для клоновых подвоев и сортов вишни и сливы на этапе введения в культуру тканей, регенерации апексов, микроразмножения

in vitro с увеличением коэффициента размножения и изучением влияния монохроматического света на процессы регенерации растительной ткани *in vitro*

3. Модифицировать питательную среду для ризогенеза клоновых подвоев и сортов вишни и сливы в культуре тканей.

4. Адаптировать в условиях закрытого грунта микроклонированные растения при переходе *in vitro* – *ex vitro*.

Методы и материалы

Объекты исследований: клоновые подвои Колт и Сен Жюльен – для вишни, черешни; ВЦ-13, ВВА-1– для сливы и сорта сливы и вишни: Чудо- вишня, Владимирская, Стенли и Асем.

Микроклональное размножение проводится в лабораторных условиях, а сами операции по изолированию верхушечных меристем и микроклонального размножения проводятся в стерильных условиях (операционная) [5,6].

Оздоровление вишни и сливы методом термотерапии *in vitro* в сочетании с культурой апикальных меристем [9]. Термотерапию растений проводят для оздоровления их от термоллабильных вирусов в специальных термокамерах, с регулируемыми параметрами: температурой, влажностью и освещенностью. Режим и продолжительность обработки: температура в камере $38 \pm 1^{\circ}\text{C}$; влажность не менее 70%; освещенность не менее 3000 лк/м²; продолжительность освещения 16 ч в сутки; длительность обработки 2-4 недели. По каждой форме клоновых подвоев и сортов изучалось 20 растений. Отросшие терминальные побеги срезали и вводили в культуру тканей не менее 100 апексов на каждую форму клонового подвоя и сорта.

Методика тепличного теста на травянистых растениях-индикаторах [10]. В таблице 1 представлены сокопереносимые вирусы, поражающие косточковые культуры и травянистые индикаторы, позволяющие идентифицировать эти вирусы.

Таблица 1 - Диагностика и идентификация вирусов на косточковых культурах (вишня, слива)

Вирусы	Тепличный тест на травянистых индикаторах
Вирус хлоротической пятнистости листьев яблони (<i>Apple chlorotic leafspot trichovirus</i>)	<i>Chenopodium guinoa</i>
Вирус мозаики яблони (<i>Apple mosaic ilarvirus</i>)	<i>Cucumis sativus</i>
Вирус карликовости сливы (<i>Prunus dwarf ilarvirus</i>)	<i>Cucumis sativus</i>
Вирус некротической кольцевой пятнистости косточковых (<i>Prunus necrotic ringspot ilarvirus</i>)	<i>Cucumis sativus</i>
Вирус Шарки сливы (<i>Plum pox potyvirus</i>)	<i>Chenopodium Guino</i>
Вирус скручивания листьев черешни (<i>Cherry leaf roll nepovirus</i>)	<i>Chenopodium Guinoa</i> ,
Вирус латентной кольцевой пятнистости земляники (<i>Stawberry latent ringspot virus</i>)	<i>Chenopodium Guinoa</i> ,
Вирус черной кольцевой пятнистости томата (<i>Tomato black ring nepovirus</i>)	<i>Chenopodium Guinoa</i>
Вирус мозаики резухи (<i>Apple mosaic ilarvirus</i>)	<i>Chenopodium Guinoa</i>
Вирус латентной кольцевой пятнистости Миробалана (<i>Myrobalan latent ringspot virus</i>)	<i>Chenopodium Guinoa</i>

Идентификация вирусов растений методом ОТ-полимеразной цепной реакции [11,12]. Методика проведения анализа с использованием метода ОТ-ПЦР включает в себя следующие этапы: выделение РНК из анализируемого образца; обратная транскрипция РНК; амплификация специфических фрагментов ДНК; детекция продуктов амплификации.

Результаты и обсуждение

Перед оздоровлением пребазисных растений в культуре тканей их проверили на наличие сокопереносимой вирусной инфекции тепличным тестом на травянистых индикаторах и ПЦР. Результаты исследований показали, что сорта сливы – Стенли (выведен в США, в начале 20 века) и Асем (селекция КазНИИПиВ) поражены вирусом PPV (таблица 2).

Интродуцированный вишнево-черешневый гибрид - Дюк Чудо-вишня (выведен на Донецкой исследовательской станции садоводства) и сорт вишни Владимирская свободны от вирусов, представленных в таблице 2. Все изучаемые подвои: Колт (Английская селекция), Сен Жюльен (выведен во Франции), ВВА1 (Выведен на Крымской опытно-селекционной станции), ВЦ13 (Выведен на Крымской опытно-селекционной станции) свободны от вирусной инфекции.

Таблица 2 - Результаты тестирования образцов сливы и вишни и их подвоев на наличие вирусной инфекции методом травянистых индикаторов и ОТ-ПЦР

Сорт, подвой	Индикатор	Вирус	ОТ-ПЦР
Стенли	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	Вирус Шарки сливы (<i>Plum pox potyvirus</i>)	+
Асем	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	Вирус Шарки сливы (<i>Plum pox potyvirus</i>)	+
Чудо вишня	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-
Владимирская	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-
Колт	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-
Сен Жюльен	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-
ВВА1	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-
ВЦ13	Cucumis sativus, Chenopodium guinoa	-	-

Для освобождения от вирусной инфекции применили комбинацию методов термотерапии и культуры тканей. Термотерапию проводили 2 раза, первый раз у срезанных в апреле побегов и помещенных в термостат при $t\ 38^{\circ}\text{C}$ на 2 недели. Известно, что приживаемость меристемы и ее регенерирующая способность зависит от величины эксплантов. Установлено, что экспланты размером 0,5-1 мм, состоящие из меристематического купола и нескольких видимых зачатков листьев развиваются слабо, их приходится каждую неделю пересаживать на свежую питательную среду, чтобы ускорить регенерацию. Более крупные экспланты легче регенерируют, у них выше генетическая стабильность, однако высока возможность инфицированности вирусами и микоплазмами. С целью увеличения размера вводимого в культуру тканей экспланта применили термотерапию побегов в период выхода их из состояния покоя. Отросшие апексы размером 0,5 см вводились в культуру тканей. Второй раз термотерапию проводили на введенных в культуру тканей апексах растений в августе месяце. Микрорастения в колбочках, находящиеся на этапе пролиферации (размножение) культивировали в термостате при $t\ 38^{\circ}\text{C}$ в течение 10 дней (рисунок 1), затем проводили пассаж на свежую питательную среду, при этом пересаживали верхнюю часть побегов размером 1 см.



Рисунок 1 – Термотерапия растений сливы и вишни и их подвоев в культуре *in vitro*

Введены в культуру тканей 2 формы клоновых подвоев косточковых культур – Колт и Сен Жюльен, 2 сорта сливы Стенли и Асем (на рисунках 2 и 3 показан этап регенерации и пролиферации введенных апексов клоновых подвоев), на рисунке 4 – этап регенерации и пролиферации сортов сливы, 2 сорта вишни – Владимирская и Чудо-вишня. Проведен скрининг различных режимов стерилизации на этапе введения 650 апексов в культуру тканей 4-х форм подвоев. Апексы вводились в культуру тканей с 01.04 по 26.06. За время культивирования от введения в культуру тканей до активной пролиферации проведено 7 пассажей (пересадки) через каждые три недели. Установлен оптимальный режим стерилизации 5-10% гипохлоритом натрия в течении 5-10 минут в зависимости от генотипа и вводимой части вегетативного побега (почки, растущий побег). Для повышения регенерации и снятия фенольного окисления в период стерилизации апексов в промывочную стерильную воду добавляли витамины в ампулах для инъекций – тиамин, пиридоксин, никотиновая кислота и витамин С в разных концентрациях. Выход стерильных апексов при введении в первую волну роста (апрель- июнь) в среднем по всем формам подвоев и сортов составил 80%. Регенерация в среднем по подвоям и сортам отмечена у 40% введенных в культуру тканей апексов, при этом отмечены генотипические особенности введенных в культуру тканей подвоев и сортов. Регенерация у подвоев была выше и составила 45% от введенных в культуру тканей апексов, а у сортов 35% (рисунок 2,3).



А



В

Рисунок 2 – Регенерация апексов подвоев Сен Жюльен (А) и Колт (В)



Рисунок 3- Регенерация (А) и пролиферация (В) апексов сортов сливы Стенли и Асем

Регенерация апексов в культуре тканей зависит от времени года, в которое эксплант был введен *in vitro*. Установлено, что для косточковых культур оптимальным периодом для вычленения эксплантов и введения их в культуру тканей является апрель – июнь, т.е. период активного пробуждения почек и роста побегов. Показано, что меристематические верхушки сортов сливы, вишни и их подвоев, заготовленные в период жаркого лета (вторая половина июля - август) и введенные *in vitro*, выделяют значительное количество фенолов в среду, идет угнетение роста и гибель эксплантов. В конце июля, в период второй волны роста, ввели в культуру тканей Дюк Чудо-вишня. Выживаемость эксплантов, вычлененных в этот период составляет не более 30%, в то время как вычлененных и введенных в культуру тканей в мае – 80%. Таким образом, большую результативность можно достичь при введении меристематических верхушек в культуру тканей в период, приуроченный к биологическим циклам развития самого растения. Для условий юго-востока Казахстана лучшим сроком является период апрель-май – июнь.

Одной из сложностей в технологии клонального микроразмножения при введении апексов в культуру тканей в более поздние сроки (июль - август) для косточковых культур является ингибирование ростовых процессов экспланта токсическими веществами, выделяемыми им в питательную среду. В результате травмы, полученной эксплантом при изолировании, активизируются ферменты, окисляющие фенолы растений, различные фенолазы. Продукты окисления фенолов обычно ингибируют деление и рост клеток экспланта, снижают активность гиббереллинов, подавляя образование и функцию гидролитических ферментов, угнетая рост стебля. Антагонистическое действие природных ингибиторов обнаружено и в отношении цитокининов, что отрицательно сказывается на росте почек *in vitro*.

Для инактивации фермента полифенолоксидазы и блокирования в ней ионов меди в среду добавлялись антиоксиданты: аскорбиновая кислота в концентрации 10 мг/л, что повысило регенерацию эксплантов при фенольном окислении до 55%.

На основании анализа литературных источников универсальной для косточковых культур является среда Мурасиге-Скуга с различными модификациями [13]. И хотя на средах Нича [14], Уайта [15], Гамборга [16], Андерсона [17], Ллойда-Маккауна [18], Кворина-Лепорье [19] на определенных этапах микроразмножения получают положительные результаты, при дальнейшем культивировании растительных тканей, их часто приходится пересаживать на среду Мурасиге-Скуга. Модификация разных авторов отличается оптимальными добавками

витаминов и регуляторов роста к минеральным веществам в любой из перечисленных сред на различных этапах выращивания экспланта. Наша модификация показала, что оптимальными добавками для клоновых подвоев и сортов косточковых культур является содержание 6-БАП (6-бензиламинопурин) в среде при введении в культуру тканей 0,3-0,5 мг/л, а на этапе размножения – 1,5-2,0 мг/л (таблица 3, рисунок 4). Коэффициент размножения у сортов был ниже, чем у подвоев. Коэффициент размножения у подвоев был почти в два раза выше, чем у сортов, что определяется генотипическими особенностями. Максимальный коэффициент размножения отмечен у подвоя Сен Жюльен 1:6.

Таблица 3 -Влияние 6БАП на пролиферацию сортов и подвоев сливы и вишни

Сорт/подвой	Коэффициент размножения к 4 пассажу	Сорт/подвой	Коэффициент размножения к 4 пассажу
Стенли	1:3±0,32	Сен-Жюльен	1:6±0,53
Асем	1:3±0,24	ВВА1	1:4±0,33
Владимирская	1:2±0,13	ВЦ13	1:4±0,41
Чудо вишня	1:2±0,11	Среднее по сортам	1:2,5 ±0,20
Колт	1:4±0,32	Среднее по подвоям	1:4,5±0,40



А

В

Рисунок 4. Проллиферация клоновых подвоев Сен Жюльен (А) и Колт (В)

Известно, что более избирательны растениями синий и красный спектры света. Длина световой волны красного цвета находится в диапазоне 625-740 нм, синего - 440 - 485 нм. Спектр белого света лежит в диапазоне 380-780 нм, то есть включает все цвета видимого света, однако для каждой фазы вегетации растений необходимо воздействие конкретного спектра.

Положительный эффект на регенерацию и пролиферацию апексов сортов и подвоев косточковых культур показало культивирование апексов в культуре тканей при розовом световом освещении (красные + синие светодиодные лампы) (рисунок 5), что в среднем на 10-15% увеличило коэффициент размножения.



Рисунок 5. – Проплиферация сортов (А) и подвоев косточковых культур (В)

В контейнерной культуре получены 10 корнесобственных пребазисных растений вишни Владимирской, 25 базовых растений клонового подвоя ВЦ-13 и 15 базовых растений клонового подвоя ВВА-1 (рисунок 6). Для пересадки растений из асептических условий (*in vitro*) в нестерильные (*ex vitro*) с целью получения безвирусной контейнерной культуры подобраны субстраты: почва:торф:песок-1:1:1.

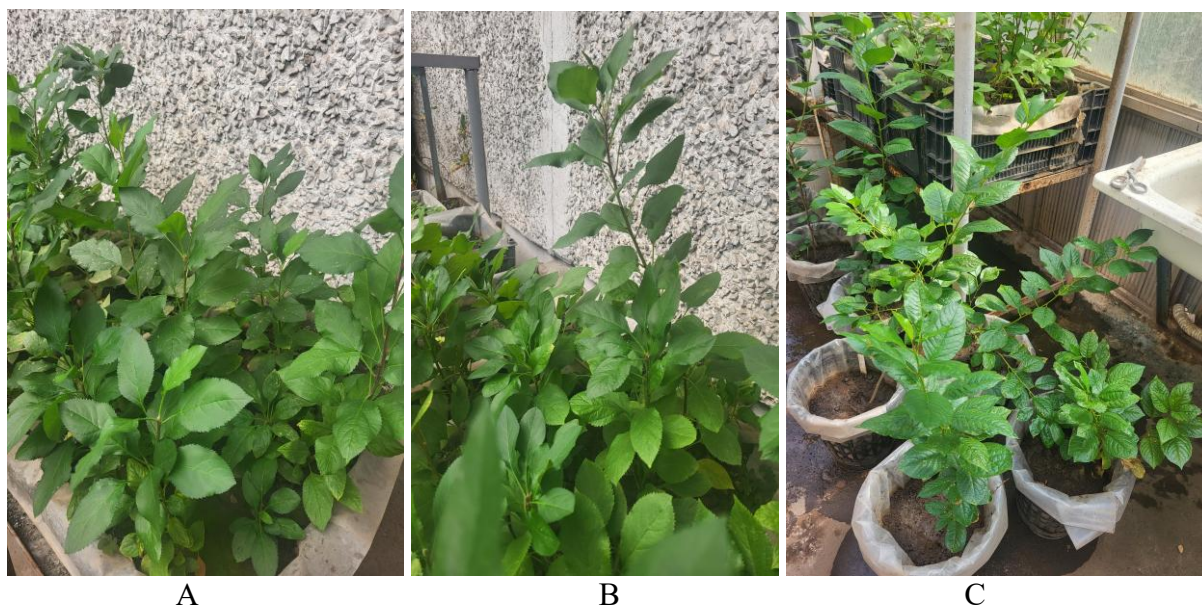


Рисунок 6. –Базовые растения клоновых подвоев ВВА-1 (А), ВЦ-13 (В) и вишни Владимирская (С)

Выводы

- Методом индикаторов и ОТ-ПЦР проведено тестирование 4 сортов сливы и вишни и 4 форм клоновых подвоев на вирусную инфицированность. Сорта сливы – Стенли и Асем поражены вирусом Шарки (PPV). Интродуцированный вишнево-черешневый гибрид - Дюк Чудо-вишня и сорт вишни Владимирская свободны от 10 вирусов, поражающих косточковые культуры и входящих в сертификационный список ЕРРО. Все изучаемые подвои: Колт, Сен Жюльен, ВВА1 и ВЦ13 свободны от вирусной инфекции.

- Для освобождения от вирусной инфекции применили комбинацию методов термотерапии и культуры тканей. Отработан режим термотерапии. Термотерапию проводили в два этапа: 1 -у срезанных побегов в начале апреля, в период выхода растений из зимнего покоя и помещенных в термостат при $t\ 38^{\circ}\text{C}$ на 2 недели. Пробудившиеся и отросшие из почек побеги вводились в культуру тканей; 2- термотерапию проводили на введенных в культуру тканей апексах растений и находящихся на этапе пролиферации в августе месяце. Микрорастения, находящиеся в колбочках, культивировали в термостате при $t\ 38^{\circ}\text{C}$ в течение 10 дней, затем проводили пассаж на свежую питательную среду.

- Введены в культуру тканей апикальные меристемы 8 сорто-образцов. Установлен оптимальный режим стерилизации 5-10% гипохлоритом натрия в течении 5-10 минут в зависимости от генотипа и вводимой части вегетативного побега (почки, растущий побег). Для повышения регенерации и снятия фенольного окисления в период стерилизации апексов в промывочную стерильную воду добавляли витамины – тиамин, пиридоксин, никотиновая кислота и витамин С в разных концентрациях. Выход стерильных апексов в среднем по всем формам подвоев и сортов составил 80% . Регенерация в среднем по подвоям и сортам отмечена у 40% введенных в культуру тканей апексов, при этом отмечены генотипические особенности введенных в культуру тканей подвоев и сортов. Регенерация у подвоев была выше и составила 45% от введенных в культуру тканей апексов, а у сортов - 35%. Показано, что оптимальными концентрациями цитокининов для клоновых подвоев и сортов косточковых культур является содержание 6-БАП (6-бензиламинопурин) в среде при введении в культуру тканей 0,3-0,5 мг/л, а на этапе размножения – 1,5-2,0 мг/л в зависимости от генотипа.

-Положительный эффект на пролиферацию апексов сортов и подвоев косточковых культур показало культивирование апексов в культуре тканей при розовом световом освещении (красные + синие светодиодные лампы), что в среднем на 10-15% увеличило коэффициент размножения.

- В контейнерной культуре получено 40 базовых растений клоновых подвоев ВЦ-13 и ВВА-1 и 10 растений корнесобственной пребазисной вишни сорта Владимирская.

Благодарность. Статья подготовлена в рамках НТП МСХ BR22884599 «Создать новые сорта плодово - ягодных культур и винограда с заданными параметрами, разработать зональные технологии для высокопродуктивных насаждений с использованием современной методологии», 2024-2026 гг.

Список источников

1 Борисова А. А. РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В САДОВОДСТВЕ РОССИИ //САДОВОДСТВО И ВИНОГРАДАРСТВО. – 2010. – №. 4. – С. 22-24.

2 Уразаева М., Ефремова Ю., Ормакаев А. ИНТРОДУЦИРОВАННЫЕ КЛОНОВЫЕ ПОДВОИ КОСТОЧКОВЫХ //Izdenister natigeler. – 2023. – №. 2 (98). – С. 143-153. <https://doi.org/10.37884/2-2023/14>

3 Кабылбекова Б., Нурсейтова Т., Юсупова З., Ковальчук И., Чуканова Н., Уразаева М., Маденова А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР В КАЗАХСТАНЕ И ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO* ЗДОРОВЫХ РАСТЕНИЙ//Izdenister natigeler. – 2024. – №. 3 (103). – С. 86-97.<https://doi.org/10.37884/3-2024/10>

4 Минаев В. А., Верзилин А. В., Высоцкий В. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ И КАЧЕСТВО ОЗДОРОВЛЕННОГО ПОДВОЙНОГО МАТЕРИАЛА ЯБЛОНИ //Садоводство и виноградарство. – 2005. – №. 4. – С. 12-14.

5 Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Колбанова Е.В. и др. РАЗМНОЖЕНИЕ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ, ВИНОГРАДА И ХМЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*. -Минск.- изд. «Колорград».- 2021.-397 с.

6 Min-Rui Wang, Zhen-Hua Cui, Jing-Wei Li, Xin-Yi Hao & Qiao-Chun Wang. *IN VITRO* THERMOTHERAPY- BASED METHODS FOR PLANT VIRUS ERADICATION//Plant Methods 14, 87.-2018

7 Barba M, Ilardi V, Pasquini G. CONTROL OF POME AND STONE FRUIT VIRUS DISEASES. In: Loebenstein G, Katis NI, editors. Advances in virus research, vol.91. Burlington: Academic Press, 2015. P.47-83

8 EPPO Standards - Certification schemes -PM 4/27(1) Pathogen-tested material of Malus, Pyrus and Cydonia // EPPO Bulletin. - 1999. -Vol. 29, № 3. - P. 239-252.

9 Лукичева Л. А., Митрофанова О. В., Лесникова-Седошенко Н. П. ОЗДОРОВЛЕНИЕ СОРТОВ ВИШНИ (*PRUNUS CERASUS* L.) И СЛИВЫ (*PRUNUS DOMESTICA* L.) ОТ ВИРУСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ //Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2007. – №. 127. – С. 27-34.

10 Долгих С.Г. Рекомендации «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА».- 2020.- 57 с.

11 Упадышев М. Т. и др. ДИАГНОСТИКА ВИРУСОВ СЕМЕЧКОВЫХ И КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДАМИ ИФА И ПЦР. – 2008.

12 Rwnh M. A. et al. MOLECULAR VARIABILITY OF APPLE CHLOROTIC LEAF SPOT VIRUS IN DIFFERENT HOSTS AND GEOGRAPHICAL REGIONS //Journal of Plant Pathology. – 2004. – С. 117-122.

13 Murashige T., Skoog F. A REVISED MEDIUM FOR RAPID GROWTH AND BIO ASSAYS WITH TOBACCO TISSUE CULTURES //Physiologia plantarum. – 1962. – Т. 15. – №. 3.

14 Nitsch J. P., Nitsch C. HAPLOID PLANTS FROM POLLEN GRAINS //Science. – 1969. – Т. 163. – №. 3862. – С. 85-87.

15 White P. R. THE CULTIVATION OF ANIMAL AND PLANT CELLS //(No Title). – 1963.

16 Gamborg O. L., Miller R. A., Ojima K. NUTRIENT REQUIREMENTS OF SUSPENSION CULTURES OF SOYBEAN ROOT CELLS //Experimental cell research. – 1968. – Т. 50. – №. 1. – С. 151-158.

17 Anderson W. C. ROOTING OF TISSUE CULTURED RHODODENDRONS. – 1978.

18 Lloyd G., McCown B. COMMERCIALY-FEASIBLE MICROPROPAGATION OF MOUNTAIN LAUREL, *KALMIA LATIFOLIA*, BY USE OF SHOOT-TIP CULTURE. – 1980.

19 Quoirin M., Lepoivre P. H. IMPROVED MEDIA FOR *IN VITRO* CULTURE OF *PRUNUS SPECIES* //Symposium on Tissue Culture for Horticultural Purposes 78. – 1977. – С. 437-442.

References

1 Borisova A. A. ROL' I ZNACHENIE SERTIFIKACII POSADOCHNOGO MATERIALA V SADOVODSTVE ROSSII //SADOVODSTVO I VINOGRADARSTVO. – 2010. – №. 4. – С. 22-24.

2 Urazaeva M., Efremova Yu., Ormakaev A. INTRODUCIROVANNYE KLONOVYE PODVOI KOSTOCHKOVYH //Izdenister natigeler. – 2023. – №. 2 (98). – С. 143-153. <https://doi.org/10.37884/2-2023/14>

3. Kabyzbekova B., Nursejtova T., Yusupova Z., Koval'chuk I., Chukanova N., Urazaeva M., Madenova A. OPREDELENIE SOSTAVA VIRUSNYH BOLEZNEJ KLONOVYH PODVOEV KOSTOCHKOVYH KULTUR V KAZAHSTANE I OSOBENNOSTI RAZMNOZHENIYA IN VITRO ZDOROVYH RASTENIJ//Izdenister natigeler. – 2024. – №. 3 (103). – С. 86-97. <https://doi.org/10.37884/3-2024/10>

4 Minaev V. A., Verzilin A. V., Vysockij V. A. EFFEKTIVNOST' KLONAL'NOGO MIKRORAZMNOZHENIYA I KACHESTVO OZDOROVLENNOGO PODVOJNOGO MATERIALA YABLONI //SADOVODSTVO I VINOGRADARSTVO. – 2005. – №. 4. – С. 12-14.

¹«Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», г. Алматы, Казахстан, dolgikhsvet@mail.ru, moka-1993@mail.ru*, etashkenbayeva@mail.ru

Аңдатпа

Вирустық аурулар жеміс дақылдарына айтарлықтай зиян келтіреді, көбінесе көшеттерді пайдалануды экономикалық тұрғыдан тиімсіз етеді немесе аналық бақтар мен бақтарда өсімдіктердің өліміне әкеледі. Вирустық инфекциялардың алдын-алудағы ең бастысы-өнеркәсіптік плантацияларды сауықтырылған отырғызу материалымен отырғызу. Сауықтырылған отырғызу материалын өндіру бірнеше кезеңнен тұрады. Бастапқы өсімдіктер ретінде жоғары өнімділікпен ерекшеленетін сорттарға тән өсімдіктер таңдалады. Бастапқы

өсімдіктерді таңдағаннан кейін оларды вирустық инфекцияға және сауықтыруға (егер тестілеу ауруды анықтаса) және көбеюге тестілеу жүргізіледі. Бастапқы өсімдіктерді сауықтыру термотерапия, *in vitro* культурасы, химиотерапия және оларды біріктіру әдістерімен жүзеге асырылады. Мақалада шөптік индикаторлар мен RT-ПТР әдісімен шырынды вирустарды диагностикалау, термотерапиямен бірге апикальды меристема культурасы әдісімен қара өрік пен шие сорттары мен телітушілерін сауықтыру туралы мәліметтер келтірілген. Культураға енгізілген апекс тіндерін зарарсыздандырудан, регенерациядан, пролиферациядан (көбеюден) және ризогенезден (*in vitro* тамырланудан) клондық микрокөбейту технологиясының кезеңдері пысықталды. Монохроматикалық жарықтың *in vitro* өсімдік тінінің регенерация процестеріне әсері көрсетілген. *In vitro* мәдениетіне қара өріктің екі сорты өсімдіктер мен телітушісі, шиенің екі сорты және телітушісі енгізілді. Сүйекті жемісті дақылдардың әр сорттары мен телітушілерінің формалары үшін тіндер культурасына енгізу кезінде экспланттарды зарарсыздандыру шарттары, культураға *in vitro* енгізу, микроклондалған өсімдіктерді микрокөбейту және тамырлау кезеңдеріндегі қоректік орталардың құрамы оңтайландырылды. Термотерапия режимі пысықталды. Қызыл және көк жарық диодты шамдардың сүйекті дақылдардың сорттары мен телітушілерінің көбеюіне оң әсері анықталды. *Ex vitro* культурасында ВЦ-13 және ВВА-1 клондық телітушілердің вируссыз прибазистік аналық өсімдіктері алынды.

Кілт сөздер: шие, қара өрік, вирустық диагностика, апикальды меристема культурасы, термотерапия, клондық микрокөбейту, монохроматикалық жарық, *ex vitro* бейімделу.

S.G. Dolgikh¹, M. Zh.Sarshaeva^{*1}, A.K. Tashkenbayeva¹

¹Kazakh Research Institute of Horticulture, c. Almaty, Kazakhstan, dolgikhsvet@mail.ru,
moka-1993@mail.ru*, etashkenbayeva@mail.ru

HEALING AND PROPAGATION OF CLONAL ROOTSTOCKS AND VARIETIES OF PLUM AND CHERRIES IN TISSUE CULTURE IN COMBINATION WITH THERMOTHERAPY

Abstract

Viral diseases cause significant harm to fruit crops, often making it economically unprofitable to operate plantations or causing the death of plants in the nursery and gardens. The main thing in the prevention of viral infections is the planting of industrial plantations with cured planting material. The production of improved planting material consists of several stages. Initial plants choose plants, typical for the variety, characterized by high productivity. After the selection of the original plants, they are tested for viral infection and recovery (if testing revealed diseases) and reproduction. Healing of the initial plants is carried out by the method of apical meristem culture, thermotherapy methods, chemotherapy and their combination. The article presents data on the diagnosis of juice-carrying viruses by the method of herbaceous indicators and RT-PCR, the improvement of varieties and rootstocks of plums and cherries by the method of culture of apical meristem in combination with thermotherapy. The stages of clonal micropropagation technology from sterilization of apex tissues introduced into the culture, regeneration, proliferation (reproduction) and rhizogenesis (rooting *in vitro*) have been worked out. The influence of monochromatic light on the processes of regeneration of plant tissue is shown *in vitro*. In culture *in vitro* introduced plants two varieties and two rootstocks of plum, two varieties and two rootstocks of cherry. For each varieties and rootstocks optimized conditions for sterilization of explants introduction to tissue culture. The composition of nutrients in stages introduction *in vitro*, micropropagation and rooting microcloned plants. Thermotherapy regimen worked out. Established by positive effect of red and blue LED lamps on the proliferation of apex varieties and rootstocks of stone crops. In culture *ex vitro* obtained virus-free pre-basic uterine plants of clone rootstocks WC-13 and BBA-1.

Key words: Cherry, plum, virus diagnostics, apical meristem culture, thermotherapy, clonal micropropagation, monochromatic light, adaptation *ex vitro*

Вклад авторов

Долгих С.Г. Концептуализация (выбор направления исследований, цели, задачи) Курирование данных (решения поставленных задач и постановки научных опытов). Методология, Надзор, Проверка (Анализ полученных результатов, математическая обработка данных) Написание статьи - литературный обзор, результаты исследований, заключение.

Саршаева М. Методология (постановка научных опытов согласно методологии исследований) Проведение технических работ приготовления питательной среды, пассирования растительных тканей в культуре *in vitro* и ухода за базисными и базовыми растениями *ex vitro*. Анализ полученных результатов, редактирование научной статьи.

Ташкенбаева А. Методология (постановка научных опытов согласно методологии исследований). Проведение технических работ приготовления питательной среды, пассирования растительных тканей в культуре *in vitro* и ухода за базисными и базовыми растениями *ex vitro*.

МРНТИ 68.35.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/12>

О.О. Крадецкая, Е. В. Мамыкин, С.М. Дашкевич, М.У. Утебаев, И.В. Чилимова*

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,
Казахстан, п. Научный, oksana_cwr@mail.ru*, mamykin_ev@mail.ru, vetka-da@mail.ru,
chemplant@mail.ru, coronela@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация

Исследования, представленные в статье направлены на изучение накопления хлорофилла и каротиноидов в зеленой массе яровой мягкой пшеницы сорта Шортандинская 95 улучшенная в различные фазы роста и развития растения в зависимости от внесения минеральных удобрений и технологии возделывания. Выбор технологии возделывания, норм внесения удобрений, сортов и предшествующих культур должен обеспечивать оптимальные условия для полноценного развития растения. Изучение хлорофилла в мягкой пшенице необходимо для оценки ее физиологического состояния, уровня фотосинтеза и способности формировать высокий и качественный урожай. В результате исследований было определено содержание хлорофилла а и b, а также каротиноидов в зеленой массе мягкой пшеницы в фазу кушения и в фазу выхода в трубку. Данные исследования позволят установить влияние накопления хлорофилла в мягкой пшенице на урожайность в зависимости от технологий возделывания и доз внесения удобрений в условиях Акмолинской области. В ходе исследований выделены варианты с внесением P₆₀ аф. в пар при традиционной системе земледелия в зернопаровом севообороте, P₈₀ аф.+ N_{aa} в рядки по диагностике в плодосменном севообороте. При нулевой технологии возделывания в зернопаровом севообороте лучшим отмечен вариант с внесением P₂₀ N₂₀ аф. в рядки, вариант P₂₀ аф.+ N₃₀ аа осенью поверхностно – в плодосменном. По урожайности зерна яровой пшеницы в зависимости от способа и времени внесения аммиачной селитры в азотно-фосфорных вариантах не отмечено. Корреляционный анализ определил среднюю корреляцию по суммарному содержанию хлорофилла а и b и урожайностью не зависимо от севооборота и системы земледелия от 0,68 ед до 0,70 ед. Очень слабая корреляция получена между показателями каротиноиды и урожайность от 0,2 ед. до 0,3 ед.

Ключевые слова: дозы удобрений, каротиноиды, мягкая пшеница, технология возделывания, урожайность, хлорофилл.

Введение

Качество Казахстанского зерна традиционно считается высоким благодаря благоприятным климатическим условиям и почвам, особенно в Северных регионах страны. Однако на качество зерна и урожайность могут влиять погодные условия, технологии выращивания, внесение удобрений, поэтому оно может варьироваться от года к году. Самой серьезной угрозой для устойчивого производства сельскохозяйственных культур в условиях меняющегося климата это дефицит воды и нестабильные погодные условия в связи с резко – континентальным климатом [1, 2]. Исследователи прилагают все усилия для разработки устойчивости к дефициту воды в сельскохозяйственных культурах, в засушливые годы растения теряют воду, из-за этого снижается фотосинтез и замедляется рост и развитие [3]. При нехватке хлорофилла растения хуже поглощают свет, фотосинтез ослабляется, растение теряет энергию, нужную для продолжения жизнедеятельности [4]. Стресс засухи нарушает фотосинтетические пигменты и снижает накопление хлорофилла, что приводит к снижению роста и продуктивности растений [5-8]. Количество фотосинтетических пигментов в листьях зерновых культур является наследуемым признаком сорта, при этом имея свою возрастную и структурную динамику [9,10].

Обычно содержание хлорофиллов возрастает от нижних к верхним и становится максимальным у флагового листа в фазу цветения [11,12]. Создание новых, более продуктивных сортов зерновых культур часто связано именно с количественными изменениями пигментного состава листьев [13,14].

Определение содержания хлорофилла в зелёной массе мягкой пшеницы проводится для оценки физиологического состояния растений, продуктивности и эффективности агротехнических мероприятий [15].

Хлорофилл — ключевой пигмент, участвующий в фотосинтезе. Пониженное содержание хлорофилла может говорить о нехватке азота или других элементов питания, стрессах (засуха, переувлажнение, заболевания, поражение вредителями) и др. [16]. Имея данные о количественном содержании зеленых пигментов в листьях, можно прогнозировать продуктивность посевов, сроки уборки урожая, обеспеченность посевов минеральными удобрениями. Физиологические данные ряда ученых свидетельствуют о том, что снижение содержания хлорофилла тесно связано со снижением урожая [17-19].

Регулирование уровня хлорофилла и его производных чрезвычайно важно, поскольку эти молекулы являются сильными фотосенсибилизаторами, когда они присутствуют в избытке, они будут генерировать активные формы кислорода (АФК). АФК, в свою очередь, способствуют замедлению роста или гибели клеток. Следовательно, для поддержания здорового роста растения должны точно контролировать весь процесс метаболизма хлорофилла в растении, поэтому необходимо производить отбор растительных проб в разные фазы вегетации [20].

Цель исследований – изучить влияние накопления хлорофилла а и b, каротиноидов в зеленой массе мягкой пшеницы на урожайность в зависимости от варианта внесения удобрений и технологии возделывания в условиях Северного Казахстана.

Задачи исследований: - провести биохимическую оценку зеленой массы мягкой пшеницы по накоплению хлорофилла и каротиноидов в фазу кущения и выхода в трубку;

- изучить влияние накопления хлорофилла на урожайность в зависимости от варианта внесения удобрений и технологии возделывания;

- изучить корреляционную зависимость между содержанием хлорофилла, каротиноидов и урожайностью.

Методы и материалы

Исследования проводились на площадях ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Объект исследования - зеленая масса сорта мягкой пшеницы Шортандинская – 95 улучшенная

(Казахстан) в фазу кушения и выхода в трубку, с изучаемых вариантов по внесению удобрений с применением традиционной и нулевой систем земледелия в плодосменном и зернопаровом севооборотах.

Содержание хлорофилла определено методом извлечения хлорофилла с помощью соответствующего растворителя и определено на спектрофотометре КФК – 3 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Определение хлорофилла в растительных образцах яровой мягкой пшеницы

По результатам проведенных исследований по накоплению хлорофилла в зеленой массе пшеницы выделены варианты с внесением аммофоса в пар в дозе 60 мг/кг (P_{60} аф. в пар) при традиционной системе земледелия в зернопаровом севообороте отмечено максимальное накопление Chl a – 1,275 мг/г в фазу выхода в трубку и количество каротиноидов 0,227 мг/г, Chl b – 0,780 мг/г в фазу и суммарное количество хлорофилла а и b 1,954 мг/г в фазу кушения, что повлияло на высокий урожай на данном варианте 27,8 ц/га (таблица 1). В плодосменном севообороте на высокую урожайность (25,5 ц/га) повлияло высокое накопление хлорофилла а в две изучаемые фазы 1,165 мг/г и 1,183 мг/г и суммарное количество хлорофилла 1,983 мг/г в фазу выхода в трубку на варианте с внесением аммофоса в дозе 80 мг/кг и аммиачной селитры по диагностике в рядки (P_{80} аф.+ N_{aa} в рядки по диагностике). При внесении нитроаммофоса P_{20} N_{20} наф. ежегодно в рядки с наибольшим показателем суммарного содержания хлорофилла а и b (1,730 мг/г), каротиноидов (0,273 мг/г) в фазу кушения получена урожайность 25,6 ц/га.

При нулевой технологии возделывания в зернопаровом севообороте выделен вариант P_{20} N_{20} наф. в рядки с высоким накоплением суммарного количества хлорофилла а и b – 2,165 мг/г в фазу выхода в трубку, что повлияло на высокую урожайность 28,5 ц/га. В плодосменном севообороте лучшим отмечен вариант P_{20} аф.+ N_{30} аа осенью поверхностно с урожайностью 22,5 ц/га и высоким содержанием Chl a + Chl b – 1,927 мг/г.

По результатам корреляционного анализа и шкале Чеддока получена средняя корреляция по суммарному содержанию хлорофилла а и b и урожайностью не зависимо от севооборота и системы земледелия от 0,68 ед до 0,70 ед. Очень слабая корреляция отмечена между показателями каротиноиды и урожайность от 0,2 ед. до 0,3 ед.

Таблица 1 – Влияние содержания хлорофилла А и В, каротиноидов в зеленой массе в фазу кущения, выход в трубку на урожайность пшеницы в зависимости от технологии возделывания и внесения минеральных удобрений

Вариант опыта	Мг/г сырой массы						Урожайность, ц/га			
	Хлорофилл а (Chla)		Хлорофилл b (Chlb)		Суммарное количество хлорофилла а и b					Количество каротиноидов
	кущение	выход в трубку	кущение	выход в трубку	кущение	выход в трубку	кущение	выход в трубку	кущение	выход в трубку
традиционная технология, зернопаровой севооборот										
Контроль	1,077	1,030	0,443	0,561	1,520	1,591	0,297	0,135	19,1	
P ₂₀ аф. в рядки	0,982	0,908	0,366	0,460	1,348	1,368	0,197	0,130	24,8	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа осенью пов-но под 2 и 3 КПП	1,201	1,147	0,508	0,642	1,709	1,789	0,223	0,130	25,2	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа весной пов-но под 2 и 3 КПП	1,088	1,086	0,474	0,579	1,562	1,665	0,200	0,136	25,2	
P ₆₀ аф. в пар	1,174	1,275	0,780	0,465	1,954	1,740	0,167	0,227	27,8	
P ₆₀ + N аа в рядки по диагностике	1,002	1,095	0,373	0,805	1,375	1,900	0,179	0,081	27,9	
P ₂₀ N ₂₀ наф. ежегодно в рядки	0,958	1,257	0,354	0,797	1,312	2,054	0,164	0,133	25,0	
Min	0,958	0,908	0,354	0,46	1,312	1,368	0,164	0,081	19,1	
Max	1,201	1,275	0,780	0,805	1,954	2,054	0,297	0,227	27,9	
Среднее	1,071	1,109	0,492	0,619	1,561	1,725	0,210	0,142	24,7	
традиционная технология, плодосменный севооборот										
Контроль	0,934	1,189	0,360	0,333	1,294	1,522	0,208	0,123	19,0	
P ₂₀ аф. в рядки	0,955	0,635	0,378	0,241	1,333	0,876	0,183	0,095	22,9	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа осенью пов-но	0,785	0,861	0,274	0,645	1,059	1,506	0,179	0,055	25,3	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа весной пов-но	1,100	1,016	0,566	0,328	1,666	1,344	0,231	0,162	25,2	
P ₈₀ аф. в пар	1,138	0,880	0,503	0,321	1,641	1,201	0,222	0,194	22,3	
P ₈₀ аф. + N аа в рядки по диагностике	1,165	1,183	0,492	0,800	1,657	1,983	0,210	0,104	25,5	
P ₂₀ N ₂₀ наф. ежегодно в рядки	1,144	0,964	0,586	0,936	1,730	1,900	0,273	0,143	25,6	
Min	0,785	0,635	0,274	0,241	1,059	0,876	0,179	0,055	19,0	
Max	1,165	1,189	0,586	0,936	1,730	1,983	0,273	0,194	25,6	
Среднее	1,019	0,950	0,447	0,531	1,438	1,466	0,218	0,125	23,4	

Продолжение Таблицы 1

нулевая технология, зернопаровой севооборот										
Контроль	1,118	1,157	0,603	0,678	1,721	1,835	0,240	0,155	21,9	
P ₂₀ аф. в рядки	1,113	1,055	0,600	0,528	1,713	1,583	0,212	0,175	28,0	
N ₃₀ аа в рядки	1,125	1,035	0,475	0,592	1,600	1,627	0,217	0,117	19,2	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа осенью пов-но	0,896	0,824	0,365	0,731	1,261	1,555	0,162	0,022	28,2	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа весной пов-но	0,887	1,047	0,546	0,814	1,433	1,861	0,166	0,074	28,3	
P ₂₀ аф. + N аа в рядки по диагностике	1,129	1,026	0,478	0,897	1,607	1,923	0,194	0,031	28,6	
P ₂₀ N ₂₀ наф. в рядки	1,115	1,203	0,466	0,962	1,581	2,165	0,194	0,074	28,5	
Min	0,887	0,824	0,365	0,528	1,261	1,555	0,162	0,022	19,2	
Max	1,129	1,203	0,603	0,962	1,721	2,165	0,240	0,175	28,6	
Среднее	1,044	1,042	0,500	0,744	1,544	1,808	0,199	0,094	25,6	
нулевая технология, плодосменный севооборот										
Контроль	1,174	1,017	0,559	0,803	1,733	1,820	0,200	0,061	17,5	
P ₂₀ аф. в рядки	0,874	0,693	0,373	0,574	1,247	1,267	0,244	0,038	20,3	
N ₃₀ аа в рядки	1,279	1,149	0,490	0,787	1,769	1,936	0,234	0,096	15,3	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа осенью пов-но	1,310	0,902	0,617	0,444	1,927	1,346	0,210	0,138	22,5	
P ₂₀ аф. + N ₃₀ аа весной пов-но	1,102	0,894	0,427	0,638	1,529	1,532	0,240	0,071	22,2	
P ₂₀ аф. + N аа в рядки по диагностике	1,105	1,031	0,479	0,833	1,584	1,864	0,241	0,053	22,8	
P ₂₀ N ₂₀ наф. в рядки	1,177	1,199	0,599	0,632	1,776	1,831	0,138	0,150	17,5	
Min	0,874	0,693	0,373	0,444	1,247	1,267	0,138	0,038	15,3	
Max	1,310	1,199	0,617	0,833	1,927	1,936	0,244	0,150	22,8	
Среднее	1,134	0,975	0,504	0,665	1,638	1,644	0,210	0,088	19,6	

Выводы

Полученные результаты исследований по накоплению хлорофилла в начальные фазы роста и развития растения (кущение, выход в трубку) являются научно-практической основой для получения прогноза урожайности, обеспеченности посевов минеральными удобрениями, а также оптимальной дозе внесения в качестве улучшения продуктивности растений. При внесении удобрений изменение содержания хлорофилла показывает, насколько эффективно они усваиваются растениями. В ходе исследований выделены варианты с внесением P_{60} аф. в пар при традиционной системе земледелия в зернопаровом севообороте, P_{80} аф. + N_{aa} в рядки по диагностике в плодосменном севообороте. При нулевой технологии возделывания в зернопаровом севообороте лучшим отмечен вариант с внесением P_{20} N_{20} наф. в рядки, вариант P_{20} аф. + N_{30} аа осенью поверхностно – в плодосменном.

По результатам корреляционного анализа и шкале Чеддока получена средняя корреляция по суммарному содержанию хлорофилла а и b и урожайностью не зависимо от севооборота и системы земледелия от 0,68 ед до 0,70 ед. Очень слабая корреляция отмечена между показателями каротиноиды и урожайность от 0,2 ед. до 0,3 ед.

Благодарность: Исследования проведены в рамках научно-технической программы по программно-целевому финансированию на 2024-2026 годы (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана».

Список литературы

1. S. Anjum, L. Wang, M. Farooq, L. Xue, S. Ali. Fulvic acid application improves the maize performance under well-watered and drought conditions, Crop Sci, 2011, Volume 197, 409–417, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-037X.2011.00483.x>.
2. Жумагулов И. И., Амантаев Б. О., Муханов Н. К., Кульжабаев Е. М. (2021). Влияние атмосферных осадков на урожайность яровой пшеницы и ячменя в сухостепной зоне Северного Казахстана [Текст] / И. И. Жумагулов, Б. О. Амантаев, Н. К. Муханов, Е. М. Кульжабаев // Izdenister natigeler. – 2021. -№ 3 (91). – С. 28-36, <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/49>.
3. Zhumagulov I. I., Amantaev B. O., Muhanov N. K., Kul'zhabaev E. M. (2021). Vliyanie atmosferynyh osadkov na urozhajnost' yarovoj pshehicy i yachmenya v suhostepnoj zone Severnogo Kazahstana [Tekst] / I. I. Zhumagulov, B. O. Amantaev, N. K. Muhanov, E. M. Kul'zhabaev // Izdenister natigeler. – 2021. -№ 3 (91). – S. 28-36. [In Russian].
4. I. Marcińska, I. Czyczyło-Mysza, E. Skrzypek, M. Filek, S. Grzesiak, M.T. Grzesiak, F. Janowiak, T. Hura, M. Dziurka, K. Dziurka. Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes, Acta Physiol. Plant, 2013, Volume 35, 451–461, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-012-1088-6>.
4. A. Qayyum, S. Al Ayoubi, A. Sher, Y. Bibi, S. Ahmad, Z. Shen, M. A. Jenks. Improvement in drought tolerance in bread wheat is related to an improvement in osmolyte production, antioxidant enzyme activities, and gaseous exchange, Saudi Journal of Biological Sciences, 2021, Volume 28(9), 5238-5249, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21004071>.
5. A. Ullah, W. M. Al-Busaidi, A.M. Al-Sadi, M. Farooq Bread wheat genotypes accumulating free proline and phenolics can better tolerate drought stress through sustained rate of photosynthesis, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2021, Volume 22(1), 165-176, <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-021-00641-7>.
6. M.A. Shalaby, M.A. Ahmed, M.A. Khater Physiological responses of some barley cultivars to foliar treatments with arginine under water stress conditions, Middle East J. Agric. Res, 2018, Volume 7, 1102–1123, <https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2018/1102-1123>.
7. M. Hasanuzzaman, K. Nahar, A. Rahman, M. Inafuku, H. Oku, M. Fujita Exogenous nitric oxide donor and arginine provide protection against short-term drought stress in wheat seedlings,

Physiol. Mol. Biol. Plants, 2018, Volume 24, 993–1004, <https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2018/1102-1123>.

8. H. A. Hussein, S. O. Alshammari, S. K. Kenawy, F. M. Elkady, A. A. Badawy Grain-priming with L-arginine improves the growth performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants under drought stress, *Plants*, 2022, Volume 11(9), 1219, <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/9/1219>.

9. Z.H. Hamid, M. Amer, A. Wahab. Effect of arginine on growth and yield of tomato plant (*Lycopersicon esculentum*) under drought stress, *Plant Arch*, 2021, Volume 19, 4441–4444, <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=09725210&AN=142531329&h=5pkFJaVZR1D8YtM5AzGqUZbBHtq6Pqv6x62tvY18X%2FlqYm2H1Pm5Z4U9qzLMrJWXsHrfNv9%2F4Pc3H%2BW%2BJRk1IQ%3D%3D&crl=c>.

10. H.M. Kalaji, A. Rastogi, M. Zivcak, M. Brestic, A. Daszkowska-Golec, K. Sitko, K.Y. Alsharafa, R. Lotfi, P. Stypinski, I.A. Samborska, M.D. Cetner. Prompt chlorophyll fluorescence as a tool for crop phenotyping: an example of barley landraces exposed to various abiotic stress factors, *Photosynthetica*, 2018, Volume 56 (3), 953–961, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11099-018-0766-z>.

11. H. Janeckova, A. Husickova, D. Lazar, U. Ferretti, P. Pospisil, M. Spundova. Exogenous application of cytokinin during dark senescence eliminates the acceleration of photosystem II impairment caused by chlorophyll b deficiency in barley, *Plant Physiology and Biochemistry*, 2019, Volume 136, 43–51. Doi.10.1016/j.plaphy.2019.01.005/.

12. O.V. Voitsekhovskaja, E.V. Tyutereva. Chlorophyll b in angiosperms: Functions in photosynthesis, signaling and ontogenetic regulation, *Journal of Plant Physiology*, 2015, Volume 189, 51–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.09.013>.

13. Jie He, Wenquan Yang, Lin Qin, Da-Yong Fan, Wah Soon Chow. Photoinactivation of Photosystem II in wild-type and chlorophyll b-less barley leaves: which mechanism dominates depends on experimental circumstances, *Photosynth Res*, 2015, Volume 126, 399–407, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11120-015-0167-0>.

14. L. Ren, H. Ma, D. Chao, H. Zhang, K. Qiao, S. Feng, A. Zhou. Sep2, a light-harvesting complex-like protein, is involved in light stress response by binding to free chlorophylls. *Environmental and Experimental Botany*, 2023, Volume 213, 105429, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847223002241>.

15. E. A. Sharlaeva, V. Y. Chirkova, V. S. Bublik. Studying the possibility of using uv-c radiation to improve seedling qualities and increase the productivity of soft spring wheat, *AIP Conference Proceedings*, 2022, Volume 1, 2390, <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2390/1/030080/2820394>.

16. L. Begovic, C. V. Galic, I. Abicic, Z. Loncaric, A. Lalic, S. Mlinaric. Implications of intra-seasonal climate variations on chlorophyll a fluorescence and biomass in winter barley breeding program, *Photosynthetica*, 2020, Volume 58 (4), 995–1008, <https://ps.ueb.cas.cz/pdfs/phs/2020/04/12.pdf>, Doi: 10.32615/ps.2020.053.

17. A. Guizani, H. Askri, M. L. Amenta, R. Defez, E. Babay, C. Bianco, F. Gharb. Drought responsiveness in six wheat genotypes: identification of stress resistance indicators, *Frontiers in Plant Science*, 2023, Volume 14, 1232583, <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1232583/full>.

18. J. Fu, S. V. Krishna Jagadish, R. L. Bowden. Effects of post-flowering heat stress on chlorophyll content and yield components of a spring wheat diversity panel, *Crop Science*, 2022, Volume 62(5), 1926–1936, <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/csc2.20778>.

19. V. I. Trukhachev, I. I. Seregina, S. L. Belopukhov, I. I. Dmitrevskaya, T. I. Fomina, O. A. Zharkikh, D. M. Akhmetzhanov. The effect of stressful ecological conditions on chlorophyll content in the leaves of spring wheat plants, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, Volume 981(3), 032093, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/981/3/032093/meta>.

20. A. Sevda, M. Sevinj, Z. Atif, I. Irada. Morphophysiological parameters of hard and soft wheat genotypes depending on different water supply, *Бюллетень науки и практики*, 2023, Volume

9(4), 113-120, <https://cyberleninka.ru/article/n/morphophysiological-parameters-of-hard-and-soft-wheat-genotypes-depending-on-different-water-supply>.

References

1. S. Anjum, L. Wang, M. Farooq, L. Xue, S. Ali. Fulvic acid application improves the maize performance under well-watered and drought conditions, *Crop Sci*, 2011, Volume 197, 409–417, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-037X.2011.00483.x>.
2. Zhumagulov I. I., Amantaev B. O., Muhanov N. K., Kul'zhabaev E. M. (2021). Vliyanie atmosferynyh osadkov na urozhajnost' yarovoj pshehicy i yachmenya v suhostepnoj zone Severnogo Kazahstana [Tekst] / I. I. Zhumagulov, B. O. Amantaev, N. K. Muhanov, E. M. Kul'zhabaev // *Izdenister natigeler*. – 2021. – № 3 (91). – S. 28-36, <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/49>.
3. I. Marcińska, I. Czyczyło-Mysza, E. Skrzypek, M. Filek, S. Grzesiak, M.T. Grzesiak, F. Janowiak, T. Hura, M. Dziurka, K. Dziurka. Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes, *Acta Physiol. Plant*, 2013, Volume 35, 451–461, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-012-1088-6>.
4. A. Qayyum, S. Al Ayoubi, A. Sher, Y. Bibi, S. Ahmad, Z. Shen, M. A. Jenks. Improvement in drought tolerance in bread wheat is related to an improvement in osmolyte production, antioxidant enzyme activities, and gaseous exchange, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021, Volume 28(9), 5238-5249, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21004071>.
5. A. Ullah, W. M. Al-Busaidi, A.M. Al-Sadi, M. Farooq Bread wheat genotypes accumulating free proline and phenolics can better tolerate drought stress through sustained rate of photosynthesis, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2021, Volume 22(1), 165-176, <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-021-00641-7>.
6. M.A. Shalaby, M.A. Ahmed, M.A. Khater Physiological responses of some barley cultivars to foliar treatments with arginine under water stress conditions, *Middle East J. Agric. Res*, 2018, Volume 7, 1102–1123, <https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2018/1102-1123>.
7. M. Hasanuzzaman, K. Nahar, A. Rahman, M. Inafuku, H. Oku, M. Fujita Exogenous nitric oxide donor and arginine provide protection against short-term drought stress in wheat seedlings, *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 2018, Volume 24, 993–1004, <https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2018/1102-1123>.
8. H. A. Hussein, S. O. Alshammari, S. K. Kenawy, F. M. Elkady, A. A. Badawy Grain-priming with L-arginine improves the growth performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants under drought stress, *Plants*, 2022, Volume 11(9), 1219, <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/9/1219>.
9. Z.H. Hamid, M. Amer, A. Wahab. Effect of arginine on growth and yield of tomato plant (*Lycopersicon esculentum*) under drought stress, *Plant Arch*, 2021, Volume 19, 4441–4444, <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=09725210&AN=142531329&h=5pkFJaVZR1D8YtM5AzGqUZbBHtq6Pqvhx62tvY18X%2FIqYm2H1Pm5Z4U9qzLMrJWXsHrfNv9%2F4Pc3H%2BW%2BJRk1IQ%3D%3D&crl=c>.
10. H.M. Kalaji, A. Rastogi, M. Zivcak, M. Brestic, A. Daszkowska-Golec, K. Sitko, K.Y. Alsharafa, R. Lotfi, P. Stypinski, I.A. Samborska, M.D. Cetner. Prompt chlorophyll fluorescence as a tool for crop phenotyping: an example of barley landraces exposed to various abiotic stress factors, *Photosynthetica*, 2018, Volume 56 (3), 953-961, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11099-018-0766-z>.
11. H. Janeckova, A. Husickova, D. Lazar, U. Ferretti, P. Pospisil, M. Spundova. Exogenous application of cytokinin during dark senescence eliminates the acceleration of photosystem II impairment caused by chlorophyll b deficiency in barley, *Plant Physiology and Biochemistry*, 2019, Volume 136, 43-51. Doi.10.1016/j.plaphy.2019.01.005/.
12. O.V. Voitsekhovskaja, E.V. Tyutereva. Chlorophyll b in angiosperms: Functions in photosynthesis, signaling and ontogenetic regulation, *Journal of Plant Physiology*, 2015, Volume 189, 51–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.09.013>.

13. Jie He, Wenquan Yang, Lin Qin, Da-Yong Fan, Wah Soon Chow. Photoinactivation of Photosystem II in wild-type and chlorophyll b-less barley leaves: which mechanism dominates depends on experimental circumstances, *Photosynth Res*, 2015, Volume 126, 399–407, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11120-015-0167-0>.
14. L. Ren, H. Ma, D. Chao, H. Zhang, K. Qiao, S. Feng, A. Zhou. Sep2, a light-harvesting complex-like protein, is involved in light stress response by binding to free chlorophylls. *Environmental and Experimental Botany*, 2023, Volume 213, 105429, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847223002241>.
15. E. A. Sharlaeva, V. Y. Chirkova, V. S. Bublik. Studying the possibility of using uv-c radiation to improve seedling qualities and increase the productivity of soft spring wheat, *AIP Conference Proceedings*, 2022, Volume 1, 2390, <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2390/1/030080/2820394>.
16. L. Begovic, C. V. Galic, I. Abicic, Z. Loncaric, A. Lalic, S. Mlinaric. Implications of intra-seasonal climate variations on chlorophyll a fluorescence and biomass in winter barley breeding program, *Rhotosynthetica*, 2020, Volume 58 (4), 995-1008, <https://ps.ueb.cas.cz/pdfs/phs/2020/04/12.pdf>, Doi: 10.32615/ps.2020.053.
17. A. Guizani, H. Askri, M. L. Amenta, R. Defez, E. Babay, C. Bianco, F. Gharb. Drought responsiveness in six wheat genotypes: identification of stress resistance indicators, *Frontiers in Plant Science*, 2023, Volume 14, 1232583, <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1232583/full>.
18. J. Fu, S. V. Krishna Jagadish, R. L. Bowden. Effects of post-flowering heat stress on chlorophyll content and yield components of a spring wheat diversity panel, *Crop Science*, 2022, Volume 62(5), 1926-1936, <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/csc2.20778>.
19. V. I. Trukhachev, I. I. Seregina, S. L. Belopukhov, I. I. Dmitrevskaya, T. I. Fomina, O. A. Zharkikh, D. M. Akhmetzhanov. The effect of stressful ecological conditions on chlorophyll content in the leaves of spring wheat plants, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, Volume 981(3), 032093, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/981/3/032093/meta>.
20. A. Sevda, M. Sevinj, Z. Atif, I. Irada. Morphophysiological parameters of hard and soft wheat genotypes depending on different water supply, *Byulleten' nauki i praktiki*, 2023, Volume 9(4), 113-120, <https://cyberleninka.ru/article/n/morphophysiological-parameters-of-hard-and-soft-wheat-genotypes-depending-on-different-water-supply>.

О. О. Крадецкая*, Е. В. Мамыкин, С. М. Дашкевич, М. У. Отебаев, И. В. Чилимова
 «А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС,
 Научный центр, Қазақстан, oksana_cwr@mail.ru*, mamykin_ev@mail.ru, vetka-da@mail.ru,
 chemplant@mail.ru, coronela@mail.ru

ӨСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ЕҢГІЗУДІҢ ӘСЕРІНЕН ЖҰМСАҚ БИДАЙДАҒЫ ХЛОРОФИЛЛДІҢ ЖИНАЛУЫНЫҢ ӨНІМДІЛІКKE ӘСЕРІ

Аңдатпа

Мақалада келтірілген зерттеулер минералды тыңайтқыштарды енгізуге және өсіру технологиясына байланысты өсімдіктің өсуі мен дамуының әртүрлі фазаларында жақсартылған Шортанды 95 сортының жаздық жұмсақ бидайының жасыл массасында хлорофилл мен каротиноидтардың жиналуын зерттеуге бағытталған. Өсіру технологиясын, тыңайтқыштарды, сорттарды және алдыңғы дақылдарды таңдау өсімдіктің толық дамуы үшін оңтайлы жағдайларды қамтамасыз етуі керек. Жұмсақ бидайдағы хлорофиллді зерттеу оның физиологиялық жағдайын, фотосинтез деңгейін және жоғары және сапалы өнім қалыптастыру қабілетін бағалау үшін қажет. Зерттеулер нәтижесінде А және В хлорофиллінің, сондай-ақ жұмсақ бидайдың жасыл массасындағы каротиноидтардың көпсіту фазасына және түтікке шығу фазасына құрамы анықталды. Бұл зерттеулер Ақмола облысы жағдайында өсіру технологиялары мен тыңайтқыштарды енгізу дозаларына байланысты жұмсақ бидайда

хлорофиллдің жиналуының өнімділікке әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында P60 Af енгізумен нұсқалар анықталды. the Бу дәстүрлі егіншілік жүйесінде астық-бу ауыспалы егісінде, p80 af.+ N AA ауыспалы ауыспалы егістегі диагностика бойынша қатарларға. Дәнді-булы ауыспалы егісте өсірудің нөлдік технологиясымен P20 N20 NAF енгізумен жақсы нұсқа белгіленді. the қатарлар, P20 Af нұсқасы.+ N30 AA күзде Үстірт-жемісті ауысымда. Жаздық бидай дәнінің өнімділігі бойынша аммиак селитрасын азот-фосфор нұсқаларына енгізу әдісі мен уақытына байланысты белгіленбеген. Корреляциялық талдау ауыспалы егіс пен егіншілік жүйесіне қарамастан, А және В хлорофиллінің жалпы құрамы мен өнімділігі бойынша орташа корреляцияны 0,68 бірліктен 0,70 бірлікке дейін анықтады. каротиноидтар мен өнімділік 0,2 бірліктен 0,3 бірлікке дейін.

Кілт сөздер: тыңайтқыш дозалары, каротиноидтар, жұмсақ бидай, өңдеу технологиясы, өнімділік, хлорофилл.

O.O. Kradetskaya*, E. V. Mamykin, S.M. Dashkevich, M.U. Utebaev, I.V. Chilimova
LLP "Research and Production Center for Grain Farming. A.I. Baraeva", Kazakhstan,
Nauchny village, oksana_cwr@mail.ru*, mamykin_ev@mail.ru, vetka-da@mail.ru,
chemplant@mail.ru, coronela@mail.ru

THE EFFECT OF CHLOROPHYLL ACCUMULATION IN SOFT WHEAT ON YIELD, DEPENDING ON THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION AND APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Abstract

The research presented in the article is aimed at studying the accumulation of chlorophyll and carotenoids in the green mass of spring soft wheat of the Shortandinskaya 95 improved variety in various phases of plant growth and development, depending on the application of mineral fertilizers and cultivation technology. The choice of cultivation technology, fertilizer application rates, varieties and previous crops should ensure optimal conditions for the full development of the plant. The study of chlorophyll in soft wheat is necessary to assess its physiological state, the level of photosynthesis and the ability to form a high and high-quality crop. As a result of the research, the content of chlorophyll a and b, as well as carotenoids in the green mass of soft wheat in the tillering phase and in the tube phase was determined. These studies will make it possible to establish the effect of chlorophyll accumulation in soft wheat on yield, depending on cultivation technologies and fertilizer application doses in the Akmola region. In the course of the research, variants with the introduction of P60 af were identified. in steam under the traditional farming system in the grain-and-steam crop rotation, P80 af.+ N aa in the ranks of diagnostics in the fruit-changing crop rotation. With zero cultivation technology in the grain-and-steam crop rotation, the best option is the introduction of P20 N20 naf. in rows, variant P20 af.+ N30 AA in autumn superficially – in the fruit-bearing area. The yield of spring wheat grains, depending on the method and time of application of ammonium nitrate in nitrogen-phosphorus variants, was not noted. Correlation analysis determined the average correlation between the total chlorophyll a and b content and yield, regardless of crop rotation and farming system, from 0.68 units to 0.70 units. A very weak correlation was obtained between carotenoids and yields from 0.2 units to 0.3 units.

Key words: fertilizer doses, carotenoids, soft wheat, cultivation technology, yield, chlorophyll.

Вклад авторов

Концептуализация – Крадецкая О.О., Дашкевич С.М.

Курирование данных - Крадецкая О.О., Дашкевич С.М., Утебаев М.У.

Формальный анализ - Крадецкая О.О., Дашкевич С.М., Утебаев М.У., Чилимова И.В.

Методология - Крадецкая О.О., Дашкевич С.М.

Ресурсы – Мамыкин Е.В.

Проверка - Крадецкая О.О., Дашкевич С.М., Утебаев М.У., Чилимова И.В.

Написание – обзор и редактирование - Крадецкая О.О., Дашкевич С.М.

С.К. Джантасов¹, А.О. Нусупова^{1*}, А.С. Джантасова¹, Г.Т. Бари²

¹ Региональный филиал «Кайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства»,
п.Кайнар, Казахстан, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru*, aigerim-
jantasova@mail.ru.

² НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г.
Алматы, Казахстан, baracuda.co@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОГУРЦА, ПРИВИТЫХ ЯЗЫЧКОВЫМ СПОСОБОМ НА ФИГОЛИСТНУЮ ТЫКВУ (CUCURBITA FICIFOLIA)

Аннотация

Прививка огурца на другие виды семейства благоприятно отражается на росте и развитии привитых растений, повышает продуктивность и устойчивость привитых образцов. В данных исследованиях изучено влияние нового подвойного материала - тыквы фиголистной, образца Корея компании Seminis на привитые сорта огурца Adritto и Асылым в условиях теплицы. Выявлено увеличение продуктивности у привитых сортов огурца по сравнению с их корнесобственными образцами. Так, сорт Adritto показал 15,9 кг/м², его корнесобственный образец – 12,9 кг/м², превышение составило 23,2%, у сорта Асылым 17,0 кг/м² и 14,7 кг/м² соответственно, превышение составило 15,7%. Отмечено увеличение количества цветков и плодов у привитых сортов огурца, увеличение продуктивности произошло за счет большего количества плодов: у привитого сорта Adritto общее количество плодов составило 512 штук, корнесобственный образец 417 шт., у привитого сорта Асылым 544 шт., его корнесобственного образца 419 шт. В связи с тем, что по всем основным показателям тыква фиголистная не уступает другим подвойным образцам и показывает хорошие результаты, ее можно использовать в качестве подвоя на различных сорта тепличного огурца.

Ключевые слова: подвой, привой, прививка, сорт, огурец, тыква, продуктивность

Введение

Наиболее оптимальным способом защиты от почвенных болезней является прививка устойчивыми подвоями, что также обеспечивает повышение урожайности до 40%. Прививка тыквенных культур успешно практикуется во многих странах, и становится все более популярной. В начале XXI века примерно 95% бахчевых культур прививались на подвой в странах Юго-Восточной Азии. Испанские фермеры выращивают 30 миллионов привитых растений арбузов, что составляет примерно 50% их урожая. Ежегодно в Италии прививают до 20 миллионов арбузов и около 5-6 миллионов дынь. Мексика, Куба и США начали рассматривать прививку как жизнеспособный вариант выращивания бахчевых культур. На рынке США около 1000 га привитых арбузов, а в Мексике выращивают 100 га привитой дыни. Китай возделывает 10–20 % привитых арбузов от общей площади, что составляет от 2 до 3 млн. га. Вместе с тем, площади под привитыми растениями огурца занимают в Греции около 20%, а во Франции - до 80%. В таких странах как Корея и Япония все возделываемые огурцы являются привитыми, т.е. возделываемая площадь под культурой огурца засаживается привитой рассадой [1].

В Казахстане наблюдается динамика роста посевных площадей и валового сбора под бахчевыми культурами: в 2019г. площадь составила 100,9 тыс.га, 2020г.-107,0 тыс.га, в 2021г.-110,0 тыс.га, в т.ч. собрано 2,8 млн.тонн бахчевых культур (больше на 353,5 тыс.т. к 2020г.)[2]. Один из основных регионов выращивания Туркестанская область. Продукция экспортируется в Россию, Беларусь, Кыргызстан, Латвию, Литву, Эстонию и Германию [3].

Вместе с тем часть земель подвержены засолению, повышается температурный фон, и в данном случае прививка поможет преодолеть эти стрессы. Статистические данные показывают большой потенциал для увеличения продуктивности за счет прививки.

Предшествующие мировые исследования показали, что в качестве подвоя для огурца, дыни, арбуза применялись гибриды *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* [4]. Оценивали прививку дыни на гибридные подвои тыквы по степени совместимости [5]. В центре ОБТК (Армения) на огурце использовали подвои *Cucurbita maxima* [6]. *Cucurbita ficifolia* используется в некоторых странах как подвой для выращивания тепличных огурцов, дынь и арбузов, что придает повышенную холодостойкость, устойчивость к патогенам, в т.ч. *Pythium*, мучнистой росе. Другими исследователями отмечено, что генотипы *Cucurbita ficifolia* используются в связи с физиологической совместимостью с огурцом [7,8].

По данным El-Sayed и др. в условиях низких температур прививка огурца на подвой *Cucurbita ficifolia* увеличивала длину стебля, количество листьев и площадь листьев привоев по сравнению с непривитыми растениями. Кроме этого выявлено, что привитые растения на *Cucurbita ficifolia* имели большую продуктивность, чем непривитые [9]. Исследовались различные методы прививки огурца на *Lagenaria*. Изучались соединения сосудистых пучков, и различия в процессах срачивания трансплантата [10]. Проводилась прививка огурца на *C.moschata* для преодоления холодового стресса. При выращивании огурца в зимних теплицах привитые растения огурца не снижают продуктивность при снижении температуры до 16°C, что однако не подходит для роста корнесобственного огурца [11-15]. Исследователями изучалась филогенетическая взаимосвязь между дикими и культурными видами *Cucurbita* [16]. Проведено секвенирование *C.maxima*, *C.moschata*, *C.pepo*. Выявление полногеномных SNP проведено на внутривидовых и межвидовых гибридах [17-23].

В материалах статьи отражена часть исследований по проекту «Создание высокопродуктивных, устойчивых к патогенам тетраплоидных подвоев тыквы с оценкой подвойно-привойных комбинаций с огурцом и дыней», а именно выявление лучших подвоев из семейства Тыквенных, в том числе влияние подвойной тыквы вида *C. ficifolia* на продуктивность сортов огурца, т.к. в ранее опубликованных литературных источниках указывалось повышение продуктивности у привитых растений огурца в защищенном грунте до 40%, что несомненно указывает на эффективность прививки.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2023-2024 годах в селекционной теплице Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства» (РФ «Кайнар» ТОО «КазНИИПО»). Почвогрунт в теплице состоит из смеси перлита, торфа и кокосовой стружки с соотношением 1:1:1. Применяемая в теплице агротехника для культуры огурца - общепринятая для защищенного грунта. Предшественником являлся тепличный томат. Ширина между лотками 1,5 см, расстояние между растениями 20 см. Полив осуществлялся с помощью капельного орошения. Для роста и развития растений огурца применялись водорастворимые комплексные удобрения серии «Кристалон» компании Яра.

Проведено выращивание в перлите 88 образцов тыквенных культур, в том числе 14 образцов отечественной селекции (Афродита, Дунганская, Карина, Асхана, Стофунтовая, Голосемянная 10 и отборы от них), для проведения структурного анализа растений. Анализ проводился по параметрам: масса 1000 семян (грамм), длина растений(см), общий вес растения(грамм), вес корневой системы (грамм). Опыты были заложены в 3 кратной повторности по пяти растениям в каждой повторности. Перлитный субстрат предварительно стерилизовали в автоклаве при 121°C в течении 20 минут. Стерилизованный перлит помещали в 500 мл пластиковые сосуды. В сосуды с перлитом сеяли семена тыквенных и затем поливали. После всходов, проростки выставлялись на стеллажи с регулируемым освещением 16 на 8 часов и в течении 10 дней освещались светодиодными лампами в световом потоке 5000 люкс. Фиксирование параметров роста, длины, массы растений и корней проводилась согласно работе [24]. Проводились фенологические наблюдения за растениями сортов огурца Adritto и Асылым, а также тыквы фиголистной для выявления сроков массовых всходов и подбора

сроков прививки. Биометрические измерения проводились согласно методике, принятой в овощеводстве защищенного грунта [25].

Для прививки огурца на тыкву применяли способ сближения с язычками в боковых разрезах стеблей огурца и тыквы. Для этого подвой и привой выращивали в одном горшке. Расстояние между растениями точно определяли при высадке семян, так чтобы в момент прививки их можно было легко сблизить без повреждений. После посева семян тыквы через 3-4 дня высевали семена огурца.

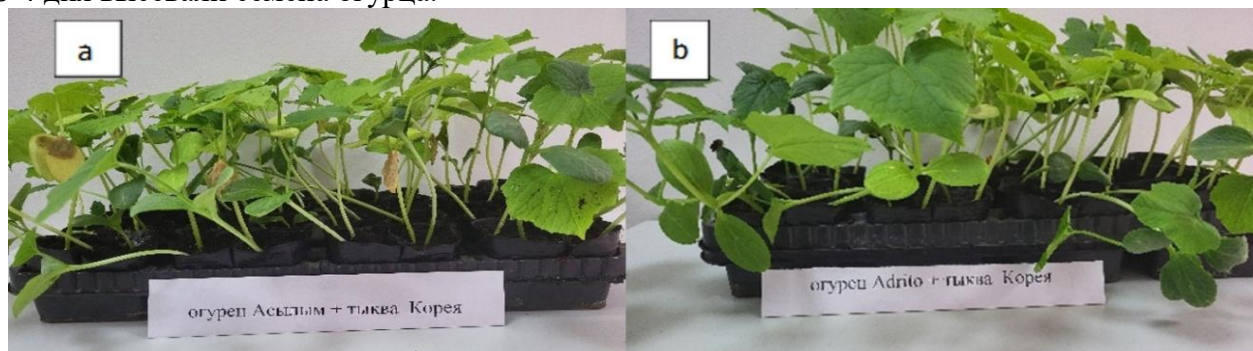


Рисунок 1 – Совместное выращивание подвоя и привоя в кассетах: а) сорт огурца Асылым; б) сорт огурца Adritto

Растения соединяли не отделяя от корней. Для выполнения прививки использовали новые чистые лезвия. Проводили постоянную дезинфекцию рук и инструментов. Постоянно проводили разбрызгивание воды распылителем над растениями для повышения влажности. У подвоя на 1см ниже семядолей лезвием делали надрез длиной 7-12мм, ориентированный сверху вниз. У привоя (огурца) на 2см ниже семядольного узла делали аналогичный надрез, ориентированный снизу вверх. Язычки подвоя и привоя вставляли в надрезы и укрепляли прищепкой. При соединении компонентов прививки старались чтобы семядольные листочки огурца находились над семядольными листьями тыквы.



Рисунок 2 – Язычковый метод прививки огурца

После проведения прививки привитые растения сразу помещали в прививочную камеру с температурой 21-22°C и относительной влажностью воздуха в камере около 95%. Растения содержат первые три дня в темноте, затем под фитолампами в режиме 16/8 часов. Верхушку привоя удалили через 5 дней после прививки. Корневую часть привоя срезали через десять дней после прививки ниже места соединения язычком. Через два дня после этого растения перемещали в обычную теплицу [26].

Результаты и обсуждение

Была сформирована коллекция из 88 образцов тыквенных культур. Проведен структурный анализ по определению форм с самым высоким потенциалом роста корневой системы подвоя и интенсивностью нарастания биологической массы – всего 88 образцов 6 родов (*Lagenaria siceraria*, *Benincasa hispiola*, *Luffa aegyptica*, *Momordica charantia*, *Cucumis*,

Cucurbita) и 5 подвидов рода *Cucurbita* (*C.maxima*, *C.moschata*, *C.pepo*, *C.ficifolia*) для выявления среди них оптимальных подвойных образцов.

Проводился анализ по массе 1000 семян, длине корня, массе корня, массе растения. Проростки возрастом 10 дней (рис.4а) извлекались из сосудов и корни очищались от перлита посредством тщательного промывания проточной водой. Промытые корни слегка просушивались чистой салфеткой. Длина корней измерялась (рис.4б) перед замером массы. Результаты структурного анализа представлены в таблице 1.

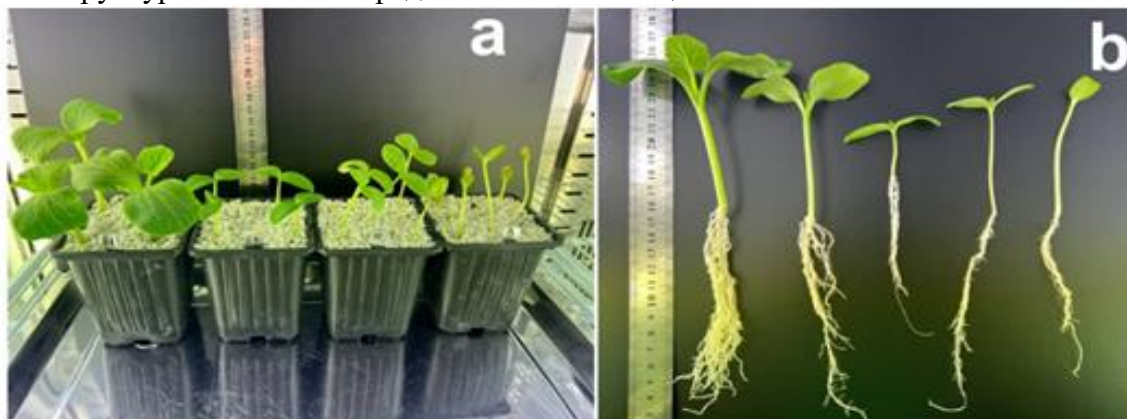


Рисунок 3 – Проведение структурного анализа: а) 10 дневные растения, выращенные под светодиодными лампами, б) слева направо: 1 - тыква крупноплодная сорт Карина; 2 - тыква фиголистная, образец Корея; 4 - огурец сорт Алматы 1000.

Таблица 1 –Выделившиеся по морфофизиологическим признакам образцы тыквенных, 2023г.

№	Название	1000 семян грамм.	Длина кор- ней, см	Масса расте- ний, грамм	Масса кор- ней, грамм
Лагенария обыкновенная (<i>Lagenaria siceraria</i>)					
5	Темная ковшевидная	232,81±2,1	12,1±0,3	1,69±0,03	0,65±0,02
11	К-1239	191,57±1,2	17±0,3	1,95±0,03	0,72±0,01
Бенинказа (<i>Benincasa hispida</i>)					
16	Hispida Акулина	31,71±0,7	9,0±0,3	0,99±0,03	0,34±0,01
17	Hispida	72,74±1,5	8,1±0,2	0,89±0,03	0,36±0,01
Люффа (<i>Luffa cylindrica</i>)					
22	К-491, ребристая	126,4±2,7	15,3±0,3	1,21±0,02	0,34±0,002
23	К-492, ребристая	73,6±1,5	13,6±0,3	1,22±0,02	0,34±0,01
Твердокорая (<i>C.pepo</i>)					
30	Даная (голосемянная)	239,6±7.4	21,7±0,4	5,21±0,09	1,65±0,03
31	Миранда (голосемянная)	194,8±5.0	19,6±0,6	4,28±0,13	1,52±0,04
Крупноплодная (<i>C. maxima</i>)					
35	Дунганская	445,4±5,0	17,7±0,3	5,65±0,10	2,45±0,04
41	Карина	420,3±4,6	20,1±0,4	5,65±0,10	2,09±0,04
Мускатная (<i>C. moschata</i>)					
84	Узбекская крупная	191,7±2,1	21,92±0,4	2,95±0,05	0,78±0,01
85	Афродита	170,2±1,9	21,3±0,4	3,19±0,07	0,98±0,02
Фиголистная (<i>C. ficifolia</i>)					
86	образец Корея (Seminis)	160.5±4.0	22,7±0,66	2,29±0,1	0,94±0,03
87	Argbuzny	155.5±3.4	18,1±0,23	1.95±0.12	0.80±0.03
Момордика харанция (<i>Momordica charantia</i>)					
88	Момордика	133,2±3.1	19,5±0,57	2,8±0,11	0,95±0,04

Выделены перспективные образцы, у которых показатели длины корня, массы корня и массы растения в течение 10 дней роста показали максимальные результаты. По массе 1000 семян, массе растений и массе корней выделились 4 сортообразца: Дунганская (*C. maxima*), Афродита (*C. moschata*), Даная (*C. pepo*) и Корея (*C. ficifolia*). Остальные виды тыкв существенно уступали по всем показателям выделившимся образцам. Полученные результаты подтверждают, что отечественные сорта тыквы могут быть использованы в качестве подвойного материала.

В 2019-2021 гг. (Шойбекова, Джантасов и др., 2021) проведены исследования, в задачу которых входил подбор перспективных подвоев тыквы с выявлением оптимального способа прививки огурца на тыкву. В результате проведенной работы, в 2019-2021 гг., изучено влияние подвоев тыквы на особенности роста и развития огурца. В качестве подвоев использовали сорта тыквы: отечественной селекции - Афродита (*C. moschata*), Карина и Стофунтовая (*C. maxima*), и российской - Мозолеевская 10 и Миндальная (*C. pepo*); прививали сорт огурца Асылым, рекомендуемый для возделывания в условиях защищенного грунта. Лучшие показатели роста и развития у привитых растений сорта огурца Асылым проявились на подвоях тыквы сортов Карина и Стофунтовая, т.е. вида тыквы *C. Maxima* [26,27]. Однако влияние других видов подвоев и в частности, фиголистной тыквы в рамках исследований Шойбековой не было изучено.

Фиголистная тыква широко используется во многих регионах Юго-Восточной Азии в качестве подвойного материала на огурцах, дынях и арбузах [7,8]. В связи с чем, нами проведены работы по выявлению влияния подвойной тыквы вида *C. ficifolia* на продуктивность привитых сортов огурца Adritto и Асылым в сравнении с корнесобственными образцами этих же сортов огурца. Показатели длины корня фиголистной тыквы образца Корея $22,7 \pm 0,66$ см соответствуют показателям сортов Даная (*C. pepo*) - $21,7 \pm 0,4$ см, Карина (*C. maxima*) - $20,1 \pm 0,4$ см, Афродита (*C. moschata*) - $21,3 \pm 0,4$ см, лишь уступая им по показателям массы растений и корней (таблица 1).



Рисунок 4 – Высадка привитых растений в теплице

Таблица 2 – Биометрические показатели привитых сортов огурца, (среднее за 2023-2024 гг.)

Дата замера: 2 декада июня						Дата замера: 1 декада июля				
	высота стебля, см	кол- во лист ев, шт.	диам етр листа , см	кол- во цветк ов, шт.	длина междо узлий, см	высота стебля, см	кол-во листья в, шт.	диам етр листа , см	кол- во цветк ов, шт.	длина междо узлий, см
Adritto + Корея	66,27	19,93	18,13	4,40	6,07	106,00	16,00	16,93	11,93	5,87
Асылым + Корея	67,20	15,27	16,97	3,53	6,37	109,00	17,00	20,13	11,13	6,47
Adritto, контроль	51,53	15,00	14,33	3,27	3,97	98,20	15,60	18,80	7,87	6,57
Асылым, контроль	50,17	20,33	10,97	2,73	4,67	103,60	16,87	18,20	8,73	7,13

Проведены биметрические замеры показателей роста привитых сортов огурца. Отмечен более лучший рост растений у привитых сортов в начальный период: по показателям высоты растений, количеству листьев, диаметру листа, количеству цветков и длине междоузлий у привитых сортов были более высокие показатели, чем у корнесобственных образцов. К середине вегетации общие показатели выровнялись, кроме показателя количества цветков или завязей, который остался на более высоком уровне, чем у корнесобственных образцов, что в конечном итоге показывает более высокую продуктивность у привитых сортов. Так, у привитого сорта Adritto средний показатель был на уровне 11,93 цветков, у корнесобственного образца – 7,87; у привитого сорта Асылым составил 11,13 цветков, у корнесобственного образца – 8,73.

Таблица 3 - Продуктивность привитых сортов огурца, (среднее за 2023-2024 гг.)

Образец	Урожайность по поворностям, кг/м ²			Средняя урожайно сть	Превышени е от контроля	Средняя масса плодов, г	Количес тво плодов, г
	1	2	3				
Adritto+ Корея	16,65	18,40	12,68	15,9	123,2	93,6	512
Асылым+ Корея	13,8	19,24	17,84	17,0	115,7	94,1	544
Adritto контроль	11,81	13,95	13,08	12,9	100	98,6	417
Асылым контроль	13,89	17,75	12,32	14,7	100	92,5	479
НСР ₀₅ Р	2,9 0,94						

Выявлено увеличение продуктивности привитых сортов огурца по сравнению с их корнесобственными образцами. Так, сорт Adritto показал 15,9 кг/м², его корнесобственный образец – 12,9 кг/м², превышение составило 23,2%, у сорта Асылым 17,0 кг/м² и 14,7 кг/м² соответственно, превышение составило 15,7%. Отмечено, что средняя масса плода имела незначительную разницу у привитых сортов по сравнению с корнесобственными, увеличение продуктивности произошло за счет большего количества плодов: у привитого сорта Adritto общее количество плодов составило 512 штук, корнесобственный образец 417 шт., у привитого сорта Асылым 544 шт., его корнесобственного образца 419шт.

Выводы

Прививка огурца на другие виды семейства благоприятно отражается на росте и развитии привитых растений, повышает продуктивность и устойчивость привитых образцов. В данных исследованиях изучено влияние нового подвойного материала - тыквы фиголистной, образец Корея компании Seminis на привитые сорта огурца Adritto и Асылым в условиях теплицы. Выявлено увеличение продуктивности у привитых сортов огурца по сравнению с их корнесобственными образцами. Так, сорт Adritto показал 15,9 кг/м², его корнесобственный образец – 12,9 кг/м², превышение составило 23,2%, у сорта Асылым 17,0 кг/м² и 14,7 кг/м² соответственно, превышение составило 15,7%. Отмечено увеличение количества цветков и плодов у привитых сортов огурца, увеличение продуктивности произошло за счет большего количества плодов: у привитого сорта Adritto общее количество плодов составило 512 штук, корнесобственный образец 417 шт., у привитого сорта Асылым 544шт., его корнесобственного образца 419 шт. В связи с тем, что по всем основным показателям тыква фиголистная не уступает другим подвойным образцам и показывает хорошие результаты, ее можно использовать в качестве подвоя на различных сорта тепличного огурца.

Во всем мире широко используют прививку огурца на тыквенные подвои, как в открытом грунте, так и в защищенном, при этом полученная прибыль от добавочного урожая за счет прививки покрывает затраты на саму прививку в несколько раз. Экономическая эффективность не ставилась в приоритет при написании данной статьи. Целью исследований было выявление наиболее перспективных подвоев для огурца и создание отечественных подвоев, так на рынке РК появились зарубежные подвои, которые не изучены в местных

условиях. Если брать в расчет стоимость огурца в межсезонье, когда цена доходит до 1200-1500 тенге за 1 кг. На одно привитое растение огурца дополнительно тратиться около 200-300 тенге на прививку, тогда как с каждого растения огурца можно получить от 1,5 до 2 кг дополнительного урожая.

Благодарность. Данные, опубликованные в статье получены в ходе реализации проекта AP19679681 «Создание высокопродуктивных, устойчивых к патогенам тетраплоидных подвоев тыквы с оценкой подвойно-привойных комбинаций с огурцом и дыней». которое профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2023-2025гг.

Список литературы

- 1 A.R. Davis, P.Perkins-Veazie, Y.Sakata, S.Lopez-Galarza, J.V. Maroto, S.G. Lee, Y.Ch. Huh, Zh. Sun, A. Miguel, S.R. King, R. Cohen, and J.M. Lee. Cucurbit Grafting//Critical Reviews in Plant Sciences, 27:50–74, 2008 <http://dx.doi.org/10.1080/07352680802053940>
- 2 <https://primeminister.kz/ru>
- 3 <https://strategy2050.kz/ru/news/49655/?ysclid=la1xr719c4917787868>
- 4 Yoldaş, F., Kandemir, D., Bekar, N.K., Balkaya, A., Göçmen, M. Determination of Yield and Quality Performances of Cucumber Cultivars Grafted with Different Pumpkin Rootstock Candidates on Küçük Menderes Basin, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2019. 56(3):319-326, DOI: [10.20289/zfdergi.508122](https://doi.org/10.20289/zfdergi.508122)
- 5 M.D.Camalle, N.Sikron, U.Zurgil, J.Khadka, Sh.Pivonia, A.Pencíkef, O.Novak, A.Fait, N.Tel-Zur. Does scion–rootstock compatibility modulate photoassimilate and hormone trafficking through the graft junction in melon–pumpkin graft combinations? Pl. Sci. 306(2021) 110852 <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2021.110852>
6. G.S.Martirosyan. Application results of cucumber grafting on different rootstocks of pumpkin. Veg. crops of Russia. 2018;(6):31-33.<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-31-33>
- 7 T.K.Lim Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Fruits. 2012 V. 2., inbookpp.250-255. DOI:10.1007/978-94-007-1764-0
- 8 T.Zhang, J.J. Xie, J. Zhang, Zh.A. Yang, X.Li, Sh.L. He. Analysis of Cucurbita ficifolia (Cucurbitaceae) chloroplast genome and its phylogenetic implications. Mitochondrial DNA Part B, 2021, vol. 6, No 10, 3033–3035, doi: 10.1080/23802359.2021.1959440
- 9 M.B.Bertucci, D.H.Suchoff, K.M.Jennings, D.W.Monks, C.C.Gunter, J.R.Schultheis, and F.J.Louws. Comparison of root system morphology of cucurbit rootstocks for use in watermelon grafting.//Hort Tech.. 2018 28(5):625-636 doi:[10.21273/horttech04098-18](https://doi.org/10.21273/horttech04098-18)
- 10 L.Miao, Sh.Lia, L.Baia, A.Anwara, Y.Lia, Ch.Hea, X.Yua. Effect of grafting methods on physiological change of graft union formation in cucumber grafted onto bottle gourd rootstock. Sci. Horti. 244 (2019) p.249–256<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.061>
- 11 Liu,R. Zhang,Ch. Xiang,R. Zhang,Q. Wang,T. Wang,X. Li,X. Lu,Sh. Gao,Z. Liu, M.Liu, L.Gao, W.Zhang. Transcriptomic and Physiological Analysis Reveal That α -Linolenic Acid Biosynthesis Responds to Early Chilling Tolerance in Pumpkin Rootstock Varieties. Front. Plant Sci., 2021. Plant Abiotic Stress <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.669565>
- 12 M. Wang, Sh. Zhou, J. Lu, A. Xu, Y. Huang, Zh. Bie, F. Cheng. CmRCC1 Gene From Pumpkin Confers Cold Tolerance in Tobacco by Modulating Root Architecture and Photosynthetic Activity. Front. Plant Sci., Sec. Crop and Product Physiology. 2021. vol.12, art. 765302. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.765302>
- 13 Miao L., Qin X., Gao L., Li Q., Li S., He C., Li Y., Yu X. Selection of reference genes for quantitative real-time PCR analysis in cucumber (Cucumis sativus L.), pumpkin (Cucurbita moschata Duch.) and cucumber–pumpkin grafted plants. PeerJ 7:e6536 <http://doi.org/10.7717/peerj.6536> 2019.
- 14 P.Gao, W.W.Xing, S.H.Li, S.Shu, H.Li, N.Li, Q.S.Shao and S.R.Guo. Effect of Pumpkin Rootstock on Antioxidant Enzyme Activities and Photosynthetic Fluorescence Characteristics of

Cucumber under Ca(NO₃)₂ Stress. Acta Hort. 2015, 177-187
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1086.22>

15 M.Davoudi, M.Song, M.Zhang, J.Chen, Q.Lou. Long-distance control of the scion by the rootstock under drought stress as revealed by transcriptome sequencing and mobile mRNA identification. Horti. Res., 2022, 9: <https://doi.org/10.1093/hortre/uhab033>

16 O.I.Sanjur, D.R.Piperno, T.C.Andres, L.Wessel-Beaver. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of Cucurbita (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. PNAS 2002.Proceedings of the National Academy of Sciences 99(1):535-40vol. 99.doi:[10.1073/pnas.012577299](https://doi.org/10.1073/pnas.012577299)

17 N.N.Nguyen, M.Kim, J.K.Jung, E.J.Shim, S.M.Chung, Y.Park,G.P.Lee, S.Ch.Sim. Genome-wide SNP discovery and core marker sets for assessment of genetic variations in cultivated pumpkin (Cucurbita spp.). Horti. Res. (2020) 7:121 <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00342-9>

18 B.Aloni, R.Cohen, L.Karni, H.Aktas, M.Edelstein. Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. Sci. Horti. 127 (2010) 119–126doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.003

19 K.Ando, K. M Carr, R. Grumet. Transcriptome analyses of early cucumber fruit growth identifies distinct gene modules associated with phases of development. BMC Genomics, vol.13,518 (2012) <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-518>

20 P. Liu, X. Yang, Y. Zhang, Sh. Wang, Q. Ge, Q. Li, Ch. Wang, Q. Shi, Zh. Ren, L. Wang. Genome-Wide Identification of Two-Component Signal Transduction System Genes in Melon (Cucumis melon L.). Agri. Sci.. Vol.9 No.4, April 201809(04):469-479. doi:[10.4236/as.2018.94032](https://doi.org/10.4236/as.2018.94032)

21 H.Sun, Sh.Wu, G.Zhang, Ch.Jiao, Sh.Guo, Y.Ren, J.Zhang, H.Zhang, G.Gong, Zh.Jia, F.Zhang, J.Tian, W.J.Lucas, J.J.Doyle, H.Li, Zh.Fei, Y.Xu. Karyotype Stability and Unbiased Fractionation in the Paleo-Allotetraploid Cucurbita Genomes. Molecular Plant 10, 1293–1306, 2017 <https://doi.org/10.1016/j.molp.2017.09.003>

22 C.Wang, W.Li, F.Chen, Y.Cheng, X.Huang, B.Zou, Y.Wang, W.Xu, S.Qu. Genome-wide identification and characterization of members of the ACS gene family in Cucurbita maxima and their transcriptional responses to the specific treatments. Molec. Sci. 2022, 23, 8476. <https://doi.org/10.3390/ijms23158476>

23 L.Gong, M.Pachner, K.Kalai, T.Lelley. SSR-based genetic linkage map of Cucurbita moschata and its synteny with Cucurbita pepo. Genome. 2008. Vol. 51, No. 11. p.878–887. doi:[10.1139/G08-072](https://doi.org/10.1139/G08-072)

24 Manda D.N., Prasad R.V., Palmei G. Physico-chemical characterisation of pumpkin seeds. Inter. J. Chem. Stud.. 2018. Vol. 6(5). P. 828-831. <https://www.doi.org/10.22271/allresearch>

25 Овощеводство защищенного грунта /В.А. Брызгалов, В.Е. Советкина, Н.И. Савинова и др. Под ред. В. А. Брызгалова. 2-е изд., перераб. и доп. -М.:Колос, 1995. -325с.

26 Шойбекова А.Ж., Джантасов С.К., Нусипжанов Н.С. Прививка гибрида огурца (лат. Cucumis Sativus) на подвой тыквы (лат. Cucurbita), устойчивых к патогену Fusarium. Исследования, результаты. № 1 (89) 2021 с.322-331 DOI:[10.37884/1-2021/18](https://doi.org/10.37884/1-2021/18)

27 A.Zh. Shoibekova, S.K. Jantassov, A.S. Jantassova, A.T. Samatov, T.S. Sagindykov, A.N. Karimova, G.A. Serikbayeva, M.R. Toishimanov, G.T. Bari. Influence of selected rootstock on growth parameters, accumulation of IAA and vitamins in scions of Cucumis sativus and Cucumis melo//Vavilov J. Gen. Breed. 2025;29(4):559-567 doi [10.18699/vjgb-25-59](https://doi.org/10.18699/vjgb-25-59)

References

1 A.R. Davis, P.Perkins-Veazie, Y.Sakata, S.L´opez-Galarza, J.V. Maroto, S.G. Lee, Y.Ch. Huh, Zh. Sun, A.Miguel, S.R. King, R.Cohen, and J.M. Lee. Cucurbit Grafting//Critical Reviews in Plant Sciences, 27:50–74, 2008 <http://dx.doi.org/10.1080/07352680802053940>

2 <https://primeminister.kz/ru>

3 <https://strategy2050.kz/ru/news/49655/?ysclid=la1xr719c4917787868>

4 Yoldaş, F., Kandemir, D., Bekar, N.K., Balkaya, A., Göçmen, M. Determination of Yield and Quality Performances of Cucumber Cultivars Grafted with Different Pumpkin Rootstock Candidates

on Küçük Menderes Basin, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2019. 56(3):319-326, DOI: [10.20289/zfdergi.508122](https://doi.org/10.20289/zfdergi.508122)

5 M.D.Camalle, N.Sikron, U.Zurgil, J.Khadka, Sh.Pivonia, A.Pencíkef, O.Novak, A.Fait, N.Tel-Zur. Does scion–rootstock compatibility modulate photoassimilate and hormone trafficking through the graft junction in melon–pumpkin graft combinations? Plant Sci. 306(2021) 110852 <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2021.110852>

6. G.S.Martirosyan. Application results of cucumber grafting on different rootstocks of pumpkin. Vegetable crops of Russia. 2018;(6):31-33.<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-31-33>

7 T.K.Lim Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Fruits. 2012 V. 2,. inbookpp.250-255. DOI:10.1007/978-94-007-1764-0

8 T.Zhang, J.J. Xie, J. Zhang, Zh.A. Yang, X.Li, Sh.L. He. Analysis of Cucurbita ficifolia (Cucurbitaceae) chloroplast genome and its phylogenetic implications. Mitochondrial DNA Part B, 2021, vol. 6, No 10, 3033–3035, doi: 10.1080/23802359.2021.1959440

9 M El-Sayed, S.F.; H.A. Hassan; A.A Abdel-Wahab and A.A. Gebrael Effect of grafting on the cucumber yield and quality under high and low temperatures. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 5 (3): 443-456, 2019 DOI:[10.21608/jpp.2014.53662](https://doi.org/10.21608/jpp.2014.53662)

10 L.Miao, Sh.Lia, L.Baia, A.Anwara, Y.Lia, Ch.Hea, X.Yua. Effect of grafting methods on physiological change of graft union formation in cucumber grafted onto bottle gourd rootstock. Sci. Horti. 244 (2019) p.249–256<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.061>

11 Liu,R. Zhang,Ch. Xiang,R. Zhang,Q. Wang,T. Wang,X. Li,X. Lu,Sh. Gao,Z. Liu, M.Liu, L.Gao, W.Zhang. Transcriptomic and Physiological Analysis Reveal That α -Linolenic Acid Biosynthesis Responds to Early Chilling Tolerance in Pumpkin Rootstock Varieties. Front. Plant Sci., 2021. Plant Abiotic Stress <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.669565>

12 M. Wang, Sh. Zhou, J. Lu, A. Xu, Y. Huang, Zh. Bie, F. Cheng. CmRCC1 Gene From Pumpkin Confers Cold Tolerance in Tobacco by Modulating Root Architecture and Photosynthetic Activity. Front. Plant Sci., Sec. Crop and Product Physiology. 2021. vol.12, art. 765302. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.765302>

13 Miao L., Qin X., Gao L., Li Q., Li S., He C., Li Y., Yu X. Selection of reference genes for quantitative real-time PCR analysis in cucumber (Cucumis sativus L.), pumpkin (Cucurbita moschata Duch.) and cucumber–pumpkin grafted plants. PeerJ 7:e6536 <http://doi.org/10.7717/peerj.6536> 2019.

14 P.Gao, W.W.Xing, S.H.Li, S.Shu, H.Li, N.Li, Q.S.Shao and S.R.Guo. Effect of Pumpkin Rootstock on Antioxidant Enzyme Activities and Photosynthetic Fluorescence Characteristics of Cucumber under $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Stress. Acta Hort. 2015, 177-187 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1086.22>

15 M.Davoudi, M.Song, M.Zhang, J.Chen, Q.Lou. Long-distance control of the scion by the rootstock under drought stress as revealed by transcriptome sequencing and mobile mRNA identification. Horti. Res., 2022, 9: <https://doi.org/10.1093/hortre/uhab033>

16 O.I.Sanjur, D.R.Piperno, T.C.Andres, L.Wessel-Beaver. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of Cucurbita (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. PNAS 2002.Proceedings of the National Academy of Sciences 99(1):535-40 vol. 99.doi:[10.1073/pnas.012577299](https://doi.org/10.1073/pnas.012577299)

17 N.N.Nguyen, M.Kim, J.K.Jung, E.J.Shim, S.M.Chung, Y.Park,G.P.Lee, S.Ch.Sim. Genome-wide SNP discovery and core marker sets for assessment of genetic variations in cultivated pumpkin (Cucurbita spp.). Horti. Res. (2020) 7:121 <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00342-9>

18 B.Aloni, R.Cohen, L.Karni, H.Aktas, M.Edelstein. Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. Scientia Horticulturae 127 (2010) 119–126doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.003

19 K.Ando, K. M Carr, R. Grumet. Transcriptome analyses of early cucumber fruit growth identifies distinct gene modules associated with phases of development. BMC Genomics, vol.13,518 (2012) <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-518>

- 20 P. Liu, X. Yang, Y. Zhang, Sh. Wang, Q. Ge, Q. Li, Ch. Wang, Q. Shi, Zh. Ren, L. Wang. Genome-Wide Identification of Two-Component Signal Transduction System Genes in Melon (*Cucumis melon* L.). *Agri. Sci.*. Vol.9 No.4, April 201809(04):469-479. doi:[10.4236/as.2018.94032](https://doi.org/10.4236/as.2018.94032)
- 21 H.Sun, Sh.Wu, G.Zhang, Ch.Jiao, Sh.Guo, Y.Ren, J.Zhang, H.Zhang, G.Gong, Zh.Jia, F.Zhang, J.Tian, W.J.Lucas, J.J.Doyle, H.Li, Zh.Fei, Y.Xu. Karyotype Stability and Unbiased Fractionation in the Paleo-Allotetraploid *Cucurbita* Genomes. *Molecular Plant* 10, 1293–1306, 2017 <https://doi.org/10.1016/j.molp.2017.09.003>
- 22 C.Wang, W.Li, F.Chen, Y.Cheng, X.Huang, B.Zou, Y.Wang, W.Xu, S.Qu. Genome-wide identification and characterization of members of the ACS gene family in *Cucurbita maxima* and their transcriptional responses to the specific treatments. *Molec. Sci.* 2022, 23, 8476. doi:[10.3390/ijms23158476](https://doi.org/10.3390/ijms23158476)
- 23 L.Gong, M.Pachner, K.Kalai, T.Lelley. SSR-based genetic linkage map of *Cucurbita moschata* and its synteny with *Cucurbita pepo*. *Genome*. 2008. Vol. 51, No. 11. p.878–887. doi:[10.1139/G08-072](https://doi.org/10.1139/G08-072)
- 24 Manda D.N., Prasad R.V., Palmei G. Physico-chemical characterisation of pumpkin seeds. *Inter. J. Chem. Stud.*. 2018. Vol. 6(5). P. 828-831. <https://www.doi.org/10.22271/allresearch>
- 25 Ovoshchevodstvo zashchishchennogo grunta /V.A. Bryzgalov, V.E. Sovetkina, N.I. Savinova i dr. Pod red. V. A. Bryzgalova. 2-e izd., pererab, i dop. -M.:Kolos, 1995. -325s.
- 26 Mavlyanova R.F., Yunusov S.A., Karimov B.A., Lyan E.E. Vegetativnaya privivka ovoshchnykh kul'tur v Uzbekistane. Lesson-press. Tashkent. -2021.-178s.
- 26 Shoibekova A.Zh., Dzhantasov S.K., Nusipzhanov N.S. Privivka gibrida ogurtsa (lat. *Cucumis Sativus*) na podvoi tykvy (lat. *Cucurbita*), ustoichivyykh k patogenu *Fusarium*. *Issledovaniya, rezul'taty*. № 1 (89) 2021 s.322-331 DOI:[10.37884/1-2021/18](https://doi.org/10.37884/1-2021/18)
- 27 A.Zh. Shoibekova, S.K. Jantassov, A.S. Jantassova, A.T. Samatov, T.S. Sagindykov, A.N. Karimova, G.A. Serikbayeva, M.R. Toishimanov, G.T. Bari. Influence of selected rootstock on growth parameters, accumulation of IAA and vitamins in scions of *Cucumis sativus* and *Cucumis melo* // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2025;29(4):559-567 doi:[10.18699/vjgb-25-59](https://doi.org/10.18699/vjgb-25-59)

С.К. Джантасов¹, А.О. Нусупова^{1}, А.С. Джантасова¹, Г.Т. Бари²*

¹ «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» РФ, Қайнар а., Қазақстан, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru.

² «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы қ, Қазақстан, baracuda.co@mail.ru

**ҚИЯР СОРТТАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІН ҚИСЫҚ ЖАПЫРАҚТЫ АСҚАБАҚҚА
(CUCURBITA FICIFOLIA) ТІЛШЕ ӘДІСІМЕН ТЕЛІТУУ АРҚЫЛЫ
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТҮРДЕ БАҒАЛАУ**

Аңдатпа

Қиярды асқабақтың басқа түрлеріне жасалған телу жұмыстары өсімдіктердің өсуі мен дамуына жағымды әсер етеді, егілген үлгілердің өнімділігі мен тұрақтылығын арттырады. Бұл зерттеулерде жаңа телітуші материалы - Seminis компанияның фигофолия асқабағы Корея үлгісінің жылыжай жағдайында Adritto және Асылым қиярының телінген сорттарына әсері зерттелді. Телінген қияр сорттарында олардың тамыр үлгілерімен салыстырғанда өнімділіктің артуы анықталды. Сонымен, телінген Adritto сорты 15,9 кг/м² көрсетті, оның өз тамырдағы үлгісі 12,9 кг/м², асып кету 23,2% құрады, телінген Асылым сортында сәйкесінше 17,0 кг/м² және 14,7 кг/м², асып кету 15,7% құрады. Телінген қияр сорттарында гүлдер мен жемістер санының артуы байқалды, өнімділіктің артуы жемістердің көп болуына байланысты болды: телінген Adritto сортында жемістердің жалпы саны 512 дана, өз тамырдағы үлгісі – 417 дана, телінген Асылым сортында - 544 дана, оның өз тамырдағы үлгісі – 419 дана. Барлық негізгі көрсеткіштер бойынша фигофолия асқабағы басқа телітушілерден кем түспейтіндігіне және жақсы нәтиже көрсететіндігіне байланысты оны жылыжай қиярының әртүрлі сорттарында телітуші ретінде пайдалануға болады.

Кілті сөздер: телітуші, телуші, телу, сорт, қияр, асқабақ, өнімділік

S. Jantassov¹, A. Nusupova^{1*}, A. Jantassova¹, G. Bari²

¹ Regional Filial of «Kainar», Fruit & Vegetable Research Institute LLP, Kainar v., Kazakhstan, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru.

² «Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, Almaty, Kazakhstan, baracuda.co@mail.ru

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF CUCUMBER VARIETIES GRAFTED WITH TONGUE METHOD ON THE FIG-LEAF GOURD (CUCURBITA FICIFOLIA)

Abstract

Grafting of cucumber on other species of the family has a positive effect on the growth and development of grafted plants, increasing the productivity and stability of grafted samples. In these studies, the effect of a new rootstock material, the fig-leaved pumpkin, a sample from Korea by Seminis, on grafted cucumber varieties Adritto and Asylum was studied in greenhouse conditions. The results showed an increase in productivity in grafted cucumber varieties compared to their rootstock samples. Thus, the Adritto variety showed 15.9 kg/m², its rootstock sample showed 12.9 kg/m², an increase of 23.2%, while the Asylum variety showed 17.0 kg/m² and 14.7 kg/m², respectively, an increase of 15.7%. There was an increase in the number of flowers and fruits in the grafted cucumber varieties, and the increase in productivity was due to the greater number of fruits: the grafted Adritto variety had a total of 512 fruits, while the rootstock variety had 417 fruits. The grafted Asylum variety had 544 fruits, while the rootstock variety had 419 fruits. Due to the fact that the fig-leaved pumpkin is not inferior to other rootstock samples in terms of all key indicators and shows good results, it can be used as a rootstock for various greenhouse cucumber varieties.

Key words: rootstock, scion, grafting, variety, cucumber, pumpkin, productivity

Вклад авторов

Джантасов С.К. - Написание – обзор и редактирование;

Нусупова А.О. – Визуализация, первоначальный проект;

Джантасова А.С. – Методология;

Бари Г.Т. - Формальный анализ.

МРНТИ 62.37.29 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/14>

*А.С. Низкородова^{*1}, Р.В. Крылдаков¹, Н.Ж. Каримов¹, Н.С. Полимбетова¹,
Б.К. Искаков¹*

¹ РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Алматы, Казахстан, cool.niz@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКЛУБНЕЙ ТРАНСГЕННЫХ ЛИНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ГАЛА

Аннотация

Микроклубни играют важную роль в технологии производства семенного картофеля, поскольку они имеют большие преимущества при хранении, транспортировке и механизации благодаря своему небольшому размеру и весу. Производство микроклубней в стерильных условиях является хорошим способом производства здорового семенного материала. В данной работе мы проводили сравнительный анализ микроклубней картофеля сорта «Гала»

(«NORIKA» GMBH, Германия) и ряда трансгенных линий, полученных на основе этого сорта. Трансгенные растения были получены ранее в рамках исследования применения подхода HIGS (host-induced gene silencing) для контроля патогена растений картофеля и томатов *Phytophthora infestans*. Реализация метода HIGS приводит к тому, что трансгенные растения экспрессируют короткие интерферирующие РНК (siRNA), которые при заражении таких растений патогеном вызывают у последнего сайленсинг генов его эффекторных белков, что препятствует прорастанию и размножению патогенного организма в растении. Основой этого метода является модификация растений сравнительно короткими трансгенными кассетами не кодирующих целевые белки. Поэтому ожидается, что подобные трансгенные растения не должны иметь фенотипических и физиологических отличий от растений исходного сорта. Нами были получены микроклубни не модифицированных растений и шести линий трансгенных растений, несущих три типа трансгенной вставки. Нами сравнивались такие свойства полученных микроклубней как масса, период покоя, внешний вид, скорость и процент прорастания в почве. Полученные данные показали отсутствие статистически достоверных отличий трансгенных и нетрансгенных микроклубней по всем исследованным свойствам, кроме скорости прорастания в почве. Две из шести исследованных трансгенных линий показали увеличение скорости прорастания в открытом грунте в ~ 1,6 раза.

Ключевые слова: РНК-интерференция, *Phytophthora infestans*, Host Induced Gene Silencing, siRNA, трансгенные растения, Avr3a, Avh246, PITG_03155.

Введение

Представитель класса Оомицет *Phytophthora infestans* поражает томаты и картофель по всему миру. Было показано [1,2], что потери непосредственно от поражения картофеля *P. infestans* составляют в среднем 10-30% от мирового урожая картофеля. В годы, благоприятные по климатическим условиям для развития фитофторы, потери урожая могут достигать 50-70%, как это было показано в 2007 г. в Пакистане [3]. Большинство экономических анализов склоняются к тому, что общемировые потери от пораженности картофеля *P. infestans* составляют 3-5 млрд \$ в год [4].

Одним из перспективных способов контроля этого патогена является получение устойчивых растений с использованием РНК-интерференции. Метод HIGS (Host Induced Gene Silencing) заключается в том, что РНК-интерференция к какому-то гену необходимому для патогена вызывается в клетках растения-хозяина, а уже из хозяина малые интерферирующие РНК (siRNA) попадают в клетки патогена в процессе инфекции, где и осуществляют сайленсинг его генов [5]. Общий механизм РНК-интерференции известен как высокоспецифичный процесс деградации в клетке мРНК из-за наличия комплиментарных ей двуцепочечных РНК (dsRNA) [6]. С практической точки зрения РНК-интерференция используется для борьбы с фитопатогенами, включая вирусы, насекомых-вредителей, бактерии, грибы и оомицеты [7,8].

В нашей лаборатории был сконструирован ряд генно-инженерных конструкций [9], которые предназначены для индукции сайленсинга таких генов эффекторов фитофторы как: Avr3a-b, PITG_03155, Avh246. После проведения генетической трансформации мы получили шесть трансгенных линий картофеля сорта Гала с подтверждённой вставкой: три линии с 'Avr3a', две – с 'Avh246' и одну – с 'PITG_03155'. Поскольку концепция метода HIGS предполагает трансформацию трансгенной вставкой, состоящей из небольшой части гена-эффектора патогена [10,11], то исследователи полагают, что получаемые трансгенные организмы будут иметь минимальные отличия от исходных организмов. В данной работе мы проверили это предположение на примере микроклубней, полученных в условиях *in vitro* от полученных нами шести трансгенных линий картофеля, которые сравнивали с микроклубнями исходных не модифицированных растений. Таким образом, целью исследования является получение данных о возможных отличиях микроклубней трансгенных растений картофеля от исходных растений на примере сорта Гала. Задачами исследования было следующее: получить микроклубни растений, выращиваемых *in vitro*, сравнить физические характеристики

микроклубней, а также сравнить способность к прорастанию и формированию жизнеспособных растений трансгенных и нетрансгенных растений картофеля.

Методы и материалы

Источник трансгенных линий картофеля. Трансгенные линии картофеля были получены нашей исследовательской группой ранее в рамках той же самой научной задачи с помощью агробактериальной трансформации междоузлий стерильных растений [9]. Начальная проверка растений-регенерантов на наличие трансгенной вставки проводилась с помощью ПЦР-анализа со специфичными праймерами на 35S промотор (Fw-35S_3end) и терминатор (Rv-35Ster) вируса мозаики цветной капусты (CaMV). После первичного отбора проводился ПЦР-анализ со специфичными праймерами непосредственно на целевые вставки: 'Avr3a' (Fw_infAvr3a и Rv_infAvr3a), 'Avh246' (Fw_infAvh и Rv_infAvh) и 'PITG_03155' (Fw_infPITG и Rv_infPITG). Методическая процедура и результаты описаны в работе Nizkorodova *et.al* ранее [9].

Микроразмножение растений. Проростки размножали с помощью одноузловых эксплантов. Экспланты культивировали в пробирках Kimble Culture Tubes («DWK Life Sciences») с двухсторонними колпачками Magenta («Merk») на среде MS (базальная среда Мурасиге-Скуга, «Sigma»), содержащей 2 мг/л глицина, 100 мг/л мио-инозитола, 0,5 мг/л никотиновой кислоты, 0,5 мг/л пиридоксина-HCl, 0,1 мг/л тиамина-HCl, 25 г/л сахарозы и 0,6% агара; pH доводили до 5,8-6 перед добавлением агара и автоклавированием. Количество среды в пробирках составляло 10-15 мл. Пробирки культивировали при температуре 23°C и 16-часовом фотопериоде. Стерильный картофель микроразмножали *in vitro* путем субкультивирования верхних побегов или сегментов стебля, включая пазушные почки, каждые 4-5 недель.

Получение микроклубней картофеля. Растения картофеля как трансгенные, так и не трансгенные выращивали в культуральных пробирках Kimble Culture Tubes («DWK Life Sciences») с пластиковыми крышками Magenta типа «2-way caps» («Merk») на среде MS (MS Basal Medium, «Sigma»), содержащей 2 мг/л глицина, 100 мг/л мио-инозитола, 0,5 мг/л никотиновой кислоты, 0,5 мг/л пиридоксина-HCl, 0,1 мг/л тиамина-HCl, 25 г/л сахарозы и 0,6% агара; при 14-часовом световом дне и температуре 23°C. Количество среды в пробирках было ~ 3-5 мл. Образование микроклубней начиналось при истощении питательной среды примерно с 4-й недели. Микроклубни собирали в асептических условиях в стерильные пробирки.

Статистический анализ. Для анализа достоверности различий между группами (по массе микроклубней и скорости прорастания) ввиду их малого размера и независимого распределения использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни [12]. После расчета статистики Манна-Уитни (z) для полученных значений определялись уровни значимости (p) с использованием функции нормального распределения Microsoft Excel. Уровень значимости принимался равным 5% ($p \leq 0,05$), т. е. при $p \leq 0,05$ выборки считались достоверно различными.

Проращивание микроклубней в почве. После периода покоя (4 недели при 4°C) микроклубни помещали в 0,5-литровые контейнеры с универсальным грунтом (Борресурсы, Россия) и проращивали при 16-часовом световом дне, регулярном поливе и температуре 23°C в теплице. Посадка микроклубней в открытый грунт проводилась во второй половине мая в подготовленные стандартные гряды. Полив осуществлялся рассекателем (дождевального типа) два раза в неделю.

Результаты и обсуждение

Характеристика трансгенных вставок.

Генно-молекулярная вставка 'Avr3a' представляет собой участок гена AVR3a-b RXLR-эффектора *P. infestans*, который расположен в виде комплементарного повтора через интрон 3 гена каталазы 2 клещевины (CAT2). Длина предполагаемой двуцепочечной РНК 294 н. Часть последовательности (92 н.) также комплементарна к участку гена AVR3b *P. ratorum*, что даёт основание предполагать эффект сайленсинга также против этого патогена. Вставка 'Avh246'

является участком гена *Avh246 P. infestans*, дополненного последовательностью элицитин-подобного пептида *P. infestans*. Эта последовательность также представляет собой зеркальный повтор, разделённый интроном 3 *CAT2*. Длина предполагаемой двуцепочечной РНК составляет 200 н. Вставка 'PITG_03155' кодируется участком гена *PITG_03155*, консервативного как для *P. infestans* (Genebank XM_002906196.1), так и для *P. cactorum* (Genebank MT897014.1). Зеркальный повтор разделён интроном 1 гена убиквитина 10 (*UBQ10*). Длина предполагаемой двуцепочечной РНК составляет 122 н.

Получение микроклубней in vitro.

Для эксперимента мы использовали нетрансгенные растения раннего сорта картофеля Гала, который является сортом немецкой селекции (NORIKA GMBH). А также трансгенные линии картофеля этого сорта, полученные ранее [9]: *Avr3a-G4*, *Avr3a-G7*, *Avr3a-G9*, *PITG-G1*, *Avh-G3*, *Avh-G6*.

Использованная нами методика получения микроклубней является «низко сахарозной» [13,14], то есть микроклубни образуются на той же самой среде, на которой происходит микроразмножение растений. Отличается только количество культуральной среды – для получения микроклубней её используется в 5-6 раз меньше для того, чтобы полностью сформировавшееся в стандартных условиях растение попало в условия нехватки питательных веществ, что и вызывает формирование микроклубней.

Формирование микроклубней началось на 4-ю неделю после микрочеренкования междоузлий растений в пробирки с уменьшенным количеством среды. Микроклубни как трансгенных, так и нетрансгенных растений были полностью сформированы к окончанию 7-й недели культивирования. Сроки формирования микроклубней для различных линий не отличались. На рисунке 1 представлены трансгенные и нетрансгенные растения с формирующимися микроклубнями.

Характеристика микроклубней.

Количество микроклубней, полученных с нетрансгенных растений и с растений трансгенных линий варьировало незначительно (разница была статистически недостоверна) и составляло в среднем ~1,3 микроклубня с растения. Все полученные микроклубни были фенотипически однородны, отличаясь только размерами. Микроклубни были вытянутые, веретеновидной формы и тёмного окраса – от зеленовато-коричневого до красно-коричневого с хорошо различимыми, выступающими глазками. На рисунке 2 показаны собранные в асептических условиях микроклубни, помещённые в стерильные микропробирки, в которых они были размещены в холодильнике на 4°C на 4 недели (период покоя).



Рисунок 1 – Микроклубни исходного сорта Гала (слева) и трансгенной линии *Avh-G3* (справа) на 6-ю неделю получения микроклубней.



Рисунок 2 – Микроклубни не модифицированных растений сорта Гала (слева) и двух трансгенных линий (справа).

Размер микроклубней варьировался в широких пределах для всех трансгенных линий и нетрансгенных растений. На рисунке 3 представлена диаграмма, отражающая средний вес полученных микроклубней. Несмотря на то, что микроклубни двух трансгенных линий (Avr3a-G9 и Avh-G3) были в среднем крупнее нетрансгенных микроклубней, тем не менее, эта разница не была статистически достоверной.

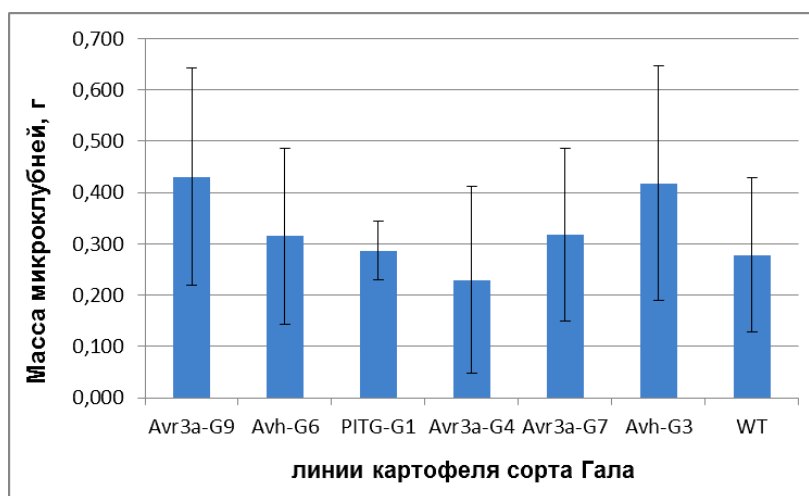


Рисунок 3 – Усреднённый вес микроклубней различных трансгенных линий и исходного сорта Гала (WT).

Проращение микроклубней в почве.

После завершения микроклубнями периода покоя [15], нами был проведён эксперимент по проращиванию их в почве в теплице. Мы использовали стандартные контейнеры, объёмом 0,5 л. Универсальный грунт (Борресурсы, Россия) перед посадкой микроклубней переувлажняли, далее полив производили по мере подсыхания верхнего слоя почвы.

Микроклубни как трансгенных линий, так и нетрансгенных растений начали прорастать на 5-й день после посадки в почву; к 20-му дню проращение закончилось (рисунок 4). Процент проращивания микроклубней для всех линий и нетрансгенных растений составил более 95%. Следует отметить, что микроклубни всех линий показали разницу в динамике проращивания в зависимости от массы микроклубней – более крупные прорастали быстрее, более мелкие – медленнее. Данный факт находится в полном соответствии с имеющимися на данный момент

наблюдениями о влиянии размера микроклубней на их жизнеспособность [16]. Статистически достоверных отличий в скорости прорастания нетрансгенных и трансгенных микроклубней отмечено не было.

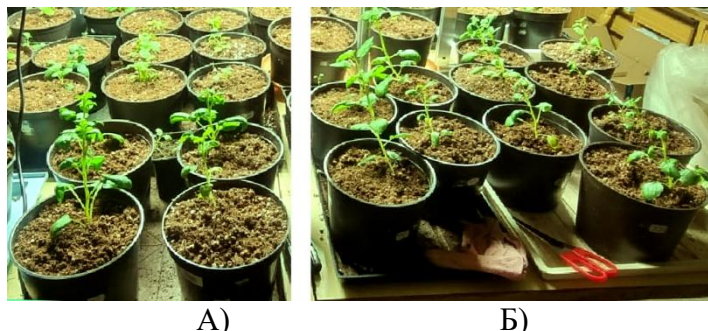
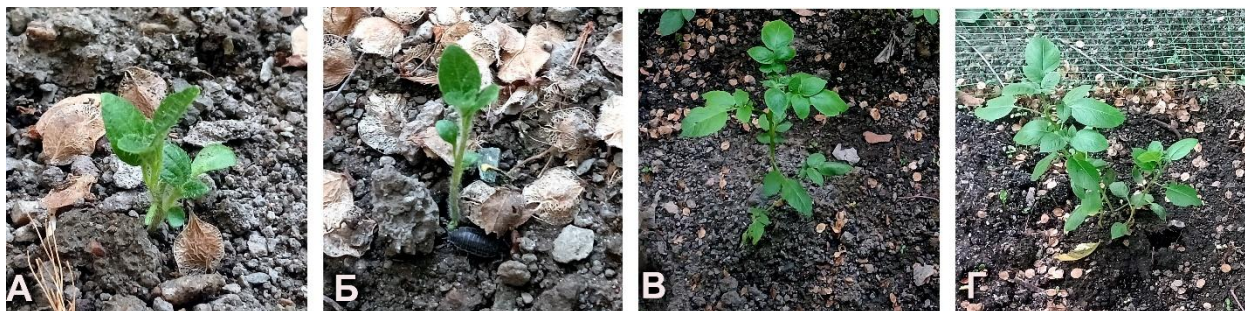


Рисунок 4 – Растения картофеля, выросшие из микроклубней на 4-ю неделю после посадки в теплице. А) исходный сорт Гала; Б) модифицированные линии.

На следующем этапе исследования микроклубни были высажены в открытый грунт в последней декаде мая, когда почва прогрелась выше 15°C и отступила опасность возвратных заморозков. Полив проводился 2 раза в неделю с помощью стандартного распыривателя. Прорастание микроклубней началось на 5-й день после посадки. На рисунке 5 показаны проросшие в открытом грунте растения.



Растения исходного сорта Гала (А) и трансгенной линии (Б) на 15-й день после посадки микроклубней; те же самые растения исходного сорта (В) и трансгенной линии (Г) на 45-й день

Рисунок 5 – Растения, проросшие из микроклубней в открытом грунте.

Прорастание микроклубней завершилось на 25-й день после посадки в почву. Процент прорастания микроклубней в открытом грунте в среднем был ниже, чем в теплице; для одной из линий (Avh-G3) он составил 60%. Обобщённые данные по результатам проведённых экспериментов отражены в таблице 1. Для нетрансгенных растений процент прорастания в открытом грунте составил 78%, сходный уровень прорастания было отмечено у линий Avh-G6 (75%), PITG-G1 (80%), Avr3a-G7 (81%) и Avr3a-G4 (82%). В то же время микроклубни линии Avr3a-G9 продемонстрировали прорастание 100%, а линии Avh-G3 – 60%.

Также необходимо отметить, что скорость прорастания в открытом грунте – единственная из исследованных характеристик, для которой было отмечено статистически достоверное отличие трансгенных линий от нетрансгенных растений. Скорость прорастания для линий Avr3a-G9 и Avh-G3 была в ~1,6 раза выше, чем у нетрансгенных растений. Тем не менее, фенотипических отличий вплоть до 50-го дня после прорастания у растений этих линий зафиксировано не было.

Таблица 1 – Количественные характеристики микроклубней картофеля.

Линия картофеля	Масса микроклубней, г.	Скорость прорастания, дни ^a	Процент прорастания в теплице	Процент прорастания в открытом грунте
WT	0,278±0,150	16±6	95%	78%
Avr3a-G9	0,431±0,211	10±5*	100%	100%
Avr3a-G4	0,230±0,182	18±5	100%	82%
Avr3a-G7	0,318±0,169	16±7	100%	81%
PITG-G1	0,286±0,057	17±5	100%	80%
Avh-G6	0,315±0,171	15±7	97%	75%
Avh-G3	0,418±0,228	10±6*	95%	60%
Примечание: ^a – скорость прорастания указана для открытого грунта * – отличие значений относительно не модифицированных растений (WT) статистически значимо ($p \leq 0.05$).				

Выводы

Технология HIGS широко используется за рубежом для борьбы с различными видами патогенов растительных организмов. Поскольку концепция метода HIGS предполагает трансформацию трансгенной вставкой, состоящей из небольшой части гена-эффектора патогена, ожидается, что получаемые трансгенные организмы будут иметь минимальные отличия от исходных форм. В данной работе мы проверили это предположение на примере микроклубней трансгенных линий картофеля сорта Гала, которые сравнивали с микроклубнями исходных не модифицированных растений. Такие характеристики микроклубней, как масса, внешний вид, процент прорастания в теплице и в открытом грунте, а также внешний вид проросших растений для всех шести трансгенных линий не отличались от таковых нетрансгенных растений. Однако скорость прорастания в открытом грунте для двух исследованных линий была достоверно выше (в ~1,6 раза), чем у нетрансгенных растений. Поскольку для трёх других линий растений, модифицированных этими же вставками ('Avr3a-b' и 'Avh246') отличий в скорости прорастания не наблюдалось, мы сделали вывод, что данный эффект не связан с собственно последовательностью вставки. Скорее всего, имеет место позиционный эффект, то есть тот случайный участок генома (или участки), куда непосредственно произошло встраивание, может оказаться заблокированным либо же, наоборот, активированным трансгенной вставкой. Таким образом, проведённое исследование на примере микроклубней картофеля подтверждает предположение о том, что при использовании технологии HIGS трансгенные растения имеют минимальные отличия от исходных форм. Следующим этапом исследования будет изучение полученных из микроклубней трансгенных и нетрансгенных растений для выявления отличий, которые могут возникнуть в определённой фазе развития растений.

Благодарность. Исследовательская работа выполнена в рамках программы BR21881942 «Разработка биотехнологических подходов для контроля фитопатогенов с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур» Комитета Науки МВОН РК.

Список литературы

1. Wiik L. Study on Biological and Economic Considerations in the Control of Potato Late Blight and Potato Tuber Blight [Text] / L. Wiik, H. Rosenqvist, E. Liljeroth // J Hort. – 2018. – V. 5. – P. 226. doi:10.4172/2376-0354.1000226
2. Haverkort A.J. Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification [Text] / A.J. Haverkort, P.M. Boonekamp, R. Hutten, E. Jacobsen, L.A.P. Lotz // Potato Res. – 2008. – V. 51. – P. 47-57. doi.org/10.1007/s11540-008-9089-y
3. Haq I. Relative efficacy of various fungicides, chemicals and biochemicals against late blight of potato. Pakistan [Text] / I. Haq, A. Rashid, S.A. Khan // Journal of Phytopathology. – 2008. – V. 21. – P. 129-133. doi/pdf/10.5555/20203248787

- 4 Haldar K. Common infection strategies of pathogenic eukaryotes [Text] / K. Haldar, S. Kamoun, N.L. Hiller, S. Bhattacharje, C. van Ooij // Nature Reviews. Microbiology. – 2006. – V. 4. – P. 922-931. doi: 10.1038/nrmicro1549
- 5 Ghag S.B. Host induced gene silencing, an emerging science to engineer crop resistance against harmful plant pathogens [Text] / S.B. Ghag // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2017. – V. 100. – P. 242-254. doi: 10.1016/j.pmpp.2017.10.003
- 6 Baum J.A. Progress towards RNAi-mediated insect pest management [Text] / J.A. Baum, J.K. Roberts // Advances in Insect Physiology. – 2014. – V. 47. – P. 249-295. doi: 10.1016/B978-0-12-800197-4.00005-1
- 7 Jin H. Endogenous small RNAs and antibacterial immunity in plants [Text] / H. Jin // FEBS Letters. – 2008. – V. 582. – P. 2679-2684. doi:10.1016/j.febslet.2008.06.053
- 8 Nowara D. HIGS: Host-Induced Gene Silencing in the obligate biotrophic fungal pathogen *Blumeria graminis* [Text] / D. Nowara, A. Gay, C. Lacomme, J. Shaw, C. Ridout, D. Douchkov, G. Hensel, J. Kumlehn, P. Schweizer // The Plant Cell. – 2010. – V. 22. – P. 3130-3141. doi: 10.1105/tpc.110.077040
- 9 Nizkorodova A.S. Obtaining transgenic potato plants for countering *Phytophthora infestans* via “HIGS” method implementation [Text] / A.S. Nizkorodova, R.V. Kryldakov, N.Zh. Karimov, N.S. Polimbetova, B.K. Iskakov // Izdenister Natigeler. – 2024 – V. 3(103). – P. 151-158. In english. doi: 10.37884/3-2024/17
- 10 Chen X. Plant and animal small RNA communications between cells and organisms [Text] / X. Chen, O. Rechavi // Nat Rev Mol Cell Biol. – 2022 – V. 23. – P. 185-203. doi: 10.1038/s41580-021-00425-y
- 11 Jahan S.N. Plant-mediated gene silencing restricts growth of the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans* [Text] / S.N. Jahan, A.K.M. Esman, P. Corcoran, J. Fogelqvist, R.R. Vetukuri, C. Dixelius // Journal of Experimental Botany. – 2015. – V. 66(9). – P. 2785-2794. doi: 10.1093/jxb/erv094
- 12 Iuliano A. Introduction to Biostatistics [Text] / A. Iuliano, and M. Franzese // Data from S. Ranganathan, M. Gribskov, K. Nakai, Ch. Schönbach: Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology, Academic Press, 2019. P. 648-671. doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.20353-1
- 13 Mohamed A.E.S. Factors affecting *in vitro* tuberization of potato [Text] / A.E.S. Mohamed, N.D. Girgis // Bull Natl Res Cent. – 2023. – V. 47. – P. 80-90. doi: 10.1186/s42269-023-01056-3
- 14 Ranalli P. The Canon of Potato Science: 24. Microtubers [Text] / P. Ranalli // Potato Research. – 2007. – V. 50(3). – P. 301-304. doi: 10.1007/s11540-008-9073-6
- 15 Karjadi A.K. The effect of light and gibberellic acid concentrations on breaking dormancy of potato micro tuber [Text] / A.K. Karjadi, and N. Waluyo // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – V. 883(1). – P. 12011. doi: 10.1088/1755-1315/883/1/012011
- 16 Park W.S. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar ‘Superior’ [Text] / W.S. Park, J. Jeon, H.S. Kim, H. Jin, C. Aswath, H. Joung // Scientia Horticulturae. – 2009. – V. 120(1). – P. 127-129. doi: 10.1016/j.scienta.2008.09.004

References

1. Wiik L. Study on Biological and Economic Considerations in the Control of Potato Late Blight and Potato Tuber Blight [Text] / L. Wiik, H. Rosenqvist, E. Liljeroth // J Hortic. – 2018. – V. 5. – P. 226. doi:10.4172/2376-0354.1000226
2. Haverkort A.J. Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification [Text] / A.J. Haverkort, P.M. Boonekamp, R. Hutten, E. Jacobsen, L.A.P. Lotz // Potato Res. – 2008. – V. 51. – P. 47-57. doi.org/10.1007/s11540-008-9089-y
3. Haq I. Relative efficacy of various fungicides, chemicals and biochemicals against late blight of potato. Pakistan [Text] / I. Haq, A. Rashid, S.A. Khan // Journal of Phytopathology. – 2008. – V. 21. – P. 129-133. doi/pdf/10.5555/20203248787

- 4 Haldar K. Common infection strategies of pathogenic eukaryotes [Text] / K. Haldar, S. Kamoun, N.L. Hiller, S. Bhattacharje, C. van Ooij // Nature Reviews. Microbiology. – 2006. – V. 4. – P. 922-931. doi: 10.1038/nrmicro1549
- 5 Ghag S.B. Host induced gene silencing, an emerging science to engineer crop resistance against harmful plant pathogens [Text] / S.B. Ghag // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2017. – V. 100. – P. 242-254. doi: 10.1016/j.pmpp.2017.10.003
- 6 Baum J.A. Progress towards RNAi-mediated insect pest management [Text] / J.A. Baum, J.K. Roberts // Advances in Insect Physiology. – 2014. – V. 47. – P. 249-295. doi: 10.1016/B978-0-12-800197-4.00005-1
- 7 Jin H. Endogenous small RNAs and antibacterial immunity in plants [Text] / H. Jin // FEBS Letters. – 2008. – V. 582. – P. 2679-2684. doi:10.1016/j.febslet.2008.06.053
- 8 Nowara D. HIGS: Host-Induced Gene Silencing in the obligate biotrophic fungal pathogen *Blumeria graminis* [Text] / D. Nowara, A. Gay, C. Lacomme, J. Shaw, C. Ridout, D. Douchkov, G. Hensel, J. Kumlehn, P. Schweizer // The Plant Cell. – 2010. – V. 22. – P. 3130-3141. doi: 10.1105/tpc.110.077040
- 9 Nizkorodova A.S. Obtaining transgenic potato plants for countering *Phytophthora infestans* via “HIGS” method implementation [Text] / A.S. Nizkorodova, R.V. Kryldakov, N.Zh. Karimov, N.S. Polimbetova, B.K. Iskakov // Izdenister Natigeler. – 2024 – V. 3(103). – P. 151-158. In english. doi: 10.37884/3-2024/17
- 10 Chen X. Plant and animal small RNA communications between cells and organisms [Text] / X. Chen, O. Rechavi // Nat Rev Mol Cell Biol. – 2022 – V. 23. – P. 185-203. doi: 10.1038/s41580-021-00425-y
- 11 Jahan S.N. Plant-mediated gene silencing restricts growth of the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans* [Text] / S.N. Jahan, A.K.M. Esman, P. Corcoran, J. Fogelqvist, R.R. Vetukuri, C. Dixelius // Journal of Experimental Botany. – 2015. – V. 66(9). – P. 2785-2794. doi: 10.1093/jxb/erv094
- 12 Iuliano A. Introduction to Biostatistics [Text] / A. Iuliano, and M. Franzese // Data from S. Ranganathan, M. Gribskov, K. Nakai, Ch. Schönbach: Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology, Academic Press, 2019. P. 648-671. doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.20353-1
- 13 Mohamed A.E.S. Factors affecting *in vitro* tuberization of potato [Text] / A.E.S. Mohamed, N.D. Girgis // Bull Natl Res Cent. – 2023. – V. 47. – P. 80-90. doi: 10.1186/s42269-023-01056-3
- 14 Ranalli P. The Canon of Potato Science: 24. Microtubers [Text] / P. Ranalli // Potato Research. – 2007. – V. 50(3). – P. 301-304. doi: 10.1007/s11540-008-9073-6
- 15 Karjadi A.K. The effect of light and gibberellic acid concentrations on breaking dormancy of potato micro tuber [Text] / A.K. Karjadi, and N. Waluyo // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – V. 883(1). – P. 12011. doi: 10.1088/1755-1315/883/1/012011
- 16 Park W.S. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar ‘Superior’ [Text] / W.S. Park, J. Jeon, H.S. Kim, H. Jin, C. Aswath, H. Joung // Scientia Horticulturae. – 2009. – V. 120(1). – P. 127-129. doi: 10.1016/j.scienta.2008.09.004

**А.С. Низкородова^{*1}, Р.В. Крылдаков¹, Н.Ж. Каримов¹, Н.С. Полимбетова¹,
Б.К. Исаков¹**

¹ РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожсин атындағы», Алматы, Қазақстан, cool.niz@yandex.ru

КАРТОП СОРТТЫ ГАЛА ТРАНСГЕНДІЛІК СҮРТТЕРДІҢ МИКРОТУБЕРЛЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАСЫ

Аңдатпа

Микротуберлер картоп тұқымын өндіру технологиясында маңызды рөл атқарады, өйткені олардың мөлшері мен салмағы аз болғандықтан сақтауда, тасымалдауда және механикаландыруда үлкен артықшылықтар бар. Стерильді жағдайда микротуберлерді өндіру сау тұқымдық материал алудың жақсы тәсілі болып табылады. Бұл жұмыста біз Гала

сортының (NORIKA GMBH, Германия) картоп микротуберлеріне және осы сорттың негізінде алынған бірқатар трансгенді линияларға салыстырмалы талдау жүргіздік. Трансгендік өсімдіктер бұрын картоп пен қызанақ өсімдіктерінің *Phytophthora infestans* қоздырғышын бақылау үшін HIGS (host-induced gene silencing) әдісін пайдалану бойынша зерттеудің бөлігі ретінде алынған. HIGS әдісін жүзеге асыру трансгенді өсімдіктердің қысқа интерференциялық РНҚ-ны (siRNA) экспрессиялауына әкеледі, олар мұндай өсімдіктер патогенді жұқтырған кезде соңғысында оның эффекторлық ақуыздарының гендерінің тынығуын тудырады, бұл өсімдікте патогендік организмнің өнуіне және көбеюіне жол бермейді. Бұл әдістің негізі мақсатты ақуыздарды кодтамайтын салыстырмалы түрде қысқа трансгенді кассеталары бар өсімдіктерді модификациялау болып табылады. Сондықтан мұндай трансгенді өсімдіктердің бастапқы сортты өсімдіктерден фенотиптік және физиологиялық айырмашылығы болмауы керек деп күтілуде. Біз модификацияланбаған өсімдіктердің микротуберлерін және трансгенді кірістірудің үш түрін тасымалдайтын трансгенді өсімдіктердің алты желісін алдық. Алынған микротуберлердің салмағы, тыныштық кезеңі, сыртқы түрі, топырақтағы өну жылдамдығы және пайызы сияқты қасиеттерін салыстырдық. Алынған мәліметтер топырақтағы өну жылдамдығынан басқа барлық зерттелетін қасиеттер бойынша трансгенді және трансгенді емес микротуберлер арасында статистикалық маңызды айырмашылықтардың жоқтығын көрсетті. Зерттелген алты трансгендік линияның екеуі ашық топырақта өну жылдамдығының ~ 1,6 есе артқанын көрсетті.

Негізгі сөздер: РНҚ-интерференция, *Phytophthora infestans*, Host Induced Gene Silencing, siRNA, трансгенді өсімдіктер, *Avr3a*, *Avh246*, *PITG_03155*.

A.S. Nizkorodova^{*1}, R.V. Kryldakov¹, N.Zh. Karimov¹, N.S. Polimbetova¹, B.K. Iskakov¹

¹ RSE "Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A. Aitkhozhin",
Almaty, Kazakhstan, cool.niz@yandex.ru

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MICROTUBERS OF POTATO VARIETY GALA TRANSGENIC LINES

Abstract

Microtubers play an important role in seed potato production technology, as they have great advantages in storage, transportation and mechanization due to their small size and weight. Production of microtubers under sterile conditions is a good way to produce healthy seed material. In this work, we carried out a comparative analysis of potato microtubers of the Gala variety (NORIKA GMBH, Germany) and a number of transgenic lines obtained on the basis of this variety. Transgenic plants were previously obtained as part of a study on the use of the HIGS (host-induced gene silencing) approach to control the potato and tomato plant pathogen *Phytophthora infestans*. The implementation of the HIGS method leads to expression of short interfering RNAs (siRNA) in the transgenic plants. Such plants when infected with a pathogen cause silencing of the pathogen's genes of its effector, which prevents germination and reproduction of the pathogenic organism in the plant. The basis of this method is modification of plants with relatively short transgenic cassettes that do not encode target proteins. Therefore, it is expected that such transgenic plants should not have phenotypic and physiological differences from plants of the original variety. We obtained microtubers of non-modified plants and six lines of transgenic plants carrying three types of transgenic inserts. We compared such properties of the obtained microtubers as weight, dormancy period, appearance, rate and percentage of germination in soil. The obtained data showed the absence of statistically significant differences between transgenic and non-transgenic microtubers for all studied properties, except for the rate of germination in soil. Two of six studied transgenic lines showed an increase in the germination rate in open ground by ~ 1.6 times.

Key words: RNA interference, *Phytophthora infestans*, Host Induced Gene Silencing, siRNA, transgenic plants, *Avr3a*, *Avh246*, *PITG_03155*.

Вклад авторов:

Низкородова А.С. – концептуализация, исследование, методология

Крылдаков Р.В. – ресурсы, получение финансирования
Каримов Н.Ж. – исследование
Полимбетова Н.С. – написание - рецензирование и редактирование
Искаков Б.К. – контроль, администрирование проектов

МРНТИ 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/15>

А.М.Рысбекова, З. Б.Бекназарова,
Р.Р.Фазылбеков, М. Д. Болтаев, А.П.Никоноров*

*Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени
Ж. Жиембаева, Алматы, А30М0Н6, Казахстан, rysbekova949r@gmail.com,
maliktaishikov777@gmail.com, fazylbekov@gmail.com, aniko.inbox@gmail.com,
zibash_bek@mail.ru, boltayevmarat81@gmail.com*

КАПСУЛИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ ЭНТОМОФАГОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА: ПОДХОД К БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Аннотация

Современное сельское хозяйство переживает переход к устойчивым технологиям, подразумевающим сокращение применения химических пестицидов. Биологический контроль с использованием энтомофагов — экологичная альтернатива, однако его широкое внедрение ограничивается трудоёмкостью ручного распределения и труднодоступностью ряда угодий. В работе представлен разработанный аппаратно-программный комплекс BioDrop — навесное устройство для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), обеспечивающее точное распространение энтомофагов в биоразлагаемых PLA-капсулах. Описаны методология быстрого прототипирования (3D-моделирование, FDM-печать), архитектура управления на базе Raspberry Pi → ESP32 с GPS/ГЛОНАСС-навигацией и Android-приложением, а также лабораторные и полевые испытания. Получены 100 % выход имаго *Trichogramma* spp. В датчике при температуре +30 °C за 6 ч и <1 м погрешности выброса капсул при ветре до 8 м/с на высоте 3 м. Себестоимость капсулы — 36 тг/шт. Результаты подтверждают эффективность автоматизированного распространения энтомофагов в полевых условиях.

Таким образом, разработанный аппаратно-программный комплекс BioDrop продемонстрировал высокую эффективность и практическую применимость для автоматизированного распространения энтомофагов в полевых условиях. Использование PLA-капсул, точная навигация и стабильная работа устройства при различных погодных условиях подтверждают его потенциал как устойчивой и экономически выгодной альтернативы химическим методам защиты растений. Полученные результаты — 100 % выход имаго *Trichogramma* spp., минимальная погрешность выброса и низкая себестоимость капсул — свидетельствуют о перспективности технологии для масштабного внедрения в системы биологического земледелия.

Ключевые слова: энтомофаги, биологическая защита растений, беспилотные летательные аппараты, PLA-капсулы, прецизионное внесение, аппаратно-программный комплекс, биологический контроль, устройство, программное обеспечение, BioDrop

Введение

Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики многих стран, включая Республику Казахстан [1]. Однако успешное ведение аграрной деятельности сопровождается рядом вызовов, среди которых особую угрозу представляют насекомые-вредители [2]. Эти мелкие, но чрезвычайно разрушительные организмы способны в

кратчайшие сроки уничтожить значительную часть урожая, нанося ощутимый экономический ущерб и ставя под угрозу продовольственную безопасность [3].

В настоящее время наибольшее распространение получили химические методы борьбы с вредителями, основанные на использовании пестицидов. Однако они вызывают серьёзные экологические и социальные последствия: загрязнение окружающей среды, негативное влияние на здоровье человека, ухудшение качества продукции и развитие устойчивости у вредителей [4]. В условиях глобального перехода к устойчивому сельскому хозяйству особенно остро встаёт вопрос о поиске альтернативных, экологически безопасных методов защиты растений [5].

Одним из таких методов является биологический контроль, предполагающий использование энтомофагов — естественных врагов вредных насекомых [6]. Биоконтроль отличается высокой экологической безопасностью, отсутствием остатков химии в продукции и направленностью на восстановление природного баланса агроценозов. Однако несмотря на эффективность, широкомасштабное внедрение этого подхода в полевых условиях сталкивается с рядом ограничений. Основные сложности связаны с ручным или механизированным (тракторным) распределением энтомофагов, что затруднено при сложном рельефе, в условиях высокой плотности посевов или на труднодоступных участках. Кроме того, требуется соблюдение биологических требований к дозированию и условиям транспортировки биоматериала [7].

Развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) открыло новые возможности для точного внесения различных агентов в сельском хозяйстве [8]. Однако существующие дроны требуют доработки и адаптации под задачи биологического контроля, в частности — создания специализированных устройств для дозированного выпуска энтомофагов. В ответ на этот вызов был инициирован проект BioDrop, направленный на разработку низкозатратного, модульного и биологически безопасного устройства, интегрируемого с серийными агродронами, применяемыми в Казахстане. Устройство предназначено для равномерного распределения энтомофагов в биоразлагаемых PLA-капсулах, что обеспечивает защиту биоматериала в процессе транспортировки и высвобождения.

Настоящая работа направлена на создание и экспериментальную проверку прототипа устройства BioDrop. В статье рассматриваются современные вызовы в области биологической защиты растений, описаны этапы проектирования устройства с использованием технологий быстрого прототипирования (3D-моделирование, FDM-печать), архитектура управления на базе микрокомпьютера Raspberry Pi и микроконтроллера ESP32 с поддержкой GPS/ГЛОНАСС-навигации и мобильного приложения, а также представлены результаты лабораторных и полевых испытаний. Полученные данные позволяют оценить эффективность предлагаемой технологии и её потенциал для дальнейшего внедрения в системы устойчивого земледелия.

Методы и материалы

В процессе разработки устройства были использованы общепринятые научно-исследовательские методы в области инженерии (Pahl и др.) и защиты растений (Гринберг и др.) [10]. Методологической основой инженерно-конструкторских работ послужили принципы системного подхода и современные методы инженерного проектирования. Основным подходом при разработке стало быстрое прототипирование (Розен и др.), которое включает: формулировку технических требований, твердотельное моделирование в Autodesk Fusion 360, итерационные испытания и доработку прототипов [11]. Конструкция корпуса и механизмов была разработана в Autodesk Fusion 360, визуализация результатов проводилась в Blender [12,13], что обеспечило наглядность проектных решений и их адаптацию для сборки. Для реализации концепции быстрого прототипирования использовался 3D-принтер.

Управление устройством реализовано на основе объектно-ориентированного программирования (ООП). Для позиционирования и построения маршрутов использовались технологии спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС. Методика работы включала получение данных о текущих координатах устройства. На этом этапе применялся GPS-модуль NEO-6M,

подключённый к микрокомпьютеру Raspberry Pi 4, а координаты считывались по протоколу NMEA (Национальная ассоциация морской электроники) [14].

Следующим этапом являлось построение маршрута. Маршрут задавался в виде последовательности путевых точек, загружаемых из заранее подготовленных KML-файлов либо вводимых вручную. На основе текущих координат и положения следующей точки рассчитывались курс и дистанция маршрута. Дополнительно использовались алгоритмы контроля отклонения от маршрута с целью корректировки движения. Управление шаговыми двигателями по маршруту осуществлялось с помощью микрокомпьютера Raspberry Pi 4, получающего координаты через GPS-модуль.

Конструкция капсулы была разработана с опорой на текущие практики энтомологов института. В настоящее время учёные используют картонные конверты с петлями, в которые яйца энтомофагов помещаются с использованием биогеля [15]. Эти конверты затем вручную размещаются на полях. Текущая форма капсулы не является окончательной и будет уточняться в зависимости от конструктивных изменений устройства.

Материал для изготовления капсул будет отобран из числа доступных на казахстанском рынке биоразлагаемых материалов с временем разложения не более 5 лет. Метод высвобождения биоагента из капсулы разрабатывался с использованием различных типов биоклеев (биолипосам, биолипостим, биопраймеры и др.).

Эксперимент проводился в термостате с контролируемым температурным режимом, в четырёх повторах. Эмергенция имаго определялась путём подсчёта на 3-й, 5-й и 7-й дни. В каждой капсуле содержалось 10 яиц огнёвки *Sitotroga*, заражённых трихограммой *Trichogramma* spp.

Была разработана схема полевых испытаний, предполагающая тестирование устройства в связке с БПЛА. Для испытаний был выбран ровный участок площадью 0,1 га, на котором обозначалась базовая точка (Н) старта дрона. Были проведены тесты системы GPS-позиционирования, каналов связи с управляющим устройством, а также эксперименты по выбросу капсул с использованием таймера.

Кроме того, для обеспечения эффективной доставки в условиях сложного рельефа система управления БПЛА автоматически регулирует высоту полёта с помощью программного обеспечения для следования за рельефом и планирования миссий. Такая система обеспечивает стабильную высоту выброса капсул вне зависимости от топографии местности, гарантируя точность размещения и эффективность действия биоматериала на участках с неровным ландшафтом.

Результаты и обсуждение

Аппаратная часть

Узел *BioDrop* представляет собой цилиндрический корпус диаметром 140 мм и высотой 120 мм, выполненный из PETG пластика методом 3D-печати с заполнением 40 % и толщиной стенки 1,2 мм. Конструкция состоит из двух частей: «стакан» и крышка-шредер, соединённых винтовым байонетом и герметизируемых уплотнительным кольцом из NBR Ø 2 мм. Внутри размещён кассетный магазин на 40 PLA-капсул, подаваемых гребёнчатой кареткой. (Рисунок 1)

Линейное перемещение каретки осуществляется сервоприводом Feetech FT-T90 (270°, 6,5 кг·см при 6 В) через кривошипно-шатунный механизм с радиусом 12 мм и ходом 24 мм. Для контроля каждого выброса на сервошайбе размещена оптическая метка, фиксируемая инфракрасным датчиком TCRT5000. Это обеспечивает аппаратный подсчёт капсул с точностью ± 1 на 1000.

Основу системы составляет 4-слойная плата управления диаметром 60 мм на базе ESP32-WROOM-32E. Для питания ядра используется стабилизатор LDO 3,3 В / 500 мА, а для сервопривода — преобразователь MT3608 (step-up 5 $\rightarrow$ 7,4 В). Также на плате размещён GNSS-модуль NEO-M9N (UART-2) и шлюз логических уровней на BSS138 для шины I²C. К ней подключены датчики: EEPROM 96×16 и барометр BME280.



Рисунок 1 - Устройство в сборе, закрепленное на БПЛА.

Питание обеспечивается съёмным PowerBank на 10 000 мА·ч (5 В), подключаемым через USB-C с PD-триггером на 5 В 3 А. Среднее потребление составляет около 240 мА, что обеспечивает автономную работу более 10 часов (до 400 выбросов). Для интеграции с БПЛА предусмотрен альтернативный вход питания (DC-jack Vin 9–24 В) с функцией автоматического выбора источника.

Система навигации реализована через GNSS-модуль с частотой 4 Гц (поддержка GPS/QZSS, GLONASS, Galileo, BeiDou) и барометрический датчик давления по шине I²C. Точность измерения высоты — $\pm 0,12$ м. Позиционные данные передаются в пользовательский интерфейс каждые 2 секунды по UDP (broadcast).

Все подвижные механизмы защищены лабиринтными прокладками. Устройство успешно прошло 8-часовой тест на пылестойкость в камере ISO 12103-1 A2 (Arizona dust) без следов износа. Привод рассчитан на более 1 миллиона циклов, что эквивалентно MTBF ≈ 1200 часов. Пустой узел весит 390 г. При полной загрузке 40 PLA-капсулами (общий вес около 34 г) масса составляет 424 г. Изготовление одного комплекта деталей занимает около 9 часов 3D-печати (слой 0,28 мм, сопло 0,6 мм) на принтерах Prusa i3 MK3S или Anycubic Kobra 2. Постобработка проводится с использованием химического сглаживания парами дихлорметана с точностью ADT $\sim 0,05$ мм. (Рисунок 2)

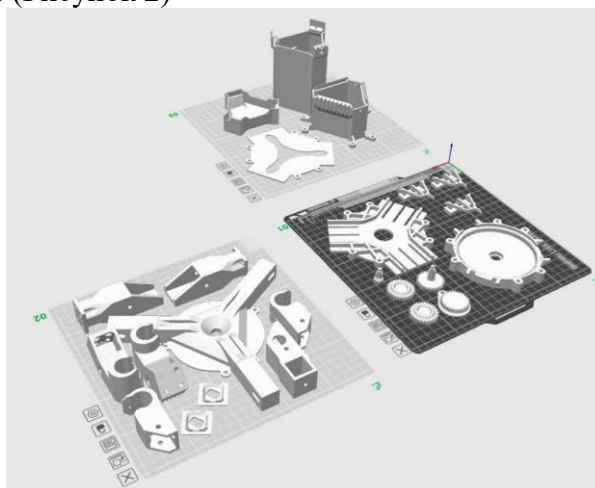


Рисунок 2 - Полный набор 3Д моделей деталей устройства.

Капсулы. PLA-полимер (ISO 17088) формуются FDM-печатью в полуоболочки толщиной 0,4 мм, которые ультразвуково свариваются. Геометрия 39×59×4 мм; масса 0,85 г; 8–10 перфораций Ø 0,8 мм обеспечивают вентиляцию и выход имаго. Внутренняя поверхность

покрыта биогелем KazNII ZiKR. Замок «ласточкин хвост» держит нагрузку ≥ 3 Н. Полное биоразложение ≤ 12 мес. в почве. (Рисунок 3)



Рисунок 3 - Открытая капсула с яйцами трихограммы

Опыт проводили в термостате с регулируемыми температурными режимами, в 4-х повторностях. Вылет имаго определяли подсчетом на 3, 5 и 7 сутки. В капсуле находилось 10 яиц трихограммы, зараженных ситотрогой. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Появление имаго трихограммы

Температура, °C	Вылет имаго, %		
	6часы	12часы	24часы
23	25	50	100
25	50	75	100
27	75	100	-
30	100	-	-

По результатам эксперимента по вылуплению имаго трихограммы в лабораторных условиях при разных температурных режимах можно отметить, что при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ 100% вылупление имаго наблюдается в течение 6 часов. При температуре $23-25^{\circ}\text{C}$ 100% вылупление имаго наблюдается через сутки, т.е. через 24 часа. В полевых условиях рекомендуется проводить рассеивание энтомофага при температуре воздуха 25°C , так как после рассеивания энтомофаги в течение суток могут выйти из капсулы и начать паразитировать на яйцах хлопковой совки.

Программное обеспечение

Для управления устройством была разработана программа на языке программирования Python. В рамках данной подзадачи были выполнены следующие работы: Разработан способ подключения Устройства к смартфону оператора для управления процессом ввода. Для удобства использования программного обеспечения устройство Raspberry Pi автоматически активирует точку доступа. Подключившись к ней с мобильного устройства, можно запустить веб-приложение для управления системой. При нажатии пользователем кнопки «Переключить двигатель» устройству отправляется запрос на запуск/остановку рабочего режима. Таким образом, если рабочий режим уже активен, отправляется запрос на остановку рабочего режима. Если устройство удаляется от предыдущей точки выброса более чем на указанный интервал расстояния, рассчитанный с использованием евклидова расстояния, капсула выбрасывается, а точка выброса обновляется до текущего положения устройства в виде двумерного вектора в пространстве.

$$d(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

Формула евклидова расстояния:

Завершена интеграция с электронными компонентами, такими как GPS, шаговый двигатель и камера.

Данные, передаваемые модулем GPS, получаются с помощью портов связи - GPIO, установленных на Raspberry Pi, и библиотеки PiGpio. Датчик отправляет данные каждые 0,25 секунды при условии его корректной работы, но передача данных может происходить реже в условиях слабого спутникового сигнала. Формат передаваемых данных включает в себя долготу и широту текущего положения устройства, измеренные в градусах. (См. рисунок 4)

```
$GPRMC,V,,,,,,,,,N*53
$GPVTG,,,,,,,,N*30
$GPGGA,,,,,0,00,99.99,,,,,*48
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,99.99,99.99,99.99*30
$GPGSV,1,1,00*79
$GPGLL,,,,,V,N*64
$GPRMC,V,,,,,,,,,N*53
$GPVTG,,,,,,,,N*30
$GPGGA,,,,,0,00,99.99,,,,,*48
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,99.99,99.99,99.99*30
$GPGSV,1,1,00*79
$GPGLL,,,,,V,N*64
$GPRMC,V,,,,,,,,,N*53
$GPVTG,,,,,,,,N*30
$GPGGA,,,,,0,00,99.99,,,,,*48
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,99.99,99.99,99.99*30
$GPGSV,1,1,00*79
$GPGLL,,,,,V,N*64
$GPRMC,V,,,,,,,,,N*53
$GPVTG,,,,,,,,N*30
$GPGGA,,,,,0,00,99.99,,,,,*48
$GPGSA,A,1,,,,,,,,,99.99,99.99,99.99*30
```

Рисунок 4 - Формат входных данных

Полученные от GPS-модуля данные о геопозиции необходимо преобразовать в относительное положение от начальной точки миссии. Для этого сохраняются долгота и широта, зафиксированные на момент запуска рабочего режима. Затем вычисляется разница между обеими компонентами всех последующих точек и начальной точки миссии. Затем градусы разницы по долготе и широте умножаются на 111139 для получения расстояния в метрах.

```
215 def updatePosition(self):
216     if self.tick_fromLastUPD % 4 != 0:
217         self.tick_fromLastUPD += 1
218         return
219     position = np.array([[self.state[0, 0]],
220                         [self.state[1, 0]]])
221     velocity = np.array([[self.state[2, 0]],
222                         [self.state[3, 0]]])
223     self.tick_fromLastUPD += 1
224     self.currentPosition = position + (velocity * self.tick_fromLastUPD)
```

Рисунок 5 - Фрагмент кода, использующий скорость и положение, полученные из предыдущих алгоритмов, для определения (прогнозирования) положения устройства в любой момент времени

Схема работы ПО: Сервер Flask → Android-клиент (Kotlin) с визуализацией траектории (Google Maps). ESP32-REST API: /start, /stop, /location. Алгоритмы: экспоненциальное скользящее среднее для фильтрации GPS; линейная регрессия окна 2 с для предсказания позиции; условие срабатывания по евклидовой дистанции.

Полевые испытания. Стендовые испытания предполагают проверку работы Устройства в лабораторных условиях, без интеграции с БПЛА. Для проведения испытаний Устройство устанавливалось на специальный стенд и программировалось на периодические выбросы. В

ходе испытаний были отмечены недостатки в работе электромеханической части Устройства. Данный вид испытаний проводился непрерывно, с последующими доработками деталей.

В рамках стендовых испытаний был проведен анализ отказов механизма выброса. Для этого Устройство было настроено на непрерывный цикл срабатывания механизма выброса в течение 1 часа, при этом все случаи отказов (заклинивание или застревание капсулы, остановка двигателя, прекращение подачи капсулы и т.п.) были тщательно изучены. (См. рисунок 6)



Рисунок 6 - Стендовые испытания.

В результате стендовых испытаний и доработок прибора были выявлены незначительные конструктивные недостатки «магазина», не влияющие на работу прибора.

Также был проведен эксперимент по оценке точности определения местоположения аппарата с помощью датчика GPS и общей работоспособности системы, который показал допустимые отклонения сигнала GPS в 1 метр. По нашему мнению, это не окажет существенного влияния на выполнение БПЛА поставленной задачи по переработке сельскохозяйственной продукции. (См. Рисунок 7)



Рисунок 7 - Тест алгоритма управления устройством по сигналу GPS-трекера, запуск двигателя каждые 5 метров.

Второй опыт - проверить срабатывание устройства при смещении БПЛА на определенное расстояние в метрах от сигнала GPS. Действительное смещения дрона в момент выброса будет фиксироваться по данным пульта управления.

БПЛА двигался в ручном управлении на высоте 3 метра от земли. GPS датчик был настроен на срабатывание по прохождению 5-ти метров. (Рисунок 8).



Рисунок 8 – Испытания с помощью БПЛА

Испытания показали, что работа радиосистем БПЛА создает помехи в работе датчика GPS, что приводит к пропускам момента выброса. Данная проблема не возникала при тестировании датчика без установки устройства на БПЛА. Решением данной проблемы является установка более качественного датчика GPS со встроенным SAW-фильтром (подавитель радиопомех).

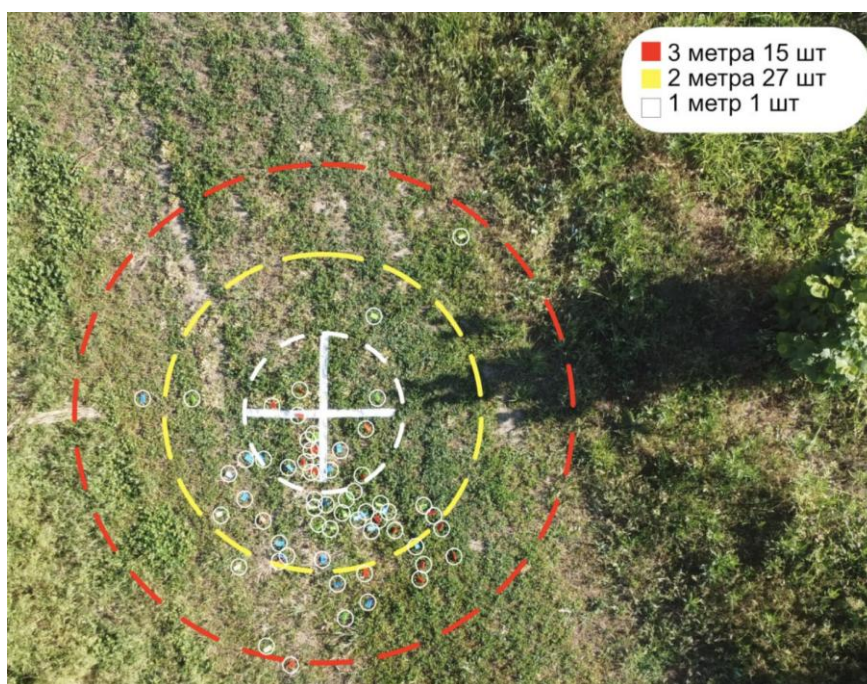


Рисунок 9 - Снос капсул.

Таблица 2 - Сравнение с аналогами

Тип капсулы	Средний снос, м	Выход имаго, %	Цена капсулы, USD
BioDrop (PLA)	Плоская 39×59×4 мм	92 ± 3	0,08
DJI Spreading 3.0	сыпучий материал	62 ± 7	-
Biocont EP2737798	Сфера Ø 10 мм (PS)	88 ± 4	0,22

Заклучение

Проведённое исследование продемонстрировало успешную разработку, внедрение и апробацию аппаратно-программного комплекса *BioDrop* для капсулированного внесения

энтомофагов с использованием беспилотных летательных аппаратов. Система ориентирована на решение актуальных проблем устойчивого земледелия, включая снижение зависимости от химических пестицидов и обеспечение биологической защиты растений в труднодоступных зонах.

Лабораторные испытания подтвердили 100% выход имаго *Trichogramma* spp. при температуре +30 °C в течение 6 часов, а полевые тесты зафиксировали точность выброса капсул с отклонением менее 1 м при высоте 3 м и скорости ветра до 8 м/с. Эти показатели сопоставимы или превосходят данные, представленные в аналогичных исследованиях: например, в работах по использованию дронов для выпуска трихограммы в Китае и США сообщается о точности доставки в пределах 1–2 м, при этом сохраняемость энтомофагов в ряде случаев не превышает 90–95%, особенно при высоких температурах и длительной экспозиции. Таким образом, система BioDrop демонстрирует более высокую эффективность как в части жизнеспособности агентов, так и точности распределения. Применение биоразлагаемых PLA-капсул с низкой себестоимостью (36 тенге/шт.), вкупе с 3D-печатными модулями, алгоритмической логикой управления, системой навигации GPS/ГЛОНАСС и интерфейсом Android, позволило создать надёжное и автономное решение, способное интегрироваться в текущие агротехнологии Казахстана. В отличие от ряда зарубежных аналогов, использующих импортные компоненты и неадаптированные к локальным условиям конструкции, BioDrop ориентирован на локальное производство, климатические особенности Казахстана и интеграцию в существующие агротехнологические цепочки.

Результаты подтвердили эффективность предложенной технологии для точного и экономически оправданного биологического контроля в условиях реальных полей. *BioDrop* восполняет технологический пробел, предлагая масштабируемый, экологически безопасный и практически применимый инструмент для биологизированного сельского хозяйства. Перспективы дальнейшей работы включают адаптацию системы под другие виды биоконтроля и расширение использования в различных климатических и агроландшафтных условиях.

Благодарность. Благодарности выражаются Министерству науки и высшего образования Республики Казахстан за финансирование данного исследования в рамках договора № 271/23-25 по проекту: AP19680280 «Аппаратно-программный комплекс для внесения полезных энтомофагов (биоагентов) на поле с помощью БПЛА для экологизированной защиты растений от вредных организмов».

Список литературы

1. Kamala, I., & Devanand, I. (2021). Impact of climate change on insects and their sustainable management. In *Sustainable intensification for agroecosystem services and management* (779-815). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3207-5_21
2. Каштаспб А. (2022). Зиянкестермен әртүрлі күресу жүйесінде күтіп-бапталған алма бағындағы пайдалы және зиянды энтомофауна. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. №2 (94) 2022, ISSN 2304-3334. <https://doi.org/10.37884/2-2022/10>
3. Tiwari, A. (2024). Insect pests in agriculture: Identifying and overcoming challenges through IPM. *Archives of Current Research International*, 24(3651). <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i3651>
4. Kenenbayev, S., Yessenbayeva, G., Zhanbyrbayev, Y., & Tabyrbayeva, I. (2024). Green agriculture with negation of chemicals in Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(4), 1534–1542. <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.4.19>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). Тренинги для фермеров по снижению использования пестицидов. FAO. <https://www.fao.org/countryprofiles/news-archive/detail-news/en/c/1708704/>
6. Мухамадиев Н.С., Курмангалиева Н.Д., Чадинова А.М., Меңдібаева Г.Ж., Жүзбаев М.Ж. (2025). Эффективность применения энтомофагов на посадках томата против хлопковой

совки (*Helicoverpa armigera* Hüb.). *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты.* №2(106) 2025, ISSN 2304-3334, 190-198. <https://doi.org/10.37884/2-2025/19>

7. Schellhorn, N., Bianchi, F., & Hsu, C. (2014). Movement of entomophagous arthropods in agricultural landscapes: Links to pest suppression. *Annual Review of Entomology*, 59, 559–581. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-161952>

8. Мухамадиев Н.С., Чадинова А.М., Меңдібаева Г.Ж., Курманғалиева Н.Д., Тайшиков М.А. (2025). Биологическая защита сои от туркестанского паутиного клеща (*Tetranychus Turkestani* Ug. et Nik) в условиях Алматинской области. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты.* №2 (106) 2025, ISSN 2304-3334, 253-262. <https://doi.org/10.37884/2-2025/25>

9. Grinberg, Sh. M. (1990). *The use of Trichogramma for controlling a range of pests in field crops*. Moscow: Agropromizdat.

10. Cross, N. (2008). *Engineering design methods: Strategies for product design* (p. 221). Chichester: John Wiley & Sons. <https://www.scribd.com/presentation/249436520/Engineering-Design-Methods-ppt>

11. Autodesk. (2023). *Fusion 360*. Autodesk. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>

12. Blender Foundation. (2023). *Blender: Open source 3D creation suite*. <https://www.blender.org>

13. Basso, M., Stocchero, D., Henriques, R., Vian, A., Bredemeier, C., Konzen, A., & Freitas, E. (2019). Proposal for an Embedded System Architecture Using a GNDVI Algorithm to Support UAV-Based Agrochemical Spraying. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19. <https://doi.org/10.3390/s19245397>

14. National Marine Electronics Association. (2019). *NMEA 0183 interface standard*. Severna Park, MD: NMEA. https://www.nmea.org/content/STANDARDS/NMEA_0183/NMEA_0183.aspx

15. Irshad, R., Yousuf, M., & Ikram, M. (2025). Role of *Trichogramma* in biological control of pests in India: A concise review. *Journal of Biological Control*. <https://doi.org/10.18311/jbc/2025/45962>

References

[1] Kamala, I., & Devanand, I. (2021). Impact of climate change on insects and their sustainable management. In *Sustainable intensification for agroecosystem services and management* (779-815). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3207-5_21

[2] Kashtaspb, A. (2022). Ziyankestermen ártúrli kúresý júesinde kútip-baptalğan alma baғындағы paidaly jáne zıandy entomofauna. *Izdenister, natızheler – Issledovaniya, rezul'taty*, (2)94. <https://doi.org/10.37884/2-2022/10> [in Kazakh]

[3] Tiwari, A. (2024). Insect pests in agriculture: Identifying and overcoming challenges through IPM. *Archives of Current Research International*, 24(3651). <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i3651>

[4] Kenenbayev, S., Yessenbayeva, G., Zhanbyrbayev, Y., & Tabynbayeva, I. (2024). Green agriculture with negation of chemicals in Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(4), 1534–1542. <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.4.19>

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Treningi dlia fermerov po snizheniiu ispol'zovaniia pestitsidov*. FAO. <https://www.fao.org/countryprofiles/news-archive/detail-news/en/c/1708704/> [in Russian]

[6] Mukhamadiev, N. S., Kurmangalieva, N. D., Chadinova, A. M., Mendibaeva, G. Zh., & Zhuzbaev, M. Zh. (2025). Effektivnost' primeneniia entomofagov na posadkakh tomata protiv khlopkovoi sovki (*Helicoverpa armigera* Hüb.). *Izdenister, natızheler – Issledovaniya, rezul'taty*, (2)106, 190–198. <https://doi.org/10.37884/2-2025/19> [in Russian]

[7] Schellhorn, N., Bianchi, F., & Hsu, C. (2014). Movement of entomophagous arthropods in agricultural landscapes: Links to pest suppression. *Annual Review of Entomology*, 59, 559–581. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-161952>

- [8] Mukhamadiev, N. S., Chadinova, A. M., Mendibaeva, G. Zh., Kurmangalieva, N. D., & Taishikov, M. A. (2025). Biologicheskaya zashchita soi ot turkestanskogo pautinnogo kleshcha (*Tetranychus turkestani* Ug. et Nik) v usloviakh Almatinskoi oblasti. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, (2)106, 253–262. <https://doi.org/10.37884/2-2025/25> [in Russian]
- [9] Grinberg, Sh. M. (1990). The use of Trichogramma for controlling a range of pests in field crops. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
- [10] Cross, N. (2008). Engineering design methods: Strategies for product design (p. 221). Chichester: John Wiley & Sons. <https://www.scribd.com/presentation/249436520/Engineering-Design-Methods-ppt>
- [11] Autodesk. (2023). Fusion 360. Autodesk. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>
- [12] Blender Foundation. (2023). Blender: Open source 3D creation suite. <https://www.blender.org>
- [13] Basso, M., Stocchero, D., Henriques, R., Vian, A., Bredemeier, C., Konzen, A., & Freitas, E. (2019). Proposal for an embedded system architecture using a GNDVI algorithm to support UAV-based agrochemical spraying. *Sensors* (Basel, Switzerland), 19. <https://doi.org/10.3390/s19245397>
- [14] National Marine Electronics Association. (2019). NMEA 0183 interface standard. Severna Park, MD: NMEA. https://www.nmea.org/content/STANDARDS/NMEA_0183/NMEA_0183.aspx
- [15] Irshad, R., Yousuf, M., & Ikram, M. (2025). Role of Trichogramma in biological control of pests in India: A concise review. *Journal of Biological Control*. <https://doi.org/10.18311/jbc/2025/45962>

А. М. Рысбекова*, З. Б. Бекназарова,

Р. Р. Фазылбеков, М. Д. Болтаев, А. П. Никоноров

Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ., АЗ0М0Н6, Қазақстан, rysbekova949r@gmail.com, maliktaishikov777@gmail.com, fazylbekov@gmail.com, aniko.inbox@gmail.com, zibash_bek@mail.ru, boltayevmarat81@gmail.com

ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЭНТОМОФАГТАРДЫ КАПСУЛА ТҮРІНДЕ ЕНГІЗУ: ӨСІМДІКТЕРДІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ ТӘСІЛІ

Аңдатпа

Қазіргі ауыл шаруашылығы химиялық пестицидтерді қолдануды азайтуға бағытталған орнықты технологияларға көшіп жатыр. Энтомофагтарды қолдануға негізделген биологиялық бақылау – экологиялық жағынан қауіпсіз балама болып табылады, алайда оны кең ауқымда енгізу қолмен таратудың еңбекқорлығымен және кейбір егіс алқаптарының қолжетімсіздігімен шектеледі. Бұл жұмыста энтомофагтарды биоыдырайтын PLA-капсулалар арқылы дәл таратуды қамтамасыз ететін BioDrop атты аппараттық-бағдарламалық кешені ұсынылды. Ол — ұшқышсыз ұшу аппараттарына (ҰҰА) арналған аспалы құрылғы. Жобада жедел прототиптеу әдістемесі (3D-модельдеу, FDM-баспа), Raspberry Pi → ESP32 базасындағы басқару архитектурасы, GPS/ГЛОНАСС навигациясы және Android-қосымшасы сипатталған. Лабораториялық және далалық сынақтар жүргізілді. Нәтижесінде +30 °C температурада 6 сағат ішінде *Trichogramma* spp. имаголарының 100 % шығыны және 3 м биіктікте 8 м/с жел кезінде капсулаларды тарату дәлдігінің 1 м-ден аспайтыны анықталды. Капсуланың өзіндік құны – 36 теңге/дана. Зерттеу нәтижелері энтомофагтарды автоматтандырылған жағдайда тарату технологиясының далалық жағдайларда тиімді екенін растады.

Осылайша, BioDrop аппараттық-бағдарламалық кешені энтомофагтарды автоматты түрде тарату үшін жоғары тиімділігі мен практикалық маңыздылығын көрсетті. PLA-капсулаларды пайдалану, дәл навигация және құрылғының әртүрлі ауа райы жағдайларындағы тұрақты жұмысы бұл технологияны өсімдіктерді қорғаудың химиялық әдістеріне орнықты әрі экономикалық жағынан тиімді балама ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. *Trichogramma* spp. имаголарының 100 % шығыны, капсулаларды тарату дәлдігінің

төмен болуы және капсуланың өзіндік құнының аздығы – осы технологияны биологиялық егіншілік жүйелеріне кеңінен енгізуге болатындығын дәлелдейді.

Кілт сөздер: энтомофагтар, өсімдіктерді биологиялық қорғау, ұшқышсыз ұшу аппараттары, PLA-капсулалар, дәлдікті енгізу, аппараттық-бағдарламалық кешен, биологиялық бақылау, құрылғы, бағдарламалық қамтамасыз ету, BioDrop

**A.M.Rysbekova*, Z.B.Beknazarova,
R.R.Fazylbekov, M.D.Boltayev, A.P.Nikonorov**

Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev,
Almaty A30M0H6, Kazakhstan, rysbekova949r@gmail.com, maliktaishikov777@gmail.com,
fazylbekov@gmail.com, aniko.inbox@gmail.com, zibash_bek@mail.ru,
boltayevmarat81@gmail.com

CAPSULE-BASED APPLICATION OF ENTOMOPHAGES USING UAVS: AN APPROACH TO BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

Abstract

Modern agriculture is undergoing a transition toward sustainable technologies, which involve reducing the use of chemical pesticides. Biological control using entomophages offers an eco-friendly alternative; however, its widespread implementation is limited by the labor intensity of manual distribution and the inaccessibility of certain agricultural areas. This paper presents the development of the BioDrop hardware–software system—an attachable device for unmanned aerial vehicles (UAVs) that enables precise distribution of entomophages in biodegradable PLA capsules. The methodology of rapid prototyping (3D modeling, FDM printing), control system architecture based on Raspberry Pi → ESP32 with GPS/GLONASS navigation and an Android application, as well as laboratory and field tests, are described. A 100% emergence rate of *Trichogramma* spp. imago was achieved at +30 °C within 6 hours, with a capsule drop deviation of less than 1 m in wind conditions up to 8 m/s at a height of 3 m. The production cost of one capsule was 36 KZT. The results confirm the effectiveness of automated entomophague distribution under field conditions.

Thus, the developed BioDrop hardware–software system has demonstrated high efficiency and practical applicability for automated entomophague deployment in agricultural fields. The use of PLA capsules, accurate navigation, and stable device performance under varying weather conditions confirm its potential as a sustainable and economically viable alternative to chemical plant protection methods. The obtained results—100% emergence rate of *Trichogramma* spp., minimal drop deviation, and low capsule cost—highlight the promise of this technology for large-scale integration into biological farming systems.

Keywords: entomophages, biological plant protection, unmanned aerial vehicles, PLA capsules, precision application, hardware–software system, biological control, device, software, BioDrop

Вклад авторов: А. М. Рысбекова: Концептуализация, методология, написание – первоначальный проект, редактирование. З. Б. Бекназарова: Руководство проектом, энтомологические исследования, курирование данных. Р. Р. Фазылбеков: Программное обеспечение, обработка и визуализация данных, участие в редактировании текста. М. Д. Болтаев: Полевые исследования, сбор и систематизация данных. А. П. Никоноров: Программное обеспечение, интеграция с БПЛА, визуализация. Все авторы участвовали в обсуждении результатов и одобрили окончательный вариант рукописи.

Б.М. Башабаева, А.А. Рсымбетов, Б.А. Айнебекова, А.А. Сураубаева,
Б. Кеңес, Т.Д. Мереева, А.С. Масимгазиева*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru,
ashat_rsymbetov@mail.ru, bakyt.alpisbay@gmail.com, Suraubayeva02@bk.ru,
kenges.bubina@mail.ru, tolkin_ali@mail.ru, miss.masimgazieva@mail.ru*

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация

В статье представлены результаты оценки урожайных и технологических характеристик селекционных линий озимой мягкой пшеницы, выведенных на базе ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (КазНИИЗиР). Проведённое исследование селекционных линий озимой мягкой пшеницы выявило значительное разнообразие по урожайным и технологическим показателям, что свидетельствует о наличии ценных источников для создания высокопродуктивных и качественных сортов. Установлены широкие пределы варьирования таких признаков, как высота растений (85,25–135,05 см), длина колоса (7,6–13,4 см), масса 1000 зерен (30,17–45,68 г), число зерен с колоса (32,0–53,7 шт) и урожайность (22,4–29,0 ц/га). Семь линий достоверно превзошли стандарт по урожайности, а линия 20061-12 показала наивысший результат (29,0 ц/га), сочетая крупное зерно и высокую продуктивность.

По технологическим характеристикам большинство образцов соответствуют требованиям для продовольственного зерна. Отмечены высокое содержание сырой клейковины (у 80 % образцов - первый класс), ферментативная стабильность (100 % - первый класс по числу падения), хорошая стекловидность, валориметрическая оценка и приемлемые хлебопекарные качества. Объём хлеба варьировал от 460 до 840 мл, а органолептическая оценка - от 1,90 до 3,40 балла. Линии 20009-6, 18952-1 и 20841-2 выделились лучшими по показателям выпечки.

Наиболее перспективными являются линии 20061-12, 20009-6, 20232-14, 19051-11, 19405-1 и 18952-1, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков. Эти линии рекомендованы для включения в последующие этапы селекционного процесса, направленного на выведение новых сортов сильной и ценной пшеницы и адаптированных к засушливым условиям Казахстана, с высоким урожайным потенциалом и улучшенными хлебопекарными свойствами.

Ключевые слова: *озимая мягкая пшеница, селекционные линии, урожайность, качество зерна, технологические свойства*

Введение

Озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) была и остается стратегическим достоянием и основой продовольственной безопасности не только Казахстана, но и всего центрально-азиатского региона, учитывая ее роль в обеспечении стабильности мировых зерновых рынков. Несмотря на глобальный тренд на диверсификацию севооборотов, пшеница по-прежнему сохраняет за собой статус доминирующей культуры во всех зерносеющих регионах республики: в 2023 году под ее посевами было занято 12,6 млн га, из которых порядка 800 тыс. га пришлось на озимую форму [1].

Однако текущая модель зернопроизводства сталкивается с беспрецедентными вызовами. Согласно прогнозам Программы развития Организации Объединённых Наций, в условиях нарастающего изменения климата Казахстан рискует столкнуться с сокращением

урожайности зерновых на 13–37% уже в следующем десятилетии [2]. Ключевыми лимитирующими факторами становятся учащающиеся экстремальные засухи, суховеи и аридизация климата, усугубляемые деградацией почв и часто низким уровнем агротехнологий. Эта угроза напрямую ставит под вопрос не только экспортный потенциал страны, но и внутреннюю продовольственную стабильность.

В этой связи приоритетной задачей национальной аграрной науки становится не просто увеличение валовых сборов, а создание нового поколения сортов-интродукторов, сочетающих в себе уникальный адаптивный потенциал и премиальное качество зерна. Современная селекция должна работать на опережение, создавая генотипы, толерантные к множественным абиотическим стрессам (засуха, зимние морозы, засоление и др.) и одновременно отвечающие жестким требованиям перерабатывающей промышленности.

Это обуславливает необходимость комплексных научных подходов, направленных на адаптацию агропроизводства, прежде всего — через совершенствование селекционной работы. В условиях интенсификации агропромышленного комплекса и растущего воздействия абиотических и биотических стресс-факторов особую значимость приобретает создание новых сортов озимой пшеницы, отличающихся пластичностью, засухоустойчивостью, морозостойкостью, а также высокими технологическими и хлебопекарными качествами зерна [3-5].

Парадокс современного рынка заключается в том, что требования мукомольной и хлебопекарной отраслей к качеству зерна ужесточаются. Конкурентоспособность на экспортных рынках определяют такие показатели, как натура зерна (не менее 780 г/л), массовая доля белка ($> 14\%$) и клейковины ($> 28\%$), их качество, а также стекловидность [6–8]. Таким образом, возникает острая необходимость в комплексной селекции, нацеленной на синергию признаков – устойчивости и качества.

В ответ на эти вызовы, исследования, проводимые в КазНИИЗиР, сфокусированы на скорейшем выделении и внедрении в селекционный процесс наиболее перспективных линий. Уже получены обнадеживающие результаты: выделены линии с уникальным для зоны рискованного земледелия сочетанием признаков – натурой до 783 г/л, содержанием сырой клейковины до 41% и белка на уровне 15,8% при сохранении высокой продуктивности [9–11].

Целью нашего исследования являлась оценка перспективных селекционных линий озимой пшеницы казахстанской селекции для выявления генотипов-доноров, сочетающих высокую адаптивность к стрессовым факторам среды и комплекс технологически ценных признаков качества зерна.

Полученные данные позволят существенно ускорить селекционный процесс и создать конкурентоспособные сорта, что является ключевым элементом стратегии адаптации Казахстанского АПК к климатическим изменениям и укрепления позиций страны на мировом аграрном рынке.

Методы и материалы

Материалом для исследований послужили 19 селекционных линий озимой мягкой пшеницы из рабочей коллекции КазНИИЗиР. В качестве контрольного сорта (стандарта) использован районированный сорт Стекловидность 24. Выбор обусловлен его широким распространением в зерносеющих регионах Казахстана, высокой адаптивностью к местным почвенно-климатическим условиям и эталонными качественными характеристиками зерна. Полевые опыты заложены в 2024 году на опытных делянках лаборатории селекции озимых культур, расположенных в предгорной зоне Алматинской области. Почва опытного участка – светло-каштановая, суглинистая, содержание гумуса в пахотном слое составляет 1,5-2,0%. Основным лимитирующим фактором продуктивности озимой пшеницы в условиях данной зоны является дефицит атмосферных осадков в сочетании с высокими температурами в критические периоды вегетации растений.

Проведение агротехнологических мероприятий осуществлены по общепринятым методикам и рекомендациям для зоны проведения исследований. Закладка опытов и уборку урожая проводили согласно методике полевого опыта Доспехова Б.А. [12]. Наблюдения и

учеты проводились по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. Учет урожая пшеницы проводился поделочно. Определение структуры урожая и биометрических показателей растений пшеницы проводился по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян по ГОСТу 12042-80.

Оценка качественных показателей проведена в лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО «КазНИИЗиР» по общепринятым методикам. Для проведения оценки хлебопекарных свойств зерна яровой мягкой пшеницы использован комплекс технологических и биохимических показателей, регламентированных государственными и международными стандартами.

Количественное и качественное определение сырой клейковины проводилось в соответствии с СТ РК 1054-2002 «Зерно». Число падения определяли по ГОСТ 30498-97 «Зерновые культуры», а натурную массу зерна - по методике ГОСТ 10840-64. Стекловидность зерна оценивали в соответствии с ГОСТ 10987-76, индекс клейковины - методом ИСО 5531-78 с использованием прибора *Gluten Index* (в муке). Седиментационная способность клейковины определялась по методике Зелени, согласно стандарту ИСО 5529:1992. Содержание общего протеина и его фракционного состава определялось методом ближней инфракрасной спектроскопии (НИС) с применением калибровочных моделей, основанных на классическом методе Кьельдаля, с использованием приборов FOSS 1241 и FOSS 2500.

Выход муки оценивали с применением макроварианта анализа по методу Буллера. Физико-технологические характеристики теста, включая водопоглощение и реологические параметры, определялись с использованием прибора Фаринограф по ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1:1997).

Комплексная оценка хлебопекарных свойств зерна завершалась проведением пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669-88. Качество хлеба оценивалось по следующим критериям: объемный выход, форма, структура и цвет корки, пористость и окраска мякиша. Итоговая хлебопекарная оценка проводилась по 5-балльной шкале.

Метеорологические данные за вегетационный период озимой пшеницы с апреля по июль месяцы показали значительные отклонения от климатической нормы: наблюдался постепенный рост среднемесячных температур от 10,2°C в апреле до 25,1°C в июле, наибольший прогрев отмечался в июле. Апрель и май характеризовались дефицитом влаги (45 мм и 50 мм соответственно), что на 20% и 15% ниже нормы. В июне выпало 75 мм осадков (на 25% выше нормы). Июль снова показал недостаток влаги (30 мм), на 10% ниже нормы. Начало вегетации (апрель-май) сопровождалось недостатком осадков. Июньский пик увлажнения сменился июльской засухой. Температурный режим прогрессировал без резких колебаний.

Погодные условия свидетельствуют о нестабильном увлажнении при относительно стабильном температурном фоне, что могло существенно влиять на рост и развитие озимой пшеницы и требовало, от озимой пшеницы, повышенной адаптивности. Дефицит влаги весной и высокие летние температуры могли снизить урожайность, тогда как июньские дожди частично компенсировали стресс.

Результаты и обсуждение

Изучение морфологических и урожайных характеристик позволило выявить значительную вариабельность у исследуемых селекционных линий озимой мягкой пшеницы по следующим основным признакам: высоте растений, длине главного колоса, числу зерен с главного колоса, массе 1000 зерен и урожайности (таблица 1).

Высота растений варьировала от 85,25 см (линия 20156-4) до 135,05 см (19051-11), при среднем значении 100 см. Стандарт, Стекловидная 24, показал высоту 97,65 см, что близко к среднему уровню. Максимальная высота наблюдалась у линии 19051-11 (135,05 см), существенно превосходя другие образцы, что вероятно, свидетельствует о высокой вегетативной массе и потенциальной склонности к полеганию. Селекционные линии демонстрировали хорошие показатели урожайности, в частности, линия 20156-4 при высоте 85,25 см обеспечила урожайность 26,5 ц/га.

Таблица 1 – Урожайные показатели селекционных линий озимой пшеницы (КСИ, богара, урожай 2024 г.)

Линии	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Число зерен с главного колоса, шт	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Превышение стандарта
Стекловидная 24, стандарт	97,65	10,5	37,85	45,68	24,5	0
20389	90,85	13,4	48,35	30,17	22,4	-2,1
20009-6	110	8,8	38,5	36,92	28,3	+3,8
20232-14	96,2	10,5	40,8	31,05	28,1	+3,6
20156-4	85,25	11,3	42,1	39,14	26,5	+2,0
20061-12	101,6	9,95	40,25	41,61	29	+4,5
19488-22	103,7	8,85	42,4	32,76	24,2	-0,3
20060-3	100,95	8,95	32,3	37,14	25,4	+0,9
20961-8	98,15	11,05	45,3	30,57	25,2	+0,7
18952-1	96,65	10,05	46,5	32,88	25,3	+0,8
19995-2	97,9	10,85	39,2	32,03	27,2	+2,7
19488-1	100,65	12,05	53,7	33,26	22,5	-2,0
20841-2	103,3	10,5	43,5	33,2	27,3	+2,8
18792-14	94,5	11,2	45,5	39,72	22,8	-1,7
18792-4	100,65	9,9	45	36,18	26,8	+2,3
19405-1	97,05	10,8	39,1	35,3	27,3	+2,8
19439-3	97,85	9,4	35,5	34,91	25	+0,5
19051-11	135,05	7,6	32	43,08	27,3	+2,8
20114-13	99,8	95,2	37,8	33,85	26,3	+1,8
20841-17	98,7	11,25	49,8	31,28	26,8	+2,3
НСР ₀₅	-	-	-	-	2,02	-

Длина главного колоса варьировала от 7,6 см (19051-11) до 13,4 см (20389), со средним значением 10,5 см. Длинные колосья чаще наблюдались у образцов с умеренной высотой, в частности, у линии 20389 (13,4 см при высоте 90,85 см), что может свидетельствовать о потенциально высокой колосовой продуктивности. В то же время наличие коротких, но плотных колосьев, как у линии 20009-6 (8,8 см), не всегда сопровождалось снижением урожайности, которая составила 28,3 ц/га. Число зерен с главного колоса колебалось от 32 шт. (19051-11) до 53,7 шт. (19488-1), при среднем уровне 41,8 шт. Линия 19488-1 значительно превысила среднее значение, что свидетельствует о высокой зерновой насыщенности колоса. В то же время линии 20841-17 и 20389 также демонстрировали высокое число зерен (49,8 и 48,35 соответственно), обеспечивая хорошую потенциальную продуктивность.

Масса 1000 зерен варьировала от 30,17 г (20389) до 45,68 г у стандарта. Среднее значение по выборке составило 36 г. Значительно высокую массу зерна имели линии 19051-11 (43,08 г), 20061-12 (41,61 г) и 18792-14 (39,72 г), что может свидетельствовать о хороших хлебопекарных свойствах и ценности в селекционной работе. Напротив, линия 20389 имела минимальную массу 1000 зерен (30,17 г), что вероятно повлияло на её урожайность (22,4 ц/га).

Урожайность исследуемых линий варьировала в диапазоне от 22,4 до 29,0 ц/га при среднем значении 26,0 ц/га. Наивысший показатель отмечен у линии 20061-12 (29,0 ц/га), что связано с оптимальным сочетанием таких признаков, как масса 1000 зерен (41,61 г) и число зерен с колоса (40,25 шт.). Высокую урожайность также обеспечили линии 20009-6 (28,3 ц/га), 20232-14 (28,1 ц/га), 19405-1 и 19051-11 (по 27,3 ц/га). При этом линии с более высокой продуктивностью не всегда обладали максимальными морфометрическими параметрами, что подчёркивает сложную, генетически обусловленную природу формирования урожайности. НСР по урожайности составляет 2,02 ц/га. Достоверно превысили стандарт по урожайности 7 линий. Наибольший селекционный интерес представляют линии 20061-12, 20009-6 и 20232-14.

Результаты анализа показали, что линии 20061-12, 20009-6, 20232-14, 19051-11 и 19405-1 отличались повышенными показателями урожайности и благоприятным сочетанием хозяйственно-ценных признаков. Эти генотипы представляют интерес для дальнейшего отбора и использования в селекционных программах, направленных на повышение продуктивности мягкой пшеницы в условиях засушливых регионов.

Далее изучены и проанализированы 20 образцов озимой мягкой пшеницы по следующим признакам: натура, стекловидность, протеин, клейковина, ИДК, седиментация, разжижение, валориметрическая оценка, пробная выпечка хлеба - объём, общий балл, ЧП - в соответствии со СТ РК и методами определения.

Результаты технологической оценки селекционных линий пшеницы представлены в таблицах 2, 3. В качестве стандарта использован сорт Стекловидная 24, демонстрирующий высокие значения таких показателей, как натура зерна (796 г/л), стекловидность (64%) и содержание клейковины (33,8%). Указанный сорт отличался также благоприятными технологическими характеристиками: индекс деформации клейковины составил 75 ед., показатель седиментации - 63 мл, содержание протеина - 15,1%. По итогам хлебопекарной оценки контроль показал наивысший результат: объём хлеба составил 840 мл, общая органолептическая оценка - 3,40 балла, а число падения достигло 591 сек., что свидетельствует о сбалансированной ферментативной активности.

Таблица 2 – Технологические показатели качества зерна (муки) линии озимой пшеницы (КСИ, Карой, 2024)

Линии	Натура, г/л	Стекловидность, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Седиментация, мл	Протеин, %	Фаринограф		Выпечка хлеба		ЧП, сек
							разжижение, е.ф.	валор. оценка, %	объём, мл	общ. оценка, балл	
Стеклов.24, стандарт	796	64	33,8	75	63	15,1	20	62	840	3,40	591
20389	757	50	31,0	100	46	12,7	180	30	490	2,10	511
20009-6	763	50	35,7	110	58	13,8	90	42	710	2,95	527
20232-14	774	48	33,8	95	60	13,7	50	40	600	2,80	552
20156-4	754	53	29,1	90	50	12,5	50	40	530	2,30	493
20061-12	763	50	35,6	110	63	13,9	140	40	630	2,80	508
19488-22	767	50	36,7	115	55	13,7	100	44	610	2,80	542
20060-3	781	53	36,3	115	58	13,8	140	38	560	2,70	538
20961-8	754	57	28,4	105	55	13,1	70	40	580	2,45	530
18952-1	771	53	41,1	120	69	15,8	90	43	670	2,80	589
19995-2	769	54	30,2	110	47	12,6	100	36	550	2,20	503
19488-1	759	54	32,6	100	57	13,6	70	42	660	2,80	458
20841-2	769	52	41,7	120	60	15,1	140	32	500	2,31	526
18792-14	769	54	34,8	105	55	13,9	80	42	630	2,80	534
18792-4	783	57	39,9	105	55	15,3	140	32	550	2,10	596
19405-1	775	53	33,4	100	62	13,7	90	42	610	2,40	522
19439-3	779	50	32,0	115	63	12,8	90	40	540	2,30	464
1905-11	769	59	38,2	115	59	14,4	140	32	650	2,80	572
20114-13	764	51	32,8	105	59	13,0	110	42	630	2,80	530
20841-17	768	50	39,0	105	59	14,7	140	32	460	1,90	586
среднее	769	53	34,8	105	57	13,8	146	39	600	2,50	533

Таблица 3 – Средние значения показателей технологической оценки линии озимой пшеницы (КСИ, богара, урожай 2024 г.)

Показатели	Кол-во линий	Min	Max	Среднее	Классы			
					1	2	3	4
Натура, г/л	20	754	796	769	-	100	-	-
Стекловидность, %	20	48	64	53	5	95	-	-
Клейковина, %	20	28,4	41,7	34,8	80	15	5	-
ИДК, ед.	20	75	120	105	5	-	25	70
Седиментация, мл	20	46	69	57	-	90	10	-
ВПС, %	20	52,0	68,0	60,5	25	25	20	30
Разжижение, ед.ф.	20	20	180	146	25	-	45	30
Валориметрическая оценка, е.ф.	20	32	62	39	5	-	95	-
Объем хлеба, мл	20	460	840	600	-	-	5	95
Общий балл, %	20	1,90	3,40	2,50	-	-	5	95
Протеин, %	20	12,5	15,8	13,8	30	50	20	-
ЧП, сек	20	458	596	533	100	-	-	-

Анализ селекционных образцов выявил широкую вариабельность по большинству признаков. Так, натура зерна колебалась в пределах от 754 до 796 г/л при среднем значении 769 г/л. Наиболее высокую натуру показала линия 18792-4 (783 г/л), что сопоставимо с контролем, тогда как минимальные значения наблюдались у линий 20156-4 и 20961-8. Абсолютное большинство линий (100%) отнесены ко второму классу (769 г/л), соответствующему нормам ГОСТа для продовольственного зерна.

Показатель стекловидности в среднем составил 53%, варьируя от 48% (20232-14) до 59% (1905-11), что соответствует требованиям к продовольственному зерну. Основная часть линий (95%) соответствовала второму классу, что указывает на хорошее развитие эндосперма. Содержание сырой клейковины колебалось от 28,4% до 41,7% (рисунок 1), средний уровень составил 34,8%. Максимальные значения характерны для линий 20841-2 (41,7%), 18952-1 (41,1%) и 18792-4 (39,9%). По уровню клейковины 80% линий отнесены к первому классу (свыше 32%), 15% - ко второму и лишь 5% - к третьему, что свидетельствует о высоком потенциале исследуемого материала для селекции сильной пшеницы.

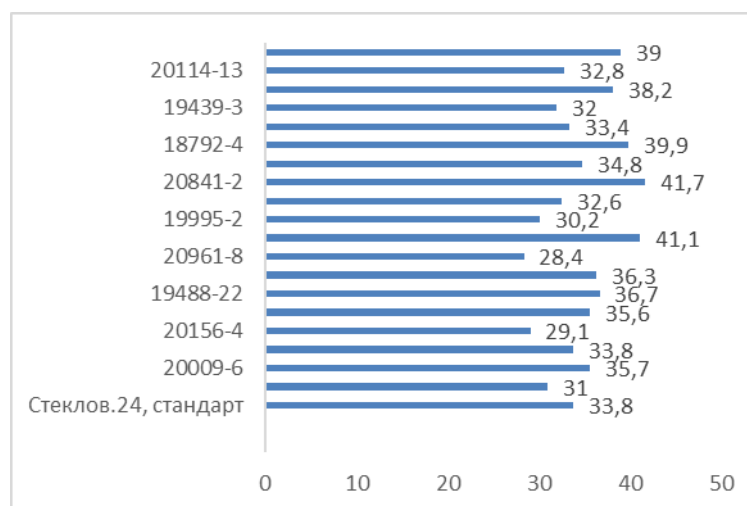


Рисунок 1 – Содержание клейковины (%) у линии озимой мягкой пшеницы

Однако, несмотря на высокие технологические показатели, некоторые линии (например, 20841-2) имеют низкий объем хлеба (500 мл), что требует дополнительного изучения. Индекс деформации клейковины (ИДК) варьировал в пределах 75–120 ед., что свидетельствует о хорошей упругости теста большинства линий. В среднем ИДК составил 105 ед., что соответствует третьему и четвертому классу: 70% линий попали в четвертый класс (средняя

сила), 25% - в третий и лишь 5% - во второй. Это указывает на преобладание клейковины средней силы.

Седиментационная способность зерна находилась в диапазоне от 46 до 69 мл со средним значением 57 мл. Большинство линий (90%) соответствовали второму классу (57 мл), а 10% - третьему. Время положительного сдвига (ВПС) на фаринографе составляло в среднем 60,5 ед.ф., варьируя от 52,0 до 68,0. По данному признаку линии распределились почти равномерно между всеми четырьмя классами, что указывает на разнообразие пластичности теста. Наибольшую набухаемость глютена показала линия 18952-1, в то время как наименьшие значения наблюдались у линии 20389.

Протеиновый состав зерна варьировал от 12,5% (20156-4) до 15,8% (18952-1), при среднем уровне 13,8%, что свидетельствует о хорошем потенциале большинства образцов по белковому качеству. Наибольшее количество линий (50%) соответствовали второму классу, 30% - первому и 20% - третьему.

Данные прибора фаринографа показали значительный разброс по величине разжижения теста - от 20 до 180 ед.ф., при среднем значении 146 ед.ф. Это указывает на различия в водопоглощающей способности и стабильности теста. По степени устойчивости к механической нагрузке 25% линий отнесены к первому классу, 45% - к третьему и 30% - к четвертому. Это свидетельствует о достаточно высоком разбросе консистенции теста среди образцов.

Валориметрическая оценка (суммарный показатель силы муки) колебалась в пределах 32–62 ед.ф., средний уровень составил 39 ед.ф., что свидетельствует о хорошем хлебопекарном потенциале большинства линий. Большинство линий (95%) отнесены к третьему классу. Число падения (ЧП), отражающее ферментативную активность, находилось в пределах от 458 до 596 сек., со средним значением 533 сек., что соответствует требованиям для мукомольной промышленности. Все исследуемые линии показали значения, характерные для качественного хлебопекарного зерна (100% - первый класс).

Основной метод определения хлебопекарных свойств зерна изучаемых образцов - пробная выпечка хлеба. В первую очередь здесь учитываются объёмный выход и общая хлебопекарная оценка, которая, в свою очередь, является средним показателем формы хлеба, пористости и эластичности мякиша. Хлебопекарные характеристики подтверждены объёмом выпеченного хлеба, который варьировал от 460 до 840 мл при среднем значении 600 мл (рисунок 2). Высокие значения зафиксированы у линий 20009-6 (710 мл) и 18952-1 (670 мл). Большинство линий (95%) отнесены к четвертому классу (600 мл), что указывает на хороший хлебопекарный потенциал.

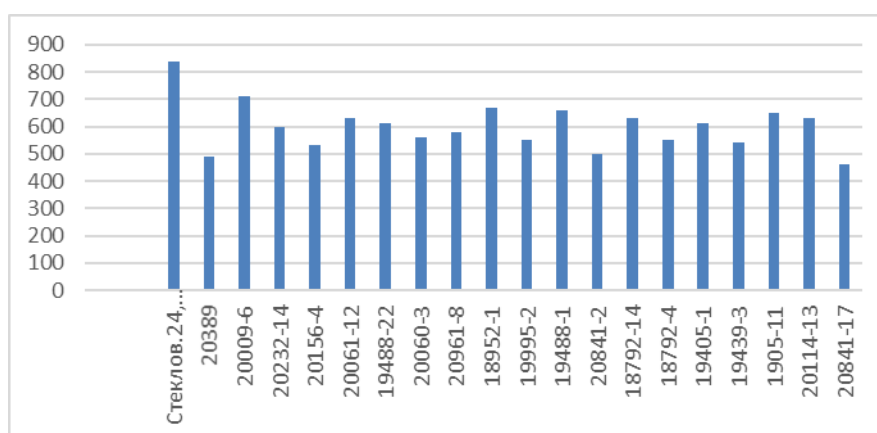


Рисунок 2 – Объем хлеба (см³) линии озимой пшеницы

Общая органолептическая оценка хлеба варьировала от 1,90 до 3,40 балла при среднем значении 2,50. По данному критерию 95% линий оказались в четвертом классе, соответствующем удовлетворительным показателям качества.

По результатам проведенных исследований наиболее перспективными для дальнейшего селекционного использования были идентифицированы линии 20009-6, 18792-14, 18952-1 и 19488-22. Данные генотипы продемонстрировали оптимальное сочетание технологических показателей качества зерна (содержание клейковины 35,6-41,1%, уровень протеина 13,8-15,8%) и хлебопекарных характеристик (объем хлеба 550-670 мл, общая оценка 2,7-2,8 балла), что позволяет рассматривать их как ценный исходный материал для создания сортов сильной пшеницы.

На рисунке 3 представлены технологические показатели качества зерна селекционных линий озимой пшеницы. Он отображает три ключевых параметра для каждой линии: содержание клейковины, содержание протеина (белка), объем хлеба.

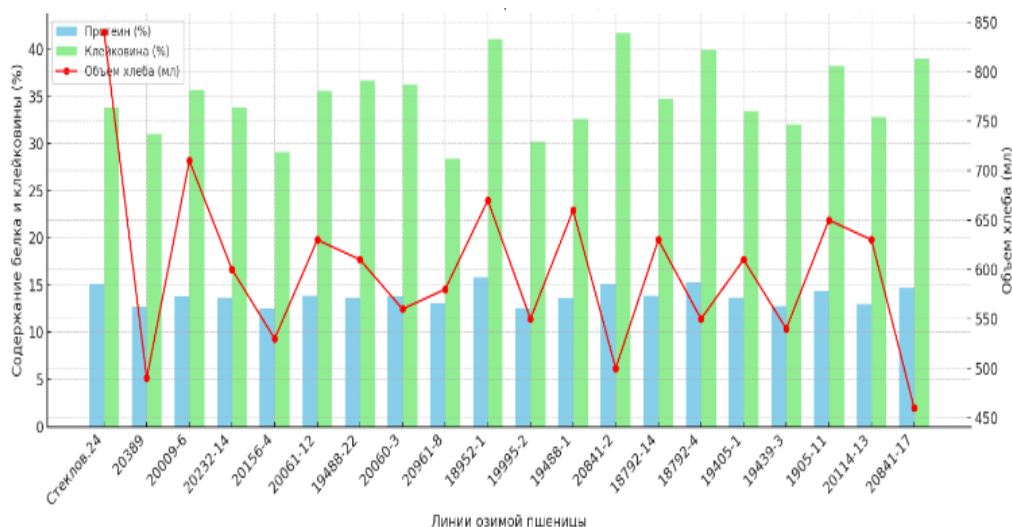


Рисунок 3 - Технологические показатели качества зерна селекционных линий озимой пшеницы

Стандарт Стекловидная 24 показывает наиболее высокие значения по всем параметрам: клейковина – 33,8%, протеин – 15,1%, объем хлеба – 840 мл.

Линии с высоким содержанием клейковины (более 35%), такие как 20009-6, 20061-12, 19488-22, 20060-3, 18952-1, 20841-2, 18792-4, 20841-17, в целом демонстрируют хорошие объёмы хлеба (от 550 до 670 мл), что указывает на высокое хлебопекарное качество. Линии с низким содержанием клейковины (<30%), как 20156-4 (29,1%) и 20961-8 (28,4%), характеризуются меньшими объёмами хлеба (530 и 580 мл соответственно).

Наибольший объем хлеба (670 мл) показала линия 18952-1, которая также имеет наивысшее содержание клейковины (41,1%) и протеина (15,8%). Минимальный объем хлеба (460 мл) у линии 20841-17, несмотря на высокое содержание клейковины (39%) и протеина (14,7%), что может свидетельствовать о других факторах, влияющих на хлебопекарные свойства.

Наблюдается прямая зависимость между содержанием клейковины и объёмом хлеба: линии с более высокой клейковиной чаще демонстрируют лучший объём хлеба.

Однако исключения указывают на то, что не только количественные, но и качественные характеристики клейковины и других биохимических компонентов влияют на конечный объём хлеба. Содержание протеина варьирует от 12,5% до 15,8%, и его связь с объёмом хлеба также частично прослеживается.

Выводы

В результате исследования селекционных линий озимой мягкой пшеницы выявлена высокая вариабельность по морфологическим, урожайным и технологическим признакам, что свидетельствует о наличии ценных источников для создания продуктивных и качественных сортов. По морфологическим признакам отмечены значительные различия: высота растений -

от 85,25 до 135,05 см, длина колоса - от 7,6 до 13,4 см, число зерен с колоса - от 32,0 до 53,7, масса 1000 зерен - от 30,17 до 45,68 г, урожайность - от 22,4 до 29,0 ц/га. Наивысший результат показала линия 20061-12 (29,0 ц/га), благодаря сочетанию массы 1000 зерен и числу зерен с колоса. Семь линий достоверно превзошли стандарт по урожайности ($HCp_{05} = 2,02$ ц/га), что подтверждает их селекционную ценность.

Анализ технологических показателей показал соответствие большинства линий требованиям к продовольственному зерну: 80% образцов отнесены к первому классу по содержанию клейковины, все - к первому классу по числу падения, что указывает на высокую ферментативную стабильность. У многих образцов также выявлены высокая стекловидность и положительная валориметрическая оценка. Объем хлеба варьировал от 460 до 840 мл, с общей оценкой от 1,90 до 3,40 балла. Наилучшие результаты показали линии 20009-6, 18952-1 и 20841-2.

По совокупности признаков (урожайность, масса 1000 зерен, содержание клейковины и протеина, хлебопекарные свойства) наиболее перспективными признаны линии 20061-12, 20009-6, 20232-14, 19051-11, 19405-1 и 18952-1.

Таким образом:

1. Выявлен широкий спектр изменчивости признаков у селекционных линий озимой пшеницы, что указывает на богатый исходный материал для селекции.
2. Отобраны линии - лидеры: Линия 20061-12 показала максимальную урожайность (29,0 ц/га), а линии 20009-6, 18952-1 - лучшие хлебопекарные свойства.
3. Подтверждено высокое технологическое качество зерна большинства линий (1-класс по клейковине и числу падения).
4. Сформирован пул перспективных линий (20061-12, 20009-6, 20232-14, 19051-11, 19405-1, 18952-1), рекомендованных для создания новых адаптивных и высококачественных сортов для условий Казахстана.

Практическая значимость: использование этих генотипов позволит ускорить создание новых засухоустойчивых сортов казахстанской селекции, способных обеспечить стабильное производство высококачественного продовольственного зерна в условиях меняющегося климата и повысить конкурентоспособность отечественного агросектора.

Благодарность: Работа выполнена в рамках 267 бюджетной программы «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» на 2024-2026 годы (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) BR24892821 "Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана". Авторы выражают искреннюю признательность коллегам лаборатории зерновых культур ТОО «КазНИИЗиР» за содействие в организации полевых исследований и сборе первичных данных. Особая благодарность сотрудникам лаборатории биохимии и оценки качества зерна за помощь в проведении аналитических работ и специалисту метеостанции за предоставление климатической информации, необходимой для интерпретации результатов эксперимента.

Список литературы:

- 1 FAO. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook. - Rome, 2023. <https://www.fao.org/statistics/yearbook/en>
- 2 IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge UP, 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2>
- 3 Zhang Y., Yang P., Zhang L. et al. Wheat grain quality improvement through breeding and agronomic strategies: A review. *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14:1162784. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1162784>
- 4 Shewry P.R., Hey S. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*, 2015, 4(3): 178–202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>

5 Liu, Y., Chen, H., Zhang, Q. Genetic basis of grain protein content and its relationship with other quality traits in wheat: a review. *Euphytica*, 2020, 216(6): 92. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02636-6>

6 Левшина И.П., Иванова Т.С. Генетическая обусловленность показателей качества зерна пшеницы // *Агрохимия*. – 2021. – № 8. – С.32–38.

7 Жабрева А.А., Чепелева А.Ф. Технологические свойства зерна пшеницы: от оценки до применения // *Вестник РГАУ-МСХА*. – 2022. – № 4. – С.45–52.

8 Дашкевич С.М., Утебаев М.У., Каиржанов Е.К., Крадецкая О.О., Чилимова И.В. Сравнительный анализ сортов яровой мягкой пшеницы по качеству зерна. Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». № 03 (103), 2024 г., стр. 222-230. <https://doi.org/10.37884/3-103-2024>

9 Ковалева Е.М., Савельева Т.А. Оценка качества зерна и муки: методология и практика. – СПб.: ГИОРД, 2019.

10 Орловская О.А., Вакула С.И., Хотылёва Л.В., Кильчевский А.В. Аминокислотный состав зерна линий мягкой пшеницы с интрогрессиями генетического материала видов рода *triticum* / Молекулярная и прикладная генетика. – 2023. – Т. 34. – С.17-27.

11 Маркевич Д.В., Путятин Ю.В., Таврыкина О.М. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в основной продукции зерновых культур / *Почвоведение и агрохимия*. – 2013. – № 1(50). – С. 178–185.

12 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. 315с.

13 Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений. – Алматы, 2014. – С.139.

References

1 FAO. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook*. Rome, 2023. <https://www.fao.org/statistics/yearbook/en>

2 IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge UP, 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2>

3 Zhang Y., Yang P., Zhang L. et al. Wheat grain quality improvement through breeding and agronomic strategies: A review // *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14:1162784. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1162784>

4 Shewry P.R., Hey S. The contribution of wheat to human diet and health // *Food and Energy Security*, 2015, 4(3): 178–202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>

5 Liu Y., Chen H., Zhang Q. Genetic basis of grain protein content and its relationship with other quality traits in wheat: a review // *Euphytica*, 2020, 216(6): 92. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02636-6>

6 Levshina I.P., Ivanova T.S. Geneticheskaya obuslovlennost' pokazateley kachestva zerna pshenitsy // *Agrokhimiya*. – 2021. – № 8. – С. 32–38.

7 Zhabreva A.A., Chepeleva A.F. Tekhnologicheskie svoystva zerna pshenitsy: ot otsenki do primeneniya // *Vestnik RGAU-MSKhA*. – 2022. – № 4. – С. 45–52.

8 Dashkevich S.M., Utebaev M.U., Kairzhanov E.K., Kradetskaya O.O., Chilimova I.V. Sravnitel'nyy analiz sortov yarovoy myagkoy pshenitsy po kachestvu zerna // *Nauchnyy zhurnal «Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty»*. – 2024. – № 3(103). – С. 222–230. <https://doi.org/10.37884/3-103-2024>

9 Kovaleva E.M., Saveleva T.A. Otsenka kachestva zerna i muki: metodologiya i praktika. – SPb.: GIORД, 2019.

10 Orlovskaya O.A., Vakula S.I., Khotylyova L.V., Kil'chevskiy A.V. Aminokislotnyy sostav zerna liniy myagkoy pshenitsy s introgressiyami geneticheskogo materiala vidov roda *Triticum* // *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika*. – 2023. – Т. 34. – С. 17–27.

11 Markevich D.V., Putyatin Yu.V., Tavrykina O.M. Sravnitel'nyy analiz sostava nezamenimyykh aminokislot v osnovnoy produktsii zernovykh kultur // *Pochvovedenie i agrokhiymiya*. – 2013. – № 1(50). – S. 178–185.

12 Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Tekst] / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 315 s.

13 Metodika provedeniya sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. – Almaty, 2014. – 139 s.

Б.М. Башабаева*, А.А. Рсымбетов, Б.А. Айнебекова, А.А. Сураубаева,

Б. Кеңес, Т.Д. Мереева, А.С. Масимгазиева

"Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС,

Алмалыбақ аулы, Қазақстан Республикасы, bahytgul_1965@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, bakyt.alpisbay@gmail.com, Suraubayeva02@bk.ru, kenges.bubina@mail.ru, tolkin_ali@mail.ru, miss.masimgazieva@mail.ru

КҮЗДІК БИДАЙ СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ДӘН САПАСЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Мақалада күздік жұмсақ бидайдың селекциялық желілерін бағалау нәтижелері келтірілген. Масақтың ұзындығы (7,6–13,4 см), 1000 дәннің салмағы (30,17–45,68 г), масақтан алынған дәндердің саны (32,0–53,7 дана), өнімділік (22,4–29,0 ц/га) сияқты белгілердің өзгеруінің кең шектері белгіленді. Жеті жол өнімділік стандартынан сенімді түрде асып түсті, 20061-12 желісі ірі астық пен жоғары өнімділікті біріктіре отырып, максималды нәтиже көрсетті (29,0 ц/га). Технологиялық сипаттамалары бойынша үлгілердің көпшілігі азық-түлік астығының талаптарына сәйкес келді: 80% - шикі глютеннің құрамы бойынша бірінші класс, 100% - құлау саны бойынша. Жоғары шынылы қанағаттанарлық нан пісіру сапасы; нан көлемі - 460-840 мл, органолептикалық бағасы - 1,90–3,40 балл. 20009-6, 18952-1 және 20841-2 желілері пісірудің ең жақсы көрсеткіштерімен ерекшеленді. Белгілер жиынтығы бойынша кейіннен селекциялық пайдалану үшін алты перспективалық желі таңдалды. Алынған мәліметтер ұн тарту және нан пісіру өнеркәсібі үшін практикалық маңызға ие және Қазақстан жағдайында күздік бидайдың селекциялық бағдарламаларын оңтайландыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кілт сөздер: күздік жұмсақ бидай, селекциялық желілер, өнімділік, астық сапасы, технологиялық қасиеттері.

В.М. Bashabayeva*, А.А. Rsymbetov, В.А. Ainebekova, А.А. Suraubayeva,

В.Кенес, Т.Д. Mereeva, А.С. Massimgazieva

Kazakh Research Institute of Agriculture and crop production LLP, Almalybak village,

Republic of Kazakhstan, bahytgul_1965@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, bakyt.alpisbay@gmail.com, Suraubayeva02@bk.ru, kenges.bubina@mail.ru, tolkin_ali@mail.ru, miss.masimgazieva@mail.ru

ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF GRAIN QUALITY OF WINTER WHEAT SELECTION LINES

Abstract

The article presents the results of evaluation of breeding lines of winter soft wheat. Wide limits of variation have been established for such characteristics as ear length (7.6–13.4 cm), weight of 1000 grains (30.17–45.68 g), number of grains per ear (32.0–53.7 pcs.), yield (22.4–29.0 kg/ha). Seven lines significantly exceeded the standard in terms of yield, while the 20061-12 line demonstrated the maximum result (29.0 c/ha), combining coarse grain and high productivity. According to the technological characteristics, most of the samples met the requirements of food grains: 80% - first class in terms of crude gluten content, 100% - in terms of the number of drops. High vitreous content and satisfactory baking qualities were noted; bread volume - 460-840 ml, organoleptic rating - 1.90–3.40 points. The lines 20009-6, 18952-1 and 20841-2 were distinguished by the best baking

performance. According to the set of characteristics, six promising lines were selected for subsequent breeding use. The data obtained are of practical importance for the milling and baking industries and can be used to optimize breeding programs for winter wheat in Kazakhstan.

Keywords: winter soft wheat, breeding lines, yield, grain quality, technological properties.

Вклад авторов:

Башабаева Бакытгуль Магдановна* – Корреспондент, принимала участие в разработке методики оценки качества зерна, координации работы лаборатории биохимических и технологических анализов, обработке экспериментальных данных, формулировании выводов и обобщении результатов исследования. Также обеспечивала своевременную подготовку рукописи к публикации и участвовала в её научной редакции.

Рсымбетов Аскат Амангельдиевич - Организация и контроль лабораторных исследований, автор участвовал в разработке методики оценки качества зерна, организации и контроле лабораторных исследований (определение содержания клейковины, протеина, числа падения и других показателей), анализе технологических характеристик зерна и муки, интерпретации биохимических данных.

Айнебекова Бакыт Алпысбаевна – Автор осуществляла организацию и проведение полевых испытаний селекционных линий яровой мягкой пшеницы, проводила анализ урожайности и морфологических признаков (высота растений, длина колоса, масса 1000 зёрен), участвовала в выделении перспективных линий для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Сураубаева Алина Алибиқызы – Автор проводила лабораторные анализы по определению стекловидности и натуры зерна, осуществляла обработку экспериментальных данных и подготовку таблиц с результатами для включения в публикацию.

Кенес Бубина - Автор участвовала в подготовке образцов и проведении лабораторных анализов по определению индекса деформации клейковины (ИДК), седиментации и содержания клейковины, а также фиксировала полученные данные и оказывала помощь в их статистической обработке.

Мереева Толкын Даирбековна - Автор принимала участие в оценке хлебопекарных качеств селекционных линий путём проведения пробной выпечки и органолептической оценки, а также выполняла технологический анализ качества зерна, включая определение содержания белка, крахмала, крупности, твердозерности.

Масимгазиева Айгерим Сайлаубаевна - Оказывала помощь в проведении лабораторных анализов, включая подготовку реактивов, а также участвовала в определении содержания протеина и числа падения.

Г.О. Рвайдарова*, Г.Д. Исенова, Г.Е. Түйтебаева, Ю.А. Шевелева,
М.В. Цукерман, Г.Б. Берден

«Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қаласы, Қазақстан, gulnisam@inbox.ru, isenova.gd@gmail.com, guzia_777@mail.ru, kleeky@mail.ru, mike-zv@yandex.ru, gulya_kz23@bk.ru

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ҚОРҒАУ ҮШІН ПЕСТИЦИДТЕРДІ ҚАУІПСІЗ ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа

Пестицидтер – ауылшаруашылық дақылдарының зиянды организмдеріне (зиянкестер, аурулар, арамшөптер) қарсы қолданылатын химиялық заттар болып табылады.

Қазіргі таңда ауылшаруашылық дақылдарын осы зиянды организмдерден қорғау үшін пестицидтер кеңінен қолданылады. Жылдан жылға пестицидтердің саны артып келеді.

Тамақ өнімдері мен азық-түлік шикізатындағы пестицидтердің қалдықтарын бақылау елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған міндеттер болып табылады.

Жаздық арпа және алма жемістеріне зиянкестер мен аурулар орасан зор зиян келтіреді. Осы ауылшаруашылық дақылдарын зиянды организмдерден қорғау үшін пестицидтердің түрлі топтары қолданылады. Қазіргі уақытта улы химикаттар аса мол көлемде пайдаланылғандықтан, олар қоршаған ортаға ғана емес, сонымен қатар адам өміріне де кері әсерін тигізуде. Адам денсаулығының жақсы болуы экологиялық орта мен тамақтануына тікелей байланысты.

Қолданылатын пестицидтердің көпшілігі өсімдіктерге топырақтан және судан тамыр жүйесі арқылы еніп, алынатын өнімде жиналады. Пестицидтер жануарлардың организмне жеммен және сумен бірге түсіп, олардың майында, етінде және сүтінде қалуы мүмкін. Қоршаған ортаның пестицидтермен жалпы ластануы адам денсаулығы үшін қауіпті екені анықталған. Сондықтан пестицидтердің қолдану регламентін қатаң сақтаған жағдайда ғана қоршаған ортаға кері әсері болмайды.

Мақалада жаздық арпа мен алма жемістерінің зиянды организмдеріне қарсы қолданылған пестицидтердің ыдырау динамикасы мен қалдық мөлшері зерттелген. Зерттеу нәтижесі бойынша жаздық арпаның дәнінде тиаметоксам инсектицидінің аз мөлшері табылды, яғни, ең жоғарғы рұқсат етілген препарат мөлшерінен (ЕЖРЕПМ) төмен екені анықталды, ал алма жемісінде химиялық заттар кездеспеді.

Кілт сөздер: өсімдік қорғау, зиянкестер, аурулар, инсектицид, фунгицид, пестицид, хроматограф.

Кіріспе

Қазіргі уақытта жер шарының өсіп келе жатқан халқын ауылшаруашылық өнімдерімен қамтамасыз ету үшін, өсімдіктерді химиялық қорғау құралдарын қолданбай өнім алу мүмкін емес. Дүние жүзінде пестицидтер жүйелі түрде пайдаланылып келеді, сонымен қатар жылдан-жылға препараттардың саны артуда. Халықты қауіпсіз азық-түлікпен қамтамасыз ету үшін ауылшаруашылық дақылдарының құрамындағы пестицидтердің қалдығын зерттеу маңызды мәселелердің бірі болуда [1].

Ауылшаруашылығының, оның негізгі саласы егін шаруашылығының басты міндеті – халқымызды жеткілікті мөлшерде сапалы азық-түлікпен қамтамасыз ету.

Жаздық арпа – Қазақстанда егістік көлемі бойынша жаздық бидайдан кейінгі екінші орында тұрған жетекші дақыл. Соңғы жылдары арпаның егіс көлемін ұлғайту үрдісі байқалуда.

Жаздық арпа - ең ерте пісетін және әртүрлі пішіні бар пластикалық дақыл. Жер шарының барлық континенттерінде таралған жетекші ауыл шаруашылығы дақылдарының бірі. Елімізде арпа егістігі шамамен 1,5 миллион гектарды құрайды. Егістік көлемі (млн гектарға жуық) және астық жинау бойынша арпа дүние жүзінде төртінші орында. Жиналған өнімнің негізгі бөлігі ауылшаруашылық малдарын азықтандыруға жұмсалады [2, 97 б.].

Қазақстандағы өндірістік бақ шаруашылығының негізгі аймақтары - Алматы, Жамбыл және Түркістан облыстары. Олардың тау бөктерінің топырақ-климаттық жағдайы жеміс шаруашылығын дамытуға қолайлы.

Соңғы онжылдықта алма ағаштарын өсіру, өсімдіктер үшін қолайсыз ауа райында жүзеге асырылады, жыл сайынғы абиоткилық және биотикалық күйзелістерге, тыныштық күйіндегі және вегетациялық кезеңдегі экстремалды температураға алма ағашының негізгі ауруларының эпифитотиясына (жалпылай тарауына) – ақ ұнтақ мен таз қотырға әсер етеді. Қолайсыз факторлардың жиынтығы, алынып отырған өнімнің төзімділігін, сапасын төмендетеді, өйткені, өсімдіктерді аурулар мен зиянкестерден қорғауда, өз кезегінде өнімнің экологиялық қауіпсіздігіне әсер ететін химиялық препараттарды қолдану қарастырылады. Жемістерді зиянкестерден, аурулардан қорғау үшін пестицидтер қолданылады [3-4].

Қазіргі уақытта 1309-дан астам химиялық қосылыстар белгілі, мысалы, «Қазақстан Республикасының аумағында қолдануға рұқсат етілген пестицидтер тізімінде...» 202-ден астам әсер етуші заттардың атауын қамтиды және бұл тізім жыл сайын 20-30 препаратпен толықтырылады.

Жыл сайын әлемдік нарықта миллион тоннаға жуық пестицидтердің 60%-ы ауылшаруашылығында қолданылады.

Пестицидтер ауылшаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін химиялық зат ретінде қолданылып келеді. Алайда, пестицидтер өсімдік пен топырақта қалыпты мөлшерден едәуір асып түсетін болса, ол адамға да, малға да зиян келтіреді. Сондықтан қазіргі кезде пестицидтерді қолданудағы қауіпсіздіктерді төмендетуге аса көп көңіл бөлініп жатыр. Осы мақсатпен көптеген препараттар улылығы аз болатын химикаттармен ауыстырылып, формалары жетілдірілу үстінде.

Пестицидтердің көпшілігі топырақта толықтай ыдырамағандықтан олардың қалдықтары топырақта жинақталуына байланысты, әртүрлі деңгейде экожүйелерге, су және өсімдік биомассасына әсер етеді. Пестицидтер жеке объектілер мен орталарда жинақталады және әртүрлі миграциялық тізбектер құрады [5-6].

Санитарлық-гигиеналық ережелер бойынша, қазіргі таңда тағамдарда пестицидтер мүлдем болмауы тиіс. Бұл ереже сақталмаса, адамның ауруға шалдығуы әбден мүмкін.

Алайда, пестицидтерді қолданудың кемшілігі бар, ол адам денсаулығына теріс әсер етеді. Ғалымдардың мәліметтеріне сәйкес, бір жылда 385 миллионға жуық адам пестицидтермен абайсызда уланып, олардың шамамен 11 000-ы көз жұмған [7].

Жер шарының көптеген елінде бірнеше мыңдай адам осы пестицидтермен уланып жатыр. Мысалы, Қытай, АҚШ, Жапония, Индия елдері пестицидтерді ең көп қолданатын мемлекеттерге жатады, уланудың басым бөлігі сол мемлекеттерде байқалған. Соңғы он жылда Еуропада пестицидтермен жаңа піскен жемістердің ластануы 53%-ға өскені анықталған. Жемістердің ішінде сынамаға алынған алмалардың үштен бірінде ең қауіпті пестицидтердің қалдықтары табылған. Қытайлық фермерлердің алма бағының 70,6%-ында пестицидтердің шамадан тыс көп қолданылатыны анықталған [8].

Сондықтан біздің зерттеу жұмыстарымызда күнделікті қолданылатын ауылшаруашылық дақылдарының қауіпсіздігі үшін оның құрамындағы пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау басты мәселелердің бірі болып саналады.

Материалдар және зерттеу әдістері

Жаздық арпа мен алма жемістерінің зиянкестеріне, ауруларына қарсы пестицидтердің әсерін зерттеу мақсатында тәжірибелер өндірістік егістіктерде, алма бақтарында салынды. Осы дақылдар мен жемістердің зиянды организмдеріне қарсы химиялық қосылыстар:

авермектиндер, триазолдар, неоникотиноидтар, синтетикалық пиретроидтардың химиялық кластары сыналды.

Пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау үшін өсімдік пен топырақ үлгілері «Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды, для определения микроколичеств пестицидов» № 2051-79 (№ 6.01.001.97 г.) ҚР бас санитарлық дәрігері бекіткен нұсқаулыққа сәйкес алынды.

Пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау үшін жаздық арпа дәндерінен, алма жемістерінен үлгілер алынды. Зерттелетін нысандарда инсектицидтердің, фунгицидтің қалдық мөлшері заманауи газды-сұйықты, тиімділігі жоғары сұйықты хроматограф құрылғыларында анықталды [9-10].

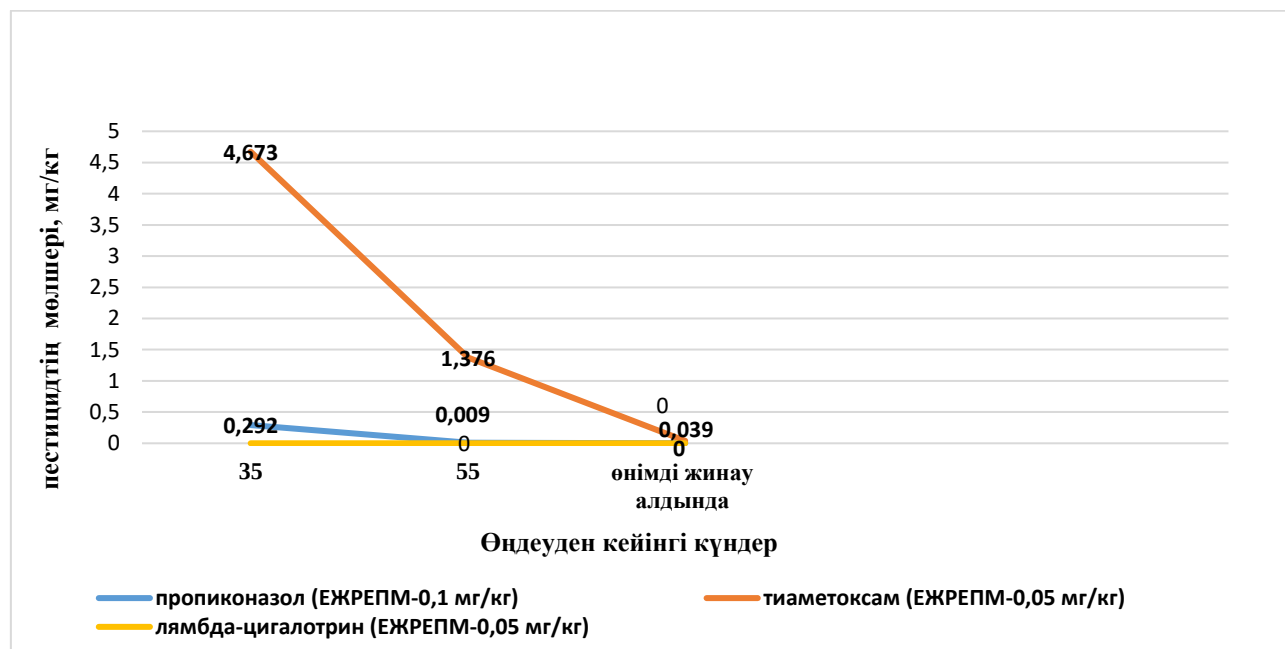
Нәтижелер және оларды талқылау

Біздің зерттеу жұмыстарымыздың мақсаты - жаздық арпа дәні мен алма жемісінде қолданылған пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау. Жұмыстың міндеті – азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Зерттеу жұмыстары Ақмола облысы Шортанды ауданы А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының егіс алқаптарында салынған тәжірибелер бойынша, жаздық арпаның (Астана-2000 сорты) зиянкестері мен ауруларына қарсы: неоникотиноидтар, триазолдар, синтетикалық пиретроидтар класына жататын препараттар қолданылды.

Жаздық арпа дақылымен ұсақмөлдекті, көлемі - 25 м², 4 рет қайталаумен тәжірибелер жүргізілді. Дақылдың өнімділігін арттыру үшін жаздық арпаның масақтану кезеңінде зиянкестерге (астық биттері мен арпа трипсі) қарсы Инсект, с.к. (тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л) инсектициді және ауруларына қарсы (қоңыр және сабақ таты, ақ ұнтақ, гельминтоспориоз) Пропикон, к.э. (пропиконазол, 250 г/л) фунгициді қолданылды.

Жаздық арпаның құрамындағы пестицидтердің ыдырау динамикасы мен қалдық мөлшері 1 - суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Жаздық арпаның (Астана-2000 сорты) дәнінде пестицидтердің ыдырау динамикасы мен қалдық мөлшері (Ақмола облысы Шортанды ауданы А.И. Бараев атындағы АШҒӨО, 2022-2023 жж.)

Алынған нәтижелер бойынша, кешенді қолданылған Инсект, с.к. (тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л) инсектицидтері мен Пропикон, к.э. (пропиконазол, 250 г/л) фунгициді өңдеуден кейінгі 35 күнде із мөлшерінде кездесті. Өнімді жинау алдында, тек

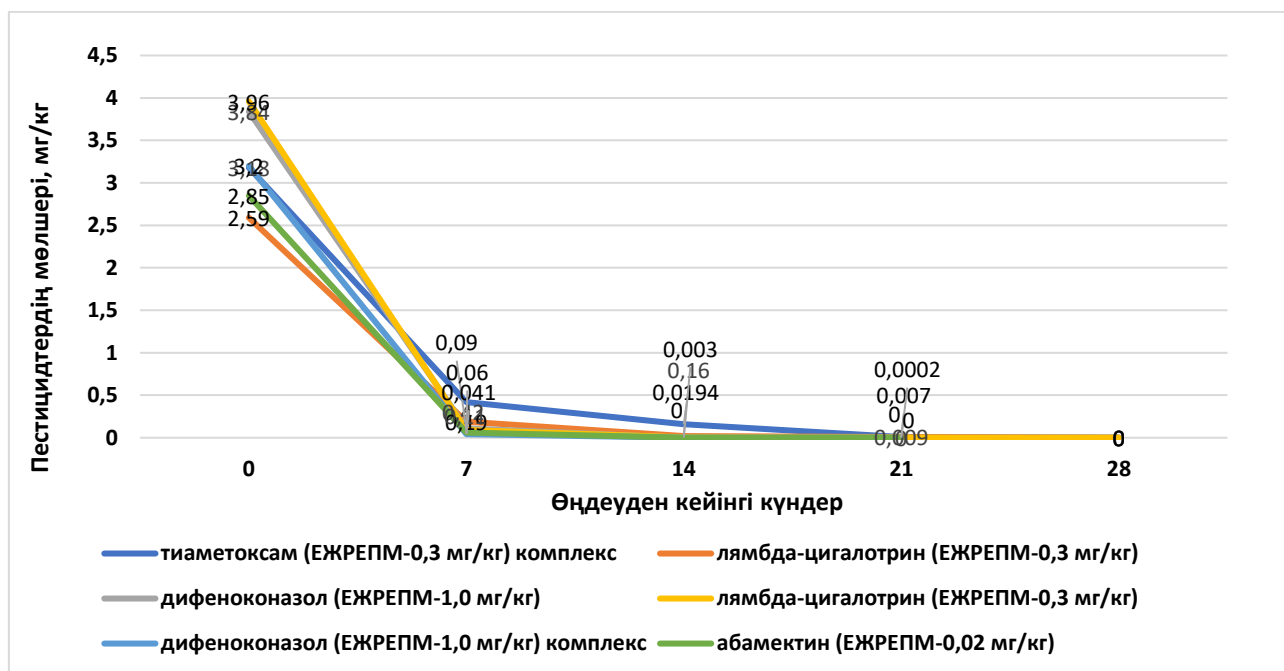
неоникотиноид класына жататын тиаметоксам препараты арпа дәнінде 0,039 мг/кг шамасында анықталды.

Осылайша, зерттелген үлгілердің құрамындағы тиаметоксам препаратының анықталған шамалары белгіленген санитарлық-гигиеналық нормативтен аспады.

Тиаметоксам - бұл жәндіктердің хитинді қабығына, трахеясына және асқазанына, ішегіне жүйелі әсер етіп, жүйкесін улайды. Препаратң белсенділігі 2-4 аптадан 8 аптаға дейін сақталады. Олар жоғары селективті әрекет етеді және жәндіктердің барлық түрлерін жоймайды [11]. Лямбда-цигалотрин препараты өңдеуден кейінгі 35-ші күнде толығымен ыдырап, арпа дәнінде кездеспеді, ал пропиконазол фунгициді 55 күнде ЕЖРЕПМ-нен төмен болды, өнімді жинау алдында табылмады.

Сонымен қатар зерттеу жұмыстары Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, «Жеміс» шаруа қожалығында, алма жемісінің Айдаред сортын өсіретін, жалпы аумағы 3,0 гектарды құрайтын алма бағында жүргізілді.

Алма жемісінде пестицидтердің ыдырау динамикасы мен қалдық мөлшері 2-ші суретте көрсетілген.



Сурет 2 - Алма жемісінде (Айдаред сорты) пестицидтердің ыдырау динамикасы мен қалдық мөлшері (Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, «Жеміс» ШҚ, 2022-2023 жж.)

2-суретте көрсетілгендей, алма жемісі грек жаңғағындай және жемістердің өсуі кезеңінде зиянкестерге қарсы (алманың жапырақ ширатқыш көбелегі, күйе көбелегі, кене) қарсы - абамектин, лямбда-цигалотрин, тиаметоксам инсектицидтері, ал ауруларына (таз қотыры, ақ ұнтақ, монилиз) қарсы – дифеноконазол әсер етуші заты қолданылды.

Абамектин - авермектиндер класына жататын инсектоакарицид. Бұл қосылыстар табиғи түрде топырақта түзіледі. Инсектоакарицид ішек арқылы әсер етеді, зиянкестердің ағзасына коректену кезінде ас қорыту жолдарымен енеді. Бүрку кезінде инсектицид (2-4 сағат ішінде) өсімдік жапырақтарына тез сіңеді. Препарат трансламинарлық белсенділікке ие және өсімдікті қорғауды қамтамасыз етеді, топырақта микроорганизмдердің әсерінен және күн радиациясының әсерінен препарат өсімдікте тез (12 сағатқа дейін) ыдырайды, соның арқасында ол пайдалы жәндіктерге іс жүзінде әсер етпейді. Нейротоксиндік әсер ету арқылы жүйке жүйесінің жұмысын тежейтін және жәндіктер мен кенелерде сал ауруын тудыратын γ-аминмай қышқылын бөлетін стимулятор болып табылады [12].

Препараттар бүркуден кейінгі 14-ші күнде алманың жапырағы мен топырағында із мөлшерінде кездесті, ал 21-ші күнде қалдық мөлшері табылмады.

Осы алма бағында зиянкестерге қарсы Энжио 247, с.к. (тиаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л) препараты қолданылды. Тиаметоксам мен лямбда-цигалотрин екі компонентті жүйелік әсер ететін белсенді заттар. Басқа инсектицидтерден айырмашылығы, олар жоғары және төмен температурада, құрғақ ауада тиімді жұмыс істейді. Ыдырау мерзімі 20 күннен асады. Тиаметоксам және лямбда-цигалотрин белсенді заттары зиянкестердің кутикуласы арқылы еніп, олардың тез өлуіне әкеледі. Жүйелік әсер ететін белсенді заттар бір сағат ішінде өсімдікке түседі, өсу нүктелерінде жиналып, бүкіл өсімдікті ұзақ мерзімді қорғауды қамтамасыз етеді. Лямбда-цигалотрин синтетикалық пиретроид класына жататын инсектицид, әдебиет көздері бойынша, препарат өсімдік пен топырақта тез ыдырап кетеді [13].

Абамектин мен дифеноконазол препараттары 7 күнде із мөлшерінде кездесті, ал 14 күнде табылмады. Тиаметоксам және лямбда-цигалотрин өңдеуден кейінгі 7-ші күні ЕЖРЕПМ-нен жоғары екені анықталды. Өңдеуден кейін 14-ші күні алма жемісінде тиаметоксам және лямбда-цигалотрин препараттары 0,16-0,003 мг/кг шамасында табылды. Препараттар 21 күнде із мөлшерінде табылып, 28-ші күнде толықтай ыдырап кетті. Демек, осы зерттелген препараттар алма жемістерінде басқа авторлардың пайымдауынша тез ыдырап, қалдық мөлшері қалмайтыны анықталған [14].

Алынған нәтижелер бойынша, жаздық арпа дәні мен алма жемісінде қолданылған тиаметоксам және лямбда-цигалотрин препараттары вегетация кезінде әртүрлі ыдыраған. Оның себебі, пестицидтер дақылдардың түріне, физика-химиялық қасиеттеріне, препаративті құрамына, климаттық жағдайға байланысты ыдырайды.

Сондықтан қазіргі уақытта, ауылшаруашылық дақылдарында қолданылатын пестицидтердің химиялық түрлерін мейлінше азайтып, табиғи заттармен алмастырып, қоршаған орта нысандарының ластануын болдырмауға әрекет ету.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері бойынша, арпа дәнімен алма жемісінде пестицидтер қалдықтарының сақталмауы немесе шекті мөлшерден аз болуы, қолдану регламентін қатаң сақтаған жағдайда ғана жүзеге асырылады. Денсаулықтың жақсы болуы адамның дұрыс тамақтануында және таза өнім алуында. Күнделікті өмірде қолданатын жемістердің сапасына аса мән беріп, тұтынушыларға мезгіліне сай пісіп-жетілген, елімізде өсірілетін отандық өнімдерді күтіп, баптап, пестицидтерді регламентке (жұмсалық мөлшері, қайта өңдеу, күту мерзімі) сай қолдану нәтижесінде, адамзатқа кері әсері болмайтындай таза өнім алуға болады.

Алғыс сөздер: 2021-2023 жылдарға арналған 267 ББ «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» кіші бағдарламасы 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру» ерекшеліктері бойынша, «Жеміс, көкөніс, дәнді, малазықтық, бұршақ дақылдары мен өсімдіктер карантинін қорғаудың кешенді жүйелерін әзірлеу және жетілдіру» тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын жасауға үлес қосқан «Ж. Жиенбаев ат.ҚазҰЖҚҒЗИ» ЖШС-нің қызметкерлеріне алғысымызды білдіреміз.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Danilova, A. A. (2021). Контроль остаточных количеств пестицидов в объектах окружающей среды [Control of residual amounts of pesticides in environmental objects]. *Агрохимия*, (6), 49–56. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46579214> [in Russian]
- 2 Sabitova, A. N., Suleimanova, G. A., Sarbaev, A. T., & Kyzylideniz, T. (2024). Основные показатели селекционных сортообразцов ярового ячменя в условиях алматинской области [Main indicators of selection samples of spring barley in the conditions of Almaty region]. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 3(103), 96–104. <https://doi.org/10.12345/izden-2024-103> [in Russian]
- 3 Kazybayeva, S. Zh., Kadirsizova, Zh. K., Alekseenko, S. P., & Kassenova, B. T. (2023). Қазақстан селекциясындағы отандық алма сорттарының Алматы облысы жағдайындағы өнімділігінің әлеуеті [The potential productivity of domestic apple varieties in Almaty region within

Kazakhstan breeding]. *Ізденістер, нәтижелер – Issledovaniya, rezul'taty*, 2(98), 82–89. <https://doi.org/10.12345/izden-2023-098> [in Russian]

4 Łozowicka, B., & Beknazarova, Z. (2020). Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 94, 103494. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103494>

5 Petrova, M. O., & Chermenskaya, T. D. (2019). Поиск остаточных веществ пестицидов в сельскохозяйственной продукции – путь к безопасному продовольствию [Search for residual pesticides in agricultural products – a path to safe food]. *Биосфера*, 11(1), 40–47. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38512247> [in Russian]

6 Lysov, A. K. (2023). Проблемы применения средств защиты растений и пути снижения их техногенного воздействия на окружающую среду [Problems of pesticide application and ways to reduce their technogenic impact on the environment]. *АгроЭкоИнженерия*, 3(116), 34–51. <https://elibrary.ru/item.asp?id=56743210> [in Russian]

7 Dyshnieva, Ya. A. (2023). Особенности токсикокинетики при ингаляционном отравлении ксенобиотиками, используемых в сельском хозяйстве [Features of toxicokinetics in inhalation poisoning with xenobiotics used in agriculture]. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 11(3-86), 48–51. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1234567> [in Russian]

8 Cai, J., Xiong, J., Hong, Y., & Hu, R. (2021). Pesticide overuse in apple production and its socioeconomic determinants: Evidence from Shaanxi and Shandong provinces, China. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128115>

9 Klisenko, M. A., Kalinina, A. A., & Novikova, K. F. (1992). Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде [Methods for determining trace amounts of pesticides in food, feed and the environment] (Vols. 1–2). Moscow: Kolos. [in Russian]

10 Bankina, T. A., Petrov, M. Yu., Petrova, T. M., & Bankin, M. P. (2002). Хроматография и агроэкология [Chromatography and agroecology]. St. Petersburg: VIZR, 13–20. [in Russian]

11 Savushkin, Yu. N., Panov, E. Yu., Popov, A. V., & Polikarpov, A. S. (2021). Изучение динамики разрушения остаточных количеств тиаметоксама и лямбда-цигалотрина в зерновых колосовых культурах [Study of the degradation dynamics of thiamethoxam and lambda-cyhalothrin residues in cereal crops]. In *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Plant Protection from Harmful Organisms"* (pp. 319–322). Krasnodar. [in Russian]

12 Podgornaya, M. E. (2011). Мониторинг остаточных количеств инсектицидов в садах яблони юга России [Monitoring of insecticide residues in apple orchards of southern Russia]. In *Proceedings of the International Conference "The Legacy of Academician M.S. Dunin and Its Importance in Modern Research"* (pp. 551–555). Moscow. [in Russian]

13 Myshkevich, E. A., Kislushko, P. M., Bykovsky, A. V., Arashkovich, S. A., Kireichik, D. Yu., Kuzmitskaya, A. A., Loseva, M. P., & Poplevko, V. L. (2022). Мониторинг остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственных культурах и безопасность их применения в республике Беларусь [Monitoring of pesticide residues in crops and safety of their use in the Republic of Belarus]. *Защита растений*, 46, 285–296. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48965432> [in Russian]

14 Antonenko, V. V., Zubkov, A. V., Dovgilevich, A. V., Polikarpov, A. S., & Panov, E. Yu., Savushkin, Yu. N. (2023). Изменение скорости разложения пестицидов при их совместном применении [Change in the rate of pesticide decomposition during joint application]. *Вестник КрасГАУ*, 10, 3–11. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49567213> [in Russian]

References

1 Danilova, A. A. (2021). Kontrol' ostatochnykh kolichestv pestitsidov v ob'ektakh okruzhayushchey sredy [Control of residual amounts of pesticides in environmental objects]. *Agrokhimiya*, (6), 49–56. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47000000> [in Russian]

2 Sabitova, A. N., Suleymanova, G. A., Sarbaev, A. T., & Kyzylideniz, T. (2024). Osnovnye pokazateli selektsionnykh sortoobraztsov yarovogo yachmenya v usloviyakh Almatinskoy oblasti

[Main indicators of spring barley breeding samples in the conditions of Almaty region]. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezultaty*, 3(103), 96–104. <https://doi.org/10.37884/103-2024/02> [in Russian]

3 Kazybayeva, S. Zh., Kadirisizova, Zh. K., Alekseenko, S. P., & Kasenova, B. T. (2023). Qazaqstan selektsiiasyndagy otandyk alma sorttarynyn Almaty oblysy zhaǵdayyndagý óndimdik potentsialy [The productivity potential of local apple varieties in Almaty region within Kazakhstan's breeding]. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezultaty*, 2(98), 82–89. <https://doi.org/10.37884/98-2023/07> [in Kazakh]

4 Łozowicka, B., & Beknazarova, Z. (2020). Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103494. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103494> [in English]

5 Petrova, M. O., & Chermenskaya, T. D. (2019). Poisk ostatochnykh veshchestv pestitsidov v sel'skokhozyaystvennoy produktsii – put' k bezopasnomu prodovol'stviyu [Search for residual pesticides in agricultural products as a way to food safety]. *Biosfera*, 11(1), 40–47. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38500000> [in Russian]

6 Lysov, A. K. (2023). Problemy primeneniya sredstv zashchity rasteniy i puti snizheniya ikh tekhnogennogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu [Problems of plant protection products application and ways to reduce their technogenic impact on the environment]. *AgroEcoInzheneriya*, 3(116), 34–51. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49500000> [in Russian]

7 Dyshniyeva, Ya. A. (2023). Osobennosti toksikokinetiki pri ingalyatsionnom otravlenii ksenobiotikami, ispol'zuyemykh v sel'skom khozyaystve [Features of toxicokinetics in inhalation poisoning with xenobiotics used in agriculture]. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 11-3(86), 48–51. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-86-48-51> [in Russian]

8 Cai, J., Xiong, J., Hong, Y., & Hu, R. (2021). Pesticide overuse in apple production and its socioeconomic determinants: Evidence from Shaanxi and Shandong provinces, China. *Journal of Cleaner Production*, 315, 115–117. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128220> [in English]

9 Klisenko, M. A., Kalinina, A. A., & Novikova, K. F. (1992). Metody opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov v produktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede [Methods for determining microquantities of pesticides in food, feed, and environment] (Vols. 1–2). Moscow: Kolos. <https://elibrary.ru/item.asp?id=12000000> [in Russian]

10 Bankina, T. A., Petrov, M. Yu., Petrova, T. M., & Bankin, M. P. (2002). Khromatografiya i agroekologiya [Chromatography and agroecology]. Saint Petersburg: VIZR. <https://elibrary.ru/item.asp?id=14000000> [in Russian]

11 Savushkin, Yu. N., Panov, E. Yu., Popov, A. V., & Polikarpov, A. S. (2021). Izuchenie dinamiki razrusheniya ostatochnykh kolichestv tiametoksama i lyambda-tsigalotrina v zernovykh kolosovykh kulturakh [Study of the dynamics of residual thiamethoxam and lambda-cyhalothrin degradation in cereal crops]. In *Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference* (pp. 319–322). Krasnodar. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46500000> [in Russian]

12 Podgornaya, M. E. (2011). Monitoring ostatochnykh kolichestv insektitsidov v sadakh yabloni yuga Rossii [Monitoring residual insecticides in apple orchards of southern Russia]. In *Proceedings of the International Scientific Conference on the Scientific Heritage of Academician M. S. Dunin* (pp. 551–555). Moscow. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21000000> [in Russian]

13 Myshkevich, E. A., Kislushko, P. M., Bykovskiy, A. V., Arashkovich, S. A., Kireychik, D. Yu., Kuzmitskaya, A. A., Loseva, M. P., & Poplevko, V. L. (2022). Monitoring ostatochnykh kolichestv pestitsidov v sel'skokhozyaystvennykh kul'turakh i bezopasnost' ikh primeneniya v Respublike Belarus' [Monitoring residual pesticides in agricultural crops and their safety in Belarus]. *Zashchita rasteniy*, 46, 285–296. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48000000> [in Russian]

14 Antonenko, V. V., Zubkov, A. V., Dovgilevich, A. V., Polikarpov, A. S., Panov, E. Yu., & Savushkin, Yu. N. (2023). Izmenenie skorosti razlozheniya pestitsidov pri ikh sovmestnom primenении v protsesse proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Change in the decomposition rate of pesticides when jointly applied in agricultural production]. *Vestnik KrasGAU*, 10, 3–11. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50000000> [in Russian]

**Г.О. Рвайдарова*, Г.Д. Исенова, Г.Е. Туйтебаева, Ю.А. Шевелева,
М.В. Цукерман, Г.Б. Берден**

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
имени Жазкена Жиёмбаева», г. Алматы, Казахстан, gulnisam@inbox.ru,
isenova.gd@gmail.com, guzia_777@mail.ru, kleeky@mail.ru, mike-zv@yandex.ru,
gulya_kz23@bk.ru*

ПЕСТИЦИДЫ И ИХ БЕЗОПАСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация

Пестициды – химические вещества, используемые против вредных организмов (вредителей, болезней, сорняков) сельскохозяйственных культур. Из года в год количество используемых в сельском хозяйстве пестицидов растет. Контроль остатков пестицидов в пищевых продуктах и продовольственном сырье является приоритетной задачей в обеспечении продовольственной безопасности страны. Огромный ущерб урожаю ярового ячменя и плодам яблони наносят вредители и болезни. Различные группы пестицидов используются для защиты этих сельскохозяйственных культур от вредных организмов. Большое количество используемых в сельском хозяйстве ядохимикатов оказывают негативное влияние не только на окружающую среду, но и на жизнь и здоровье человека. Контроль содержания ядохимикатов в объектах окружающей среды является необходимым условием обеспечения здоровья и качества жизни человека. Большинство используемых пестицидов попадают в растения из почвы и воды через корневую систему и накапливаются в получаемом продукте. Пестициды могут попадать в организм животных вместе с кормом и водой и оставаться в их жире, мясе и молоке. Общее накопительное загрязнение окружающей среды пестицидами опасно для здоровья человека. Поэтому применение пестицидов осуществляется только при строгом соблюдении регламента.

В данной статье исследуется динамика разложения и остаточные количества пестицидов, применяемых против вредных организмов ярового ячменя и плодов яблони. По результатам исследования в зерне ярового ячменя было обнаружено инсектицид тиаметоксам в количестве, не превышающем МДУ. В плодах яблони по результатам исследования химические загрязнители не обнаружены.

Ключевые слова: защита растений, вредители, болезни, сорняки, инсектицид, фунгицид, гербицид, пестицид, хроматограф.

**G.O. Rvaidarova*, G.D. Issenova, G.E. Tuitebayeva, Yu.A. Sheveleva,
M.V. Tsukerman, G. Berden**

*LLP «Kazakh Research Institute protection and quarantine of plants named after Zhazken
Zhiembaev», Almaty city, Kazakhstan, gulnisam@inbox.ru, isenova.gd@gmail.com,
guzia_777@mail.ru, kleeky@mail.ru, mike-zv@yandex.ru, gulya_kz23@bk.ru*

PESTICIDES AND THEIR SAFE USE FOR THE PROTECTION OF AGRICULTURAL CROPS

Abstract

Pesticides are chemical substances used against harmful organisms (pests, diseases, weeds) of agricultural crops. The number of pesticides used in agriculture increases from year to year. Control of pesticide residues in food products and food raw materials is a priority task in every country's food security. Every year pests and diseases cause an enormous damage to the spring barley crop and apple fruits. Various groups of pesticides are used to protect these crops from harmful organisms. A large number of pesticides used in agriculture have a negative impact on the environment, human life and health. Control of the content of pesticides in environmental objects is a necessary condition for ensuring human health and quality of life. Most of the pesticides can enter plants from soil and water through the root system and accumulate in the resulting product. Pesticides can enter the body of animals along with feed and water and remain in their fat, meat and milk. General cumulative

pollution of the environment with pesticides is dangerous to human health. Therefore, pesticides are used only in strict compliance with regulations.

This article examines the dynamics of decomposition and residual quantities of pesticides used against spring barley and apple fruit harmful organisms. According to the results of the study, the insecticide thiamethoxam was found in the grain of spring barley in an amount not exceeding the MRL. No chemical pollutants were found in apple fruits.

Key words: plant protection, pests, diseases, weeds, insecticide, fungicide, herbicide, pesticide, chromatograph.

Авторлардың үлесі

Рвайдарова Гульнисам Олакаевна – концептуализация, әдіснама, жетекшілік, жазу – шолу және редакциялау.

Исенова Гульмира Джаныбековна – жоба әкімшілігі, ресурстар, тексеру.

Түйтебаева Гулзада Ерболатқызы – зерттеу, визуализация, жазу – бастапқы нұсқа.

Шевелева Юлия Александровна – формалды талдау, деректерді қадағалау.

Цукерман Михаил Валерьевич – бағдарламалық қамтамасыз ету, визуализация.

Берден Гүлбарам – деректер жинау, тәжірибелер жүргізу.

FTAXP 631.95:631.51:633.17(574.41/5)

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/18>

Н.К.Нокербекова^{1}, Ш.А.Муздыбаева¹, Г.Ж.Турсбекова¹, Д.Д.Рыскелді¹*

¹ЖШС «Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті», Алматы қ-сы, Қазақстан, nnazik@mail.ru, sharbanu1958@mail.ru, tursbekova07@mail.ru, Ryskeldi.din@mail.ru*

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК–ШЫҒЫС АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚҰМАЙ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СОРТТАРЫН СЫНАУ ЖӘНЕ РЕСУРС ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖАСАУ БАРЫСЫНДАҒЫ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЛАР

Аңдатпа

Әлемнің әртүрлі аймақтарындағы табиғи-климаттық, экономикалық және әлеуметтік-демографиялық жағдайлардың өзгеруімен климаттың жаһандық өзгеруіне байланысты қолайсыз факторлардың, мысалы, температураның жоғарылауы, сумен қамтамасыз етудің төмендеуі, құрғақшылық, жердің деградациясы, өсімдік шаруашылығы өнімдерін мал шаруашылығының қажеттіліктеріне пайдаланудың артуы жалпы өзекті мәселелердің бірі. Осы жағымсыз факторларды еңсеру Қазақстанда да, әлемдік ауқымда да экономиканың орнықты дамуы инновациялық технологияларға, агроөнеркәсіптік кешенді әртараптандыруға және ғылыми саланы дамытуға шешуші дәрежеде тәуелді екендігіне күмән жоқ [1]. Зерттеу жұмысының негізгі жаңалығы Қазақстанға әлемдік гендік қордан құмай дақылдарының генетикалық ресурстары тартылып, аса маңызды биологиялық және шаруашылық-құнды белгілері бойынша бағалануы болды. Тікелей себу әдістеріне негізделген құмай дақылдарын өсірудің заманауи ресурс үнемдейтін технологиялары енгізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша Алматы облысы жағдайында өсірілген құмай дақылдарының өніп-өсуінің фенологиялық кезеңдері бойынша – қантты құмай үлгілерінің көбі орташа ерте пісетін, ал дәндік құмай, судан шөбі және құмай судан будандары ерте пісетін, ал генқорының көбі кеш пісетін генотиптерді құрады.

Экологиялық сортты сынау үшін Қазақстанның Алматы облысы өңірінде (оңтүстік-шығыс) құмай дақылдарының 36 генотипі сыналды.

Кілт сөздер: биомасса, вегетация, түптену, қант құмайы, судан шөбі, питомник, вегетациялық кезең

Кіріспе

Өзектілігі. Қазақстан өзінің жер қойнауының байлығына, жеткілікті түрде дамыған ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіп өндірісінің инфрақұрылымына, көптеген жоғары дәрежелі ғылыми әлеуетке ие бола отырып, өзінің ауыл шаруашылығы өнімдерімен жан-жақты қамтамасыз ете отырып, әлемдегі жетекші экспорттаушы болу үшін орасан зор мүмкіндіктерге ие, азық-түлік қауіпсіздігі бойынша кез келген мемлекеттің экономикалық қауіпсіздігінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады [2,3]. Болашақта Қазақстан әлемдік ауқымда азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі аса маңызды өңір ретінде де қаралады. Соңғы онжылдықтарда жаһандық жылыну ауа-райының қолайсыздығына ықпал ететін маңызды факторға айналды [4]. Әлемнің әр түрлі аймақтарындағы табиғи-климаттық, экономикалық және әлеуметтік-демографиялық жағдайлардың күрт өзгеру сценарийлерінің айырмашылығына да қарамастан, жаһандық климаттың өзгеруіне байланысты қолайсыз факторлардың әсерінің артуы ортақ негіз болады, мысалы температураның көтерілуіне байланысты сумен қамтамасыз етілудің жеткіліксіздігі, құрғақшылық, жердің тозуы, өсімдік шаруашылығы өнімдерін мал шаруашылығының қажеттіліктеріне пайдалануды арттыру керек [5]. Осы келеңсіз факторларды еңсеру және экономиканың Қазақстанда да, әлемдік ауқымда да орнықты дамуы шешуші дәрежеде инновациялық технологияларға тәуелді екені даусыз, сондықтан да агроөнеркәсіптік кешенді әртараптандыру және ғылыми саланы дамыту қажет. Осыған байланысты құмай дақылдарының құрғақшылыққа төзімділігінің жоғары болуына байланысты, тіпті қолайсыз жылдары да жасыл масса мен өнімнің жоғары өнімділігімен қамтамасыз ететінін ескере отырып, өндіріске енгізу неғұрлым тиімді болып отыр [6]. Осындай үлкен әлеуетті мүмкіндіктеріне қарамастан, құмай әзірге шағын аумақтарды ғана алып жатыр. Негізгі себептердің бірі - белгілі бір топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген құмайдың ерте пісетін сорттарының жетіспеушілігі [7,8].

Зерттеу жұмысының мақсаты: «Қазақстанның оңтүстік–шығыс аймағындағы құмай дақылдарының экологиялық сорттарын сынау және ресурс үнемдеуші технологияларын жасау барысында фенологиялық бақылаулар жүргізу».

Зерттеу жұмысын іске асыру барысында келесі міндеттерді шешу жоспарлануда:

- Қазақстанға әлемдік гендік қордан (халықаралық және шетелдік коллекциялар) құмай дақылдарының генетикалық ресурстарын тарту;
- Құмай дақылдарының экологиялық сорттарын сынау және ресурс үнемдеуші технологияларын жасау барысында фенологиялық бақылаулар жүргізу.

Зерттеу объектілері мен әдістері

2021-2022 жылдары Қазақстанның Оңтүстік-Шығыс аймағындағы Алматы облысы "Светлана" шаруа қожалығында құмай дақылдарының экологиялық сортын сынау бойынша тәжірибелер жүргізіліп, фенологиялық бақылаулар жасалды.

Алматы (суармалы және суарылмайтын) облысында 41, оның ішінде қант құмайының 15 генотипі, дәнді құмайдың 15 генотипі, судан шөбінің 7 генотипі, құмай-судан гибридін 4 генотипі жағдайында құмай дақылдарын экологиялық сорттық сынау бойынша тәжірибелер жасалды (кесте 1). 41 құмай генотипінен тұратын коллекциялық питомникті егу үш реттік қайталаумен, қолмен жүргізілді (әрбір генотиптің алып жатқан ауданы 7,2 м² болады).

Зерттеу әдістері.

Тәжірибедегі есепке алулар мен бақылаулар:

1. Далалық тәжірибелерді жүргізу мен далалық тәжірибе әдістемесі бойынша мәліметтерді математикалық өңдеу Б.А. Доспехов әдістемесімен жүргізілді [9].
2. Ауыл шаруашылығы дақылдарын мемлекеттік сорттық сынау әдістемесіне сәйкес фенологиялық бақылауларға фазаның басталу белгісінен бастап оған өсімдіктердің 10% - ы кірген күн, ал өсімдіктердің толық фазасы үшін -75% - ы кірген күні енгізілген [10].
3. Егінді есепке алу және жинау қолмен жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Құмай дақылдарының өсуі мен дамуының негізгі фазалары себуден түптену фазасына дейін бір мезгілде жүрді, ал масақтану фазасынан бастап дәннің толық пісіп жетілуіне дейін вегетациялық кезең өзгерді. 2021 жылы қант құмай дақылдарының өсуі мен дамуын фенологиялық бақылаулар дән байлау фазасының ұзақтығы 106-134 күн аралығында, ал вегетациялық кезең 110-143 күн аралығында болғанын көрсетті (кесте 1).

2022 жылы суару жағдайында зерттелген қант құмайының барлық генотиптерінде дәннің толық пісіп жетілу кезеңі белгіленді, ал вегетациялық кезең генотиптің биологиялық ерекшеліктеріне байланысты 113-145 күнді құрады. Сондай-ақ 2021 жылы да, 2022 жылы да ресейлік генотиптер ерте пісетін, ал отандық және үнділік генотиптер кеш пісетін болып шықты. Ең соңғы вегетациялық кезеңде генотиптер – Казахстанское 20, Оранжевое 160, Узбекистан 18 ерекшеленді.

Кесте 1 – Алматы облысының суармалы жағдайында қант құмайы генотиптерінің фазааралық себу – масақтану және вегетациялық кезеңінің ұзақтығы, күндері

Генотиптің атауы	2021 ж		2022 ж	
	себу-масақтану	вегетациялық кезең	себу-масақтану	вегетациялық кезең
Казахстанское 16	114	138	96	140
Казахстанское 20	111	143	93	145
Алга	106	135	88	137
Кинельское 4	104	110	86	113
Крепыш	104	110	86	113
Оранжевое 160	118	143	100	145
Саратовское 90	100	110	86	113
Силосное 88	101	135	87	137
Ставропольское 36	106	133	87	135
Флагман	107	135	86	137
Чайка	111	135	86	137
Вахшинское	130	135	96	137
Карабош	107	133	88	135
Узбекистан 18	114	143	100	145
Кульжа	107	138	88	140

Дәнді құмай генотиптерінің көпшілігінің қант құмайымен салыстырғанда вегетациялық кезеңі ең қысқа болатыны белгілі.

2021 жылы себу-масақтану кезеңінің ұзақтығы 72-110 күнді, ал вегетациялық кезең 110-143 күнді құрады. Бұл ретте отандық генотиптердің вегетациялық кезеңі 130 күнді, ал Карликовое генотипінің вегетациялық кезеңі 143 күнді, ал қалған генотиптердің вегетациялық кезеңі 110 және 120 күнді құрады (кесте 2).

Кесте 2 – Алматы облысының суармалы жағдайындағы дәнді құмай генотиптерінің фазааралық себу-масақтану кезеңдерінің ұзақтығы және вегетациялық кезеңі, күндері

Генотиптің атауы	2021 ж		2022 ж	
	себу-масақтану	вегетациялық кезең, күндер	себу-масақтану	вегетациялық кезең, күндер
Виктория 4	85	130	88	132
Жетысу 1	77	130	80	132
Казахстанское 3	80	130	82	132
КИЗ 7	77	120	80	125
Пищевое 7	77	130	80	132
Волгарь	72	120	75	125
Огонек	74	110	77	115

Орион	74	120	77	125
Перспективный 1	72	120	75	125
Пищевое 5	74	110	77	115
Пищевое 614	74	110	77	115
Премьера	74	120	77	125
Солнышко	74	120	77	125
Топаз	72	110	75	145
Карликовое	110	143	112	145

2022 жылы суармалы жағдайында зерттелген дәнді құмай генотиптерінің ішінен Өзбекстаннан алынған генотиптері пайдаланылды. Тәжікстанның, Франция мен Германияның сорттары кеш пісіп-жетілетін, вегетациялық кезеңі 145 күнді, ал Виктория 4, Жетісу 1, Казахское 3 және Пищевое 7 отандық генотиптерінің вегетациялық кезеңі 132 күнді, Ресейден алған генотиптердің вегетациялық кезеңі 115 және 125 күнді құрады.

Судан шөбі мен құмай-судан гибридінің Алматы облысындағы негізгі өсу және даму кезеңдері суару жағдайында себуден бастап масақтану кезеңіне дейін 2021 жылы 72-85 күн, ал вегетациялық кезең 110 - 120 күн, ал 2022 жылы 75 - 88 күн және 2022 жылы тиісінше 115-125 күн аралығында болды (кесте 3). Сондай-ақ, зерттелген генотиптердің ішінде Судан шөптерінің генотиптері – Сатурн, Саратовская 1183, Спартанка және В51, ал құмай-судан гибридінің барлық зерттелген генотиптері ең ерте пісетін болып шықты.

Кесте 3 – Алматы облысының суару жағдайында Судан шөбі мен құмай-судан гибридінің генотиптерінің фазааралық себу-масақтану кезеңінің ұзақтығы және вегетациялық кезеңі, күндері

Генотиптің атауы	2021 ж		2022 ж	
	себу-масақтану	вегетациялық кезең, күндер	себу-масақтану	вегетациялық кезең, күндер
Судан шөбі				
Казахское 3	85	120	88	125
Сатурн	72	110	75	115
Зональное 6	72	120	75	125
Саратовское 1183	74	110	77	115
Юбилейная 20	72	120	75	125
Спартанка	76	110	80	115
В 51	76	110	80	115
Құмай-судан гибриді				
Мечта Поволжья	76	110	80	115
Азимут	72	110	75	115
Саркин	72	110	75	115

2021 жылы Алматы облысының сумен қамтылмаған жағдайында қант құмайының кейбір генотиптерінде ғана себу- масақтану кезеңдерінің ұзақтығы белгіленді, ол 55-88 күн аралығында, ал вегетациялық кезең 90-128 күнді құрады (кесте 4). 2022 жылы себу - масақтану кезеңінің ұзақтығы және вегетациялық кезең сәйкесінше 74-88 күн және 105-120 күн аралығында болды. Сонымен бірге, қамтамасыз етілмеген жанбырлы жағдайда репродуктивті тұқымдарға дейін (Алга, Крепыш, Саратовское 90, Силосное 88, Ставропольское 36, Флагман, Чайка, Вахшинское и Карабош) пісетін генотиптер таңдалды. Алғашқы суықтың басында қалған генотиптер түптену, масақтану және дәннің сүтті пісіп жетілу фазаларында болды.

Кесте 4 – Алматы облысының сумен қамтылмаған жағдайында қант құмайының генотиптерін себу-масақтану фазааралық кезеңінің ұзақтығы және вегетациялық кезеңі, күндері

Генотиптің атауы	2021 ж		2022 ж	
	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер
Казахстанское 16				
Казахстанское 20				
Алга	88	118	85	115
Кинельское 4	80	120		
Крепыш	60	90	74	105
Саратовское 90	55	88	74	105
Силосное 88	88	120	85	115
Ставропольское 36	88	120	74	105
Флагман	57	90	85	115
Чайка	60	90	78	108
Вахшинское	80	120	79	110
Карабош			74	105

2021 жылы сумен қамтылмаған жағдайында дәнді құмай дақылының себу - масақтану кезеңдерінің ұзақтығы 55-88 күнді, ал вегетациялық кезеңі 87-128 күнді құрағанын көрсетті, ал қалған генотиптер түптену фазасында болды.

2022 жылы қамтылмаған суарылмайтын жағдайында зерттелетін дәнді құмайдың генотиптерінің ішінен Жетысу 1, Пищевое 7, Орион, Перспективный 1, Пищевое 5, Пищевое 614, Премьера, Рось, Солнышко и Топаз генотиптерінде себу- масақтану кезеңдерінен өтті, ал себу - масақтану кезеңдерінің ұзақтығы 71-88 күн аралығында, ал вегетациялық кезең 100-128 күнді құрады (5-кесте).

Кесте 5 – Алматы облысының сумен қамтылмаған жағдайында дәнді құмайдың фазааралық себу - масақтану кезеңдерінің ұзақтығы және генотиптерінің вегетациялық кезеңі, күндер

Генотиптің атауы	2021 ж		2022 ж.	
	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер
Жетысу 1			88	128
Казахстанское 3				
КИЗ 7	88	128		
Пищевое 7			74	105
Огонек	55	85		
Орион	60	90	88	128
Перспективный 1	58	87	74	105
Пищевое 5	58	87	85	115
Пищевое 614	58	87	74	105
Премьера	58	87	82	110
Солнышко	60	90	74	105
Топаз	60	90	71	100

Сумен қамтамасыз етілмеген жауын-шашын жағдайында судан шөбі мен құмай-судан гибридін зерттелген барлық генотиптері репродуктивті тұқымдарға дейін жетілді (1 - сурет).



Сурет 1 – Алматы облысының суарылатын жер телімі жағдайындағы құмай дақылдары егістігінің жалпы түрі

Сонымен қатар, 2021 жылы себу - масақтану кезеңдерінің ұзақтығы 55-58 күнді, ал вегетациялық кезеңі 80-88 күн болса, 2022 жылы сәйкесінше 74-82 және 105-110 күндерді құрады (кесте 6). Сонымен қатар 2022 жылы тек Казахстанское 3 судан шөбі генотипі тұқымға дейін пісіп жетілмеді.

Кесте 6 – Алматы облысының сумен қамтылмаған жағдайында Судан шөбі мен құмай-судан буданы генотиптерінің фазааралық себу-масақтану кезеңдерінің ұзақтығы және вегетациялық кезеңі, күндері

Генотиптің атауы	2021 ж.		2022 ж.	
	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер	себу- масақтану	вегетациялық кезең, күндер
Судан шөбі				
Казахстанское 3	58	88		
Сатурн	58	88	82	112
Зональное 6	58	88	74	105
Саратовское 1183	58	88	74	105
Юбилейная 20	58	88	82	112
Спартанка	58	88	74	105
В 51	58	88	74	105
Құмай-судан гибриді				
Мечта Поволжья	55	80	74	105
Азимут	58	88	80	110
Саркин	58	88	80	110
Болдинский	58	88	80	110

Алматы облысының сумен қамтамасыз етілмеген жер телімі жағдайында құмай дақылының зерттелетін 41 генотипі ішіндегі қант құмайы генотиптерінің көпшілігі түптену фазасында, ал қант құмайының кейбір генотиптері Чайка, Флагман, Саратовское 90, Кинельское 4, Силосное 88 және Крепыш алғашқы аязға дейін дәннің балауызданып толық пісетін кезеңінде екені анықталды.

Қорытынды

Қазақстанның Алматы облысы аумағында экологиялық сорт сынау және қоржинаушы технологиясымен өсірілген құрғаққа төзімді, жоғары өнімді құмай дақылдары бойынша алынған эксперименттік материалдарың біріктірілуі жөнінде төмендегідей қорытынды шығаруға болады:

1. Алматы облысы жағдайында өсірілген құмай дақылдарының өніп-өсуінің фенологиялық кезеңдері бойынша – қантты құмай үлгілерінің көбі орташа ерте пісетін, дәндік құмай, судан шөбі және құмай судан будандары ерте пісетін, ал генқорының көбі кеш пісетін генотиптерді құрады.

2. Қазақстанның Алматы облысы аумағында жүргізілген (онтүстік-шығыс) экологиялық сортсынау үшін құмай дақылының 41 генотипі оның ішінде қант құмайының 15 генотипі, дәнді құмайдың 15 генотипі, судан шөбінің 7 генотипі, құмай-судан гибридінiң 4 генотипі жағдайында құмай дақылдарын экологиялық сорттық сынау бойынша тәжірибелер жасалып, зерттелді.

Алғыс: 267-ші ғылыми-техникалық бағдарлама аясында «Өңірлердің ерекшеліктерін ескере отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру, органикалық ауыл шаруашылығын басқару технологиясын дамыту, цифрландыру және экспорттау» бағдарламасы бойынша «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы бойынша жүзеге асырылып жатқан осы ғылыми жұмыстарды құруға үлес қосқан «ҚазЕжӨҒЗИ» ЖШС-не алғысымды білдіремін.

Әдебиеттер тізімі

1. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Семин Д. С. Адаптивная способность сортов сахарного сорго // Оро шаемое земледелие. 2021. № 2 (33). С. 40–43. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-4

2. Ghonaim, M. M., Mohamed, H. I., Omran, A. A. (2021). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) salt stress tolerance using physiological parameters and retrotransposon-based markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(1), 227–242. DOI 10.1007/s10722-020-00981-w.

3. Mohamed, H.I., Ashry, N. A., Ghonaim, M. M. (2019). Physiological and biochemical effects of heat shock stress and determination of molecular markers related to heat tolerance in maize hybrids. *Gesunde Pflanzen*, 71(3), 213222. DOI 10.1007/s10343-019-00467-5.

4. Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Ю.П. Дорогова. Изучение влияния гидротермических условий на продуктивность коллекционных образцов ярового рапса в условиях сухостепной зоны акмолинской области. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. № 2(106) 2025.* С. 141-155. <https://doi.org/10.37884/2-2025/14>

5. Ескова В.С., Гусев В.В., Халикова М.М., Эленбергер Р.А., Бахарева Н.В., Храмов А.В., Набабкина К.А. Оценка урожайности и параметров адаптивности сахарного и травянистого сорго в зоне засушливой черноземной степи Поволжья // *Зернобобовые и крупяные культуры.* – 2023. – № 3 (47). – С. 102-107. DOI:10. 24412/2309-348X- 2023-3-102-107

6. Puoane, T. R., Swaminathan, S., Dehghan, M. (2021). Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in prospective urban and rural epidemiology study: Prospective cohort study. *BMJ*, 372, m4948. DOI 10.1136/bmj.m4948.

7. Li, S., Cheng, C. S., Zhang, C., Tang, G. Y., Tan, H. Y. et al. (2021). Edible and herbal plants for the prevention and management of COVID-19. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 656103. DOI 10.3389/fphar.2021.656103.

8. Puoane, T. R., Swaminathan, S., Dehghan, M. (2021). Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in prospective urban and rural epidemiology study: Prospective cohort study. *BMJ*, 372, m4948. DOI 10.1136/bmj.m4948.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга, 2011. 352 с.

10. Коберницкий, В. ., Коберницкая, Т. ., Волобаева, В. ., & Музыка, О. . (2023). Сравнительная оценка коллекционных образцов сорго при возделывании в условиях Севера Казахстана. *Izdenister Natigeler*, (3 (99), 197–209. <https://doi.org/10.37884/3-2023/21>

References

1. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Semin D. S. Adaptivnaya sposobnost' sortov saharnogo sorго // Оро шаемое земледелие. 2021. № 2 (33). С. 40–43. DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-4

2.Ghonaim, M. M., Mohamed, H. I., Omran, A. A. (2021). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) salt stress tolerance using physiological parameters and retrotransposon-based markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(1), 227–242. DOI 10.1007/s10722-020-00981-w.

3.Mohamed, H.I., Ashry, N. A., Ghonaim, M. M. (2019). Physiological and biochemical effects of heat shock stress and determination of molecular markers related to heat tolerance in maize hybrids. *Gesunde Pflanzen*, 71(3), 213222. DOI 10.1007/s10343-019-00467-5.

4. E.A. Ten, I.P. Oshergina, Yu.P.Dorogova. Izuchenie vliyaniya gidrotermicheskikh uslovij na produktivnost' kollekcionnyh obrazcov yarovogo rapsa v usloviyah suhostepnoj zony akmolinskoj oblasti. *Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty*. № 2(106) 2025. Str 141-155. <https://doi.org/10.37884/2-2025/14>

5. Eskova V.S., Gusev V.V., Halikova M.M., Elenberger R.A., Bahareva N.V., Hramov A.V., Nababkina K.A. Ocenka urozhajnosti i parametrov adaptivnosti saharnogo i travyanistogo sorgo v zone zasushlivoj chernozemnoj stepi Povolzh'ya // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. – 2023. – № 3 (47). – S. 102-107. DOI:10. 24412/2309-348H- 2023-3-102-107

6. Puoane, T. R., Swaminathan, S., Dehghan, M. (2021). Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in prospective urban and rural epidemiology study: Prospective cohort study. *BMJ*, 372, m4948. DOI 10.1136/bmj.m4948.

7.Li, S., Cheng, C. S., Zhang, C., Tang, G. Y., Tan, H. Y. et al. (2021). Edible and herbal plants for the prevention and management of COVID-19. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 656103. DOI 10.3389/fphar.2021.656103.

8. Puoane, T. R., Swaminathan, S., Dehghan, M. (2021). Associations of cereal grains intake with cardiovascular disease and mortality across 21 countries in prospective urban and rural epidemiology study: Prospective cohort study. *BMJ*, 372, m4948. DOI 10.1136/bmj.m4948.

9. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledo vanij). Moskva: Kniga, 2011. 352 s.

10. Kobernickij , V. ., Kobernickaya , T. ., Volobaeva , V. ., & Muzyka , O. . (2023). Sravnitel'naya ocenka kollekcionnyh obrazcov sorgo pri vozdeleyvanii v usloviyah Severa Kazakhstana. *Izdenister Natigeler*, (3 (99), 197–209. <https://doi.org/10.37884/3-2023/21>

Н.К.Нокербекова^{1*}, Ш.А.Муздыбаева¹, Г.Ж.Турсбекова¹, Д.Д.Рыскелды¹

¹ТОО «Международный инженерно-технологический университет», г. Алматы, Казахстан, pnazik@mail.ru, janeka_2014@mail.ru, sharbanu1958@mail.ru, tursbekova07@mail.ru, Ryskeldi.din@mail.ru

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР В ЮГО–ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация

С изменением природно-климатических, экономических и социально-демографических условий в разных регионах мира, общим фоном будет нарастание влияния неблагоприятных факторов, связанных с глобальным изменением климата, таких как повышение температуры, сокращение водообеспеченности, засуха, деградация земель, увеличение использования продуктов растениеводства на нужды животноводства. Вне всякого сомнения, что преодоление этих негативных факторов и устойчивое развитие экономики, как в Казахстане, так и в мировом масштабе, в решающей степени зависят от инновационных технологий, диверсификации агропромышленного комплекса и развития научной сферы. Основная новизна исследовательской работы в Казахстане будут привлечены генетические ресурсы сорговых культур из мирового генофонда и будут оценены по важнейшим биологическим и хозяйственно-ценным признакам. Будут внедрены современные ресурсосберегающие технологии возделывания сорговых культур, основанных на методах прямого посева. По результатам исследований фенологические наблюдения за ростом и развитием генотипов сорговых культур в условиях Алматинской области показали, что большинство образцов

коллекции сахарного сорго составили среднеранние генотипы, у зернового сорго, суданской травы и сорго-суданкового гибрида – ранняя, а в других регионах часть коллекции среднеранние, а большинство генотипов – поздняя.

Заложены опыты по экологическому сортоиспытания сорговых культур в условиях Алматинской (орошение и богара) области испытывались 36 генотипов.

Ключевые слова: биомасса, вегетация, переплетение, сахарное сорго, суданская трава, питомник, вегетационный период

N.K.Nokerbekova^{1*}, Sh.A.Muzdybaeva¹, G. Zh.Tursbekova¹, D.D.Ryskeldi¹

¹LLP "International University of Engineering and Technology", Almaty, Kazakhstan,
nnazik@mail.ru, janeka_2014@mail.ru, sharbanu1958@mail.ru, tursbekova07@mail.ru,
Ryskeldi.din@mail.ru

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS DURING ECOLOGICAL VARIETY TESTING AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR CULTIVATING SORGHUM CROPS IN THE SOUTHEASTERN REGION OF KAZAKHSTAN

Abstract

With changes in climatic, economic, and socio-demographic conditions in different regions of the world, the general background will be the increasing influence of adverse factors related to global climate change, such as rising temperatures, reduced water availability, drought, land degradation, increased use of crop products for animal husbandry. There is no doubt that overcoming these negative factors and achieving sustainable economic development, both in Kazakhstan and globally, depends crucially on innovative technologies, diversification of the agro-industrial complex, and the development of the scientific sector. The main novelty of the research work in Kazakhstan will involve the use of genetic resources from the global gene pool for sorghum crops, which will be evaluated based on their important biological and economic characteristics. Modern resource-saving technologies for cultivating sorghum crops based on direct seeding methods will also be introduced. According to the results of the research, phenological observations of the growth and development of sorghum crop genotypes in the Almaty region showed that most of the sugar sorghum collection samples were medium-early genotypes, while the grain sorghum, Sudan grass, and sorghum-sudangrass hybrid samples were early genotypes. In other regions, some of the collection samples were medium-early genotypes, while most of the genotypes were late.

36 genotypes were tested in the ecological variety testing of sorghum crops in the Almaty region (irrigated and rainfed).

Keywords: biomass, vegetation, interlocking, sugar sorghum, Sudan grass, nursery, vegetation period

Авторлардың қосқан үлесі:

Нокербекова Назым Кыдырханқызы* -далалық зерттеулерге тәжірибе жинауға қатысты. Барлық эксперименттік деректерді өңдеуді, нәтижелерді түсіндіруді және тұжырымдарды тұжырымдауды жүзеге асырды. Сонымен қатар, автор ғылыми мақаланың уақтылы дайындалуын қамтамасыз етті, оның ғылыми редакциясын жүргізді және оны жариялауға рәсімдеді.

Муздыбаева Шарбану Ақказықызы - экспериментті жоспарлауға, Оңтүстік-Шығыс Қазақстан жағдайында отандық және шетелдік селекциядан шыққан гибридтерді сынауды үйлестіруге, алынған нәтижелерді талқылауға және деректерді ғылыми түсіндіруге қатысты.

Турсбекова Галия Жанмолданқызы -Автор алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығының негіздемесін қамтамасыз етті, алынған деректерді кешенді талдауға қатысты, зертханалық зерттеулерді ұйымдастыруға және бақылауға қатысты.

Рыскелді Дина Дәулетқызы - Автор компьютерге арналған Statistika v. 6.0 және Microsoft Excel 2013 бағдарламалар пакетін қолдана отырып далалық деректерді өңдеуге атсалысты.

Кошмагамбетова М. Ж, Мендыгулова Л.Х., Нусупова А.О., Сейтмуратов Б.Ж.*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодородия»,
региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, k.meruert91@mail.ru,
mendygulova.leyla76@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, b.seytmuratov@mail.ru*

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ В ПИТОМНИКЕ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ

Аннотация

В статье приведены результаты конкурсного сортоиспытания семи образцов белокочанной капусты, полученных в процессе селекции, в сравнении со стандартным сортом Неженка. Исследования проводились в условиях открытого грунта с применением трёхкратной повторности. Оценка образцов осуществлялась по ряду морфологических, хозяйственно-ценных и товарных признаков. Анализ показал, что образцы Кб 00-06 и Кб 00-02 продемонстрировали наилучшие результаты по урожайности (48,4 и 47,8 т/га соответственно), что значительно превышает урожайность стандартного сорта (38,4 т/га). Кроме того, эти образцы отличались высокой плотностью кочанов, а также высокими вкусовыми качествами, что подтвердилось их оценкой в 5 баллов. По выходу товарной продукции образцы Кб 00-06 и Кб 00-02 также превзошли стандарт: 85,9% и 82,7% соответственно. В ходе исследования были выявлены также другие положительные характеристики этих сортов, такие как высокая устойчивость к болезням и минимальные потери по качеству. Результаты подтверждают, что данные образцы могут быть рекомендованы для дальнейшего селекционного использования и подчеркивает важность комплексной оценки различных агрономических и товарных признаков при выборе образцов для выведения новых сортов капусты.

Цель исследования - выявление перспективных образцов белокочанной капусты по комплексу морфологических, хозяйственно-ценных и товарных признаков в условиях открытого грунта.

Задачей является селекция сортов среднеспелой и позднеспелой группы, предназначенных как для переработки, так и для длительного хранения. При этом выбор сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона, играет решающую роль в обеспечении стабильного и высокого урожая товарной продукции.

Ключевые слова: белокочанная капуста, сортоиспытание, урожайность, товарная продукция, селекция.

Введение

Белокочанная капуста занимает важное место среди овощных культур благодаря высоким хозяйственным показателям - стабильной урожайности, разнообразию форм по продолжительности вегетационного периода и способности переносить пониженные температуры [1].

Популярность белокочанной капусты обусловлена её универсальностью в пищевом использовании и высокой урожайностью. Эффективность выращивания культуры во многом определяется правильным выбором сорта, от которого зависят сроки созревания, масса кочана и его биохимические характеристики, напрямую влияющие на пригодность к переработке и хранению [2].

Капуста находится рядом с обоснованным полезным свойством, среди особого внимания которого следует отметить его способность влиять на регуляцию уровня глюкозы в

крови. Уух-Нарваез Дж.Дж. и др. (2021) в своей работе, опубликованной в Journal of Food Science (на Wiley), рассматривают капусту (*Brassica oleracea* var. *capitata*) как продукт, обладающий такими функциональными свойствами, в частности, в двадцатых годах её роли в поддержании нормального уровня сахара в крови [3].

На мировой арене капуста относится к числу ключевых овощных культур. Согласно данным ФАО, ежегодно она возделывается на площади около 2,4 млн гектаров, при этом общий объём производства превышает 71,4 млн тонн, а средняя урожайность достигает 29,2 т/га [4].

В Казахстане белокочанная капуста занимает одно из ведущих мест среди овощных культур как по площади возделывания (около 20 тыс. га), так и по объёму производства (500–550 тыс. тонн ежегодно). В настоящее время ассортимент включает широкий спектр сортов и гибридов. Согласно Государственному реестру селекционных достижений, рекомендованных к использованию в Республике Казахстан на 2023 год, зарегистрировано 88 сортов и гибридов белокочанной капусты, из которых три - Надюша, Неженка и Бэлла - являются сортами отечественной селекции и рекомендованы для выращивания в Алматинской области [5].

Одним из приоритетных направлений современного овощеводства является расширение производства ценных овощных культур и внедрение в хозяйства новых высокоурожайных сортов. [6].

Для удовлетворения пищевых потребностей населения увеличение производства капусты может одновременно улучшить экономику страны и повысить уровень питания. С внедрением наиболее подходящих зарубежных сортов появляется значительный потенциал для увеличения производства капусты. Поэтому оценка сортов должна предшествовать рекомендациям для фермеров о том, какие сорта капусты лучше всего выращивать. В связи с этим было проведено исследование по внедрению новых сортов капусты для повышения урожайности в условиях юго-востока Казахстана. Подобные исследования проводились и в других странах, например, в Бангладеш, где изучались морфофизиологические и биохимические характеристики интродуцированных сортов капусты (Zahid et al., 2024) [7].

Правильно выбранный исходный материал с высоким адаптивным потенциалом растений играет ключевую роль в создании эффективных сортов, устойчивых к одному или нескольким патогенам. Однако важно учитывать, что со временем такие сорта могут терять свою устойчивость из-за появления новых форм патогенов, способных преодолевать их иммунитет. Это подчеркивает необходимость разработки новых сортов и гибридов с улучшенными хозяйственными характеристиками и высокой болезнеустойчивостью. Особенно актуален поиск доноров устойчивости для создания новых болезнеустойчивых сортов и гибридов [8].

Одним из ключевых направлений развития современного овощеводства является увеличение производства ценных овощных культур и внедрение новых высокопродуктивных сортов. Эти культуры, обладая высокой питательной ценностью, играют важную роль в обеспечении здорового питания населения [9].

Сегодня существует широкий ассортимент сортов и гибридов капусты. Сорта капусты могут по-разному реагировать на изменения условий выращивания, поэтому те, которые разработаны для конкретных климатических условий, играют ключевую роль в достижении высоких урожаев [10].

Материалы и методы

Научные исследования проводились на опытно-производственной базе регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахского НИИ плодовоовощеводства», по следующим методическим указаниям и рекомендациям:

Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству капустных культур. -Москва.2007 [11].

Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве /Под ред. В.Ф.Белика.- М., 1992.- 319 с [12].

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М., 1985. -372 с [13].

Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству капустных культур. - М.: ВНИИССОК, 2007. - 280 с [14].

Бондарева Л. Л. и др. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. – 2018 [15].

Объект исследований: капуста белокочанная.

Результаты и их обсуждение

В 2024 году в питомнике конкурсного сортоиспытания было проведено комплексное изучение семи образцов белокочанной капусты с целью оценки их морфологических и хозяйственно-ценных признаков в сравнении с эталонным сортом «Неженка». Посев семян для получения рассады выполнен 23 апреля, а высадка рассады в открытый грунт осуществлена 1 июня, что соответствует оптимальным агротехническим срокам для данного региона.

Перед посевом проведена предпосевная обработка семян капусты защитно-стимулирующими препаратами. Согласно многочисленным исследованиям, предпосевная обработка семян капусты различными защитно-стимулирующими препаратами способствует снижению пораженности растений основными болезнями в рассадный период [16].

Агротехнические мероприятия проводились традиционным ручным способом, включающим поливы по потребности, трехкратное рыхление почвы, однократную защиту рассады от вредителей (чешуекрылые, капустная тля) с использованием рекомендованных инсектицидов, а также двукратное удаление сорняков. Высадка рассады в грунт проводилась при возрасте растений 35-40 суток с наличием четырех сформированных настоящих листьев, что является критерием физиологической зрелости для успешного укоренения (рисунок 1,2).



Рисунок 1 – Рассада капусты для высадки в открытый грунт

Учётная делянка имела площадь 21 м², организована с трехкратной повторностью для обеспечения достоверности данных. Размещение растений осуществлялось в двухрядных грядках, с плотностью 15-20 растений на грядку и 35-40 растений на одну повторность. Площадь питания одного растения составляла 70 × 60 см, что соответствует оптимальным нормам агротехники для белокочанной капусты.

Проведённое морфологическое описание и анализ хозяйственно-ценных признаков позволили выявить значимые различия между исследуемыми образцами и стандартным сортом, что имеет важное значение для дальнейшей селекционной работы (рисунок 3).

Во время уборки была проведена оценка сортов в сравнении со стандартным сортом Неженка по основным параметрам (таблица 1).

Таблица 1 – Хозяйственно-ценные признаки образцов питомника конкурсного сортоиспытания

Образцы	Сроки созревания	Средняя масса кочана, кг	Плотность кочана, балл	Вкус, балл
Кб 00-01	Среднепоздний	3,0	4,5	4,5
Кб 00-02	Поздний	3,7	5,0	5,0
Кб 00-03	Среднепоздний	2,6	4,5	4,5
Кб 00-04	Поздний	2,6	4,5	4,0
Кб 00-05	Поздний	3,5	4,5	5,0
Кб 00-06	Поздний	4,0	5,0	5,0
Кб 00-07	Поздний	3,3	4,5	4,5
Неженка (st)	Поздний	3,3	4,5	5,0

По срокам созревания все исследуемые образцы относятся преимущественно к категории позднеспелых и средне позднеспелых сортов. Среднеспелые сорта характеризовались более ранним периодом созревания, что может быть важным для получения урожая в ограниченные сроки.

Средняя масса кочана варьировалась от 2,6 до 4,0 кг. Максимальные значения массы кочана наблюдались у образца Кб 00-06 (4,0 кг), что свидетельствует о его высокой продуктивности и потенциале формирования крупных плодов. Минимальные показатели массы кочана были у Кб 00-03 и Кб 00-04 (2,6 кг), что указывает на необходимость дополнительного улучшения селекционной работы для повышения продуктивности этих образцов.



Рисунок 2 – Опытные деланки образцов белокочанной капусты

Вкусовые качества, также оцененные по пятибалльной шкале, показали, что большинство образцов имеют высокие оценки (4,0–5,0 баллов), что говорит об удовлетворительном уровне органолептических свойств. Образец Кб 00-04 получил несколько более низкую оценку по вкусу (4,0 балла), что может свидетельствовать о необходимости дополнительной селекционной работы для улучшения вкусовых характеристик.

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует наличие перспективных сортовых образцов с высокими показателями продуктивности, качества и товарных свойств. Особое внимание следует уделить образцам с максимальной массой и плотностью кочана, которые

имеют потенциал для дальнейшего использования в селекции и расширения ассортимента белокочанной капусты.

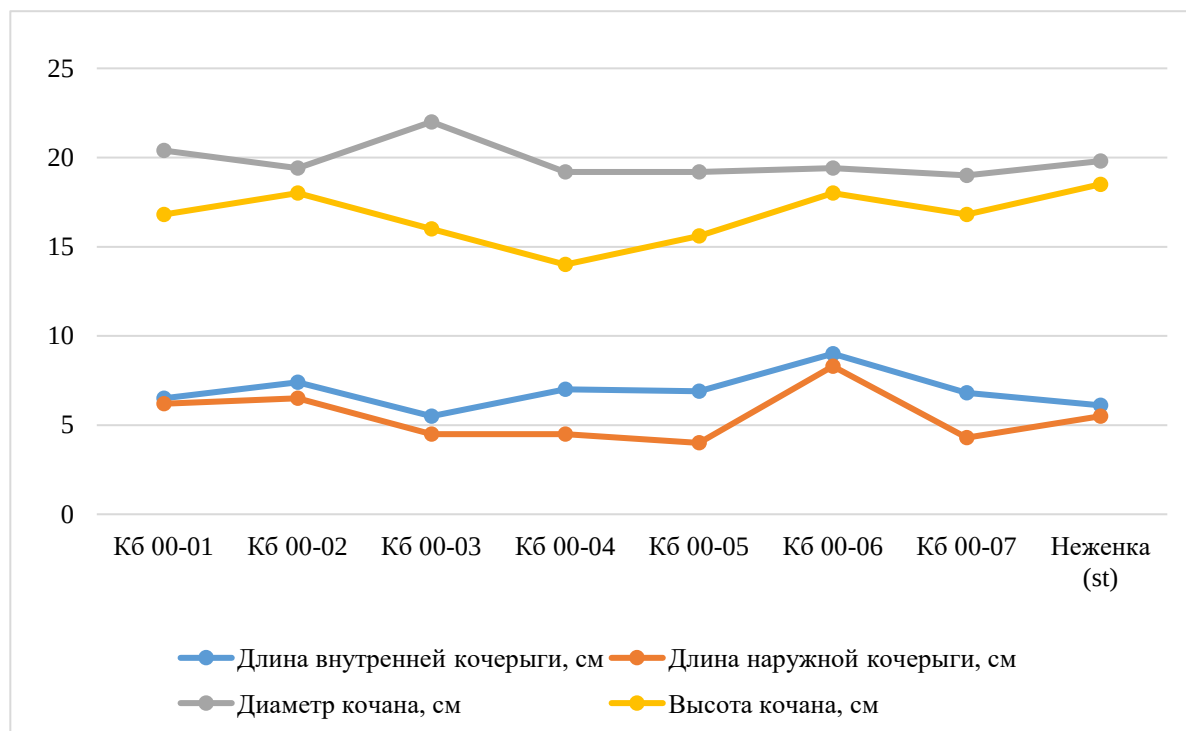


Рисунок 3 – Характеристика образцов капусты белокочанной питомника конкурсного сортоиспытания

Средняя длина внутренней кочерыги колебалась от 5,5-9,0 см. Наиболее короткие у образцов – Кб 00-03, Неженка (стандарт) и Кб 00-01. Среди сортов наименьшая высота наружных кочерыг была у образца Кб 00-05, самые длинные кочерыги были у образца Кб 00-06.

Анализ показателей урожайности представлен в таблице 2. Согласно полученным данным, между изучаемыми сортовыми образцами наблюдались существенные различия по валовому сбору и продуктивности. Наиболее высокую урожайность показали образцы **Кб 00-06** (48,4 т/га) и **Кб 00-02** (47,8 т/га), что значительно превышает результат стандартного сорта **Неженка** (38,4 т/га). Это свидетельствует о высокой продуктивности данных образцов в условиях данного региона и подтверждает их потенциал для дальнейшего селекционного и производственного использования.

Таблица 2 – Урожайность образцов капусты белокочанной на питомнике конкурсного сортоиспытания

Образцы	Площадь, м ²	Валовый сбор, кг	Урожайность, т/га
Кб 00-01	19	72,4	38,1
Кб 00-02	19	91,0	47,8
Кб 00-03	19	68,0	35,7
Кб 00-04	19	74,7	39,3
Кб 00-05	19	80,3	42,2
Кб 00-06	19	92,0	48,4
Кб 00-07	19	76,4	40,2
Неженка (st)	19	73,0	38,4

В ходе исследования проведена оценка валового сбора и урожайности семи сортовых образцов белокочанной капусты, а также стандартного сорта Неженка. Площадь опытных

делянок для каждого образца составила 19 м², что позволило получить сопоставимые данные для объективного анализа продуктивности.

Валовый сбор варьировался в диапазоне от 68,0 кг (Кб 00-03) до 92,0 кг (Кб 00-06), что свидетельствует о значительных различиях в продуктивности сортов. Максимальный валовый сбор был зафиксирован у сорта Кб 00-06, который превзошёл стандарт по этому показателю, а минимальные значения - у Кб 00-03, что указывает на потенциал для селекционной работы по повышению урожайности данного образца.

Урожайность находилась в пределах от 35,7 т/га (Кб 00-03) до 48,4 т/га (Кб 00-06). Высокие показатели урожайности сорта Кб 00-06 делают его перспективным для выведения нового сорта в соответствующих агроклиматических условиях. Урожайность стандартного сорта Неженка составила 38,4 т/га, что говорит о том, что ряд исследуемых образцов превосходят данный сорт по продуктивности.

Полученные данные подтверждают значительный потенциал сортов Кб 00-02 и Кб 00-06 для дальнейшего использования в селекционной практике, благодаря их высокой урожайности и валовому сбору. Результаты также демонстрируют необходимость дальнейшего изучения факторов, влияющих на урожайность, для оптимизации агротехнических мероприятий и повышения продуктивности менее продуктивных образцов.



Рисунок 4 – Морфологическая оценка образцов белокочанной капусты в питомнике конкурсного сортоиспытания

Хозяйственная годность сортовых образцов белокочанной капусты представлена в таблице 3. Анализ результатов показал различия в выходе товарной продукции и количестве нетоварных кочанов, таких как недогоны, цветух, поражённые болезнями, треснувшие и уродливые.

Таблица 3 – Оценка хозяйственной годности белокочанной капусты в питомнике конкурсного сортоиспытания

Сортообразцы	Показатели	Всего	Товарных	Недогонов	Цветух	Больных	Треснувших	Уродливых
Кб 00-01	шт.	119	94	11	1	6	-	7
	%	100	78,9	9,2	0,8	5,0	-	5,8
Кб 00-02	шт.	122	101	9	-	5	-	7
	%	100	82,7	7,3	-	4,0	-	5,7
Кб 00-03	шт.	117	90	14	-	7	-	6
	%	100	76,9	11,9	-	5,9	-	5,1
Кб 00-04	шт.	127	92	11	3	9	-	12
	%	100	72,4	8,6	2,3	7,0	-	9,4
Кб 00-05	шт.	111	84	9	2	9	-	7
	%	100	75,6	8,1	1,8	8,1	-	6,3
Кб 00-06	шт.	121	104	6	-	4	-	7
	%	100	85,9	4,9	-	3,3	-	5,7
Кб 00-07	шт.	114	79	14	2	9	-	10
	%	100	69,2	12,2	1,7	7,8	-	8,7
Неженка (st)	шт.	118	86	11	2	8	-	11
	%	100	72,8	9,3	1,6	6,7	-	9,3

Из приведённых данных видно, что наибольшее число растений с товарными кочанами отмечено по образцам Кб 00-01 (78,9%), Кб 00-02 (82,7%) и Кб 00-06 (85,9%) по сравнению со стандартом сортом Неженка (72,8%). Соответственно по ним меньше было недогонов. Во всех образцах не отмечены треснувшие кочаны. Цветух отмечено по 5 образцам в небольшом количестве. **Кб 00-06** лидирует по совокупности показателей: высокая товарность (85,9%), низкие потери по всем качественным дефектам. Это подтверждает его перспективность как селекционного материала. **Кб 00-02** также показывает высокий процент товарной продукции (82,7%) и низкие потери, что делает его вторым по предпочтительности. Образцы **Кб 00-04**, **Кб 00-07** и стандартный сорт **Неженка** характеризуются более высоким уровнем нетоварной продукции, особенно по признакам болезней, уродливости и недогона, что снижает их производственную ценность.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительной вариабельности сортов по качественным характеристикам урожая. Сорт Кб 00-06 выделяется как наиболее перспективный по совокупности показателей товарности, что делает его предпочтительным для дальнейшего использования в селекции.

Выводы

По результатам проведенных исследований в условиях питомника конкурсного сортоиспытания регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства» установлена высокая степень варьирования морфолого-хозяйственных признаков у образцов белокочанной капусты. Это свидетельствует о широком генетическом разнообразии исследуемого материала и потенциале для последующего селекционного использования.

Выделены образцы Кб 00-02, Кб 00-05 и Кб 00-06, отличающиеся наивысшей урожайностью - 42,2 т/га, 47,8 т/га и 48,4 т/га соответственно, что превышает контрольный сорт *Неженка* (38,4 т/га). Указанные образцы характеризуются компактной розеткой листьев, укороченной или средней по длине кочерыгой, высокой плотностью кочана и высоким уровнем товарности (93,1–95,4%).

Таким образом, данные образцы представляют интерес как перспективные источники хозяйственно ценных признаков и могут быть рекомендованы для дальнейших селекционных исследований, в том числе в качестве исходного материала при создании высокопродуктивных сортов и гибридов белокочанной капусты, адаптированных к агроклиматическим условиям юго-восточного региона Казахстана.

Благодарность. Статья написана в рамках программы ПЦФ МСХ РК BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» на 2024-2026 гг.

Список источников

1. Лизгунова, Т.В. Культурная флора СССР. Т. XI. Капуста. Л.: Колос. 1984. – 328 с.
2. Чернышева Н.Н. Перспективный по хозяйственно ценным признакам селекционный материал капусты белокочанной / Материалы междунар. научно-практ. конф. «Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке». - М., 2000. Т. II. - С.327-329
3. Uuh-Narvaez J. J., Pérez-Ramírez I. F., Salazar-García M., Ramírez-Moreno E., Wall-Medrano A. Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*): A food with functional properties in glucose regulation // *Journal of Food Science*. – 2021. – Wiley. – DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15543>
4. Пушкарев В. Г., Котов В. А. Урожайность капусты белокочанной при использовании гербицидов // *The Scientific Heritage*. 2021. №58-1.
5. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. *Ресми бюллетень – Официальный бюллетень*. Раздел I. Перечень сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, вносимых в Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан на 2023 год. Астана, 2023.
6. Мамонов, В. Ю. Опыт применения биопрепаратов на капусте белокочанной / В. Ю. Мамонов // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург - Пушкин, 16–18 марта 2022 года / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 127-130.
7. Zahid, Z. H., Hoshain, S., Abuyusuf, M. D., Rahman, J. R., Rubel, M. H., Ahmed, R. Morphophysiological and biochemical characterization of the exotic cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) varieties in Bangladesh // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2024. – Vol. 56, No. 2. – P. 591–603. – DOI: <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.2.12>.
8. Маслова А. А., Ушаков А. А., Бондарева Л. Л. Исходный материал для селекции капусты белокочанной с устойчивостью к болезням // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2014. – №. 45. – С. 399-405.
9. Мамонов, В. Ю. Опыт применения биопрепаратов на капусте белокочанной / В. Ю. Мамонов // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург - Пушкин, 16–18 марта 2022 года / Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2022. – С. 127-130.
10. Чернышева Н.Н., Кашнова Е.В. Современные аспекты селекции капусты белокочанной на Алтае / Современные аспекты развития плодоводства, овощеводства и лесного хозяйства Западной Сибири / Материалы научно-практ. конф. - Барнаул. 2005. - С.207-213
11. Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству капустных культур. -Москва.2007
12. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве /Под ред. В.Ф.Белика.- М., 1992.- 319 с
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М., 1985. -372 с
14. Методические указания и рекомендации по селекции и семеноводству капустных культур. - М.: ВНИИССОК, 2007. - 280 с
15. Бондарева Л. Л. и др. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. – 2018

16. Губашева Л. Т., Копжасаров Б., Есжанов Т., Айтбаева Б. У. Оценка различных защитно-стимулирующих составов для оздоровления семян и рассады капусты // *Izdenister – Natigeler*. - 2022. - № 1 (93). - С. 46–52. - DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2022/06>

References

1. Lizgunova T.V. Kul'turnaya flora SSSR. T. XI. Kapusta. – L.: Kolos, 1984. – 328 s.
2. Chernysheva N.N. Perspektivnyy selektsionnyy material kapusty belokochannoy po khozyaystvenno tsennym priznakam // *Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kultur v XXI veke: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* – M., 2000. – T. II. – S. 327–329.
3. Uuh-Narvaez J.J., Pérez-Ramírez I.F., Salazar-García M., Ramírez-Moreno E., Wall-Medrano A. Cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata): A food with functional properties in glucose regulation // *Journal of Food Science*. – 2021. – Wiley. – DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15543>.
4. Pushkarev V.G., Kotov V.A. Urozhaynost' kapusty belokochannoy pri primeneni gerbitsidov // *The Scientific Heritage*. – 2021. – № 58-1.
5. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. – M.: Ministerstvo sel'skogo khozyaystva RF, 2023.
6. Mamonov V.Yu. Opyt primeneniya biopreparatov na kapuste belokochannoy // *Intellectual'nyy potentsial molodykh uchenykh – drayver razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh i studentov, Sankt-Peterburg – Pushkin, 16–18 marta 2022 g.* – SPb.: SPbGAU, 2022. – Ch. I. – S. 127–130.
7. Zahid Z.H., Hoshain S., Abuyusuf M.D., Rahman J.R., Rubel M.H., Ahmed R. Morphophysiological and biochemical characterization of the exotic cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.) varieties in Bangladesh // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2024. – Vol. 56, № 2. – P. 591–603. – DOI: <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.2.12>.
8. Maslova A.A., Ushakov A.A., Bondareva L.L. Iskhodnyy material dlya selektsii kapusty belokochannoy, ustoychivoy k boleznyam // *Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kultur*. – 2014. – № 45. – S. 399–405.
9. Mamonov V.Yu. Opyt primeneniya biopreparatov na kapuste belokochannoy // *Intellectual'nyy potentsial molodykh uchenykh – drayver razvitiya APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh i studentov, Sankt-Peterburg – Pushkin, 16–18 marta 2022 g.* – SPb.: SPbGAU, 2022. – Ch. I. – S. 127–130.
10. Chernysheva N.N., Kashnova E.V. Sovremennye aspekty selektsii kapusty belokochannoy v Altayskom krae // *Sovremennye aspekty razvitiya plodovodstva, ovoshchevodstva i lesnogo khozyaystva v Zapadnoy Sibiri: materialy nauch.-prakt. konf.* – Barnaul, 2005. – S. 207–213.
11. Rekomendatsii i ukazaniya po selektsii i semenovodstvu kapustnykh kultur. – M., 2007.
12. Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve / pod red. V.F. Belika. – M., 1992. – 319 s.
13. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1985. – 372 s.
14. Rekomendatsii i ukazaniya po selektsii i semenovodstvu kapustnykh kultur. – M.: VNIISOK, 2007. – 280 s.
15. Bondareva L.L. i dr. Metodicheskie ukazaniya po sortoispytaniyu ovoshchnykh i bakhchevykh kultur. – 2018.
16. Gubasheva L.T., Kopzhasarov B., Eszhanov T., Aytbaeva B.U. Otsenka razlichnykh zashchitno-stimuliruyushchikh kompozitsiy dlya ozdorovleniya semyan i rassady kapusty // *Izdenister – Natigeler (Issledovaniya – Rezul'taty)*. – 2022. – № 1 (93). – S. 46–52. – DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2022/06>.

Koshmagambetova M.Zh., Mendygulova L.Kh., Nusupova A.O., Seitmuratov B.J.
LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar",
Almaty, Republic of Kazakhstan, k.meruert91@mail.ru, mendygulova.leyla76@mail.ru,
aigul.nusupova.65@mail.ru, b.seytmuratov@mail.ru

AGROBIOLOGICAL EVALUATION OF MORPHOLOGICAL AND ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF WHITE CABBAGE BREEDING SAMPLES IN THE COMPETITIVE VARIETY TRIAL NURSERY

Abstract

The article presents the results of competitive variety trials of seven white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) genotypes obtained through breeding, compared with the standard variety Nezhenska. The research was conducted under open-field conditions with a threefold replication. The evaluation of the genotypes was carried out based on a set of morphological, economically valuable, and marketable traits. The analysis showed that genotypes Kb 00-06 and Kb 00-02 demonstrated the highest yields (48.4 and 47.8 t/ha, respectively), significantly exceeding the yield of the standard variety (38.4 t/ha). Moreover, these genotypes were distinguished by high head density and excellent taste qualities, confirmed by a maximum rating of 5 points. In terms of marketable product yield, Kb 00-06 and Kb 00-02 also outperformed the standard variety, reaching 85.9% and 82.7%, respectively. The study also revealed other favorable traits of these genotypes, such as high disease resistance and minimal quality losses. The results confirm the potential of these genotypes for further breeding use and highlight the importance of a comprehensive assessment of various agronomic and marketable traits when selecting genotypes for the development of new cabbage varieties.

Keywords: white cabbage, variety trial, yield, marketable produce, breeding.

Кошмагамбетова М. Ж., Мендыгулова Л. Х., Нусупова А. О., Сейтмуратов Б.Ж.
"Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖІШС, "Қайнар"
аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, k.meruert91@mail.ru,
mendygulova.leyla76@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, b.seytmuratov@mail.ru

КОНКУРСТЫҚ СОРТСЫНАҚ КӨШЕТТІГІНДЕ АҚҚАУДАНДЫ ҚЫРЫҚҚАБАТТЫҢ СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІНІҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ШАРУАШЫЛЫҚ-ҚҰНДЫ БЕЛГІЛЕРІНЕ АГРОБИОЛОГИЯЛЫҚ БАҒА БЕРУ

Аңдатпа

Мақалада аққауданды қырыққабаттың жеті үлгісінің стандартты Неженка сортымен салыстырғандағы конкурстық сортсынақ нәтижелері келтірілген. Зерттеулер ашық танап жағдайында үш қайталаныммен жүргізілді. Үлгілер морфологиялық, шаруашылық-құндылық және тауарлық белгілер бойынша бағаланды. Талдау нәтижесінде Кб 00-06 және Кб 00-02 үлгілері ең жоғары өнімділік көрсетті – сәйкесінше 48,4 және 47,8 т/га, бұл стандартты сорттың өнімділігінен (38,4 т/га) едәуір жоғары. Сонымен қатар, бұл үлгілер қауданының тығыздығы мен дәмдік сапасының жоғары болуымен ерекшеленді, ол 5 баллдық бағамен бағаланды. Тауарлы өнім шығымдылығы бойынша да Кб 00-06 (85,9%) және Кб 00-02 (82,7%) стандартты сорттан асып түсті. Зерттеу барысында бұл сорттардың ауруларға жоғары төзімділігі сияқты басқа да жағымды қасиеттері анықталды. Алынған нәтижелер бұл үлгілерді болашақ селекциялық жұмыстарда қолдануға ұсынуға болатынын дәлелдейді және жаңа қырыққабат сорттарын шығару кезінде әртүрлі агрономиялық және тауарлық белгілерді кешенді бағалаудың маңыздылығын көрсетеді.

Кілт сөздер: ақ қауданды қырыққабат, сортсынақ, өнімділік, тауарлық өнім, селекция.

Вклад авторов:

Кошмагамбетова Меруерт Жалғасбайқызы – формальный анализ; исследование;

Мендыгулова Ляйля Хамитовна – методология;

Нусупова Айгул Орысбековна – проверка;

Сейтмуратов Бакыт Жаксылыкович - методология.

Г.А. Искакова^{*1}, А. Хасейин¹, Б.К. Тезекбаева¹, Ю.М. Ефремова^{1,2},
Г.А. Исмагулова¹, Н.П. Малахова¹.

¹М.А. Айтхожин атындағы молекулярлық биология және биохимия институты,
Алматы қ., Қазақстан, g.iskakova83@gmail, leogold24@mail.ru, bota151283@mail.ru,
i_gulnara@mail.ru, tasha_malakhova@mail.ru

²Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ.,
Қазақстан, ydyo@inbox.ru

КАРТОПТЫҢ (SOLANUM TUBEROSUM L.) САУЫҚТЫРЫЛҒАН МАТЕРИАЛЫН АЛУ ҮШІН АЭРОПОНИКАДА ӨСІРУ ЖАҒДАЙЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа

Сапалы отырғызу материалын алу мақсатында Ақсор картоп сортының 10 цисгендік линиясын, инновациялық бағыт болып табылатын аэропоника жүйесінде өсіру жағдайын оңтайландыру жұмыстары жүргізілді. Сынауықта өскен картоп регенерант-өсімдіктерін реттелетін микровентиляциясы бар, зарарсыздандырылған агробокстарда бейімдеу арқылы аэропоникаға көшу кезінде болатын күйзелісті азайтуға және өсімдіктердің тіршілік деңгейін арттыруға мүмкіндік берді. Бұл өсімдіктердің *in vitro* жағдайдан *in vivo* жағдайларына көшу кезінде жоғары тіршілігін қамтамасыз етіп, өркен мен микротүйнектердің белсенді қалыптасуына ықпал етті. Цисгенді картоп линиялары арасындағы түйнек өлшемдерінің өнімділігі мен өсуіне салыстырмалы талдау жүргізілді.

Зерттеу жұмысы барысында Ақсор картоп сортының цисгендік линияларын аэропоникада өсіру кезінде 376 дана түйнектер алынды. Оның 4,9-8,5% пайызы 30-55 мм микротүйнектер болса, ал минитүйнектер 9,6-20,3% пайызын алып жатыр. Саны жағынан ТГ33, ТГ103, ТГ85 картоп линиялары ең көп шағын түйнектер берді. Картоптың Ақсор сортын аэропоникада өсіру арқылы экологиялық таза өнім ғана алынып қоймай, тамырларға қоректік заттар мен оттегінің үздіксіз жеткізілуі арқылы өсімдіктердің жылдам өсуін қамтамасыз ету, су мен қоректік ресурс үнемделіп, климаттық жағдайларға қарамастан тұрақты өнім алуға және топыраққа тән аурулар мен зиянкестерден қорғаныс қамтамасыз етіледі.

Кілт сөздер: аэропоника, картоп, *Solanum Tuberosum* L., Ақсор, шағын түйнек, агробокс, жиналмалы кассета.

Кіріспе

Картоп (*Solanum tuberosum* L.) - маңыздылығы бойынша әлемде күріш пен бидайдан кейін үшінші орын алатын негізгі азық-түлік дақылы болып табылады [1]. БҰҰ-ның Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымының (ФАО) мәліметтері бойынша, егілген алқаптардың қысқаруына қарамастан, Еуропа мен Солтүстік Америкада түйнек өндірісі өсуде. Қазіргі уақытта картоп 150-ден астам елде 20 миллион гектардан астам аумақта өсірілсе, ал әлемдік өндіріс көлемі шамамен 359 миллион тоннаны құрайды (<https://www.fao.org>). ФАО-ның болжамдары бойынша бұл көрсеткіш 2025 жылға қарай 500 миллион тоннаға, ал 2030 жылға қарай 750 миллион тоннаға жетуі мүмкін [2].

Қазақстанда 2024 жылы картоптың жалпы түсімі 2,6 млн тоннаға жетті, бұл өткен жылмен салыстырғанда 28,7%-ға жоғары. Егістік көлемі 33% пайызға артып, 122,6 мың гектарды құрады. Дегенмен, өндіріс көлемінің ұлғаюына қарамастан, картоптың тұтыну бағасының бір жыл ішінде 57,8%-ға өсуі байқалып, өнім 4,6%-ға өсіп, 272,5 ц/га-ға жетті (<https://kz.kursiv.media>). Бұл тұрақты өнімді қамтамасыз етудің және шығындарды азайтудың негізгі факторы ретінде тұқым шаруашылығы жүйесін жаңғырту қажеттілігін көрсетеді.

Картоп тұқымын өндіру – бұл фитосанитарлық қатаң бақылауды қажет ететін, шығымы мол, еңбекті көп қажет ететін ұзақ процесс. Сонымен қатар вирустық инфекциялар егін өнімділігін 50% немесе одан да көп төмендетеді, ал қолайсыз жағдайларда егіннің толық жоғалуына әкеледі. Олармен күресуде дәстүрлі сауықтыру әдістері қолданылғанымен картоптың жоғары өнімін алуға мүмкіндік бермейді. Топырақтың фитосанитарлық жағдайы мен топырақтың азуы да шектеу болады [3–6]. Тұқым шаруашылығының маусымдылығы да жағдайды қиындатады. Картоп өнімділігінің төмендігін анықтайтын факторлардың бірі – тұқымдық материалдың сапасының төмендігі. Сондықтан, фитосанитариялық тазалықты сақтаумен қатар, картоптың жоғары репродукциялы тұқымын аэропоника жүйесінде өсіру жағдайын оңтайландыру өзекті болып табылады.

Картоптың минитүйнектерін алу бағытындағы жаңа технологиялардың бірі — аэропондық қондырғыларда өсіру әдісі. Аэропоника - бұл субстратсыз технология, яғни өсімдіктердің тамыр жүйесі ауада орналасқан және мезгіл-мезгіл қоректік ерітіндімен бүркеледі. [7, 8]. Тамырлары үнемі сұйықтықта болатын гидропоникамен салыстырғанда аэропоникада тамыр жүйесіне оттегі көбірек жетіп, бұл өсімдіктердің белсенді өсуі мен дамуына ықпал етеді, сонымен қатар алынатын материалдың сапалық және сандық сипаттамаларын жақсартады [9, 10].

Минитүйнектерді аэропоникалық қондырғының қатаң бақыланатын жағдайында өсіру, өнім алу үрдісінің бақылануын арттырумен қатар, топырақ патогендерімен байланыссыз өсімдіктерді өсіруге мүмкіндік береді және көбею айналымын жеделдетіп, өнімділікті арттырады [11]. Сонымен қатар, энергия мен суды тұтыну жағынан дәстүрлі әдістерге қарағанда үнемді болып табылады. Қазақстанның агроклиматтық жағдайларына бейімделуі сапалы көшет материалдарының қолжетімділігін арттыруға және картоп бағасының өсуін тежеуге мүмкіндік береді. Алайда, әртүрлі картоп сорттары үшін аэропондық жүйелердің параметрлерін оңтайландыру мәселелері әлі толық шешілмеген және зерттеулердің көпшілігі аз генотиптерге негізделгендіктен, ұсыныстардың әмбебаптығы төмен. Осыған байланысты, өнімділік, морфогенез және өсімдіктердің төзімділігіне баса назар аударатын, аэропондық өсірудің оңтайлы шарттарын анықтау ғылыми зерттеудің міндеті болып табылады.

Зерттеу мақсаты: Ақсор картоп сортының сауықтырылған минитүйнектерін алу үшін аэропоникада өсіру жағдайын оңтандыру.

Әдістер мен материалдар

Бастапқы материал ретінде Ақсор сорт коллекциясынан 10 цисгендік картоп линиялары алынды (1-кесте).

Кесте 1 – Ақсор сортының 10 цисгендік линиясы

№ п.п.	Атауы	Конструкция	ДНК-ендірмесі бар болуы	REM ендірмесі	VNT ендірмесі
1	ТГ1	<VNT_REM>	+	+	+
2	ТГ6	<VNT_REM>	+	+	+
3	ТГ29	>VNT_REM>	+	+	+
4	ТГ33	>VNT_REM>	+	+	-
5	ТГ61	>VNT_REM>	+	+	+
6	ТГ85	>VNT_REM>	+	+	-
7	ТГ103	>VNT_REM>	+	+	-
8	ТГ29	<VNT_REM>	+	+	+
9	ТГ27	<VNT_REM>	+	+	+
10	ТГ143	<VNT_REM>	+	+	+

Сынауықта өскен картоп регенерант-өсімдікті аэропоникада өсіру жағдайына бейімдеу үшін, бастапқы кезеңдерінде микроклиматтың оңтайлы параметрлерін қамтамасыз ететін агробокстар қолданылды. Бұл агробокстар — ішінде жинақталатын кассеталар орналасқан мөлдір, жабық пластикалық бокстар және құрамында шымтезек пен перлиттің (3:1 қатынасында) аралас субстраты бар. Өсімдіктің өсуін ынталандыру үшін агробокстарда гумин

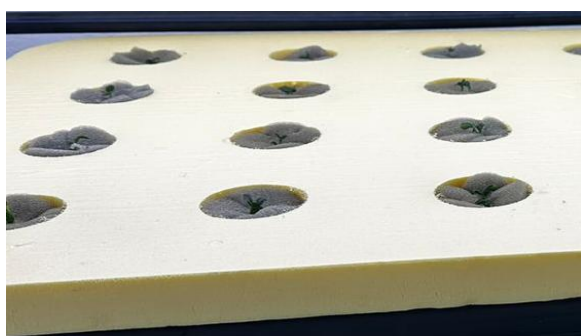
қышқылы, нано-кремний және янтарь қышқылы сияқты биологиялық белсенді заттар қолданылады (1-сурет).



Сурет 1 - Агробокс және жиналмалы кассета

Субстратқа отырғызбастан бұрын картоптың микрокесінділерін Корневин ерітіндісімен (1 г/л) өңделді. Содан кейін олар субстраты бар агробоксқа отырғызылып, пластик қақпақпен жауып, 2-3 мың люкс жарықта, 18-20°C температурада, 50% ылғалдылықта өсірілді [12].

Тәжірибелік аэропоника қондырғысын құрастыру және іске қосу. Қораптар жылыжайдың ұзындығы бойынша орналастырылады. Қораптың мөлшері пенополистирол парақтарының өлшемдеріне сәйкес — $3,0 \times 1,5$ м және $1,2 \times 2,4$ м. Пенополистиролдан жасалған қақпақтың жоғарғы бөлігінде көшеттерді бекітуге арналған тесіктер бар. Олар ПВХ кесінділерімен жабылады (2-сурет). Жүйе жұмыс істеген кезде бұрқуден қалған сұйықтық өздігінен қоректік ерітінді резервуарына қайта ағады.



А. Көшеттің ұяшықта бекітілуі



В. Ерітінді қондырғысы бар аэропоника қондырғысы

Сурет 2 – Қораптың конструкциясы

Қораптардың ішкі беті өсімдіктердің тамыр жүйесіне жарық түспеуін қамтамасыз ету үшін қара пластикпен қапталған. Қораптардың орталық жоғарғы бөлігінен диаметрі 16 мм болатын түтік өтеді. Оның бойында әр 60–65 см сайын бүріккіштер орналасқан. Бұл тамырларды біркелкі суару мүмкіндігін береді. Қоректік ерітінді түйіні, насос және резервуарлар жылыжайдың бір бұрышында орналасқан. Барлық қораптар резервуарға қарай көлбеу етіп орналастырылған, сондықтан артық қоректік ерітінді ауырлық күшінің әсерінен резервуарға қайта ағады.

Қоректік заттар. Аэропоникада тұқымдық картопты өсіру 3 кезеңде жүргізілді. Өсімдіктерді дамудың әр түрлі фазаларында барлық қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету үшін сынақтан өткен тыңайтқыштар таңдалды (2-кесте).

Кесте 2 - Аэропоникада картоп тұқымын өндіру үшін қолданылатын қоректік ерітінділер

Мерзімі	Қоректік орта	Концентрациясы 100 л
I кезең		
2 апта	Kristalon 13-40-13	80 г
	Calcinit	80 г
	KristaMag	40 г
	ИУК	5 мл
II кезең		
2 апта	Kristalon 13-40-13	100 г
	Calcinit	100 г
	KristaMag	80 г
	ИУК	10 мл
III кезең		
1,5 – 2 ай	Kristalon 18-18-18	100 г
	Calcinit	100 г
	KristaMag	80

Барлық қоректік заттар суда оңай ериді. Оңтайлы рН деңгейі 7,3-тен жоғары емес. Өсіру шарттары: жарықтандыру 6000 люкс, фотокезеңі 16/8 сағат, температура тәртібі күндіз 21-22 °С, түнде 18 °С.

«Картоптың минутүйнектерін өсірудің аэропондық технологиясы» әдістемелік ұсыныстарына және «Аэропоника жағдайында картоптың минутүйнектерін алу» технологиялық регламентіне сәйкес картоп микротүйнектері өсірілді (3-кесте) [13].

Кесте 3 - Аэропоника әдісімен картоптың минутүйнектерін алудың технологиялық регламенті.

Тәртібі	Бейімделу фазасы	Белсенді өсу фазасы	Түйін пайда болу фазасы
Фотокезең ұзақтығы	9/15 сағ	16/8 сағ	8/16 сағ
Жарықтығы (диод жарығы)	қызыл % көк %	қызыл % көк % люминесцентті	қызыл % көк % ультракүлгін
Жапырақ аймағының температурасы	21 °С	21-22°С	19°С
Ризосфера аймағының температурасы	19°С	19°С	18°С
Қоректену тәртібі	50% қоректік орта	100 % қоректік орта	100 % қоректік орта
РН	5,8-7,3	5,8-7,3	5,8-7,3
Фазаның ұзақтығы	2 апта	2 апта	1,5-2 ай

Өнім жинау. Аэропондық қондырғыда картопты өсіру кезінде өркендер пайда болуы үшін алғашқы екі айда астыңғы жапырақтарын кесіп, өсімдіктерді төмен түсіру керек [15]. Аэропондық қондырғыда отырғызылған картоп өсімдігінен 5 аптадан кейін минутүйнектер түзіле бастады. Минутүйнектерді жинау апта сайын жүргізіледі. Аэропоникада картоптың вегетация кезеңі 5,5 айға созылады. МЕМСТ 33996-2016 шартын ескере отырып, жиналатын минутүйнектердің өлшемі 9-60 мм болу қажет және олар 2-4°С температура аралығында сақталады [16].

Нәтижелер және талқылау

Реттелетін микровентиляциясы бар тәжірибелік агробоксқа Ақсор картоп сортының әр 10 цисгенді линиялардан 30 шағын кесінділері отырғызылды (3-сурет).



А



В



С

А - тығыз жабылған қаппен, В - қаппағында саңылаулармен, С - сыртқы ортаға бейімделген.

Сурет 3 – Агробокста картоп өсімдіктерінің өсірудің әртүрлі кезеңдері

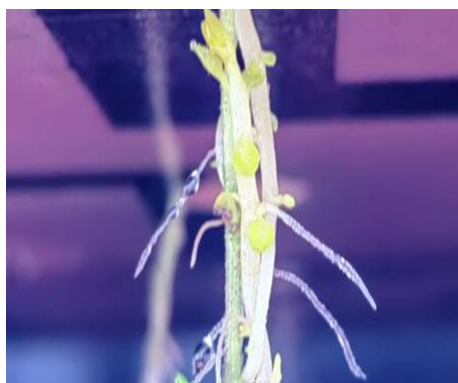
Тамырлану басталғаннан кейін 20 күн өткен соң, өсімдіктердің жапырақтың тыныстық саңылауы сыртқы ортаға біртіндеп бейімделуін қамтамасыз ету үшін агробокстың қаппағында ауа өтуге арналған саңылаулар жасалды. Тағы бір аптадан кейін қаппақ толық алынып, өсімдіктерге сыртқы жағдайларға толық бейімделу мүмкіндігі берілді. Субстрат құрғап қалмас үшін әрбір агробоксқа 100–200 мл қоректік ерітінді құйылды. Адаптациялық кезең аяқталып, Ақсор картоп сортының 10 цисгендік линиясының әрқайсысынан 28 өсімдік аэропоникаға ауыстырылды (4-сурет).



Сурет 4 - Картоп өсімдіктерін аэропоникада өсіру

Өркендердің жақсы қалыптасуы үшін бір айдан кейін төменгі жапырақтар алынып, картоп өсімдігін төменге түсірдік. Бұл дала жағдайында кеңінен қолданылатын қопсыту процесіне ұқсату үшін жүргізілді.

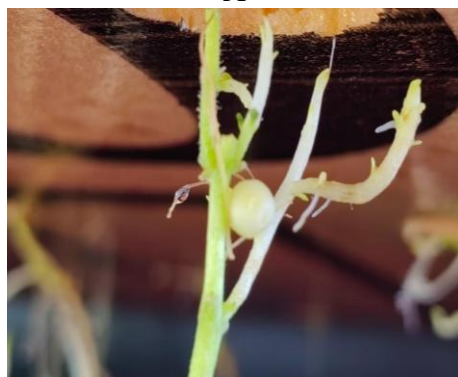
27-30 тәуліктен кейін картоп өсімдігінде өркендер түзілсе, ал 1,5-2 айдан кейін минитүйіндер түзіле бастады (5-сурет, 4-кесте). Бұл кезде III кезеңге арналған (Kristalon 18-18-18, Calcinit, KristaMag) қоректік ортасы қолданылып және 6000 люкс жарықта, фотокезеңі 16/8 сағат, 15-19°C температурада өсірілді.



А



В



С



Д

А – ТГ103 картоп линиясында өркендердің түзілуі (29-шы күні), В – ТГ33 картоп линиясындағы микротүйнек, С – ТГ85 картоп линиясының микротүйнегі, Д – ТГ29 картоп линиясының 55-ші күнгі минитүйнегі.

Сурет 5 - Аэропоникадағы картоптың минитүйнектерінің пайда болуы

Түзілген өркендер морфологиялық белгілері бойынша ерекшеленді. Жіңішке өркендерде салмағы 5-14 г 1-2 минитүйнектер өссе, ал жуан өркендерде салмағы 2-15 г болатын 5-тен 7-ге дейін минитүйнектер пайда болды.

Кесте 4 - Аэропоника жағдайында Ақсор картоп сортының түйнек түзілу кезіндегі даму кезеңдері

Картоп линиясы	Өркеннің пайда болуы, тәулік	Түйіннің пайда болуы, тәулік
Ақсор	30-45	52
ТГ1	30-45	55
ТГ6	30-45	55
ТГ19	30-45	53
ТГ27	30-45	55
ТГ29	27-35	45
ТГ33	27-35	45
ТГ61	30-45	55
ТГ85	27-35	45
ТГ103	27-35	45
ТГ143	30-45	52

Осылайша, картопты аэропондық әдіспен өсіру жай ғана инновациялық технология ғана емес, бұл МЕМСТ талаптарына сәйкес келетін, жыл бойы сауықтырылған минитүйнектер алуға болатын мүмкіндік. Вегетациялық кезеңде өнім жинау жұмыстары жүргізілді (6-сурет).



А



В

А — ТГ6 картоп линиясынан алынған минитүйнектер, В — барлық алынған өнім

Сурет 6 - Аксор картоп сортының 10 цисгендік линиясынан алынған өнім

МЕМСТ стандарттың белгіленген талаптарына сәйкес жиналған минитүйнектердің орташа диаметрі 30,4 мм, ал орташа салмағы 11 г шамасында болды (5-кесте).

Кесте 5 - Аксор картоп сортының шағын түйнектерінің өнімділігі мен сапасы

Линиялар	Түйіндердің саны, дана	Өнімнің мөлшері, %					
		30-55 мм	25-30 мм	20-25 мм	20-15 мм	15-10 мм	<10мм
Аксор	34	6,9	17,6	13,3	21,5	20,4	20,3
ТГ1	35	5,8	15,8	21,3	32,3	15,2	9,6
ТГ6	36	4,9	18,4	12,9	25,3	19,2	19,3
ТГ19	31	6,9	14,8	24,7	27,5	12,4	13,7
ТГ27	35	6,8	19,8	7,2	36,8	18,6	10,8
ТГ29	35	7,0	13,6	21,1	34,8	12,5	11,0
ТГ33	38	5,4	20,1	15,8	38,6	10,5	9,6
ТГ61	28	6,7	17,3	21,1	27,4	11,8	15,7
ТГ85	37	6,4	15,1	9,4	37,9	17,8	13,4
ТГ103	38	8,5	18,4	19,8	31,1	13,8	8,4
ТГ143	33	5,7	15,9	22,2	24,9	11,5	19,8

Жиналған минитүйнектердің жалпы саны 376 дана болды. Оның 4,9-8,5% пайызы 30-55 мм минитүйнектер болса, ал ең ұсақ мөлшері 9,6-20,3% пайызын алып жатыр. Картоптың ТГ33, ТГ103, ТГ85 линиялары ең көп минитүйіндер берді. Бұл көрсеткіштерді негізге ала отырып, картоптың Аксор сортын аэропоникада өсуіне оңтайлы жағдай жасауға және минитүйнек дақылдарын алуға мүмкіндік береді. Аэропоника жағдайында тамыр жүйесін қажетті қоректік заттармен және оттегімен тиімді қамтамасыз ету арқасында картоптың өсуі мен дамуын жеделдетуге ықпал етті. Бұл әдіс, сондай-ақ, су мен тыңайтқышты тұтынуды айтарлықтай азайтуға, сондай-ақ топырақтан болатын ауруларды туғызбауға мүмкіндік береді. Сонымен, картоптың Аксор сортын аэропоникада өсіру арқылы экологиялық таза, сауықтырылған өнім алынды.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулер сынауықта өскен Аксор картоп сортының регенерант-өсімдіктерін бейімдеу үшін реттелетін микровентиляциясы бар тәжірибелік агробокстарды қолданудың жоғары тиімділігін көрсетті. Агробокстарда оңтайлы микроклимат жағдайларын жасау өсімдіктердің *in vitro* жағдайынан *in vivo* жағдайына өту кезінде болатын күйзеліс әсерін азайтуға және отырғызу материалының жоғары тіршілігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Реттелетін микровентиляциясы бар тәжірибелік агробоксқа Аксор картоп сортының әр 10 цисгенді линиялардан 30 шағын кесінділері отырғызылды. Бір айдан кейін тамыр жүйесі қалыптасқан 28 картоп өсімдігі таңдап алынып, аэропоникаға ауыстырылды. 27-30 тәуліктен

кейін картоп өсімдігінде өркендер түзіле бастады. Түзілген өркендер морфологиялық белгілері бойынша ерекшеленді. Жіңішке өркендерде салмағы 5-14 г 1-2 минутүйнектер өссе, ал жуан өркенде салмағы 2-15 г болатын 5-тен 7-ге дейін минутүйнектер пайда болды. 2-2,5 айдан кейін картоптың барлық 10 линияларынан жалпы 376 дана картоп түйнектері жиналды. Оның 4,9-8,5% пайызы 30-55 мм минутүйнектер, ал микротүйнектер 9,6-20,3% пайызын алды. Аксор картоп сортының 10 цисгенді линияларының ішінде ТГ33, ТГ103, ТГ85 линиялары минутүйнектердің саны бойынша жақсы көрсеткіш көрсетті. Бұл көрсеткіштерді негізге ала отырып, картоптың Аксор сортын аэропоникада өсіруге болатыны және нәтижесінде экологиялық таза, сауықтырылған материал өнімін алуға болады.

Алғыс айту. Ғылыми-зерттеу жұмыстары ҚР БҒМ Ғылым комитеті бағдармалық-мақсатты қаржыландыру шеңберінде ЖКН BR21881942 «Ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру мақсатында фитопатогендерді бақылаудың биотехнологиялық тәсілдерін әзірлеу» бағдарламасы бойынша орындалды.

Дереккөздер тізімі

1. Jagesh K.T., Sapna D., Tanuja B., Nilofer A., Rajesh K. S., Rasna Z., Vijai K.D., Swarup K. C. // Precision phenotyping of contrasting potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties in a novel aeroponics system for improving nitrogen use efficiency: In search of key traits and genes. Journal of Integrative Agriculture. Volume 19, Issue 1, January 2020, Pages 51-61. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62625-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62625-0).
2. Дауров Д.Л., Абилда Ж.К., Календарь Р.Н., Волков Д.В., Канат Р., Аргынбаева А., Шамекова М.Х. Оптимизация регуляторов роста в жидкой питательной среде для получения микроклубней в биореакторе // Izdenister Natigeler. – 2024. -№3(103). -С. 230-239. <https://doi.org/10.37884/3-2024/26>.
3. Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н., Тельпук М.Б. Получение мини-клубней картофеля методом аэропонии // Главный агроном. -2020. -№7.
4. Терентьева Е.В., Ткаченко О.В. Аэропонный способ получения мини клубней картофеля // Земледелие растениеводство защита растений. Известие ТСХА, выпуск 1. 2017.
5. Ялович Л.И., Власова Д.В., Липатова Т.Д., Ялович Е.А. Выращивание семенного картофеля методом аэропонии // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. - №2. –С. 48-54. –ISSN 2308-8583.
6. Víctor Otazú. Manual on quality seed potato production using aeroponics // International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 2010. 44 p.
7. Rykaczewska K. The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture // Plant Soil Environ., 2016, 62(5):210-214 | DOI: 10.17221/686/2015-PSE.
8. Buckseth T., Sharma A.K. , Pandey K. K. , Singh B. P., Muthuraj R. Methods of pre-basic seed potato production with special reference to aeroponics—A review // Scientia Horticulturae, Volume 204, 2 June 2016, pages 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.041>
9. Ritter E., Angulo B., Riga P., Herran C., Relloso J., San Jose M. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers // Potato Research. 2001. 44(2). P. 127-135. DOI: 10.1007/BF02410099.
10. Raj, Divyanshu. Ponical Farming: Exploring Hydroponics and Aeroponics Farming Techniques // International Journal Of Applied And Behavioral Sciences (IJABS): doi:<https://doi.org/10.70388/ijabs250128>.
11. Muthoni J. Mbiyu M. and Kabira J.N. Up-scaling production of certified potato seed tubers in Kenya: Potential of aeroponics technology // Journal of Horticulture and Forestry. 2011. V 3(8). P. 238-243.
12. Srikanth T., Swetha Th. N., Appanna K., Geetha G., Basavaiah M. R.. Shoot and root zone temperatures are critical in bidirectional regulation of tuberization in potato // Environmental and Experimental Botany Volume 201, September 2022, 104936. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104936>.

13. Анципович В.В., Семенова З.А., Хадыко О.Н. Выращивание мини-клубней картофеля в условиях аэропоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге – Скуга и водорастворимого удобрения «Leafdrip». *Земледелие и растениеводство*. 2015;(4):21-22.
14. Muthoni J., Mbiyu M., Lung'aho C., Otieno S., and Pwaipwai P., 2017, Performance of two potato cultivars derived from in-vitro plantlets, mini-tubers and stem cuttings using aeroponics technique, *International Journal of Horticulture*, 7(27): 246-249 (doi: [10.5376/ijh.2017.07.0027](https://doi.org/10.5376/ijh.2017.07.0027)).
15. Mbiyu M.W., Muthoni J., Kabira J., Elmar G., Muchira C., Pwaipwai P., Ngaruiya J., Otieno S. and Onditi J. Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya // *Journal of Horticulture and Forestry*. 2012. V 4 (11). P. 172-177. DOI: [10.5897/JHF12.012](https://doi.org/10.5897/JHF12.012).
16. О.С. Хутинаев, Б.В. Анисимов, С.М. Юрлова, А.А. Мелешин. Мини-клубни методом аэрогидропоники // *Картофель и овощи*.-2016.-№11.

References

1. Jagesh K.T., Sapna D., Tanuja B., Nilofer A., Rajesh K. S., Rasna Z., Vijai K.D., Swarup K. C. // Precision phenotyping of contrasting potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties in a novel aeroponics system for improving nitrogen use efficiency: In search of key traits and genes. *Journal of Integrative Agriculture*. Volume 19, Issue 1, January 2020, Pages 51-61. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62625-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62625-0).
2. Daurov D.L., Abilda J.K., Kalendar R.N., Volkov D.V., Kanat R., Arginbaeva A., Shamekova M.H. Optimizaciya reguljatorov rosta v jidkoi pitatelnoi srede dlya polucheniya mikroklubnei v bioreaktore // *Izdenister Natigeler*. – 2024. _№3_103,. _S. 230_239. https://doi.org/10.37884/3_2024/26.
3. Fedorova YU.N., Fedorova L.N., Tel'puk M.B. Poluchenie mini-klubnej kartofelya metodom aehroponiki // *Glavnyj agronom*. -2020. -№7.
4. Terent'eva E.V., Tkachenko O.V. Aehroponnyj sposob polucheniya mini klubnej kartofelya // *Zemledelie rastenievodstvo zashhita rastenij*. *Izvestie TSKHA*, vypusk 1. 2017.
5. Yalovik L.I., Vlasova D.V., Lipatova T.D., Yalovik E.A. Vyrashhivanie semennogo kartofelya metodom aehroponiki // *Izvestiya Velikolukskoj gosudarsvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii*. – 2024. - №2. –S. 48-54. –ISSN 2308-8583.
6. Víctor Otazú. Manual on quality seed potato production using aeroponics // *International Potato Center (CIP)*, Lima, Peru. 2010. 44 p.
7. Rykaczewska K. The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture // *Plant Soil Environ.*, 2016, 62(5):210-214 | DOI: [10.17221/686/2015-PSE](https://doi.org/10.17221/686/2015-PSE).
8. Buckseth T., Sharma A.K., Pandey K. K., Singh B. P., Muthuraj R. Methods of pre-basic seed potato production with special reference to aeroponics—A review // *Scientia Horticulturae*, Volume 204, 2 June 2016, pages 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.041>.
9. Ritter E., Angulo B., Riga P., Herran C., Relloso J., San Jose M. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers // *Potato Research*. 2001. 44(2). P. 127-135. DOI: [10.1007/BF02410099](https://doi.org/10.1007/BF02410099).
10. Raj, Divyanshu. Ponical Farming: Exploring Hydroponics and Aeroponics Farming Techniques // *International Journal Of Applied And Behavioral Sciences (IJABS)*: doi:<https://doi.org/10.70388/ijabs250128>.
11. Muthoni J., Mbiyu M., Lung'aho C., Otieno S., and Pwaipwai P., 2017, Performance of two potato cultivars derived from in-vitro plantlets, mini-tubers and stem cuttings using aeroponics technique, *International Journal of Horticulture*, 7(27): 246-249 (doi: [10.5376/ijh.2017.07.0027](https://doi.org/10.5376/ijh.2017.07.0027)).
12. Srikanth T., Swetha Th. N., Appanna K., Geetha G., Basavaiah M. R.. Shoot and root zone temperatures are critical in bidirectional regulation of tuberization in potato // *Environmental and Experimental Botany* Volume 201, September 2022, 104936. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104936>.

13. Antsipovich V.V., Semenova Z.A., KHadyko O.N. Vyrashhivanie mini-klubnej kartofelya v usloviyakh aehrononiki s primeneniem pitatel'nykh rastvorov na osnove sredy Murasige – Skuga i vodorastvorimogo udobreniya «Leafdrip». Zemledelie i rastenievodstvo. 2015;(4):21-22.
14. Muthoni J. Mbiyu M. and Kabira J.N. Up-scaling production of certified potato seed tubers in Kenya: Potential of aeroponics technology // Journal of Horticulture and Forestry. 2011. V 3(8). P. 238-243.
15. Mbiyu M.W., Muthoni J., Kabira J., Elmar G., Muchira C., Pwaipwai P., Ngaruiya J., Otieno S. and Onditi J. Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya // Journal of Horticulture and Forestry. 2012. V 4 (11). P. 172-177. DOI: 10.5897/JHF12.012.
16. O.S. KHutinaev, B.V. Anisimov, S.M. YUrlova, A.A. Meleshin. Mini-klubni metodom aehrogidrononiki // Kartoffel' i ovoshhi.-2016.-№11.

**Г.А. Искакова^{*1}, А. Хасейин¹, Б.К. Тезекбаева¹, Ю.М. Ефремова^{1,2},
Г.А. Исмагулова¹, Н.П. Малахова¹.**

¹ Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина, г. Алматы, Казахстан, g.iskakova83@gmail, leogold24@mail.ru, bota151283@mail.ru, i_gulnara@mail.ru, tasha_malakhova@mail.ru

²Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, г.Алматы, Казахстан, ydyo@inbox.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ АЭРОПОННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗДОРОВЛЕННОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация

Представлены результаты оптимизации условий выращивания 10 цисгенных линий картофеля сорта Аксор в аэропонике — инновационном направлении для получения высококачественного семенного материала. Адаптация пробирочных растений картофеля в стерильных агробоксах с регулируемой микровентиляцией позволила снизить стресс и повысить выживаемость при переходе на аэропонику. Это обеспечило высокую приживаемость растений при переходе из условий *in vitro* в *in vivo*, стимулируя активное формирование столонов и мини-клубней. Проведен сравнительный анализ продуктивности и распределения размеров клубней среди цисгенных линий картофеля.

При выращивании цисгенных линий картофеля сорта Аксор в аэропонике было получено всего 376 мини клубней. Из них 4,9–8,5% составили клубни размером 30–55 мм, а самая мелкая фракция составила от 9,6 до 20,3%. По количеству мини клубней лидировали линии ТГ33, ТГ103 и ТГ85. Выращивание картофеля сорта Аксор в аэропонике обеспечило экологически чистое производство, ускорило рост растений, позволило получать стабильный урожай независимо от климатических условий, а также снизило затраты на уход и пересадку. Аэропонный метод продемонстрировал высокую эффективность и перспективность для круглогодичного производства качественного семенного картофеля.

Ключевые слова: аэропоника, картофель, *Solanum Tuberosum* L., Аксор, мини клубни, агробокс, складная кассета.

**G.A. Iskakova^{*1}, A. Khaseyin¹, B.K. Tezekbaeva¹, Yu.M. Efremova^{1,2},
G.A. Ismagulova¹, N.P. Malakhova¹.**

¹Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after. M.A. Aitkhozhina, Almaty, Kazakhstan, g.iskakova83@gmail, leogold24@mail.ru, bota151283@mail.ru, i_gulnara@mail.ru, tasha_malakhova@mail.ru

²Kazakh Research Institute of fruit and vegetable growing, Almaty, Kazakhstan, ydyo@inbox.ru

OPTIMIZATION OF CONDITIONS FOR AEROPONIC CULTIVATION OF POTATOES (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) TO OBTAIN HEALTHIER MATERIAL

Abstract

The article presents the results of optimization of growing conditions for 10 cisgenic lines of the Aksor potato variety in aeroponics, an innovative approach to obtaining high-quality seed material. Adaptation of test-tube potato plants in sterile agroboxes with controlled microventilation reduced stress and increased survival during the transition to aeroponics. This ensured high survival of plants during the transition from in vitro to in vivo conditions, stimulating the active formation of stolons and minitubers. A comparative analysis of the productivity and distribution of tuber sizes among cisgenic potato lines was carried out.

A total of 376 minitubers were obtained when growing cisgenic lines of the Aksor potato variety in aeroponics. Of these, 4.9–8.5% were tubers sized 30–55 mm, and the smallest fraction ranged from 9.6 to 20.3%. The TG33, TG103, and TG85 lines were in the lead in terms of the number of minitubers. Growing the Aksor potato variety in aeroponics ensured environmentally friendly production, accelerated plant growth, allowed for a stable harvest regardless of climatic conditions, and reduced the costs of care and transplantation. The aeroponic method demonstrated high efficiency and promise for year-round production of high-quality seed potatoes.

Keywords: aeroponics, potatoes, *Solanum Tuberosum* L., Aksor, mini tubers, agrobox, folding cassette.

Авторлардың үлесі:

Искакова Гульнур Аюповна – концептуализация, зерттеу, жазу.

Хасейн Алтын – зерттеу, әдістеме.

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – формалды талдау, деректерді курациялау.

Ефремова Юлия – зерттеу, әдістеме.

Исмагулова Гульнара Акимжановна – тексеру, визуализация.

Малахова Наталья Петровна – қаржыландыруды, жобаны басқаруды, тексеру.

МРНТИ 34.33.19

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/21>

А.М. Тлеппаева, Р.Х. Кадырбеков*

*РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК, г. Алматы, Республика Казахстан,
atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz; rustem.kadyrbekov@zool.kz*

ЖУКИ-ЗЛАТКИ (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН)

Аннотация

В статье приведены данные по состоянию изученности жуков-златок (Coleoptera, Buprestidae) Актюбинской области (Западный Казахстан). Основной целью исследования является выявление видового состава жуков-златок данного региона. Была создана информационная карта маршрутных исследований с применением элементов ГИС технологий в программе Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit). В результате изучения коллекционных материалов и данных литературы, в Актюбинской области выявлено 30 видов и подвидов жуков-златок из 9 родов, 6 триб и 4-х подсемейств (Julodinae, Polycestinae, Chrysochroinae, Agrilinae). По видовому разнообразию на уровне подсемейств жуки-златки распределены следующим образом: Julodinae – 1 вид (3.3% от всей выявленной фауны), Polycestinae – 1 вида (3.3%), Chrysochroinae – 11 (36.7%), Agrilinae – 17 (56.7%). На уровне родов наиболее разнообразно на этой территории представлены роды *Agrilus* (12 видов) и

Sphenoptera (9 видов). Трофически выявленные виды жуков-златок связаны с древесно-кустарниковыми растениями из 11 семейств. Рассмотрено распределение видов жуков-златок по природным экосистемам. В целом, в фауне жуков-златок Актюбинской области заметно преобладают ксерофильные виды. Высок также процент узко и сравнительно узко распространенных видов, что подчеркивает своеобразие фауны жуков-златок этого интересного в природном отношении региона.

Ключевые слова: жуки-златки, *Coleoptera*, *Buprestidae*, Актюбинская область, фауна, распространение, кормовые растения.

Введение

Златки (*Buprestidae*) - крупное семейство жесткокрылых насекомых с более чем 15 000 видами в мировой фауне [1-3], с пиком таксономического разнообразия в тропиках. В Казахстане на данный момент зарегистрировано более двухсот видов и подвидов жуков-златок [4-6]. Жуки-златки – скрыто живущие фитофаги, личинки, которых обитают и развиваются в древесине стволов, ветвей, или корней деревьев и кустарников. Некоторые из этих жуков являются вредителями сельскохозяйственных и технических культур, а также лесными вредителями. Среди других таксонов насекомых также достаточно много видов - вредителей сельского и лесного хозяйства. Занимаются этими вопросами и в Казахстане [7].

Специально фауна жуков-златок Актюбинской области раньше не изучалась, но в ряде работ имеются отдельные сведения о находках некоторых видов в фауне региона.

С территории Актюбинской области, из литературных источников, известно 10 видов жуков-златок. В книге [8] Е. Jendek и V. Grebennicov приводят 6 видов: *Agrilus cuprescens cuprescens* Menetries, 1832, *Agrilus viridis viridis* (Linnaeus, 1758), *Agrilus betuleti* Ratzeburg, 1837, *Agrilus salicis* J. Frivadszky, 1877, *Agrilus pratensis pratensis* Ratzeburg, 1837, *Agrilus nivosus* Abeille de Perrin, 1900. Три вида: *Agrilus ecarinatus* Marseul, 1866, *Agrilus lineola hermineus* Abeille de Perrin, 1907, *Agrilus suvorovi* Obenberger, 1935 отмечены в публикации Е. Jendek [9] и еще один подвид – *Coroebus elatus elatus* (Fabricius, 1787) для гор Мугалжары приводит И.А. Костин [4]. Всего для Западного Казахстана И.А. Костин [4] приводит 12 видов жуков-златок, без указания точного места обитания.

Методы и материалы

В рамках государственного проекта по оценке биоразнообразия Западно-Казахстанского региона были проведены исследования по состоянию изученности жуков-златок Актюбинской области. В связи с этим. были просмотрены материалы коллекционного фонда РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО Республики Казахстан (ИЗРК, Алматы) сборы И. Давыдовой (И.Д.), Р.Х. Кадырбекова (Р.Х.К), коллекционные сборы Зоологического института РАН (ЗИН, Санкт-Петербург, Россия) и все имеющиеся на данный момент литературные источники [8-9]. GPS координаты мест сборов жуков-златок были получены в результате использования программы <https://www.mapsdirections.info/it/coordinate-google-map.html>.

Полевые сборы проводились в следующих местах (рисунок 1):

1–Мартукский р-н, [N 50.75, E 56.5]; 2–Актюбинский р-н, пойма р. Илек, [N 50.493555; E 57.031917]; 3–Актюбинский р-н, пойма р. Каргалы, [N 50.302279, E 57.479610]; 4–г. Актобе, [N 50.289444, E 57.204167]; 5–Алгинский р-н, [N 49.908889, E 57.327778]; 6–Алгинский р-н, окр. г. Алга, [N 49.902778, E 57.335]; 7–Мугалжарский р-н, ст. Бель-Кудык (животноводческое хоз-во), [N 49.367625, E 57.65832]; 8–Мугалжарский р-н, с Журын, [N 49.256377, E 57.581748]; 9–Мугалжарский р-н, окр. г. Эмба, пойма р. Жем [N 48.839413, E 58.161621]; 10–Мугалжарский р-н, Эмба, [N 48.840090, E 58.135185]; 11–Мугалжарский р-н, окр. ст. Эмба, [N 48.826389, E 58.144167]; 12–Горы Мугалжары, с. Борлы, [N 48.583333, E 58.458889]; 13–Горы Мугалжары, гора два брата, Н–625 м, [N 48.722112; E 58.559360]; 14–Горы Мугалжары, окр. ст. Мугалжар, [N 48.581667, E 58.4625]; 15–Горы Мугалжары, Алинск, [N 48.611779, E 58.429107]; 16–Горы Мугалжары, с. Журын (Jurillinoe) [N 48.256008, E 57.587822]; 17–Мугалжарский р-н, горы Мугалжары, [N 48.402767; E 58.440399]; 18–Уилский

р-н, [N 49.073611, E 54.663056]; 19–Иргизский р-н, пески Жаманкум, [N 48.066305, E 62.341333]; 20–Иргизский р-н, левый б. р. Тургай, 15 км СВ с. Куйлыз, [N 48.412833, E 62.081638]; 21–Иргизский р-н, берег реки Иргиз, [N 48.654722, E 60.825278]; 22–Шалкарский р-н, окр. с. Бозой, гора Улькен Коянкулак, [N 46.220464, E 58.840026]; 23–Шалкарский р-н, С. Приаралье, 35 км, ЮЗ. с. Бегимбета, пески Большие Барсуки, [N 47.074798, E 59.140777]; 24–Шалкарский р-н, Западная кромка песков Большие Барсуки, 45 км, Ю. с. Бегимбета, [N 47.058896, E 59.128761]; 25–Шалкарский р-н, пески Малые Барсуки, 101 км, ЮЮВ. г. Шалкар, [N 47.249406, E 60.743408]; 26–Шалкарский р-н, С. Приаралье, сев.-зап. часть песков Малые Барсуки, 101 км, ЮВ г. Шалкар, [N 47.199977, E 60.541534]; 27–Шалкарский р-н, [N 47.82777, E 59.616111]; 28–Пески Большие Барсуки, [N 47.787325, E 59.658508]; 29–Шалкарский р-н, окр. ст. Шалкар, [N 47.840611, E 59.608301]; 30–Шалкарский р-н, пески Большие Барсуки, окр. ст. Шалкар, [N 47.813154, E 59.659881].

В этикетках, где указан только район, приведены координаты районных центров. В список не включены некоторые места сборов, не имеющие точных географических координат, но они упомянуты в тексте. Это те сборы, где указана только область. Таксономия жуков-златок приведена в соответствии с Каталогом палеарктических жесткокрылых [3]. Информационная карта маршрутных исследований Актюбинской области создана с применением элементов ГИС технологий в программе Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) (Рисунок 1).

В работе приняты следующие сокращения: С – севернее; ЮВ – юго-восточнее; ЮЗ – юго-западнее, ЮЮВ – юго-юго-восточнее, б. – берег; р. – река; ст. – станция; с – село; окр. – окрестности; г. – город.

Ниже приводится список жуков-златок, с указанием научного учреждения, где хранится материал, места сбора, даты сбора и биотопа, где был собран материал, количество собранных экземпляров.

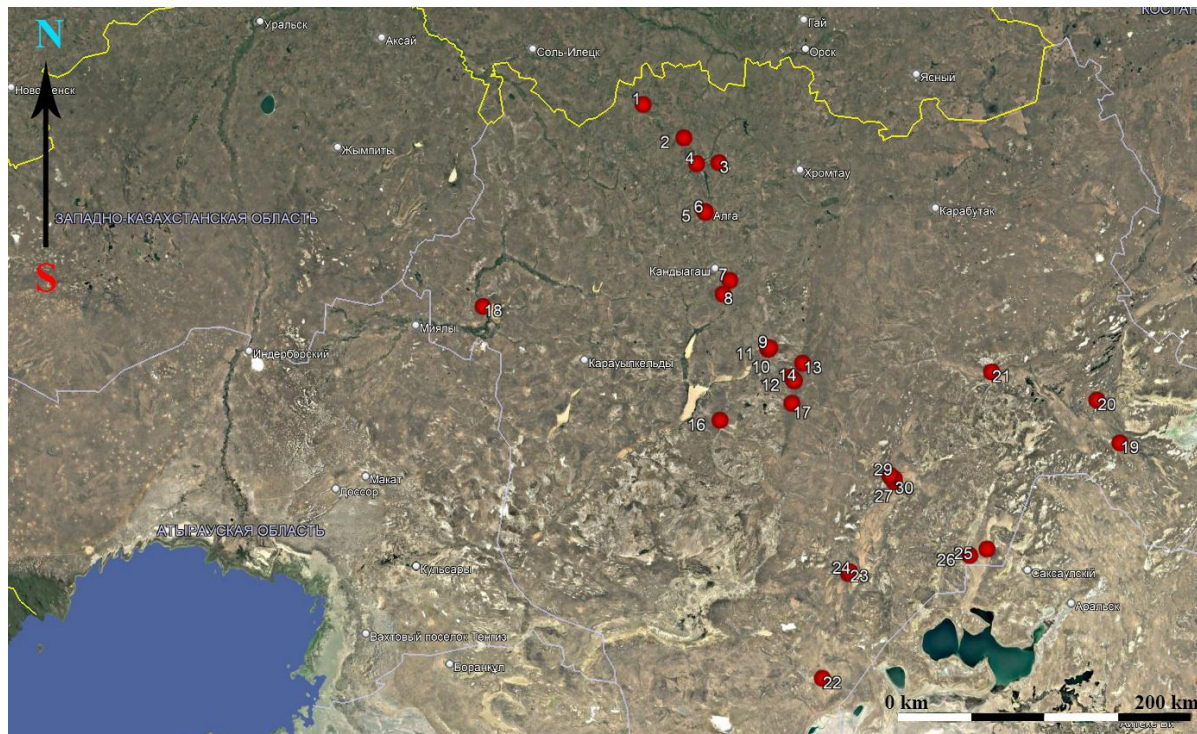


Рисунок 1. Карта Актюбинской области с местами сборов

Результаты и обсуждение

Семейство Buprestidae Leach, 1815
Подсемейство Julodinae Lacordaire, 1857

Julodis variolaris variolaris (Pallas, 1771). Кормовое растение личинки – *Alhagi* (Fabaceae), *Kochia*, *Salsola*. (Amaranthaceae). Восточнотетийский аридный вид, распространен повсеместно в пустынях и полупустынях [4].

Подсемейство Polycestinae Lacordaire, 1857

Триба Acmaeoderini Kerremans, 1893

Acmaeoderella (*Carinota*) *flavofasciata flavofasciata* (Piller et Mitterpacher, 1783). 17–10.07.1969, И. Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в кустарниковых розоцветных (Rosaceae) [10]. Западнотетийский аридно-монтанный подви́д, обитает в аридных низкогорьях, зональной степи и пойменных лесах.

Подсемейство Chrysochroinae Laporte, 1835

Триба Dicerini Gistel, 1848

Capnodis tenebrionis (Linnaeus, 1761). 13 – 29.05.2003, Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Armeniaca*, *Prunus*, *Cerasus*, *Amygdalus*, *Persica*, *Pyrus*, *Crataegus* (Rosaceae) [11]. Западнотетийский аридный вид, характерен для аридных низкогорий и зональной степи.

Dicerca aenea aenea Linnaeus, 1761. 2 – 27.05.1956, И.Д. Митяев, (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Populus*, *Salix* (Salicaceae), *Alnus* (Betulaceae). Западнопалеарктический полизональный подви́д, встречается в аридных низкогорьях (горы Мугалжары) и пойменных лесах.

Триба Sphenopterini Lacordaire, 1857

Sphenoptera (*Chilostetha*) *basalis basalis* Morawitz, 1861. Актюбинская обл., 02.07.1969, И.Д. (3 экз.); 17 – 10.07.1969, И. Давыдова (1 экз.) (ИЗРК); 18 – 04.07.1971, Р.Б. Асанова (2 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Artemisia* spp. (Asteraceae). Западноскифский степной подви́д, распространен в аридных низкогорьях (горы Мугалжары) и зональной степи.

Sphenoptera (*Chrysoblemma*) *tamarisci beckeri* Dohrn, 1866. 22 – 24.05.2003, Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Climacoptera*, *Horaninovia*, *Salsola*, *Calligonum* (Amaranthaceae) [11]. Восточнотетийский аридный подви́д, обитает в глинистых пустынях.

Sphenoptera (*Chrysoblemma*) *orichalcea* (Pallas, 1781). 27 – 02.06.1969, И.Д. (2 экз.) (ИЗРК); 6 – 08.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК); 11 – 06.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Bassia*, *Anabasis*, *Halocnenum*, *Kalidium* (Amaranthaceae), *Atraphaxis* (Polygonaceae), *Caragana* (Fabaceae). Восточнотетийский аридный вид, населяет солянковые и глинистые пустыни.

Sphenoptera (*Deudora*) *curta* Jakowlew, 1885. 24 – 26.05.2003, Р.Х.К. (2 экз.) (ИЗРК). Кормовое растение неизвестно. Собран с *Eremosparton aphyllum*. Ирано-туранский вид, встречается в песчаных пустынях.

Sphenoptera (*Sphenoptera*) *lateralis* Faldermann, 1836. 20 – 21.05.2002, Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Anabasis* sp. (Amaranthaceae) [11]. Туранский пустынный вид, характерен для солянковых и песчаных пустынь.

Sphenoptera (*Sphenoptera*) *foveola* Gebler, 1825. 25 – 12.06.1990, Р.Х.К. (1 экз.); 24 – 26.05.2003, Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Chondrilla ambigua*, *Chondrilla* spp. (Asteraceae). Северотуранский пустынный вид, распространен в песчаных пустынях.

Sphenoptera (*Sphenoptera*) *cuprina cuprina* Motschulsky, 1860. 26 – 12.06.1990, Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Caragana* (Fabaceae). Восточнотетийский аридный подви́д, встречается во всех типах пустынь и в зональной степи.

Sphenoptera (*Sphenoptera*) *exarata* (Fischer von Waldheim, 1824). 19 – 22.05.2002. Р.Х.К. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Glycyrrhiza* (Fabaceae) [11]. Восточнотетийский аридный вид, обитает в песчаных пустынях и в пойменных лесах.

Sphenoptera (*Sphenoptera*) *manderstjernai* Jakowlew, 1886. 23 – 26.05.2003, Р.Х.К. (2 экз.) (ИЗРК). Кормовое растение неизвестно. Туранский пустынный вид, распространен в песчаных пустынях.

Подсемейство Agrilinae Laporte, 1835

Триба Coraebini Bedel, 1921

Coroebus elatus elatus (Fabricius, 1787). 17 – 10.07.1969, И.Д. (5 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Fragaria*, *Potentilla*, и других травянистых розоцветных (Rosaceae). Западнопалеарктический полизональный подвид, характерен для зональной степи и пойменных лесов.

Meliboeus (Meliboeus) reitteri Semenov, 1889. 7 – 02.07.1969, И.Д. (2 экз.) (ИЗРК); 17 – 10.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Seriphidium* spp. (Asteraceae) [4, 11]. Ирано-туранский аридный вид, встречается в аридных низкогорьях, а также во всех типах пустынь и в зональной степи.

Meliboeus (Meliboeus) morawitzi (Semenov, 1905). 6 – 08.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Artemisia* spp. (Asteraceae). Западноскифский степной вид, характерен для аридных низкогорий и зональной степи.

Триба Agrilini Laporte, 1835

Agrilus (Agrilus) cuprescens cuprescens Menetries, 1832. 14 – 10.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК); 28 – 22.05.1950, А.В. Луговой (1 экз.) (ЗИН) [8]; 16 – 6-1995; Э. Ендек (1 ♂); 12 – 6-1995, Э. Ендек (1 ♂) [9]. Личинка развивается в *Rosa*, *Rubus* (Rosaceae) [13, 14]. Транспалеарктический полизональный подвид, распространен в зональной степи и пойменных лесах.

Agrilus (Agrilus) viridis Linnaeus, 1758). Актюбинская обл., 20.05.1957, сборщик неизвестен, (1 экз.) (ИЗРК); 1 – 07.06.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК); 4 – 06.1985, М.Ю. Калашян (1 экз.); 15 – 06.06.1995, 2 экз., В.Г. Долин, (1 экз.) [8]. Личинка развивается в *Salix* spp., *Populus* spp. (Salicaceae), *Acer* (Sapindaceae) [11, 12]. Транспалеарктический полизональный подвид, встречается в пойменных лесах.

Agrilus (Robertius) betuleti Ratzeburg, 1837. 15 – 06.06.1995, В.Г. Долин (1 экз.) [8]. Личинка развивается в *Betula* (Betulaceae) [8, 14]. Транспалеарктический полизональный вид, характерен для аридных низкогорий.

Agrilus (Robertius) salicis J. Frivadszky, 1877. 29 – 22.05.1950, В.Г. Долин (1 экз. ♂) (ЗИН); Э. Ендек (2♂, 1♀) [8]; 30 – 8.06.1950, А.В. Луговой (ЗИН); 30 – 03.07.1952, Н. Скопин, *Salix rosmarinifolia*, 1 экз. (ЗИН). Личинка развивается в *Salix* spp. (Salicaceae) [11, 8]. Западнопалеарктический полизональный вид, распространен в пойменных лесах.

Agrilus (Robertius) pratensis pratensis Ratzeburg, 1837. 30 – 09.06.1995, В.Г. Долин (3 экз.) [8]. Личинка развивается в *Salix* spp., *Populus* spp. (Salicaceae) [12]. Транспалеарктический полизональный подвид, встречается в песчаных пустынях, а также в пойменных лесах.

Agrilus (Xeragrilus) albogularis albogularis Gory, 1841. 11 – 25.06.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК); 5 – 22.06.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Artemisia* (Asteraceae). Западнопалеарктический полизональный подвид, характерен для аридных низкогорий (горы Мугалжары) и зональной степи.

Agrilus (Xeragrilus) sericans Kiesenwetter, 1857. 17 – 10.07.1969, И.Д. (2 экз.) (ИЗРК); 9 – 06.1969, И.Д. (2 экз.) (ИЗРК); 7 – 22.07.1969, И. Давыдова (3 экз.) (ИЗРК); 6 – 8.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Seriphidium* spp., *Artemisia* spp. (Asteraceae) [12]. Восточнотетийский аридный подвид, обитает в аридных низкогорьях, зональной степи и во всех типах пустынь.

Agrilus (Xeragrilus) zigzag Marseul, 1866. 17 – 10.07.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Artemisia* spp. (Asteraceae) [12]. Западноскифский степной вид, встречается в аридных низкогорьях и в пойменных лесах.

Agrilus (Xeragrilus) nivosus Abeille de Perrin, 1900. 8 – 14.6.1995, 06.06.1995, В.Г. Долин (ЗИН), Э. Ендек (1 экз. ♂) [8]. Личинка развивается в *Artemisia* (Asteraceae) [8]. Восточноскифский степной вид, характерен для аридных низкогорий.

Agrilus (Xeragrilus) ecarinatus Marseul, 1866. 21 – 7-2006; Р. Кролик (3 экз.) [9]. Личинка развивается в *Artemisia rutifolia*, *A. santolinifolia* (Asteraceae), *Nitraria* (Nitrariaceae) [8]. Восточноскифский степной вид, встречается в пойменных лесах.

Agrilus lineola hermineus Abeille de Perrin, 1907. 9 – 6-1995; Э. Ендек (3 экз.) [9]. Личинка развивается в *Salix* sp. (Salicaceae) [9]. Восточнотетийский аридный подви́д, обитает в пойменных лесах.

Agrilus suvorovi Obenberger, 1935. 4 – 6-1995; Э. Ендек (1 ♀) [9]. Личинка развивается в *Populus* sp., *Populus tremula* (Salicaceae) [9]. Транспалеарктический полизональный вид, встречается в пойменных лесах.

Триба Aphanisticini Jacquelin du Val, 1863

Cylindromorphus popovi (Mannerheim, 1853). 3 – 14.06.1969, И.Д. (1 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Aristida*, *Agropyron* (Poaceae). Западноскифский степной вид, характерен для аридных низкогорий и зональной степи.

Cylindromorphus pyrethri (Stierlin, 1864). 2 – 27. 05.1956, И.Д. Митяев (3 экз.) (ИЗРК). Личинка развивается в *Carex* (Cyperaceae). Западноскифский степной вид, встречается в аридных низкогорьях и зональной степи.

Обсуждение

В результате обработки коллекционных материалов, хранящихся в коллекции РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК и данных литературы, в Актюбинской области выявлено 30 видов и подви́дов жуков-златок из 9 родов, 6 триб и 4-х подсемейств (Julodinae, Polycestinae, Chrysochroinae, Agrilinae). По видовому разнообразию на уровне подсемейств жуки-златки распределены следующим образом: Julodinae – 1 вид (3.3% от всей выявленной фауны), Polycestinae – 1 вида (3.3%), Chrysochroinae – 11 (36.7%), Agrilinae – 17 (56.7%). На уровне родов наиболее разнообразно на этой территории представлены роды *Agrilus* (12 видов) и *Sphenoptera* (9 видов). Остальные роды представлены по два и одному виду.

Трофически выявленные виды жуков-златок связаны с древесно-кустарниковыми растениями из 11 семейств: Amaranthaceae (4), Asteraceae (9), Betulaceae (2), Cyperaceae (1), Fabaceae (4), Nitrariaceae (1), Poaceae (1), Polygonaceae (1), Rosaceae (4), Salicaceae (6), Sapindaceae (1), 2 вида с неизвестной трофической ориентацией. Среди наиболее предпочитаемых златками родов растений отметим *Artemisia* (7) (Asteraceae), *Salix* (5) и *Populus* (4 вида) (Salicaceae).

Жуки-златки Актюбинской области распределены в 6-ти экосистемах: аридные низкогорья, зональная степь, пойменные леса, пустыни (песчаные, солянковые, глинистые).

Песчаные пустыни. Это Большие и малые Барсуки, Баршакумы, Жаманкумы и Кумжараган. В кустарниковом ярусе этих пустынь отметим жузгун (*Calligonum* spp.), курчавку (*Atraphaxis* spp.), песчаную акацию (*Ammodendron argenteum*), эremosпартон (*Eremosparton aphyllum*), терескен (*Krascheninnikovia ceratoides*) и изень (*Bassia prostrata*). В полукустарниковой и травянистой растительности преобладают полыни (*Artemisia arenaria*, *A. tomentella*), жусан (*Seriphidium santolinum*), ферула (*Ferula caspica*, *F. nuda*) и мятликовые (Poaceae). Здесь встречаются следующие виды жуков-златок: *Julodis variolaris variolaris*, *Sphenoptera* (*Deudora*) *curta*, *Sphenoptera* (*Sphenoptera*) *lateralis*, *Sphenoptera* (*Sphenoptera*) *foveola*, *Sphenoptera* (*Sphenoptera*) *cuprina cuprina*, *Sphenoptera* (*Sphenoptera*) *exarata*, *Sphenoptera* (*Sphenoptera*) *manderstjernai*, *Meliboeus* (*Meliboeus*) *reitteri*, *Agrilus* (*Robertius*) *pratensis pratensis*, *Agrilus* (*Xeragrilus*) *sericans sericans* (10 видов).

Солянковые пустыни. Встречаются местами в Шалкарском и Иргизском районах. В растительном покрове преобладают сарсазан (*Halochemum strobilaceum*), поташник (*Kalidium foliatum*), бюргун (*Anabasis salsa*), тамариск (*Tamarix hispida*), разные виды жусана (*Seriphidium nitrosa*, *S. schrenkiana*) и мартук (*Eremopyrum orientale*). В солянковых пустынях отмечены следующие виды жуков-златок: *Julodis variolaris variolaris*, *Sphenoptera* (*Chrysoblemma*) *orichalcea*, *S. (Sphenoptera) lateralis*, *S. (S.) cuprina cuprina*, *Meliboeus* (*Meliboeus*) *reitteri*, *Agrilus* (*Xeragrilus*) *sericans sericans* (6 видов).

Глинистые пустыни распространены достаточно широко по Актюбинской области. В состав растительности глинистых пустынь входят терескен, изень, камфоросма (*Camphorosma lessingiana*), курчавка (*Atraphaxis replicata*), дуре́за (*Lycium ruthenicum*), баялыш (*Salsola arbuscula*, *S. arbusculiformis*), тамариск (*Tamarix ramosissima*), жусан Лессинга (*Seriphidium*

lessingiana), мятлик живородящий (*Poa bulbosa*), мартук (*Eremopyrum orientale*). Здесь встречаются следующие виды жуков-златок: *Julodis variolaris variolaris*, *Sphenoptera (Chrysoblemma) tamarisci beckeri*, *Sphenoptera (Chrysoblemma) orichalcea*, *Sphenoptera (Sphenoptera) cuprina cuprina*, *Meliboeus (Meliboeus) reitteri*, *Agrilus (Xeragrillus) sericans sericans* (6 видов).

Аридные низкогорья. Представлены горми Мугалжарами являющимися южными останцами Уральского хребта. В этих горах у выходов родников в древесном ярусе произрастают береза пушистая (*Betula pubescens*) и осина (*Populus tremula*). В ярусе кустарников - жимолость татарская (*Lonicera tatarica*) и шиповник (*Rosa laxa*). По степным склонам растут миндаль степной (*Amygdalus nana*), таволга (*Spiraea hypericifolia*), карагана (*Caragana pumilio*, *C. frutex*). В травянистом ярусе представлено злаково-полынное степное разнотравье. В аридных низкогорьях встречаются - *Acmaeoderella (Carinota) flavofasciata flavofasciata*, *Capnodis tenebrionis*, *Dicerca aenea aenea*, *Sphenoptera (Chilostetha) basalis basalis*, *Meliboeus (Meliboeus) morawitzi*, *Agrilus (Robertius) betuleti*, *A. (Xeragrillus) albogularis albogularis*, *A. (X.) sericans sericans*, *A. (X.) zigzag*, *A. (X.) nivosus*, *Cylindromorphus popovi*, *C. pyrethri* (12 видов).

Зональная степь. Занимает большую площадь на севере области и частично распаханна. В кустарниковом ярусе произрастают те же, что и в аридных низкогорьях - миндаль степной, таволга зверобойнолистная, карагана. В травянистом ярусе представлена злаково-полынная растительная ассоциация со степным разнотравьем. В зональной степи отмечены: *Acmaeoderella (Carinota) flavofasciata flavofasciata*, *Capnodis tenebrionis*, *Sphenoptera (Chilostetha) basalis basalis*, *S. (Sphenoptera) cuprina cuprina*, *Coroebus elatus elatus*, *Meliboeus (Meliboeus) reitteri*, *M. (M.) morawitzi*, *Agrilus (Agrilus) cuprescens cuprescens*, *A. (Xeragrillus) albogularis albogularis*, *A. (X.) sericans sericans*, *Cylindromorphus popovi*, *C. pyrethri* (12 видов).

Пойменные леса. Хорошо выражены в поймах рек. В древесном ярусе этих лесов растут разные виды ивы (*Salix* spp.), тополь черный (*Populus nigra*). В кустарниковом ярусе – жимолость татарская и шиповник рыхлый. Травянистый покров достаточно разнообразен. Здесь, наряду с разными мятликовыми, растут полынь высокая (*Artemisia procera*) и растения из многих семейств. В пойменных лесах отмечены следующие виды жуков-златок: *Acmaeoderella (Carinota) flavofasciata flavofasciata*, *Dicerca aenea aenea*, *Sphenoptera (Sphenoptera) exarata*, *Coroebus elatus elatus*, *Agrilus (Agrilus) cuprescens cuprescens*, *A. (A.) viridis viridis*, *A. (Robertius) salicis*, *A. (R.) pratensis pratensis*, *A. (Xeragrillus) zigzag*, *A. (X.) ecarinatus*, *A. lineola hermineus*, *A. suvorovi* (12 видов).

Наиболее таксономически разнообразными оказались аридные низкогорья, зональная степь и пойменные леса – по 12 видов (по 40 %). Далее идут песчаные пустыни (33.3%), солянковые и глинистые пустыни – по 6 видов (по 20 %).

Актюбинская область расположена в пределах Северотуранской пустынной провинции Ирано-туранской подобласти Сетийской (пустынной) области Тетийского подцарства Палеарктики [13]. Выявленные виды жуков-златок по классификации А.Ф. Емельянова [13], относятся к 9 типам ареалов: транспалеарктические (6 видов, 20.0% фауны), западнопалеарктические (3 вида, 10.0%), западнететийские (2 вида, 6.7%), восточнететийские (7 видов, 23.3%), западноскифские (5 видов, 16.7%), восточноскифские. (2 вида, 6.7%), ирано-туранские (2 вида, 6.7%), туранские (2 вида, 6.7%) и северотуранские (1 вид, 3.3%). Виды, ареалы которых выходят за пределы Тетийского подцарства, составляют 30.0% (9 видов). Это широко распространенные виды, которые встречаются, главным образом, в умеренно увлажненных биотопах (пойменные леса). Виды, ареалы которых ограничены пределами Тетийского подцарства Палеарктики, составляют соответственно 70.0% (21 вид). Они предпочитают умеренно и недостаточно увлажненные и засоленные местообитания. Среди них выделяются комплексы широко и узко распространенных видов. Широко распространенные (восточнететийские, западнететийские, западноскифские, восточноскифские, ирано-туранские,) составляют 60.0% (18 видов). Достаточно высокий процент составляют узко локальные виды, ограниченные в своем распространении или чуть

выходящие за пределы туранской пустынной провинции (туранские, северотуранские) – 10.0% (3 вида).

Выводы

Таким образом, фауна жуков-златок Актюбинской области достаточно богато представлена (30 видов). Заметно преобладают ксерофильные виды. Высок также процент узко и сравнительно узко распространенных видов, что подчеркивает своеобразие фауны жуков-златок этого интересного в природном отношении региона. Рассмотрено также распределение жуков-златок по экосистемам и их трофические связи.

Благодарность: Авторы выражают благодарность коллеге Колову С.В. (РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК) за составление информационной карты. Работа выполнена в рамках проекта BR21882122 Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Bellamy, C. L. (2008). *A world catalogue and bibliography of the jewel beetles (Coleoptera: Buprestoidea)* (Vol. 1–4, No. 76–79). Sofia–Moscow: Pensoft Publishers.
- 2 Jendek, E. (2024). A statistical overview of the research history of the superfamily Buprestoidea (Coleoptera). *Journal of Insect Biodiversity*, 45(2), 28–40. <https://doi.org/10.12976/jib/2024.45.2.1>
- 3 Kubáň, V., Jendek, E., Kalashian, M. Yu., & Volkovitsh, M. G. (2016). Superfamily Buprestoidea Leach, 1815. In *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. 3. Scarabaeoidea, Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestoidea and Byrrhoidea* (Vol. 3, pp. 19–53, 432–574). Leiden, Boston: Brill.
- 4 Костин И.А. (1973). Жуки-дендрофаги Казахстана. Алма-Ата: Наука, 288 с.
- 5 Тлеппаева А. М. (2011). Некоторые итоги изучения фауны жуков-златок (Coleoptera, Buprestidae) Казахстана. В: *Материалы Международной научной конференции «Зоологические исследования за 20 лет независимости Республики Казахстан»* (с. 170–172). Алматы.
- 6 Волкович М.Г. (2013, October 7). Аннотированный каталог златок (Buprestidae) фауны бывшего СССР. (дата обращения 2023 г.), <http://www.zin.ru/>
- 7 Абдраманова Г.А., Кадырбеков Р.Х. (2023). Таксономическое разнообразие тлей (Hemiptera: Aphidomorpha), повреждающих растения семейств Amaranaceae и Asteraceae (Artemisia), на пастбищных территориях Юго-Восточного Казахстана. *Исследования, результаты*, 3(99), 73–81. <https://doi.org/10.37884/3-2023/07>
- 8 Jendek, E., & Grebennikov, V. (2011). *Agrilus (Coleoptera, Buprestidae) of East Asia*. Prague: Jan Farkač, 362 pp.
- 9 Jendek, E. (2016). Taxonomic, nomenclatural, distributional and biological study of the genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Insect Biodiversity*, 4(2), 1–57. <https://doi.org/10.12976/jib/2016.4.2>
- 10 Volkovitsh, M. G. (2021). Synopsis of the host plants of the Palearctic jewel beetles of the tribe Acmaeoderini (Coleoptera, Buprestidae: Polycestinae). *Entomological Review*, 101(4), 465–518. <https://doi.org/10.1134/S0013873821040035>
- 11 Volkovitsh, M. G., & Alexeev, A. V. (1994). Buprestid beetles (Coleoptera: Buprestidae) from Kopetdagh and the adjacent regions of Southern Turkmenistan. In V. Fet & H. Atamuradov (Eds.), *Biogeography and ecology of Turkmenistan* (pp. 419–449). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1116-4_25
- 12 Jendek, E., & Poláková, J. (2014). *Host plants of world Agrilus (Coleoptera, Buprestidae): A critical review*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08410-7>
- 13 Емельянов А.Ф. (1974). Предложения по классификации и номенклатуре ареалов. *Энтомологическое обозрение*, 53(3), 497–522.

References

- 1 Bellamy, C. L. (2008). *A world catalogue and bibliography of the jewel beetles (Coleoptera: Buprestoidea)* (Vol. 1–4, No. 76–79). Sofia–Moscow: Pensoft Publishers.
- 2 Jendek, E. (2024). A statistical overview of the research history of the superfamily Buprestoidea (Coleoptera). *Journal of Insect Biodiversity*, 45(2), 28–40. <https://doi.org/10.12976/jib/2024.45.2.1>
- 3 Kubáň, V., Jendek, E., Kalashian, M. Yu., & Volkovitsh, M. G. (2016). Superfamily Buprestoidea Leach, 1815. In *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. 3. Scarabaeoidea, Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestoidea and Byrrhoidea* (Vol. 3, pp. 19–53, 432–574). Leiden, Boston: Brill.
- 4 Kostin I.A. (1973). Zhuki-dendrofagi Kazakhstana. Alma-Ata: Nauka, 288 s. [in Russian]
- 5 Tleppayeva A. M. (2011). Nekotoryye itogi izucheniya fauny zhukov-zlatok (Coleoptera, Buprestidae) Kazakhstana. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Zoologicheskiye issledovaniya za 20 let nezavisimosti Respubliki Kazakhstan»*. Almaty, S.170-172. [in Russian]
- 6 Volkovich M.G. (2013). Annotirovanny katalog zlatok (Buprestidae) fauny byvshego SSSR. versiya ot 7 oktyabrya 2013 g. (data obrashcheniya 2023). <http://www.zin.ru/> [in Russian]
- 7 Abdramanova G.A., Kadyrbekov R.KH. (2023). Taksonomicheskoye raznoobraziye tley (Hemiptera: Aphidomorpha), povrezhdayushchikh rasteniya semeystv Amarantaceae i Asteraceae (Artemisia), na pastbishchnykh territoriyakh Yugo-Vostochnogo Kazakhstana. *Issledovaniya, rezul'taty*, 3(99), 73–81. <https://doi.org/10.37884/3-2023/07> [in Russian]
- 8 Jendek, E., & Grebennikov, V. (2011). *Agrilus (Coleoptera, Buprestidae) of East Asia*. Prague: Jan Farkač, 362 pp.
- 9 Jendek, E. (2016). Taxonomic, nomenclatural, distributional and biological study of the genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). *Journal of Insect Biodiversity*, 4(2), 1–57. <https://doi.org/10.12976/jib/2016.4.2>
- 10 Volkovitsh, M. G. (2021). Synopsis of the host plants of the Palearctic jewel beetles of the tribe Acmaeoderini (Coleoptera, Buprestidae: Polycestinae). *Entomological Review*, 101(4), 465–518. <https://doi.org/10.1134/S0013873821040035>
- 11 Volkovitsh, M. G., & Alexeev, A. V. (1994). Buprestid beetles (Coleoptera: Buprestidae) from Kopetdag and the adjacent regions of Southern Turkmenistan. In V. Fet & H. Atamuradov (Eds.), *Biogeography and ecology of Turkmenistan* (pp. 419–449). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1116-4_25
- 12 Jendek, E., & Poláková, J. (2014). *Host plants of world Agrilus (Coleoptera, Buprestidae): A critical review*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08410-7>
- 13 Yemel'yanov A.F. (1974). Predlozheniya po klassifikatsii i nomenklature arealov. *Entomologicheskoye obozreniye*, 53(3), 497–522. [in Russian]

А.М. Тлеппаева*, Р.Х. Кадырбеков

ҚР ҒЖБМ ҒК «Зоология институты» ШЖҚ РМК, Алматы, Қазақстан Республикасы,
atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz; rustem.kadyrbekov@zool.kz

АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНЫҢ (БАТЫС ҚАЗАҚСТАН) ЗЕР ҚОҢЫЗДАРЫ (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE)

Аңдапта

Мақалада Ақтөбе облысындағы (Батыс Қазақстан) зер қоңыздардың (Coleoptera, Buprestidae) зерттелу жағдайы туралы мәліметтер келтірілген. Зерттеудің негізгі мақсаты – осы аймақтағы зер қоңыздардың түр құрамын анықтау. Маршруттық зерттеулердің ақпараттық картасы Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) бағдарламасында ГАЗ (Геоақпараттық жүйе) технологияларының элементтерін пайдалана отырып жасалды. Коллекциялық материалдар мен әдеби деректерді зерттеу нәтижесінде Ақтөбе облысында 9 тұқымдасқа, 6 трибаға және 4 туыстармаққа (Julodinae, Polycestinae, Chrysochroinae, Agrilinae) жататын зер қоңыздардың 30 түрі мен түр тармақтары анықталды. Зер қоңыздар туыстармақ деңгейінде түрлердің әртүрлілігі бойынша келесідей таралған: Julodinae – 1 түр (жалпы

анықталған фаунаың 3,3%-ы), Polycestinae – 1 түр (3,3%), Chrysochroinae – 11 (36.7%), Agrilinae – 17 (56.7%). Тұқымдас деңгейінде бұл аймақтағы ең алуан тұқымдасқа Agrilus (12 түр) және Sphenoptera (9 түр) жатады. Трофикалық тұрғыдан анықталған зер қоңыздардың түрлері ағаш-бұталы өсімдіктердің 11 тұқымдасымен байланысты. Зерттеуде зер қоңыздардың түрлік құрамы мен табиғи экожүйелер бойынша таралу ерекшеліктері талданды. Жалпы Ақтөбе облысының зер қоңыздар фаунасында ксерофильді түрлер айтарлықтай басым. Сонымен қатар, тар және салыстырмалы түрде тар таралған түрлердің үлесі жоғары, бұл табиғи тұрғыдан қызықты осы аймақтың зер қоңыздар фаунасының өзіндік ерекшелігін айқындайды.

Кілт сөздер: Зер қоңыз, Coleoptera, Buprestidae, Ақтөбе облысы, фауна, таралуы, қоректік өсімдіктер.

A.M. Tleppaeva*, R.Kh. Kadyrbekov

RSE REM "Institute of Zoology" CS MSHE RK, Almaty, Republic of Kazakhstan,
atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz; rustem.kadyrbekov@zool.kz

JEWEL BEETLES (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) OF AKTOBE REGION (WEST KAZAKHSTAN)

Abstract

Data on the state of study of jewel beetles (Coleoptera, Buprestidae) of the Aktobe region (Western Kazakhstan) are presented the article. The main objective of the study is to identify the species composition of jewel beetles in this region. An information map of route studies was created using elements of GIS technology in the Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) program. As a result of studying the collection materials of the RSE on the Right of Economic Management "Institute of Zoology" of the KS MSHE RK and literature data, 30 species and subspecies of jewel beetles from 9 genera, 6 tribes and 4 subfamilies (Julodinae, Polycestinae, Chrysochroinae, Agrilinae) were identified in the Aktobe region. In terms of species diversity at the subfamily level, jewel beetles are distributed as follows: Julodinae – 1 species (3.3 % of the total identified fauna), Polycestinae – 1 (3.3 %), Chrysochroinae – 11 (36.7 %), Agrilinae – 17 (56.7 %). At the genus level, the genera *Agrilus* (12 species) and *Sphenoptera* (9 species) turned out to be the richest in this territory. Trophically, the identified jewel beetle species are associated with trees and shrubs from 11 families. Distribution of jewel-beetles in natural ecosystems is considered. In general, xerophilous species significantly predominate in the fauna of jewel beetles of the Aktobe region. The percentage of narrowly and relatively narrowly distributed species is also high, which emphasizes the uniqueness of the fauna of jewel beetles of this naturally interesting region.

Key words: jewel beetles, Coleoptera, Buprestidae, Aktobe region, fauna, distribution, food plants

Вклад авторов. Авторы внесли равный вклад в написании статьи и проведении исследования. Тлеппаева А.М. провела изучение коллекционных сборов, диагностику материала, анализ и изучение литературных источников. Кадырбеков Р.Х участвовал в сборе материала и ботаническом описании экосистем.

А.Т.Айтбаева^{1*}, Ж.Ж.Мамырбеков¹, Б.Д.Зоржанов¹, Э.У.Тайшыбаева¹,
С.П.Махмаджанов² А.О.Нусупова¹

aitbaeva_a_86@mail.ru, mamyrbekov70@mail.ru, berik_zorzhanov@mail.ru,
elvira701@mail.ru, max_s1969@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru

¹«Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы,
Алматы облысы, Қарасай ауданы, Қайнар ауылы, Қазақстан Республикасы
² «Мақта және бақша ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС,
Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, Қазақстан Республикасы

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ОҢТҮСТІК КОРЕЯ СЕЛЕКЦИЯСЫНЫҢ ҚАУЫН ЖӘНЕ ҚАРБЫЗ СҰРЫП ҮЛГІЛЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СЫНАУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Берілген мақалада Оңтүстік Корея селекциясының қауын және қарбыз сұрып үлгілерін биологиялық және шаруашылық құнды белгілер кешені бойынша бағалау нәтижелері келтірілген.

Ғылыми-зерттеулер «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы тәлімбақтарында 2023-2024 жж. жүргізілді. Экспериментальді тәлімбақтар топырағы орташа-сазды, күңгірт-қарақоңыр, ауа-райы жағдайлары - күртконтинентальді.

Зерттеу барысында сұрыпүлгілердің фенологиялық және биометриялық параметрлері, морфологиялық көрсеткіштері, өнімділік деңгейі анықталып, биохимиялық құрамы сарапталды. Экологиялық сұрыпсынаудан өткізілген қауын және қарбыз үлгілері пісіп-жетілуі мерзімдері бойынша орташа және орташа-кеш пісетін топтарға бөлінді.

Зерттеу нәтижелері бойынша Оңтүстік Кореядан келген қауын мен қарбыз үлгілері Қазақстанның оңтүстік-шығысы тау бөктері жағдайына жоғары бейімділік пен икемділікті көрсететіні анықталды. Алғаш рет қарбыздың майда пішінді сұрыпүлгісі (Watermelon Seed Jikkomi) экологиялық сынақтан өтіп, Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында өндіру үшін бақша шаруашылықтарына ұсынылды.

Кілт сөздер: сұрып, үлгі, қауын дақылы, қарбыз дақылы, жеміс, өнімділік, сапалық көрсеткіштер.

Кіріспе

Қарбыз (*Citrullus lanatus*) шырыны 92% судан тұрып, өте төмен калория мөлшерімен ерекшеленеді - шамамен 100 граммға 27-38 Ккал. Қарбыз құрамында басқа дақылдарда өте сирек кездесетін адам ағзасын тазартатын ликопин бар [1]. Қауын (*Cucumis melo L.*) өнімдері аскорбин қышқылы, инозитол, РР, В, А, Е дәрумендері, кремний, фолий қышқылы мен темірге бай. Қауын және қарбыз өнімдерін дұрыс пайдалану қан түйіршіктерін токсиндерден, ал асқазан іш-құрылысы мен бауырды ауыр қоспалардан тазартуға ықпал етеді [2].

Бақша шаруашылығы - Қазақстан ауыл шаруашылығының аса маңызды және перспективті өндірістік саласы болып табылады. Еліміздің табиғи-климаттық жағдайы бақша дақылдарын үлкен көлемде өндіруге мүмкіндік береді.

Қауын және қарбыз өндірісін қарқындатуда жоғары өнімділікпен, қоршаған ортаның биотикалық және абиотикалық факторларына төзімділігімен ерекшеленетін және коммерциялық тартымдылығы бар гетерозисті будандарды құру маңызды болып табылады. Осыған орай, бақша дақылдары өндірісін қоршаған ортаның өзгермелі жағдайларында өсірілетін сұрыптардың кең бейімделу қабілетін ескере отырып, жоғары қоректік құндылығымен сипатталатын, тұтынушылардың дұрыс тамақтану деңгейін арттыруға

қабілетті, өнімнің тұтыну сапасының тұрақты деңгейін қамтамасыз ететін бағытта жүргізу қажет.

Қарбыз бен қауын жемістерінің сапасына әсер ететін факторлар ішінде сұрыптық көрсеткіштер маңызды орынды алады. Шаруашылық-құнды белгілері жоғары сұрыптарды қолдану, қолайлы табиғи факторлармен үйлескенде, дихандарға мол, әрі сапалы өнім қалыптастыруға мүмкіндік беріп, материалдық табыс деңгейін арттырады. Бақша өндірісінің экономикалық тиімділігін арттыру - жоғары сапалы сұрыптарды қолдануға аса тәуелді келетіні сөзсіз [3-4].

Өндіріс жағдайында бақша шаруашылығын жүргізу үшін қажетті және реттелмелі элементтеріне төзімді сұрыптарды қолдану, ауыспалы егістерді сақтау, зиянды нысандармен күресу, заманауи агротехнологияларды қолдану және т.б. ғылыми-зерттеулермен дәлелденген [5]. Мысалы, саңырауқұлақ ауруларына толерантты сұрыптарды шығару арқылы қолданылатын химиялық пестицидтердің мөлшері мен бүрку қайталанымдарын 2-3 есе қысқартуға немесе олардан мүлдем бас тартуға болады. Бұл өз кезегінде экономикалық және экологиялық тұрғыда өте тиімді.

Біздің селекционер-ғалымдарымызбен жүргізілген зерттеулер бақша дақылдарының өнімділігі жоғары, бірқатар ауруларға, биотикалық және абиотикалық факторларға төзімді, биохимиялық құрамы пайдалы, пісетін кезеңдері әртүрлі, өндіріс талаптарына нақты жауап беретін жаңа сұрыптарын шығаруға бағытталған. Себебі, бағалы сипаттамалары бар сұрыптар өндірісте әрдайым аса үлкен сұранысқа ие [6-10].

«Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС селекционер ғалымдарымен шығарылған сұрыптар - Илийская (1979), Алена (1995), Таисия (2000), Алтыночка (2003), Майская (2007), Шекер (2009), Сырдария (2010), және Ы.Жақаев атындағы «Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтымен бірлесіп шығарылған, Прима (2011), Чемпионка (2011), Шұғыла (2011), Ерке (2016), Жансая (2016), Медовая (2016), Муза (2015), Алакөларуы (2019) отандық өндірісте аса танымал [11].

Өнімділік, ерте пісіп-жетілу, тасымалдану, сақтау сапасы, дәмдік қасиеттер, ауруларға төзімділік - бұл сұрыптың экономикалық құнды белгілерінің кешенін құрайтын күрделі полигендік белгілер. Екіншіден, аталық-аналық формада болашақ сұрып үшін қажетті және аудандастырылған сұрыпта болмаған құнды белгілер тізбегі болуы керек. Бұл, селекционер ғалымдардың жаңа сұрыптар мен будандарды құру кезінде ұстанатын негізгі және маңызды қағидаларының бірі [12].

Қазіргі таңда жаңа шығарылған сұрыптарға қойылатын талаптар күшейіп келеді, сондықтан қауын және қарбыз үлгілерінің әлемдік коллекциясына, әртүрлі өсу жағдайларына бейімделетін ең маңызды шаруашылық құнды белгілері бар бастапқы материалдың болуына ерекше мән беру қажет. Осы орайда, біздің зерттеулеріміз аса өсекті және тәжірибелік құнды болып табылады. Сонымен қатар, зерттеуде қарбыз дақылының Watermelon Seed Jikkomi майда пішінді үлгісі сыналуда. Атап айтсақ, бүгінгі таңда Қазақстан Республикасы селекциялық жетістіктер реестрінде бірде-бір майда пішінді қарбыз сұрыптары тіркелмеген және жоқ. Сол себепті, бұл зерттеу нәтижелері келешекте майда пішінді қарбыз сұрыптар коллекциясын құруға және отандық жаңа сұрып шығару бойынша жұмыстардың жақсы бастамасы бола алады.

Әдістер мен материалдар

Ғылыми-зерттеулер Қазақстанның оңтүстік-шығысы Іле Алатауының солтүстік тау бөктерінде (теңіз бетінен 1000-1050 м) орналасқан «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы егістіктері жағдайында «Бақша дақылдарының селекциясы» экспериментальді стационарында жүзеге асырылды.

Өңірдің табиғи-климаттық жағдайы - күртконтинентальді. Егістік танаптарының топырақ жағдайы күнгірт-қарақоңыр, орташа саздақ. Қара шірінді мөлшері - 2,9-3,0%; жалпы азот - 0,18-0,20%; жалпы фосфор - 0,19-0,20% және K_2O - 350-390 мг/кг. Сіңірілген негіздер жиынтығы - 100 г топыраққа 20-21 мг-экв., рН деңгейі - 7,3-7,4. Көлемдік массасы - 1,1-1,2 кг/см³.

2023 ж. ауа райының орташа температурасы көпжылдық көрсеткіштермен салыстырғанда сәуір айында 3,4°C-қа, мамырда 3,4°C-қа, жаз айларында 5,73°C; 3,48°C және 4,5°C-қа жоғары болғаны тіркелді. Күздің алғашқы айы салқын болып, ауа райы және жауын-шышынның күрт құбылмалдылығымен ерекшеленді. Сәуір-қыркүйек аралығында жауған жауын-шашын мөлшері (395,7 мм) көпжылдық көрсеткіштен (288,1) 37%-ға жоғары келді. 2024 ж. сәуір және мамыр айларында ауа райының орташа температурасы 11,52°C және 17,0°C құрады. Жазғы мерзімде көп жылдық көрсеткіштермен салыстырғанда ауа температурасы маусымда - 5,4°C, шілдеде - 5,3°C және тамызда - 3,4°C-қа жоғары келді. Бұл бақша дақылдары үшін өте қолайлы болып табылады. Аталған жыл құрғақшылықпен ерекшеленіп, вегетациялық кезеңде жауған жауын мөлшері небары 215,20 мм құрады.

Егістік тәжірибелерін құру, есепке алу және бақылау бойынша ғылыми-зерттеулер «Ауыл шаруашылығы дақылдарының мемлекеттік сұрып сынау әдістемесіне», сондай-ақ «Далалық тәжірибелер әдістемесіне» және бақша дақылдарын таңдау бойынша әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізілді.

Зерттеу тәлімбақтарында қарбыз бен қауынның шетелдік сұрыптары мен будандарына биологиялық және экономикалық құнды белгілердің жиынтығы бойынша бағалау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: дақылдың ерте пісуі, өнімділігі, тауарлылығы, өсімдіктің даму фазаларының ұзақтығы, ауруларға төзімділігі, дәмдік қасиеттері, морфологиялық ерекшеліктері. Ұрпақтардың морфологиялық біркелкілігіне, жинау сапасына (жемістің көлемі, олардың түсі, торлылығы, тауарлылығы, қабығы мен целлюлозасының тығыздығы, жалпы сыртқы түрі) бойынша белгілер жинағына баға берілді.

Экономикалық құнды сипаттамалар кешенінің ішінде жемістердің дәмдік қасиеттеріне ескерілді.

Далалық тәжірибелер мен зертханалық зерттеулер келесі жалпы қабылданған классикалық әдістерді қолдана отырып жүргізілді: ауыл шаруашылығы дақылдарының (картоп, көкөніс және бақша дақылдарының) мемлекеттік сорт сынағы әдістемесі [13]; Көкөніс және бақша дақылдарын өсірудегі тәжірибелік жұмыстардың әдістемесі (В.Ф.Белик редакциясы, 1992 ж.) [14]; Егістік тәжірибе әдістемесі (Б.А.Доспехов, 1985) [15]; Қарбыз бен қауынды таңдау әдістері. (Т. Г. Гуцалюк 1998) [16]; Қауынның сапа көрсеткіштерін бағалау үшін өнімге (жеміске) келесі биохимиялық талдаулар жасалды: құрғақ зат мөлшері - рефрактометрлік әдіспен (ГОСТ 28562-90) [17], жалпы қанттылығы (ГОСТ 8756.13-87) [18], С дәрумені - Мурри әдісімен (ГОСТ 24556-89) [19]; қышқылдылық (25550-82) [20]; жемістердегі нитраттар мөлшері - потенциометриялық әдіспен (ГОСТ 29270-95) [21].

Қауын дақылы бойынша сыналған сұрыпүлгілер: T1 - Шұғыла, St. (стандарт сұрып - «ҚазЖКШҒЗИ» ЖШС селекциясы); T2 - Melon seed Santofe (Оңтүстік Корея); T3 - Melon Seed Earlis (Оңтүстік Корея); T4 - Melon Seed Cantata Salmen (Оңтүстік Корея); T5 - Melon Seed Silver Wave (Оңтүстік Корея); T6 - Melon Seed Sorren to Salmen (Оңтүстік Корея). Қауын дақылы бойынша сыналған сұрыпүлгілер: T1 - Междуреченский, St. (отандық сұрып); T2 - Watermelon Seed Jikkomi (майда пішінді қарбыз - Оңтүстік Корея).

Зерттелген тұқымдар Оңтүстік Кореяның «Asia Seed» Co LTD бренді болып табылады (партия №215-86-58597).

Қарбыз дақылдарының тәжірибе мөлдектері ауданы - 35 м² (3,5 м x 10 м), қауындікі - 28 м² (2,8 м x 10 м) құрады. Отырғызу тығыздығы: қауын дақылында - 7,0 мың дана/га, қарбыз дақылында - 5,0 мың дана/га. Тәжірибе 4 қайталанымда жүргізілді. Тәлімбақтарда бақша дақылдарын күтіп-баптау бойынша келесі іс-шаралар жасалды: минералды тыңайтқыштарды (N₁₂₀P₉₀K₉₀) енгізу, қатааралықтарын өңдеу (3 мәрте), пәлектерін түзеу (2-3 мәрте), егістерді суғару (500-550 м³/га мөлшерінде 6 мәрте), зиянды нысандармен күресу (арам шөп, зиянкестер, саңырауқұлақ аурулары).

Тәжірибе нұсқалары бойынша әрбір сынаманың жемістеріне дәм бағалауы жасалды (1,0-ден 5,0 балл аралығында).

Фенологиялық бақылаулар аймақтың топырақ-климаттық жағдайына байланысты қауын және қарбыз өсімдіктерінің белгілі бір даму фазасының басталуы және аяқталу мерзімін

белгілеу (көрнекі) үшін жүргізілді. Өніп-өсуі үрдістерінің қарқындылығы көктеп шығу басталуы (10% өсімдіктер) және жаппай жүруі (өсімдіктердің 75%) кезеңдерінде белгіленді.

Биометриялық өлшемдер бақша өсімдіктерінің түрлі вегетациялық даму кезеңдерінде жүргізіліп, талдау барысында өсімдіктердің негізгі пәлектері, жапырақ-сағатарының саны, өсімдік массасы, аумағы, аналық-аталық гүлдерінің саны, жемістерінің саны, диаметрі, салмағы сияқты негізгі параметрлері ескерілді.

Алынған зерттеу нәтижелеріне One way (ANOVA) бойынша статистикалық талдау жүргізілді. Шынайы Тьюки критеріі ($p \leq 0,05$). Мәліметтерді өңдеу R 4.2.1 және STATISTICA 10 бағдарламалары бойынша талданды.

Нәтижелер және талқылау

2023-2024 жж. экологиялық сұрыпсынау тәлімбағында Оңтүстік Корея Республикасы селекциясының қауын дақылы бойынша 5 үлгісі мен майда пішінді қарбыздың 1 үлгісі бойынша тәжірибелер салынды.

Үлгілерді бағалау негізгі 3 даму фазалары - гүлдену, жеміс қалыптастыру және пісу кезеңінде табиғи инфекциялық фонда жүргізілді. Сондай-ақ, сұрыптық үлгілерді бағалау кезінде жемістердің өнімділігі, дәмдік көрсеткіштері, сақтау сапасы мен тасымалдануы көрсеткіштері бағаланды.

Қауын үлгілерін фенологиялық бақылаулар нәтижесі, 3 үлгі (T5 - Melon Seed Silver Wave; T4 - Melon Seed Cantata Salmen; T2 - Melon seed Santofe) пісіп-жетілуі орта мерзімдік топқа жатқызылды, олардың 2 жылдық орташа вегетациялық кезеңі - 76-88 күнді құрады. Қалған 2 үлгі (T3 - Melon Seed Earlis; T6 - Melon Seed Sorren to Salmen) бойынша пісіп-жетілуі орташа мерзімі 94-95 вегетациялық күнді құрап, кеш пісетіндерге жатқызылды (1-кесте).

Майда пішінді қарбыздың (Watermelon Seed Jikkomi) вегетациялық кезеңі орташа - 88 тәулікті құрап, орташа-кеш пісетін үлгі болып белгіленді (2-кесте).

Кесте 1 - Қауын сұрыпүлгілерін фенологиялық бақылау нәтижелері, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Зерттеу жылдары	Себу күні	Шұңқыр саны	Өңгіштігі (орташа)		Аталықтарының гүлдеуі (орташа)	Аналықтарының гүлдеуі (орташа)	Пісіп жетілуі	Вегетациялық кезең, күндер
				10%	75%				
T1	2023	22.05.	20	09.06.	12.06.	13.07.	19.07.	22.08.	75
	2024	18.05.	20	05.06.	08.06.	09.07.	15.07.	18.08.	73
T2	2023	22.05.	20	07.06.	12.06.	13.07.	28.07.	03.09.	89
	2024	18.05.	20	04.06.	07.06.	09.07.	26.07.	01.09.	87
T3	2023	22.05.	20	09.06.	13.06.	18.07.	30.07.	09.09.	93
	2024	18.05.	20	04.06.	07.06.	16.07.	25.07.	05.09.	95
T4	2023	22.05.	20	06.06.	10.06.	12.07.	17.07.	30.08.	85
	2024	18.05.	20	04.06.	07.06.	10.07.	15.07.	29.08.	80
T5	2023	22.05.	20	08.06.	12.06.	14.07.	18.07.	23.08.	77
	2024	18.05.	20	04.06.	07.06.	10.07.	15.07.	17.08.	75
T6	2023	22.05.	20	07.06.	11.06.	18.07.	30.07.	10.09.	96
	2024	18.05.	20	04.06.	07.06.	17.07.	23.07.	05.09.	95

Кесте 2 - Қарбыз сұрыпүлгілерін фенологиялық бақылау нәтижелері, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Зерттеу жылдары	Себу күні	Шұңқыр саны	Өңгіштігі (орташа)		Аталықтарының гүлдеуі (орташа)	Аналықтарының гүлдеуі (орташа)	Пісіп жетілуі	Вегетациялық кезең, күндер
				10%	75%				
T1	2023	22.05.	20	07.06.	13.06.	16.07.	19.07.	29.08.	84
	2024	18.05.	20	03.06.	10.06.	13.07.	17.07.	25.08.	88
T2	2023	22.05.	20	04.06.	12.06.	16.07.	23.07.	27.08.	85
	2024	18.05.	20	02.06.	10.06.	16.07.	21.07.	28.08.	91

Оңтүстік Корея селекциясының қауын сұрыптарына даму фазаларына сәйкес белгілі параметрлері бойынша биометриялық өлшемдер жүргізіліп, негізгі пәлектерінің ұзындығы

0,75 м-ден (Т2-Т3) және 1,1 м-ге (Т5) аралығында болғаны тіркелді. Бұл қысқа пәлектілік белгісіне сәйкес келеді. Селекциялық жұмыстарда қысқа пәлектілік - қауын сұрыптарын шығару кезінде қолдануға болатын құнды белгі болып есептеледі, себебі, өндірісі барысында механикаландырылған жұмыстарды жеңілдетеді.

Вегетациялық өлшемдер бойынша бір өсімдікке шаққандағы пәлектердің жалпы саны 4-5 дананы құрады. Негізгі пәлектердің қалыңдығы 0,9 см-ден (Т3 - Melon Seed Earlis) - 1,4 см-ге дейін (Т2 - Melon seed Santofe) жетті. Бұл қасиет қауын өсімдіктерінің тамыр жүйесінің қуатымен оң корреляцияға ие, себебі, түбіндегі пәлектер неғұрлым қалың болса, тамыр жүйесі соғұрлым күшті дамыған. Бұндай сұрыптар тәлімдік бақша шаруашылығына келетін бастапқы материалды алу кезінде, ата-аналық формалар ретінде пайдалануға жарамды.

Сұрып үлгілері бойынша пәлектердегі жапырақ аралықтарының ұзындығы 5,0 см (Т3 - Melon Seed Earlis) және 9,0 см (Т5 - Melon Seed Silver Wave) болды. Осы белгі бойынша негізгі пәлектің ұзындығы белгісімен байланыс көрінеді.

Сұрыптар бойынша жапырақ сабағының ұзындығы 7,5 см (Т4) және 12,0 см дейін (Т3-Т5) жетті. Бұл белгінің қауын өсімдіктерінің басқа белгілерімен оң немесе теріс байланысы болған жоқ. Сұрып үлгілеріндегі пәлектерге қатысты жапырақ сабағының орналасуы екі позицияға ие болды - олардың көлбеу және тік орналасуы.

Қауын сұрыптарының морфологиялық сипаттамаларында сұрыптық белгінің негізгі үлесін жеміс береді. Бөлінген сұрыптар бойынша өсіру жағдайларының жемістің негізгі морфологиялық белгілеріне әсерін анықтау үшін қауын жемісінің негізгі белгілерінің өзгергіштігіне бақылаулар жүргізілді. Көрсеткіштер ретінде жемістің пішіні, жемістің суреті мен түсі, қабығының қалыңдығы, жеміс жұмсағы түсі, торлылығы, тұқымның үлгісі мен түсі ескерілді.

Бақылау нәтижесінде зерттелген сұрыптардың жемістері жеміс салмағы бойынша күрт ерекшеленетіні анықталды. Олардың мөлшері 0,5 кг-нан (Т6 - Melon Seed Sorren to Salmen) 1,2 кг-ға дейін (Т6 - Melon Seed Sorren to Salmen) жетіп, үлгілер бойынша орташа мәні 0,75 кг-ды құрады.

Жеміс пішіні бойынша сұрыптар домалақ және сопақ келді. Сопақша пішінділерге - Melon seed Santofe (Т2); Melon Seed Silver Wave (Т5) үлгілері, ал домалақ пішіндіге - Melon Seed Earlis (Т3); Melon Seed Cantata Salmen (Т4); Melon Seed Sorren to Salmen (Т6) үлгілері жатқызылды.

Сурет фоны бойынша сұрыптар түстеріне қарай ашық сары (Т2 - Melon seed Santofe; Т4 - Melon Seed Cantata Salmen; Т5 - Melon Seed Silver Wave) және қою жасыл (Т6 - Melon Seed Sorren to Salmen) болып бөлінді. Melon Seed Earlis (Т3) сұрыбының жемістері суреттің жасыл фондық түсіне ие болды (3-кесте).

Кесте 3 - Экологиялық сұрыпсынақтағы қауын үлгілерінің морфологиялық сипаттамасы

Сұрып үлгілері	Негізгі пәлек ұзындығы, см	Пәлектер саны, дана	Негізгі пәлек диаметрі, см	Буынаралық-тарының ұзындығы, см	Жапырақ алақанының пішіні	Жапырақ реңі	Жапырақ шеттерінің кескіні	Жапырақ көлемі	Жапырақ-сағактарының ұзындығы, см	Жапырақ сағактарының орналасуы	Аталық гүлкултесінің ұзындығы, мм	Аналық гүлкултесінің ұзындығы, мм
Т1	1,66	3,0	1,1	7,5	бүйрек пішінді	жасыл	әлсіз қуысты	ірі	11,0	тігінен орналасқан	1,2	1,3
Т2	0,75	4,0	1,4	6,0	бүйрек пішінді	қою жасыл	әлсіз қуысты	өте ірі	8,5	көлденең орналасқан	0,8	1,1

T3	0,75	4,0	0,9	5,0	бүйрек пішінді	қою жа-сыл	әлсіз қуыс-ты	өте ірі	12,0	көлденең орналас-қан	1,1	1,5
T4	0,85	4,0	1,2	8,0	жүрек пішінді	қою жа-сыл	қатты қуыс-ты	ірі	7,5	көлденең орналас-қан	0,8	1,2
T5	1,10	4,0	1,3	9,0	жүрек пішінді	жасыл	әлсіз қуыс-ты	ірі	12,0	көлденең орналас-қан	1,2	1,1
T6	0,90	5,0	1,3	5,0	жүрек пішінді	жасыл	әлсіз қуыс-ты	өте ірі	11,0	көлденең орналас-қан	1,1	1,1

Оңтүстік-шығыс Қазақстанның тау бөктерлері жағдайында зерттелген майда пішінді қарбыз сұрыбының морфологиялық көрсеткіштері Междуреченский, St. (T1) үлгісінен айтарлықтай ерекшеленгені белгіленді. Өлшемдер жүргізу барысында, T2 үлгісінің биометриялық параметрлері сұрыптық ерекшеліктерге байланысты біршама төмен болғаны тіркелді. Үлгілер жемістер салмағы бойынша да күрт ерекшеленетіні анықталды. Олардың мөлшері 1,9 кг-нан (майда пішінді үлгі - Watermelon Seed Jikkomi) - 5,1 (Междуреченский, St) дейін ауытқыды. Жеміс пішіні бойынша майда пішінді үлгі - сопақша, ал стандарт үлгісі - домалақ келді. Сыртқы келбеті бойынша түсі ашықжасыл, жіңішке қарақырлы жолақтармен сызылып, жұқа қабықты болды. Жемісжұмсағы 8,5 см құрады, дәмдік қасиеттері бойынша шырынды, өте тәтті, нәзік деп белгіленді. Тұқымдары майда, тегіс, ұзындығы 8 мм-ге дейін. Бір өсімдік 4-5 данаға дейін жеміс салады (4-кесте).

Кесте 4 - Экологиялық сұрыпсынақтағы қарбыз үлгілерінің морфологиялық сипаттамасы

Сұрып үлгілері	Негізгі пәлек ұзындығы, см	Пәлектер саны, дана	Негізгі пәлек диаметрі, см	Буынаралық-тарының ұзындығы, см	Жапырақ алақанының пішіні	Жапырақ рені	Жапырақтарының ұзындығы, см	Жапырақ ені, см	Жапырақ-сағаттарының ұзындығы, см	Жапырақ сағаттарының орналасуы	Аталық гүлүлтіесінің ұзындығы, мм	Аналық гүлүлтіесінің ұзындығы, мм
T1	127,0	4,0	0,6	6,6	орташа	жасыл	5,5	6,0	5,6	тігінен орналас-қан	1,0	1,3
T2	110,0	3,0	0,4	7,3	жіңішке	ашық жа-сыл	5,0	6,7	5,2	тігінен орналас-қан	1,8	1,1

Сыналған сұрыпүлгілердің (қауын, қарбыз) сипаттамасы

		Melon Seed Cantata Salmon Орташа пісетін сұрып. Пішіні - домалақ, жіңішке жасыл сызықтары бар, қатты торланған, қатқыл, майда ұялы. Рені - қоңыр. Шырыны - қою қызғылт-сары, қалың (4,0 см), әдемі сыртқы және ішкі
---	--	--

 17. Melon seed – Sorrentosalmon		бейнесімен ерекшеленеді. Melon Seed Sorren to Salmen Кеш пісетін сұрып. Пішіні - домалақ. Торлары өте қою, қатқыл және майда уялы болып келген. Реңі - қою жа-сыл. Шырыны - ашық қызғылт-сарғыш, қалыңды-ғы - 3,5 см. Тауарлығы жоғары, сақтал-ғыштығы мен тасымалда-нуы және дәмдік көрсеткіштері жоғары
 18. Melon seed-Earlis		Melon Seed Earlis Кеш пісетін сұрып (95 тәулік). Жемістің орташа массасы - 0,6-0,8 кг. Пішіні домалақ, торлары қатты қою, тоқыма тәрізді. Реңі мен қабығы жасыл түсті. Шырыны қалың, сарғыш-жасыл, қалың (3,8 см).
 19. Melon seed-Silver Wave		Melon Seed Silver Wave Орташа пісетін сұрып (шамамен 85 тәулік). Жемісінің орташа салмағы - 0,6-0,8 кг. Пішіні - сопақша. Реңі - ашық жасыл, тегіс, жасыл теңбелдері бар. Шырыны - ақ, орташа тәтті. Өнімділігі жоғары.
 20. Melon seed-Santafe		Melon seed Santofe Орташа пісетін сұрып (шамамен 87 тәулік). Жемісінің орташа салмағы - 0,5-0,6 кг. Пішіні домалақ келген, реңі өте қою, қалың, тоқылған, майда уялы. Қабығы - жасыл (1,5 см). Шырыны сары, қалың (3,0 см), орташа тәтті. плотная, слабосладкая, толстая (3,0 см). Өнімділігі,

		сақталғыштығы мен тасымалдануы өте жоғары.
 15. Watermelon seed- Jjokkomi		Watermelon Seed Jikkomi (майда пішінді қарбыз) Орташа пісетін сұрып. Шамамен 90 тәулік. Орташа массасы - 1,8 кг. Жеміс пішіні - сопақша. Реңі - ашық жасыл, жолақтары қара, жіңішке, иректеліп келген. Жемісі қызыл түсті (8,5 см), өте шырынды, тәтті, нәзік. Қабығы жұқа. Тұқымдары өте майда (0,8 см), қара түсті, тегіс. Бір түпте 4-5 жеміс береді.

Зерттеу тәлімбақтарында орташа-ерте пісетін топта қауынның 2 үлгісі - T5 (Melon Seed Silver Wave) және T2 (Melon seed Santofe) жалпы өнімділік көрсеткішімен ерекшеленіп, Шұғыла стандартынан (14,1 т/га) 4,96-8,51%-ға жоғары келді. Осы топтағы бір сынама (Melon Seed cantata Salmen) өнімділік бойынша теріс нәтиже көрсетті. Орташа-кеш пісетін топта өнімділігі бойынша Melon Seed Sorren to Salmen (T6) үлгісі Муза стандартынан (14,1 т/га) 14,18%-ға жоғары өнімділік көрсетті. Тәжірибе дәлділігі статистикалық өңдеу нәтижелерімен ($p \leq 0,05$) расталады (5-кесте).

Кесте 5 - Іріктелген қауын үлгілерінің өнімділігі, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Зерттеу жылдары	Қайталанымдар				Жалпы өнімді-лік, т/га	Тауарлылық		Жеміс-тердің орташа салмағы, кг
		I	II	III	IV		т/га	%	
T1	2023 ж.	13,6	15,0	14,2	14,8	14,4	13,9	96,5	1,4
	2024 ж.	13,9	14,2	13,7	13,4	13,8	13,2	95,6	1,2
	Орташа	13,7	14,6	13,9	14,1	14,1	13,5	96,0	1,3
T2	2023 ж.	16,3	15,5	14,9	15,7	15,6	15,0	96,1	0,8
	2024 ж.	14,9	14,7	15,3	15,1	15,0	14,1	94,0	0,5
	Орташа	15,6	15,1	15,1	15,4	15,3	14,5	95,0	0,65
T3	2023 ж.	14,2	14,1	13,6	14,5	14,1	13,6	96,4	1,1
	2024 ж.	15,0	14,4	14,6	14,0	14,5	14,0	96,7	1,3
	Орташа	14,6	14,2	14,1	14,2	14,3	13,8	96,5	1,2
T4	2023 ж.	14,0	13,8	14,4	13,5	13,9	13,2	94,9	0,8
	2024 ж.	13,6	13,1	14,0	13,3	13,5	12,9	95,5	0,7
	Орташа	13,8	13,4	14,2	13,4	13,7	13,0	95,2	0,75
T5	2023 ж.	14,2	14,7	15,5	14,0	14,6	13,8	94,5	0,7
	2024 ж.	14,7	14,9	15,3	15,1	15,0	14,5	96,8	0,8
	Орташа	14,4	14,8	15,4	14,5	14,8	14,1	95,6	0,75
T6	2023 ж.	15,4	16,2	16,0	15,8	15,8	15,5	98,1	0,5
	2024 ж.	16,6	15,8	17,2	16,4	16,5	16,0	97,2	0,5
	Орташа	16,0	16,0	16,6	16,1	16,1	15,7	97,6	0,5
<i>Тәжірибе дәлдігі, m%</i>		2023				1,86 0,85			

EEA 0,95	2024	1,16 0,53
ANOVA results: LSD ($p \leq 0.05$) p -value - 0,826		

Өнімділікті стандарт деңгейінде есепке алу барысында майда пішінді Jikkomi қарбызының (T2) Междуреченский стандартынан 4,21%-ға жоғары болғаны белгіленді. Сонымен қатар, сыналған үлгінің тауарлық көрсеткіштері де артты. Стандартпен салыстырғанда, тауарлы жемістер 96,0%-ды құрады сәйкесінше (6-кесте).

Кесте 6 - Іріктелген қарбыз үлгілерінің өнімділігі, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Зерттеу жылдары	Қайталанымдар				Жалпы өнімді-лік, т/га	Тауарлылық		Жеміс-тердің орташа салмағы, кг
		I	II	III	IV		т/га	%	
T1	2023 ж.	19,1	19,5	17,7	18,9	18,8	17,2	91,5	5,0
	2024 ж.	18,9	18,6	20,3	19,4	19,3	17,8	92,5	5,3
	Орташа	19,0	19,0	19,0	19,1	19,0	17,5	92,0	5,1
T2	2023 ж.	19,3	21,0	20,4	19,7	20,1	19,4	96,5	1,9
	2024 ж.	18,6	19,5	19,8	20,1	19,5	18,6	95,5	1,9
	Орташа	18,9	20,2	20,1	19,9	19,8	19,0	96,0	1,9
Тәжірибе дәлдігі, m% EEA 0,95	2023	1,95 1,18							
	2024	1,28 0,77							
ANOVA results: LSD (p ≤ 0.05) p-value - 0,0015									

Бақша дақылдары көбіне балғын түрде тұтынылатындықтан, олардың дәмдік көрсеткіштері мен биохимиялық құрылымы аса маңызды болып табылады. Зертханалық сараптау нәтижелері бойынша T1 (стандарт) үлгісімен салыстырғанда құрғақ еритін заттардың жоғары мөлшері (15,0%) T2 және T4 нұсқаларында жоғары болғаны анықталды. Жалпы қанттылық көрсеткіші бойынша сыналған үлгілердің басым бөлігі стандарттан 5,88-47,9%-ға артты. Тек T3 (Melon Seed Earlis) үлгісі кері нәтиже берді. Дегустациялық сынау нәтижелері бойынша қойылған дәмдік баға - 4,0-5,0 балл. Нитраттардың құрамы бойынша барлық үлгілер шектеулі рұқсат етілген көрсеткіштен аспады (7-кесте). Зерттелген сұрыптар Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығысы жағдайында өсіруге жарамды.

Кесте 7 - Іріктелген қауын үлгілерінің биохимиялық көрсеткіштері, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Құрғақ зат мөлшері, %	St. асуы, %	Жалпы қант-тылық, %	St. асуы, %	Қышқыл-дылық, %	Нитраттар, мг/кг, (ШРЕК-90 мг/кг)	Татым-дылығы, балл
T1	13,83	-	11,9	-	6,3	65,0	4,8
T2	15,0	8,46	17,6	47,9	6,2	61,0	5,0
T3	9,5	-	10,5	-	6,5	66,0	4,6
T4	15,0	8,46	16,2	36,13	6,2	61,0	4,8
T5	10,0	-	12,7	6,72	5,6	50,0	4,0
T6	10,0	-	12,6	5,88	6,0	56,0	4,5

*ШРЕК - шектеулі рұқсат етілген көрсеткіш

Құрғақ еритін заттардың мөлшері қарбыздың Междуреченский сұрыбында (T1 - стандарт) - 10,37%, ал сыналған Watermelon Seed Jikkomi (T2) үлгісінде - 12,5% құрап, 20,54%-ға жоғары келді. Жалпы қанттылық 2 есе жоғары келіп, 13,5%-ды құрады. Қарбыз жемістеріндегі нитрат деңгейі аса маңызды болып табылады. Зерттелген үлгілер бойынша бұл көрсеткіш рұқсат етілген шектен аспағаны анықталды (8-кесте).

Кесте 8 - Іріктелген қарбыз үлгілерінің биохимиялық көрсеткіштері, 2023-2024 жж.

Сұрып үлгілері	Құрғақ зат мөлшері, %	St. асуы, %	Жалпы қант- тылық, %	St. асуы, %	Қышқыл- дылық, %	Нитраттар, мг/кг, (ШРЕК-60 мг/кг)	Татым- дылығы, балл
T1	10,37	-	7,24	-	5,28	58,0	4,8
T2	12,5	20,54	13,5	86,46	6,50	56,0	5,0

**ШРЕК - шектеулі рұқсат етілген көрсеткіш*

Қорытынды

2023-2024 жж. Қазақстанның оңтүстік-шығысы тау бөктері жағдайында «Қазақ жеміс және көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы экологиялық сұрыпсынау тәлімбағында Оңтүстік Корея селекциясының қауын дақылы бойынша 5 және қарбыздың 1 үлгілері зерттелді. Зерттеу барысында фенологиялық көрсеткіштері бойынша қауынның 3 үлгісінің (T5 - Melon Seed Silver Wave; T4 - Melon Seed Cantata Salmen; T2 - Melon seed Santofe) 76-88 тәулікте пісіп-жетілетіндігі анықталып, үлгілер орта мерзімдегі топқа жатқызылды. Кеш пісетін 2 үлгі (T3 - Melon Seed Earlis; T6 - Melon Seed Sorren to Salmen) белгіленді, үлгілердің вегетациялық кезеңі 95 тәулікті құрады.

Қарбыз дақылы бойынша майда пішінді Watermelon Seed Jikkomi (T1) үлгісі зерттелді. Үлгінің фенологиялық даму кезеңі 88 тәулікті құрап, орташа мерзімділікті көрсеткені белгіленді.

Шетелдік 2 сынама өнімділігі (T5 - Melon Seed Silver Wave, T2 - Melon seed Santofe) Шұғыла стандартынан (14,1 т/га) 4,96-8,51%-ға жоғары болғаны анықталды. Осы топтағы бір сынама (T6 - Melon Seed Silver Wave) өнімділік бойынша теріс нәтиже көрсетті. Орташа кеш топта St. фондында (14,1 т/га) 14,18%-ға асатын қауынның Melon Seed Sorren to Salmen (T6) үлгісі ерекшеленді.

Қарбыз өнімділігін есепке алудың нәтижесінде орташа мерзімді T2 - Watermelon Seed Jikkomi (майда пішінді) үлгісі Междуреченский, St. стандарты деңгейінде (19,8 т/га) өнімділік бергені белгіленді.

Жеміс жұмсағындағы қанттылық пен құрғақ зат мөлшері Melon seed Santofe мен Melon Seed Cantata Salmen үлгілері бойынша Шұғыла стандартынан (T1) 5,88-47,9% және 8,46%-ға жоғары болғаны анықталды. Қарбыз тәлімбағында Watermelon Seed Jikkomi майда пішінді үлгісін стандартпен салыстырғанда жалпы қанттылық 2 есе жоғары болғаны, ал құрғақ еритін заттар - 2,13%-ға жоғары келгені тіркелді. Сонымен қатар, сыналған үлгі жемістерінің татымдылығымен, әдемі сырт келбетімен және тауарлылығымен ерекшеленді. Барлық бағаланған үлгілер бойынша жемістердегі нитрат мөлшері рұқсат етілген шектеулі көрсеткіштерден аспады, яғни, өнім тұтынуға қауіпсіз деп тұжырымдалды.

Зерттеу нәтижелері бойынша сыналған майда пішінді Watermelon Seed Jikkomi қарбыз үлгісі Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында өндіру үшін сауда орталықтары мен ресторан бизнесі желілерінде порциялық өнім ретінде үлкен қызығушылық танытуына байланысты өндіріске ұсынылады.

Алғыс білдіру. Экологиялық сұрыпсынау бойынша зерттеулер «Селекция, тұқым шаруашылығы, биотехнология және инновациялық агротехнология негізінде Қазақстанда картоп, көкөніс және бақша шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету» бағдарламасы (№10 іс-шара), № BR22885335 аясында қаржыландырылып, жүзеге асырылды. Авторлар ұжымы ғылыми-зерттеулерді жүргізу барысында егістік жұмыстарға ат салысқан әріптестері Б.М.Абдуллаеваға, Л.Х.Мендігуловаға, Ж.Ж.Махамбетовқа алғыстарын білдіреді.

Әдебиеттер тізімі

1 Rimando A.M., Perkins-Veazie P.M.; Determination of citrulline in watermelon rind. Journal of Chromatography A, №1078, 2005, p. 196-200. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.05.009>

2 Le J., Chuan J.D., Andy H.L., Colin W.E.; Do dietary lycopene and other carotenoids protect against prostate cancer. *International Journal of Cancer*, №113, 2005., p. 1010-1014. <https://doi.org/10.1002/ijc.20667>

3 Aitbayeva A.T., Zorzhanov B.D., Mamyrbekov Zh.Zh., Absatarova D.A., Rakhymzhanov B.S., Koshmagambetova M.Zh.; Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) in the Southeast of Kazakhstan. *Eurasian Journal of Soil Science*, №10(4), 2021, p. 302-307. <https://doi.org/10.18393/ejss.959078>

4 Байбакова Н.Г., Варивода Е.А., Колебошина Т.Г.; Характеристика нового сортотипа дыни селекции Быковской опытной станции. *Овощи России*, №5, 2019 г., стр. 42-45. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-42-45>

5 Айтбаева А.Т., Зоржанов Б.Д., Мамырбеков Ж.Ж., Қошмағамбетова М.Ж., Жакатаева А.Н.; Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында бақша дақылдары зиянды нысандарына қарсы экологиялық қауіпсіз пестицидтер, биологиялық препараттар мен төзімді сұрыптарды іріктеу және сынау. *Вестник КазНУ*, №1(70), 2022 г., стр. 56-70. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.06>

6 Варивода Е.А., Лазько В.Э., Тайшибаева Э.У.; Экологическое испытание сортов дыни селекции Быковской опытной станции. *Овощи России*, №4, 2023 г., стр. 82-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-82-86>

7 Лазько В.Э., Варивода Е.А., Якимова О.В., Ковалева Е.В., Бочерова И.Н., Ковалев Р.К.; Экологическое испытание сортов арбуза волгоградской и краснодарской селекции в разных зонах юга России. *Овощи России*, №4, 2022 г., стр. 17-22. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-17-22>

8 Колебошина Т.Г., Белов С.И., Вербицкая Л.Н.; Рост и развитие растений дыни в зависимости от условий выращивания. *Овощи России*, №1, 2019 г., стр. 56-59. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-56-59>

9 Шойбекова А.Ж., Мамырбеков Ж.Ж., Тайшибаева Э.У., Махмаджанов С.П., Айтбаева А.Т., Джантасов С.К. Особенности развития сортов дыни в разных экологических зонах Юго-востока Республики Казахстан. *Хабаршы, Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті. Ауыл шаруашылығы ғылымдары*, №3(70), 2024 г., стр. 41. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v70.i3.172>

10 Мамырбеков Ж.Ж., Тайшибаева Э.У., Айтбаева А.Т. Посевные качества семян и развитие корневой системы сортов дыни разного сроков созревания в условиях предгорно-степной и предгорной зоны Казахстана. *«Исследования, результаты» КазНАИУ. Сельскохозяйственные науки*, №2 (102), 2024 г., стр. 200-209. Doi: <https://doi.org/10.37884/2-2024/19>

11 ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі; Қазақстан Республикасында пайдалануға ұсынылған селекциялық жетістіктердің мемлекеттік тізбесі (ресми басылым). - Нұр-Сұлтан, 2022 г. - 128 б. <https://www.ncste.kz/assets/GNTE/107-comp-doc-kaz.-29-12-2020-09-19-59.docx>

12 Кигашпаева О.П., Гулин А.В., Капанова Р.Х., Володина С.А. Результаты и перспективы Астраханской селекции овощных и бахчевых культур. *Селекция и семеноводство Сельскохозяйственных растений*, №5, 2021 г., стр. 16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-16-21>

13 СТ 4671-7-8; Селекциядағы, сортты сынаудағы және алғашқы тұқым шаруашылығындағы учаскелер мен себу үлгілері. *Параметрлер*. 2018 г. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1300008751/history>

14 Белик В.Ф.; Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. - Москва: Агропромиздат, 1992 г. - 64 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001625951

15 Доспехов Б.А.; Методика полевого опыта. - Москва: Колос, 1980 г. - стр. 169-184. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001625951

16 Гуцалюк Т.Г.; Методика селекции арбуза и дыни. - Алматы: КазНИИКОХ - РНИ «Бастау», 1998 г. - стр. 76-116.

17 ГОСТ 28562-90; Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения содержания растворимых сухих веществ. 1990 г. <https://files.stroyinf.ru/Data/47/4764.pdf>

18 ГОСТ 8756.13-87; Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения содержания сахаров. 1987 г. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294821/4294821427.pdf>

19 ГОСТ 24556-89; Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. 1989 г. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294829/4294829760.pdf>

20 ГОСТ 25550-82; Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. 1982 г. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30545349

21 ГОСТ 29270-95; Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения содержания нитратов. 1995 г. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294825/4294825356.pdf>

References

1 Rimando A.M., Perkins-Veazie P.M.; Determination of citrulline in watermelon rind. *Journal of Chromatography A*, №1078, 2005, p. 196-200. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.05.009>

2 Le J., Chuan J.D., Andy H.L., Colin W.E.; Do dietary lycopene and other carotenoids protect against prostate cancer. *International Journal of Cancer*, №113, 2005., p. 1010-1014. <https://doi.org/10.1002/ijc.20667>

3 Aitbayeva A.T., Zorzhanov B.D., Mamyrbekov Zh.Zh., Absatarova D.A., Rakhymzhanov B.S., Koshmagambetova M.Zh.; Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) in the Southeast of Kazakhstan. *Eurasian Journal of Soil Science*, №10(4), 2021, p. 302-307. <https://doi.org/10.18393/ejss.959078>

4 Bajbakova N.G., Varivoda E.A., Kaleboshina T.G.; Harakteristika novogo sortoobrazca dyni selekcii Bykovskoj opytnej stancii. *Ovoshi Rossii*, №5, 2019 g., str. 42-45. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-5-42-45> [In Russian]

5 Ajtbaeva A.T., Zorzhanov B.D., Mamyrbekov Zh.Zh., Koshmagambetova M.Zh., Zhakataeva A.N.; Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында бақша дақылдары зиянды нәсандарына қарсы экологиялық қауіпсіз пестицидтер, биологиялық препараттар мен төзімді сұрыптарды іріктеу және synau. *Vestnik KazNU*, №1(70), 2022 g., str. 56-70. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.06> [In Kazakh]

6 Varivoda E.A., Lazko V.E., Tajshibaeva E.U.; Ekologicheskoe ispytanie sortov dyni selekcii Bykovskoj opytnej stancii. *Ovoshi Rossii*, №4, 2023 g., str. 82-86. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-82-86> [In Russian]

7 Lazko V.E., Varivoda E.A., Yakimova O.V., Kovaleva E.V., Bocherova I.N., Kovalev R.K.; Ekologicheskoe ispytanie sortov arbuza volgogradskoj i krasnodarskoj selekcii v raznyh zonah yuga Rossii. *Ovoshi Rossii*, №4, 2022 g., str. 17-22. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-17-22> [In Russian]

8 Kaleboshina T.G., Belov S.I., Verbickaya L.N.; Rost i razvitie rastenij dyni v zavisimosti ot uslovij vyrashivaniya. *Ovoshi Rossii*, №1, 2019 g., str. 56-59. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-56-59> [In Russian]

9 Shojbekova A.Zh., Mamyrbekov Zh.Zh., Tajshibaeva E.U., Mahmadzhanov S.P., Ajtbaeva A.T., Dzhantasov S.K.; Osobennosti razvitiya sortov dyni v raznyh ekologicheskikh zonah Yugo-vostoka Respubliki Kazahstan. *Habarshy Qorqyt ata atyndary Kyzylorda universiteti. Auyl sharuashylyry rylymdary*, №3(70), 2024 g., str. 41. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v70.i3.172> [In Russian]

10 Mamyrbekov Zh.Zh., Tajshibaeva E.U., Ajtbaeva A.T. Posevnye kachestva semyan i razvitie kornevoj sistemy sortov dyni raznogo srokov sozrevaniya v usloviyah predgorno-stepnoj i predgornoj zony Kazahstana. «Issledovaniya, rezultaty» KazNAIU. *Selskohozyajstvennyye nauki*, №2 (102), 2024 g., str. 200-209. Doi: <https://doi.org/10.37884/2-2024/19> [In Russian]

11 ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі; Қазақстан Республикасында пайдалануға ұсынылған селекциалық зәтестіктердің мемлекеттік тізбесі (resmi basylym). - Нұр-Сұлтан, 2022 g. - 128 b. <https://www.ncste.kz/assets/GNTE/107-comp-doc-kaz.-29-12-2020-09-19-59.docx>

12 Kigashpaeva O.P., Gulin A.V., Kapanova R.H., Volodina S.A. Rezultaty i perspektivy Astrahanskoj selekcii ovoshnyh i bahchevyh kultur. Selekcija i semenovodstvo Selskohozyajstvennyh rastenij, №5, 2021 g., str. 16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-16-21> [In Russian]

13 ST 4671-7-8; Selekcijadaғы, sortty synaudaғы zhәne alғashky tуқym sharuashylyғыndary uchaskeler men sebu ylgileri. Parametrler. 2018 g. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1300008751/history> [In Kazakh]

14 Belik V.F.; Metodika opytnogo dela v ovoshevodstve i bahchevodstve. - Moskva: Agropromizdat, 1992 g. - 64 s. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001625951 [In Russian]

15 Dospehov B.A.; Metodika polevogo opyta. - Moskva: Kolos, 1980 g. - str. 169-184. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001625951 [In Russian]

16 Gucalyuk T.G.; Metodika selekcii arbuza i dyni. - Almaty: KazNIIKOH - RNI «Bastau», 1998 g. - str. 76-116. [In Russian]

17 GOST 28562-90; Produkty pererabotki plodov i ovoshej. Refraktometricheskij metod opredeleniya sodержaniya rastvorimyh suhih veshestv. 1990 g. <https://files.stroyinf.ru/Data/47/4764.pdf> [In Russian]

18 GOST 8756.13-87; Produkty pererabotki plodov i ovoshej. Metody opredeleniya sodержaniya saharov. 1987 g. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294821/4294821427.pdf> [In Russian]

19 GOST 24556-89; Produkty pererabotki plodov i ovoshej. Metody opredeleniya vitamina S. 1989 g. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294829/4294829760.pdf> [In Russian]

20 GOST 25550-82; Produkty pererabotki plodov i ovoshej. Metody opredeleniya titruemoj kislotnosti. 1982 g. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30545349 [In Russian]

21 GOST 29270-95; Produkty pererabotki plodov i ovoshej. Metody opredeleniya sodержaniya nitratov. 1995 g. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294825/4294825356.pdf> [In Russian]

***А.Т.Айтбаева^{1*}, Ж.Ж.Мамырбеков¹, Б.Д.Зоржанов¹, Э.У.Тайшыбаева¹,
С.П.Махмаджанов² А.О.Нусупова¹***

*¹Региональный филиал «Кайнар» ТОО «Казахского НИИ плодовоовощеводства»,
Алматинская область, Қарасайский район, п.Кайнар, Республика Казахстан*

*²ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства»,
Түркестанская область, Мактааральский район, Республикасы казахстан
aitbaeva_a_86@mail.ru, mamyrbekov70@mail.ru, berik_zorzhanov@mail.ru,
elvira701@mail.ru, max_s1969@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru,*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ ДЫНИ И АРБУЗА ЮЖНО-КОРЕЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

В данной статье приведены результаты по комплексу биологической и хозяйственно-ценной признакам сортобразцов дыни и арбуза Южно-Корейской селекции.

Научные-исследования проведены в питомнике регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства» в период 2023-2024 гг. Почва экспериментальных питомников среднесуглинистая, темно-каштановая, погодноклиматические условия - резкоконтинентальные.

В ходе исследований были изучены фенологические и биометрические параметры, морфологические показатели и уровень продуктивности сортобразцов, анализирован их биохимический состав. По результатам экологического сортоиспытания, образцы дыни и арбуза были отнесены к группам среднего и средне-позднего срока созревания.

Результаты исследований показали, что образцы дыни и арбуза Южно-Корейской селекции имели высокую адаптивность и пластичность в условиях предгорной зоны юго-востока Казахстана. Впервые была проведена экологическая оценка сортобразца

мелкоплодного арбуза (Watermelon Seed Jikkomi) и рекомендована бахчеводческим хозяйствам для возделывания в условиях юго-востока Казахстана.

Ключевые слова: сорт, образцы, культура дыни, культура арбуза, плоды, продуктивность, показатели качества.

**A.T. Aitbayeva^{1*}, Zh.Zh. Mamyrbekov¹, B.D. Zorzhanov¹, E.U. Taishibayeva¹,
S.P. Makhmadzhanov², A.O. Nusupova¹**

¹Regional Branch "Kainar", LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Karasai District, Almaty Region, Republic of Kazakhstan

²LLP "Agricultural Experimental Station for Cotton and Melon Growing", Maktaaral District, Turkistan Region, Republic of Kazakhstan

aitbaeva_a_86@mail.ru, mamyrbekov70@mail.ru, berik_zorzhanov@mail.ru, elvira701@mail.ru, max_s1969@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru,

**ECOLOGICAL VARIETY TESTING OF MELON AND WATERMELON
ACCESSIONS OF SOUTH KOREAN BREEDING
UNDER THE CONDITIONS OF SOUTHEAST KAZAKHSTAN**

Abstract

This article presents the results on the complex of biological and economically valuable traits of melon and watermelon accessions of South Korean breeding.

The research was carried out at the experimental nursery of the regional branch "Kainar" of the LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing" during 2023-2024. The soil of the experimental plots is medium loamy, dark chestnut, and the climatic conditions are sharply continental.

In the course of the studies, phenological and biometric parameters, morphological characteristics, and the productivity level of the accessions were examined, and their biochemical composition was analyzed. Based on the results of ecological variety testing, melon and watermelon samples were classified into groups of medium and medium-late ripening.

The research results showed that the melon and watermelon accessions of South Korean breeding demonstrated high adaptability and plasticity under the conditions of the foothill zone of southeastern Kazakhstan. For the first time, an environmental assessment of the small-fruited watermelon accession (Watermelon Seed Jikkomi) was conducted, and it was recommended for cultivation by melon-growing farms in the conditions of southeastern Kazakhstan.

Keywords: variety, accession, melon crop, watermelon crop, fruits, productivity, quality indicators.

Авторлардың үлесі: Айтбаева А.Т. - ғылыми нәтижелерді алуға, жинақтауға, өңдеуден өткізуге, зертханалық жағдайда бақша дақылдары жемістерінің сапалық көрсеткіштері бойынша талдауларға, мақаланы жазуға, редакциялауға қатысты. Мақаланың кіріспесін, негізгі бөлімін және қорытындысын жазды, талаптарға сәйкес рәсімдеуге қатысты. Мамырбеков Ж.Ж. - егістік зерттеу жұмыстарына жетекшілік етті (үлгілер коллекциясын жасақтау, сұрып-үлгілерін тәлімбақтарға орналастыру, агротехникалық күтіп-баптау іс-шараларын жүргізу және т.б.), өнімділікті есепке алу, ғылыми нәтижелерді алу, тіркеу, жинақтау жұмыстарын жүргізді. Мақаланың негізгі бөлімін жасақтады, зерттеу нәтижелері мен талқылауларда көрсетілген нәтижелерді алды. Зоржанов Б.Д. - егістік тәжірибелерге қатысты, сұрып-үлгілері бойынша ғылыми мәліметтер жинақтады, қауын және қарбыз дақылдарының фенологиялық кезеңдері бойынша түрлі өсу параметрлері көрсеткіштерін талдауға қатысты, егістік журналын жүргізді, биометриялық өлшемдер бойынша ғылыми нәтижелерді берді, ақпараттық қамтамасыз етуге қатысты, мақаланың негізгі бөлімінде майда пішінді қарбыз бойынша нәтижелерді жазды. Тайшыбаева Э.У. - бақша дақылдарының шетелдік коллекциясын қалыптастырды, олардың стандартпен салыстырғанда шаруашылық-құндылығын анықтау бойынша зерттеулер жүргізді, фенологиялық байқаулар мен биометриялық параметрлерді өлшеп, нәтижелерін жинақтады, зертханалық жағдайда

биохимиялық зерттеулерге қатысты, мақаланың аңдатпасын, қорытындысын жазды, кіріспе, әдістері мен материалдар бөлімін жасақтады. Махмаджанов С.П. - шетелдік сұрыптарды экологиялық сынау бойынша үлгілердің шаруашылық тиімділігін сынады, мақаланы формальді тексерді, ғылыми бағыт берді. Нусупова А.О. - алғашқы ғылыми нәтижелерді алуға, оларды жинақтауға және тұжырымдауға қатысты, биометриялық және фенологиялық өлшемдер жасады, ғылыми бағыт берді, мақалаға формальді тексеру жүргізді.

МРНТИ 68.29.07

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/23>

С.Б. Кененбаев^{*1}, В.Н. Гусев¹, Г.Л. Есенбаева², Е.А.Жанбырбаев²

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п.Алмалыбак, Алматинская обл., Республика Казахстан,
serikkenenbayev@mail.ru

²НАО «Казахский Национальный аграрный исследовательский университет», г. Алматы, Республика Казахстан

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СТЕПЕНЬ ДЕГРАДАЦИИ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

В статье проведены результаты оценки антропогенных факторов (культура севооборота и удобрения) на степень деградации орошаемых светло-каштановых почв юго-востока Казахстана. Выявлено, что различия между деградированными и недеградированными почвами в наибольшей степени проявляются в строении почвенного профиля и прежде всего в мощности гумусового горизонта. Деградированные почвы характеризуются сокращением гумусового горизонта (А+В) на 10-15 см. Особо остро эта проблема стоит в орошаемом земледелии, что связано с ускоренной минерализацией свежего органического вещества и быстрого возникновения его дефицита в почве, увеличивающего нагрузку на гумус и вызывающего его усиленное разложение. Культуры севооборота, с учётом их биологических особенностей по разному обеспечивают накопление элементов питания и способствуют сохранению плодородия почвы. Максимальное количество растительных остатков (161,2 ц/га) остается в почве после трехлетнего возделывания люцерны. С этим количеством органической массы в 0-30 см слое почвы остается 316,5 кг/га N, 64,6 кг/га P₂O₅ и 92 кг/га K₂O. Наибольшее количество пожнивных и корневых остатков за ротацию трехпольного севооборота оставила после себя озимая пшеница+викоовсяная смесь (82,9 ц/га, с содержанием N - 89,2 кг/га, P₂O₅ - 29,3 кг/га, K₂O - 46,2 кг/га). Сахарная свекла и соя, при сравнительно меньшем объеме накопления пожнивно-корневой массы, требуют дополнительного внесения минеральных и органических удобрений.

Ключевые слова: содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, растительные остатки, люцерна, сахарная свекла, соя, питательные элементы (NPK).

Введение

В результате антропогенной деятельности человека, в основном, из-за нерационального использования земельных угодий произошло снижение продуктивности пашни и деградация почвенного плодородия [1]. Вследствие воздействия деструктивных природных процессов в мире ежегодно теряются десятки миллионов гектаров продуктивных земель. По данным Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН), в период с 2015 по 2019 годы, ежегодные потери земель в мире составляли не менее 100 млн.га [2].

Глобальный экологический кризис выражается не только в деградации земель, но и в экологической дестабилизации и даже разрушении природных ландшафтов. К тому же, в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур, было использовано множество агроприемов, в том числе внесение нерациональных доз минеральных удобрений, химических средств защиты от болезней, вредителей и сорной растительности. Будучи химически агрессивными, они приводили к деструктуризации почвы, к разрушению её гуминовых веществ, отрицательно действовали на почвенную микрофлору [3,4]. На сегодняшний день более 75% почв используемых в сельском хозяйстве подвержены деградации, доля пахотных земель с низким содержанием гумуса из обследованной площади достигает 62,5%. Все это приводит к снижению урожайности и финансовым потерям [5].

По данным Республиканского научно методического центра агрохимической службы МСХ РК, отмечается устойчивая тенденция к снижению в почве содержания гумуса, питательных веществ и продуктивности сельскохозяйственных культур. Содержание гумуса в почве за последние 60 лет снизилось в условиях неорошаемой зоны на одну треть от исходного ее содержания, а в условиях орошения на 60%. С урожаем сельскохозяйственных культур ежегодно отчуждаются из почвы питательные элементы, их вынос превышает в сотни раз поступление с вносимыми удобрениями. Площади почв с низким содержанием гумуса на неорошаемых землях 63%, а на орошаемых 98% [6,7].

Особую тревогу вызывает устойчивая тенденция дегумификации почв, возрастает доля сильно дегумифицированных пахотных земель, характеризующихся прогрессирующим уплотнением и ухудшением агрономической ценной и водопроходной структуры. Особо остро эта проблема стоит в орошаемом земледелии.

На территории Казахстана процессами дегумификации в слабой степени охвачено 4,5 млн.га пашни, в умеренной степени 5,2 и в сильной степени 1,5 млн.га [8]. Из пашни ежегодно безвозвратно отчуждается 2,5 млн.т питательных элементов. Ежегодные потери гумуса оцениваются в 0,6-1,2 т/га [9]. Для бездефицитного баланса гумуса в почве следует ежегодно вносить не менее 10-12 т/га органических удобрений. Объем использования органических удобрений сократился до 1 т/га [10]. Основная часть обследованной площади (61%) республики имеет низкое содержание гумуса, среднее - 35,5% и высокое - 3,5% [11].

Материалы и методы

Объект исследования - стационарные и производственные участки (34,1 га) Казахского НИИ земледелия и растениеводства. Оценка деградированности орошаемой светло-каштановой почвы изучалась методом рекогносцировочного почвенного обследования (Рис.1). Морфологическая оценка профильного состояния почвы проводилась путем закладки 23 разрезов и прикопок, агрохимические показатели (общий гумус, подвижный фосфор, обменный калий и щелочно-гидролизуемый азот) - отбором почвенных образцов с слоев (0-30 и 30-50 см).



Рисунок 1. Фактическое (координатно привязанное) расположение точек отбора почвенных образцов и сделанных прикопок

Орошаемая светло-каштановая почва опытного участка расположена в средней и нижней части слабонаклонной подгорной равнины, характеризующийся холмисто-увалистым рельефом. Величина гумуса 1,6-2,5%. Климатические условия территории характеризуется резкой континентальностью, со среднемноголетним количеством осадков 450-500 мм. Среднегодовая температура воздуха 7,5°C.

Анализ агрохимических показателей почвы выполнялся в аккредитованной (№ KZ.T.04.1405 от 29 ноября 2023 года) агрохимической лаборатории (ГОСТ 26213-84. Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО; ГОСТ 58596-2019. Почвы. Методы определения общего азота; ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО).

Статистическая обработка экспериментальных данных по Доспехову [12] и с использованием статистической программы STATISTICA-6.

Результаты и обсуждение

Сохранение и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения - основное условие стабильного развития агропромышленного комплекса. В результате длительного использования пашни, почвы приобретают иное строение профиля, новые качества и заметно различаются по плодородию. Недеградированные светло-каштановые почвы, формирующиеся на ровных водоразделах, характеризуются более заметной дифференциацией почвенного профиля на генетические горизонты. На почвах, сформированных от верхней приводораздельной части склона к нижней, четко прослеживается уменьшение мощности гумусового горизонта.

Результаты показали, что различия между деградированными и недеградированными почвами проявляются в строении почвенного профиля и в мощности гумусового горизонтов. Недеградированные светло-каштановые почвы в верхней части профиля имеют мощность горизонтов (А+В) 50-55 см. Деградированные почвы характеризуются сокращением гумусового горизонта (А+В) на 10-15 см. По мере увеличения степени деградированности наблюдается большее осветление верхнего пахотного горизонта.

В таблице 1 приведены данные, характеризующие величину мощности гумусового горизонта и содержание гумуса по фактическим точкам (координатам) отбора.

Таблица 1 - Фактические координаты точек отбора почвенных образцов, показателей мощности гумусового горизонта и содержание гумуса, 2024 г

№ пп	Фактические точки, ID	Координаты		Мощность гумусового гор., см	Содержание гумуса, %
		Широта	Долгота		
1	179	43.2259008	76.6911563	30	1,67
2	119	43.2257810	76.6900919	37	1,76
3	116	43.2269819	76.6898665	50	2,57
4	174	43.2278833	76.6908978	40	2,15
5	85	43.2273882	76.6893321	42	2,26
6	173	43.2282517	76.6908144	35	1,75
7	83	43.2281216	76.6891990	35	1,26
8	82	43.2285182	76.6890833	36	1,33
9	165	43.2314378	76.6902699	41	2,10
10	75	43.2313140	76.6886872	41	2,15
11	45	43.2312755	76.6881501	29	0,90
12	130	43.2333706	76.6894565	30	1,61
13	70	43.2332785	76.6883545	40	1,99
14	40	43.2332324	76.6878326	38	1,69
15	99	43.2337594	76.6888455	21	0,66
16	127	43.2345930	76.6892670	31	1,78
17	97	43.2345501	76.6886954	45	2,30
18	123	43.2361588	76.6890148	43	1,10
19	33	43.2360302	76.6873545	35	1,70
20	61	43.2368416	76.6877183	33	1,66
21	151	43.2369982	76.6893356	26	0,91

22	163	43.2322289	76.6901310	30	1,59
23	73	43.2320995	76.6884739	32	1,64

Средневзвешенная мощность гумусового горизонта по фактической выборке составила 36 см, с колебаниями от 21 до 50 см. Размах вариации 29 см, что свидетельствует о крайней неоднородности мощности гумусового горизонта на сравнительно небольшой площади опытного участка (таблица 2).

Таблица 2 - Показатели вариации мощности гумусового горизонта и содержания гумуса в орошаемой светло-каштановой почве

Показатели вариации	Мощность гумусового горизонта, см	Содержание гумуса, %
Среднее значение мощности гумусового горизонта, см	36	1,68
Максимум, см	50	2,57
Минимум, см	21	0,66
Размах вариации	29	1,91
Среднелинейное отклонение, см	5,29	0,36
Среднее значение мощности гумусового горизонта, см	42,66	0,22
Дисперсия по генеральной совокупности	44,60	0,23
Дисперсия по выборке	6,53	0,47
Среднеквадратичное отклонение генеральное	6,68	0,48
Среднеквадратичное отклонение по выборке	18,7	33,2
Коэффициент вариации, %	0,81	1,14
Коэффициент остиляции (размах вариации)	36	1,68

Несмотря на достаточно выравненный коэффициент вариации 0,81%, характеризующий разброс показателей мощности гумусового горизонта, высокие величины среднелинейного (5,29) и среднеквадратичного (6,68) отклонений свидетельствуют о значительных различиях. Подтверждением наличия деградационных изменений в исследуемой почве является высокая неоднородность содержания в ней гумуса, характеризующийся высокой величиной размаха 1,91% и коэффициента вариации 33,2%.

Сопоставление величины мощности гумусового горизонта и содержание гумуса в 0-30 см слое почвы опытного участка показало наличия достаточно высокой прямолинейной корреляции ($r = 0.77\%$, $D = 59.2\%$) описываемое уравнением $y = 10.626x + 17.85$ (рис. 2).

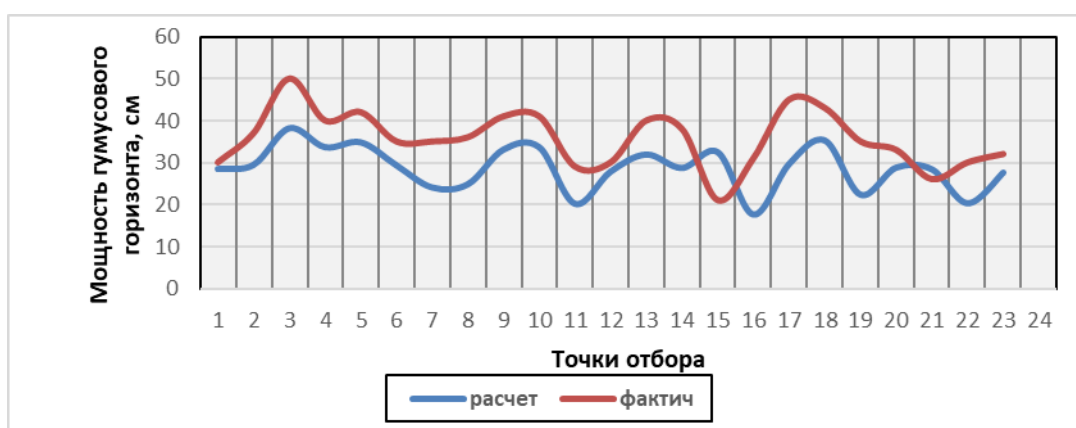


Рисунок 2. Фактическая и расчетная величина гумусового горизонта почвы

В регулировании почвенного плодородия основная роль принадлежит севооборотам и чередованию культур в севообороте. Важно учитывать не только урожайность основной продукции, но и побочную продукцию, а также массу корневых и пожнивных остатков, влияющие на качество почвы и направленность процессов гумусообразования [13-16].

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса и воспроизводства почвенного плодородия, важно постоянное поступление свежего органического материала в почву. При нарушении этого процесса углеродное питание почвенных микроорганизмов происходит за счет запасов гумуса, что ведет к истощению его содержания и снижению всех ключевых показателей плодородия почвы.

Наиболее заметное влияние на почву оказывают не только количественные, но и качественные характеристики растительных остатков. Содержание таких ключевых элементов, как азот, фосфор и калий в растительных остатках, напрямую определяет их роль в поддержании плодородия (таблица 3).

Таблица 3 - Количество растительных остатков и содержание в них элементов питания под культурами травяно-зернопропашного восьмипольного севооборота

Культура (чередование)	Варианты опыта	Растительные остатки, ц/га			Элементы питания, кг/га					
		Пожнивные	Корневые остатки в слое почвы 0-30 см	Всего поступило в почву (пожнивные +корневые)	в пожнивных			в корневых		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница +люцерна		19,7	62,6	82,3	25,0	4,6	37,3	100	21,7	23,0
Люцерна 2 года жизни		14,6	136	150,6	21,6	2,5	35,5	273	57,1	51,7
Люцерна 3 года жизни		15,2	146	161,2	22,5	2,6	37,0	294	62,0	55,0
Озимая пшеница		3,2	68,1	71,3	2,8	2,2	0,95	140	30,0	23,0
Сахарная свекла	б/у	-	48,3	48,3	-	-	-	85,0	13,0	49,2
	N ₈₀ P ₅₀ K ₁₄₀	-	53,8	53,8	-	-	-	107	10,2	38,7
	горох	-	70,7	70,7	-	-	-	116	14,0	53,8
	навоз	-	63,8	63,8	-	-	-	117	14,2	53,1
Соя	б/у	12,9	44,9	57,8	13,5	5,6	14,2	82,8	16,8	13,4
	N ₈₀ P ₅₀ K ₁₄₀	21,8	51,7	73,5	12,4	5,2	13,1	96,8	25,9	20,7
	горох	18,8	48,4	67,2	10,7	4,5	12,1	111,0	19,4	17,8
	навоз	16,2	55,7	71,9	11,5	4,8	11,3	130,0	22,3	15,5
Сахарная свекла	б/у		30,9	30,9	-	-	-	95,6	11,6	43,8
	N ₈₀ P ₅₀ K ₁₄₀		43,0	43,0	-	-	-	118,0	18,3	30,1
	горох	-	40,5	40,5	-	-	-	99,9	17,6	33,0
	навоз	-	53,4	53,4	-	-	-	123,0	15,1	33,5
Кукуруза на зерно		4,01	57,0	61,0	34,9	2,21	11,0	59,5	13,0	12,0

Из данных таблицы 3 видно, что максимальное количество растительных остатков (161,2 ц/га) остается в почве после трехлетнего возделывания люцерны. С этим количеством органической массы в 0-30 см слое почвы остается 316,5 кг/га N, 64,6 кг/га P₂O₅ и 92 кг/га K₂O. Следует отметить, что 61% корневых остатков люцерны разлагается в первый год после распашки пласта.

Остальные культуры восьмипольного севооборота оставляют в почве значительно меньшее количество (53-72 ц/га) пожнивно-корневой массы. Определение количества корневых остатков у сахарной свеклы, посеянной после озимой пшеницы в восьмипольном севообороте, в зависимости от внесения разных органических и минеральных удобрений показывает, что в пахотном слое почвы (0-30 см) содержится различное количество корневой массы от 48,3-70,7 ц/га. На варианте с запашкой биомассы гороха отмечено наибольшее количество растительных остатков 70,7 ц/га, несколько ниже на варианте с внесением навоза

63,8 ц/га. В восьмипольном севообороте соя использует последствие всех испытываемых органических и минеральных удобрений вносимых под сахарную свеклу. При этом наибольшее количество растительных остатков сои (73,5 ц/га) в пахотном слое почвы отмечается на варианте последствия внесенных минеральных удобрений. Несколько меньше на вариантах с запашкой гороха и навоза.

Не менее важным является использование сидератов - культур, которые при запашке обогащают почву дополнительным органическим веществом. Но из-за быстрого его разложения, она не оказывает существенного влияния на последующие культуры. Важно отметить особую роль сидератов в сохранении структуры почвы.

В трехпольном зернопропашном севообороте под озимой пшеницей и сахарной свеклой, идущими 1-й и 2-й культурой, соответственно, было значительно больше корневых остатков и содержащихся в них питательных элементов (NPK) по сравнению с восьмипольным севооборотом (табл. 4).

Таблица 4 - Количество растительных остатков и содержание в них элементов питания под культурами зернопропашного трехпольного севооборота

Культура (чередование)	Варианты опыта	Растительные остатки, ц/га			Элементы питания, кг/га					
		Пожнивные	Корневые остатки в слое почвы 0-30 см	Всего поступило в почву (пожнивные +корневые)	в пожнивных			в корневых		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница		16,5	57,3	73,8	2,2	4,8	3,6	83,7	13,8	43,5
Озимая пшеница+вико-овсяная смесь		16,5	66,4	82,9	2,2	4,8	3,6	89,2	29,3	46,2
Сахарная свекла	контроль	-	47,6	47,6	-	-	-	60,2	6,8	25,9
	после сидерата	-	75,0	75,0	-	-	-	74,2	12,3	35,1
Соя	контроль	17,0	54,2	71,2	13,1	5,5	13,8	128	25,6	20,5
	после сидерата	22,4	63,3	85,7	24,1	7,8	16,9	132	31,0	29,1

В данном севообороте после озимой пшеницы высевали викоовсяную смесь, которую запахивали во второй декаде июля. При этом 0-30 см слой почвы дополнительно поступило 7,0 т/га свежей зеленой биомассы, что явилось существенным резервом пополнения почвы органическим веществом. При этом наибольшее количество пожнивных и корневых остатков за ротацию севооборота оставила после себя озимая пшеница+викоовсяная смесь (82,9 ц/га, с содержанием N - 89,2 кг/га, P₂O₅ - 29,3 кг/га, K₂O - 46,2 кг/га).

Таким образом в порядке убывающей способности к накоплению растительных остатков основные полевые культуры располагаются в следующей последовательности: многолетние бобовые культуры, озимые зерновые культуры, кукуруза на зерно, однолетние бобовые, яровые зерновые и сахарная свекла. Этот ряд в основном отражает закономерность, установленную по количеству органического вещества, оставляемого в почве после снятия урожая.

Выводы

1. Анализ состояние орошаемых старопахотных светло-каштановых почв показал, что различия между деградированными и недеградированными почвами в наибольшей степени проявляются в строении почвенного профиля и прежде всего в мощности гумусового горизонтов. Деградированные почвы характеризуются сокращением гумусового горизонта

(А+В) в основном на 10-15 см. По мере увеличения степени деградированности наблюдается все большее осветление верхнего пахотного горизонта.

2. Фактические данные по содержанию гумуса и величины мощности гумусовых горизонтов опытного участка показали наличие достаточно высокой прямолинейной зависимости. Так, сопоставление величины мощности гумусового горизонта и содержание гумуса в 0-30 см слое почвы описываемое уравнением $y = 10.626x + 17.85$ свидетельствует о наличии высокой корреляции ($r = 0.77\%$, $D = 59.2\%$).

3. Подбор культур в севообороте, с учетом их биологических особенностей обеспечивает накопления свежего органического вещества в почве и способствует поддержанию плодородия почвы. Максимальное количество растительных остатков (161,2 ц/га) остается в почве после трехлетнего возделывания люцерны. С этим количеством органической массы в 0-30 см слое почвы остается 316,5 кг/га N, 64,6 кг/га P_2O_5 и 92 кг/га K_2O . После люцерны наибольшее количество пожнивных и корневых остатков оставила озимая пшеница с викоовсяной смесью (82,9 ц/га, с содержанием N - 89,2 кг/га, P_2O_5 - 29,3 кг/га, K_2O - 46,2 кг/га). Сахарная свекла и соя, при сравнительно меньшем объеме накопления пожнивно-корневой массы, требуют дополнительного внесения минеральных и органических удобрений.

4. По накоплению растительных остатков в порядке убывающей способности основные полевые культуры располагаются в следующей последовательности: многолетние бобовые культуры, озимые зерновые культуры, кукуруза на зерно, однолетние бобовые, яровые зерновые и сахарная свекла. Сидераты быстрее разлагаются в почве, а содержащиеся в них элементы питания становятся доступными для возделывания последующих и они играют особую роль в сохранении структурного состояния почвы.

Благодарность

Данная статья опубликована в рамках программно-целевого финансирования научных исследований Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы по проекту BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана».

Список литературы

1. Аханов Ж.У. Почвоведение в развитых странах мира и приоритетные проблемы почвенной науки в Казахстане // Научные основы воспроизводства плодородия, охраны и рационального использования почв Казахстана. Алматы:Тетис, 2001. 33 с.
2. Токбергенова А.А., Каирова Ш.Г., Киясова Л.Ш. (2017). Причины и последствия деградации земель и опустынивания: на примере Республики Казахстан. Journal of Geography and Environmental Management, 43(2). <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/323>
3. Шакиров Р.С., Бикмухаметов З.М., Хисамиев Ф.Ф. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в экологически сбалансированной системе земледелия // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т.12. № 4(46). С.54–60.
4. Байшанова А.Е., Кедельбаев Б.Ш. Проблемы деградации почв. Анализ современного состояния плодородия орошаемых почв республики Казахстан//Научное обозрение. Биологические науки, 2016. №2. С.5-13; URL:<https://science-biology.ru/ru/article/view?id=991> (дата обращения: 30.05.2024).
5. Zhandybayev O, Malimbayeva A., Shibikeyeva A., Amirkhan A. Effect of fertigation on nutrient dynamics of gray-brown soils and apple (*Malus pumila*) yields in intensive orchards of Kazakhstan//Research On Crops, 2023, vol.24, P.506-514. DOI: 10.31830/2348-7542.2023. ROC-927.

6. Подколзин О.А. Мониторинг и оценка состояния почв степных агроландшафтов Северо-Западного Кавказа/О.А. Подколзин, И.В. Соколова, В.Н. Слюсарев, А.В. Осипов, Т.В. Швец, А.Ю. Перов. *Агрохимический вестник*. 2019. № 1. С.11-15

7. Елешев Р.Е. Современное состояние пахотных земель и пути воспроизводства их плодородия. Сборник статей по материалам докладов научно-теоретической конференции «освоение целинных и залежных земель: история и современность» (4-6 декабря 2003 года), посвященной 50-летию освоения целинных и залежных земель. Астана:Казахский аграрный университет им. С. Сейфуллина. 2004. 288 с.

8. Kenenbaev SB, Ramazanov SB, Gusev VN (2023). State and prospects of mineral fertilizers use in agriculture of Kazakhstan. *SABRAO J. Breed. Genet.* 55(3): 886-895. <http://doi.org/10.54910/sabrao.2023.55.3.23>

9. Yessenbayeva G., Kenenbayev S., Dutbayev Y. and Kaldykozov N. Effects of biological fertilizers and the conditions of the year on the physiology and productivity of corn in Kazakhstan. // *Brazilian Journal of Biology*, 2024, vol.84, e286562 | <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286562>.

10. Аксенова Ю.В., Бойко В.С Роль многолетних трав и интенсивной системы земледелия в повышении энергетического потенциала органического вещества длительно орошаемой лугово-черноземной почвы//*Земледелие*. 2017. № 5. С.18–20.

11. Жапаев Р.К., Куныпияева Г.Т., Оспанбаев Ж., Сембаева А.С., Кыргызбай К., Какимжанов Е.Х.. Влияние разных способов обработки почвы на ее агрофизические и агрохимические свойства почвы в условиях богары юго-востока Казахстана//*Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. №2-1-2024, ISSN 2304-3334. С.220-233. DOI <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/560>

12. Доспехов, Б.А. Методика полевого дела. М.,1973. 336 с.

13. Кененбаев, С.Б. Роль биологических средств в органическом земледелии. // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. Краснообск (Новосиб. обл.), Том: 50 № 3 Год: 2020. С. 103-110. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-11>

14. Лошаков, В.Т. Севообороты и биологизация земледелия // *Вестник с.-х. науки*. - 1992. №2. с. 19-20.

15. Наумкин, Б.Н., Лопачев, Н.А., Петров, В.Т. Севообороты биологизированных систем земледелия // *Достижения науки и техники АПК*. 1999. №4. С. 14-18.

16. Наумкин, В.Н. Биологизированные севообороты - основа современных систем земледелия // *Земледелие*, 1998, №5, С. 16-17.

References

1. Ahanov ZH.U. Pochvovedenie v razvityh stranah mira i prioritetye problemy pochvennoj nauki v Kazahstane // *Nauchnye osnovy vosproizvodstva plodorodiya, ohrany i racional'nogo ispol'zovaniya pochv Kazahstana*. Almaty: etis, 2001. 33 s.

2. Tokbergenova A.A., Kairova SH.G., Kiyasova L.SH. (2017). Prichiny i posledstviya degradacii zemel' i opustynivaniya: na primere Respubliki Kazahstan. *Journal of Geography and Environmental Management*, 43(2). <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/323>

3. SHakirov R.S., Bikmuhametov Z.M., Hisamiev F.F. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v ekologicheski sbalansirovannoj sisteme zemledeliya // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. T.12. № 4(46). S.54–60.

4. Bajshanova A.E., Kedel'baev B.SH. Problemy degradacii pochv. Analiz sovremennogo sostoyaniya plodorodiya oroshaemyh pochv respubliki Kazahstan//*Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, 2016. № 2. S.5-13; URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=991> (data obrashcheniya: 30.05.2024).

5. Zhandybayev O, Malimbayeva A., Shibikeyeva A., Amirkhan A. Effect of fertigation on nutrient dynamics of gray-brown soils and apple (*Malus pumila*) yields in intensive orchards of Kazakhstan//*Research On Crops*, 2023, vol.24, P.506-514. DOI: 10.31830/2348-7542.2023. ROC-927.

6. Podkolzin, O.A. Monitoring i ocenka sostoyaniya pochv stepnyh agrolandshaftov Severo-Zapadnogo Kavkaza. O.A. Podkolzin, I.V. Sokolova, V.N. Slyusarev, A.V. Osipov, T.V. SHvec, A.YU. Perov. Agrohimiicheskij vestnik. 2019. № 1. S.11-15.

7. Eleshev R.E. Sovremennoe sostoyanie pahotnyh zemel' i puti vosproizvodstva ih plodorodiya. Sbornik statej po materialam dokladov nauchno-teoreticheskoy konferencii «osvoenie celinnyh i zaleznyh zemel': istoriya i sovremennost'» (4-6 dekabrya 2003 goda), posvyashchennoj 50-letiyu osvoeniya celinnyh i zaleznyh zemel'. Astana:Kazahskij agrarnyj universitet im. S. Seifullina. 2004. 288 s.

8. Kenenbaev SB, Ramazanova SB, Gusev VN (2023). State and prospects of mineral fertilizers use in agriculture of Kazakhstan. SABRAO J. Breed. Genet. 55(3): 886-895. <http://doi.org/10.54910/sabrao.2023.55.3.23>.

9. Yessenbayeva G., Kenenbayev S., Dutbayev Y. and Kaldykozov N. Effects of biological fertilizers and the conditions of the year on the physiology and productivity of corn in Kazakhstan. // Brazilian Journal of Biology, 2024, vol.84, e286562 | <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286562>.

10. Aksenova YU.V., Bojko V.S Rol' mnogoletnih trav i intensivnoj sistemy zemledeliya v povyshenii energeticheskogo potentsiala organicheskogo veshchestva dlitel'no oroshaemoj lugovo-chernozemnoj pochvy//Zemledelie. 2017. № 5. S.18–20.

11. ZHapaev R.K., Kunypiyaeva G.T., Ospanbaev ZH., Sembaeva A.S., Қырғызбай Қ., Kakimzhanov E.H.. Vliyanie raznyh sposobov obrabotki pochvy na ee agrofizicheskie i agrohimiicheskie svojstva pochvy v usloviyah bogary yugo-vostoka Kazahstana//Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty. №2-1-2024, ISSN 2304-3334. S.220-233. DOI <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/560>.

12. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo dela. M.,1973. 336 s.

13. Kenenbaev, S.B. Rol' biologicheskikh sredstv v organicheskom zemledelii. // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. Krasnoobsk (Novosib. obl.), Tom: 50 № 3 God: 2020. S. 103-110. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-3-11>

14. Loshakov, V.T. Sevooboroty i biologizaciya zemledeliya // Vestnik s.-h. nauki. - 1992. №2. s. 19-20.

15. Naumkin, B.N., Lopachev, N.A., Petrov, V.T. Sevooboroty biologizirovannyh sistem zemledeliya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 1999. №4. S. 14-18.

16. Naumkin, V.N. Biologizirovannye sevooboroty - osnova sovremennyh sistem zemledeliya // Zemledelie, 1998, №5, S. 16-17.

С.Б. Кененбаев^{*1}, В.Н. Гусев¹, Г.Л. Есенбаева², Е.А.Жанбырбаев²

¹ЖШС «Қазақ өсімдік шаруашылығы және егіншілік ғылыми-зерттеу институты»,
Алмалыбақ а., Қарасай ауданы, Алматы обл., Қазақстан Республикасы,
serikkenenbayev@mail.ru, 55500036@mail.ru

²КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Алматы қ., Қазақстан
Республикасы

АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ АШЫҚ-ҚАРА ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ТОЗУ ДӘРЕЖЕСІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Мақалада, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы аймақтарындағы ашық-қара қоңыр топырақтарының деградациялану дәрежесіне антропогендік факторлардың (ауыспалы егіс дақылы, тыңайтқыш) әсерін бағалау нәтижелері беріліп отыр. Деградацияға ұшыраған және деградацияға ұшырамаған топырақтар арасындағы айырмашылықтар топырақ профилінің құрылымында және ең алдымен гумус қабатының қуатында айқын көрінетіні анықталды. Деградацияға ұшыраған топырақтар гумус қабатының (А+В) 10-15 см-ге қысқаруымен сипатталады. Бұл проблема әсіресе суармалы егіншілік жағдайында айқын байқалады. Ол органикалық заттардың тез минералдануымен және оның топырақтағы жетіспеушілігінің тез пайда болуымен байланысты, гумуска деген жүктемені арттырады және

оның нашарлауына алып келеді. Ауыспалы егіс дақылдары, олардың биологиялық ерекшеліктеріне сәйкес, қоректік заттардың жиналуын әр түрлі қамтамасыз етеді және топырақтың құнарлылығын сақтауға ықпал етеді. Жоңышқа дақылы топырақта азот, фосфор және калиймен байытылған өсімдік қалдықтарының едәуір мөлшерін қалдырады. Топырақта өсімдік қалдықтарының максималды мөлшері (161,2 ц/га) үш жылдық жоңышқа танабынан кейін жиналды. Өсімдік қалдықтарының аталған мөлшерімен, топырақтың 0-30 см қабатында 316,5 кг/га N, 64,6 кг/га P₂O₅ және 92 кг/га K₂O қалады. Үш дақылды ауыспалы егіс айналымында, өсімдік және тамыр қалдықтарының ең көп мөлшерін, күздік бидай мен түйе жоңышқа аралас егісі қамтамасыз етті (82,9 ц/га). Мұнда N - 89,2 кг/га, P₂O₅-29,3 кг/га, K₂O-46,2 кг/га жиналды. Қант қызылшасы мен май бұршақ, тамыр қалдықтарының салыстырмалы түрде аз жиналуымен сипатталатындықтан, минералды және органикалық тыңайтқыштарды қосымша енгізуді қажет етеді.

Кілт сөздер: қарашірік құрамы, қарашірік қабатының қуаты, өсімдік қалдықтары, жоңышқа, қант қызылшасы, май бұршақ, қоректік заттар (NPK).

S.Kenenbayev¹, V.Gusev¹, G.Yessenbayeva², E.Zhanbyrbayev²

¹ «Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production», Almalyk village, Karasay district, Almaty region, Republic of Kazakhstan, serikkenenbayev@mail.ru, 55500036@mail.ru

² «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Republic of Kazakhstan

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE DEGREE OF DEGRADATION OF LIGHT CHESTNUT SOILS IN SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

Abstract

The article presents the results of an assessment of anthropogenic factors (crop rotation culture, fertilizers) on the degree of degradation of irrigated light chestnut soils in southeastern Kazakhstan. It has been revealed that the differences between degraded and non-degraded soils are most evident in the structure of the soil profile and, above all, in the thickness of the humus horizon. Degraded soils are characterized by a reduction in the humus horizon (A+B) by 10-15 cm. This problem is particularly acute in irrigated agriculture, which is associated with accelerated mineralization of fresh organic matter and the rapid occurrence of its deficiency in the soil, increasing the load on humus and causing its increased decomposition. Crop rotation crops, taking into account their biological characteristics, provide the accumulation of nutrients in different ways and contribute to the preservation of soil fertility. The maximum amount of plant residues (16.1 t/ha) remains in the soil after three years of alfalfa cultivation. With this amount of organic matter in the 0-30 cm soil layer, 316.5 kg/ha of N, 64.6 kg/ha of P₂O₅ and 92 kg/ha of K₂O remain. The largest amount of crop and root residues during the rotation of the three-field crop rotation was left behind by winter wheat + oatmeal mixture (8.29 t/ha, with a content of N - 89.2 kg/ha, P₂O₅ - 29.3 kg/ha, K₂O - 46.2 kg/ha). Sugar beet and soybeans, with a relatively lower accumulation of crop and root mass, require additional application of mineral and organic fertilizers.

Key words: humus content, humus horizon thickness, plant residues, alfalfa, sugar beet, soybean, nutrients (NPK).

Вклад авторов

Кененбаев Серик Барменбекович – концептуализация, курирование данных, приобретение финансирования, администрирование проекта, надзор, проверка, написание – обзор и редактирование.

Гусев Виталий Николаевич - формальный анализ, методология, ресурсы.

Есенбаева Гульвира Лемисовна - формальный анализ, расследование, письмо – первоначальный проект.

Жанбырбаев Елдос Алмабекович - программное обеспечение.

К.А. Алтысбаева, Б.Ж. Найманова, Б.Б. Нурманов, Ә.М. Сейтжан,
Э.А. Джубатова, А.М. Успанов

«Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин FЗИ» ЖШС,
Алматы, Қазақстан, erke07naz05@mail.ru, baljan-sun93@mail.ru, bauka_92kzs@mail.ru,
asselseitzhan@mail.ru, e.dzhubatova@mail.ru, u_alibek@mail.ru

ЖАБЫҚ АЛАҢДА ӨСІРІЛЕТІН ҚИЯР ДАҚЫЛЫН (*CUCUMIS SATIVUS*) ЗИЯНКЕСТЕРДЕН ИНТЕГРАЛДЫ ЖҮЙЕМЕН ҚОРҒАУ

Аңдатпа

Зерттеу жұмыстары Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданында орналасқан Кавунов «Джантор» жылыжай кешенінде 2024 жылы жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – жабық алаң жағдайында өсірілетін қияр дақылына зиян келтіретін негізгі жылыжай аққанаттыларына қарсы биологияландырылған интегралды қорғау жүйесін қалыптастыру. Биологиялық күрес құралы ретінде *Encarsia formosa* энтомофагы пайдаланылып, оның зиянкес популяциясының динамикасына әсері бағаланды. *Encarsia formosa* паразитін 2 дарак/м² есебінде енгізудің биологиялық тиімділігі 61,3% болды. Ауа-райы жағдайының қолайсыздығына байланысты зиянкеске қарсы қосымша Актарофит 1,8 биологиялық препараты пайдаланылып, оның тиімділігі зерттелді. Биологиялық препаратты зиянкеске қарсы екі рет қолданудың биологиялық тиімділігі 92,2% көрсетті. Өнім толығымен жинап алынғаннан кейін, жылыжайдағы қалған сорғыш зиянкестердің таралуын, сонымен қатар қыстауға кететін дарактарын толығымен жою мақсатында химиялық препараттармен өңдеу жұмыстарын жүргіздік. Жылыжай жағдайында қияр дақылын өсіру кезінде зиянкестерге биологияландырылған интегралды қорғау жүйесін пайдаланудың маңызы зор.

Кілт сөздер: қияр дақылы, жылыжай, жылыжай аққанаттылары, энкарзия, өсімдіктерді қорғаудың интегралды жүйесі, биоагенттер, биопрепараттар.

Кіріспе

Қазақстанның күрт континенттік климаты көкөніс өсірушілерге ашық алаңда көкөніс дақылдарын жыл бойы өсіруге мүмкіндік бермейді. Қысқы кезеңдерде халықтың балғын көкөніс өнімдеріне деген қажеттілігі шетелдік импорт арқылы қамтамасыз етіледі. Соңғы жылдары елімізде жабық алаңда ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру қарқынды дамып келеді [1, 41 б.]. Жылыжайда өсірілетін дәстүрлі көкөніс дақылдары қияр, қызанақ, болгар бұрышы қатарын, көк шөптер, құлпынай, бақша дақылдары мен гүлдермен толықтырылуда.

Жабық алаңда өсімдіктердің қалыпты өсуіне арнайы жасалған агроклиматтық жағдайлар зиянды организмдердің жаппай таралуына да ықпал етеді. Жылыжайда өсірілетін қияр дақылына көптеген сорғыш зиянкестер, соның ішінде жылыжай аққанаттылары (*Trialeurodes vaporariorum*) үлкен зиян келтіреді. Олар өсімдіктердің генеративті мүшелерін сорып коректеніп өнімділігін төмендетеді. Фитофагтардың жаппай таралуы олардың бақылаусыз көбеюіне алып келеді [2, 26 б. 3, 23 б. 4, 89 б. 5, 19 б.].

Зиянкестермен күрес экономикалық маңызды мәселе болып табылады. Өсімдіктерді қорғау құралдарын қолдану зиянкестердің санын азайтпай, өнімнің сапасына теріс әсер етпеуі тиіс [6, 24 б. 7, 13 б.]. Қазіргі таңда зиянды организмдерге қарсы интегралды күрес Еуразиялық одақа мүше мемлекеттерде міндетті талап болып табылады [8, 82 б.]. Интегралды жүйелер мен биологиялық әдістерге инвестициялар артып келеді [9, 66 б.]. Биологиялық әдістер мен энтомофагтар қолдану тұрақты органикалық өндірісті қамтамасыз етеді, ал химиялық пестицидтерді қайта-қайта қолдану фитофагтардың төзімділігін қалыптастырады [12, 58 б.].

Жылыжайдағы көкөніс дақылдарының зиянкестеріне қарсы биологиялық күресте энтомофагтарды пайдаланудың тиімділігі жоғары [13, 31 б. 14, 23 б.]. Жабық алаңда өсірілетін

көкөніс дақылдары үшін түпнұсқалық интегралды қорғау жүйесі биологиялық әдістерді, феромонды және желімді тұтқыштарды біріктіреді. Бұл жүйе көкөніс дақылдарының фитосанитарлық жағдайын жақсартуға және органикалық өндірістің дамуына ықпал етеді.

Зерттеу әдістері мен материалдары

Зерттеу жұмыстары 2024 жылы «Ж. Жиёмбаев атындағы ҚазОҚЖК ҒЗИ» ЖШС өсімдіктерді биологиялық қорғау бөлімінің пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасында және Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданындағы Кавунов ШҚ «Джантор» жылыжай шаруашылығында жүргізілді. Жылыжайдың жалпы ауданы 300 м².

Зиянкестердің таралуын есептеу және тығыздығын анықтау үшін қияр дақылында регрессиондық талдау әдісі қолданылды. Өсімдіктердің жапырақтары мен өсу нүктелерінде зиянкестердің дернәсілдері, ересектері мен жұмыртқалары есепке алынды [15, 30 б.]. Зиянкестердің түр құрамын анықтау үшін 25х40 см өлшеміндегі түрлі - түсті желімді тұтқыштар қолданылды. Бұл әдіс зиянкестердің белсенділігін бақылау мен көбею динамикасын қадағалаудың тиімді құралы ретінде белгілі. Зиянкестерді есепке алу апта сайын жүргізіліп, тұтқыштар қажеттілікке қарай ауыстырылды. Тұтқышқа түскен зиянкестер саны тіркеліп, олардың түр құрамы анықталды [16, 107 б.].

Қияр дақылының зиянкестеріне қарсы интегралды қорғау жүйесі А.П. Твердюков пен К.Л. Алексеевтың әдістемесіне сай әзірленді [15, 33 б. 17, 96 б.], зерттеу барысында қияр дақылы өсірілетін жылыжайда интегралды қорғау жүйесін пайдаланудың нобайы 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Қияр дақылын интегралды қорғау бойынша тәжірибе нобайы.

Зиянкес	Қорғау шаралары		
	Желімді тұтқыш	Биоагент	Биопрепаратты қолдану мөлшері
Жылыжай аққанаттылары	Сары түсті желімді тұтқыштар (рулонды)	Энкарзия	Актарофит 1,8 0,8-1,0 л/га

Интегралды қорғау жүйесінде *Encarsia formosa* биологиялық агенті 2 дарак/м² мөлшерінде төрт рет жіберілді. Биоагент «Ж. Жиёмбаев атындағы ҚазОҚЖК ҒЗИ» ЖШС зертханасында жаппай өндірілді. Сонымен қатар, ауа райының күрт өзгеруі мен биотикалық факторлардың ықпалы *Encarsia formosa* белсенділігін төмендеткен жағдайда, қосымша шара ретінде Актарофит 1,8 биологиялық препараты (шығын мөлшері – 1,0 л/га) пайдаланылды. Актарофит 1,8 биопрепараты қияр дақылының өсіп-даму кезеңінде өсімдіктерге бүрку тәсілі арқылы қолданылды.

Зерттеу барысында биоагенттер мен биопрепараттардың биологиялық тиімділігі Абботтың модификацияланған формуласы негізінде есептелді [18, 101 б.].

$$\mathcal{E} = \frac{1 - T_a * C_b}{T_b * C_a} * 100,$$

мұндағы: $\mathcal{E}$ – биоагенттер мен биопрепараттардың тиімділігі, зиянкестер санының төмендеуі пайызбен көрсетілген,%;

T_a – тәжірибедегі өңдеуден кейінгі тірі дарактардың саны;

C_b – бақылаудағы алдын ала есептеуде тірі дарактар саны;

T_b – тәжірибедегі өңдеудің алдындағы тірі дарактардың саны;

C_a – бақылаудағы кейінгі есептеуде тірі дарактар саны.

Encarsia formosa биологиялық агенті мен Актарофит 1,8 биопрепаратының биологиялық тиімділігі Хендерсон мен Тилтон формуласы бойынша анықталды [19]. Статистикалық деректерді өңдеу екі факторлы дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісі арқылы жүргізілді, ал нұсқалар арасындағы айырмашылықтардың шынайылығы ең кіші мәнді айырмашылық (ЕМА) критерийі бойынша $p \leq 0,05$ деңгейінде бағаланды.

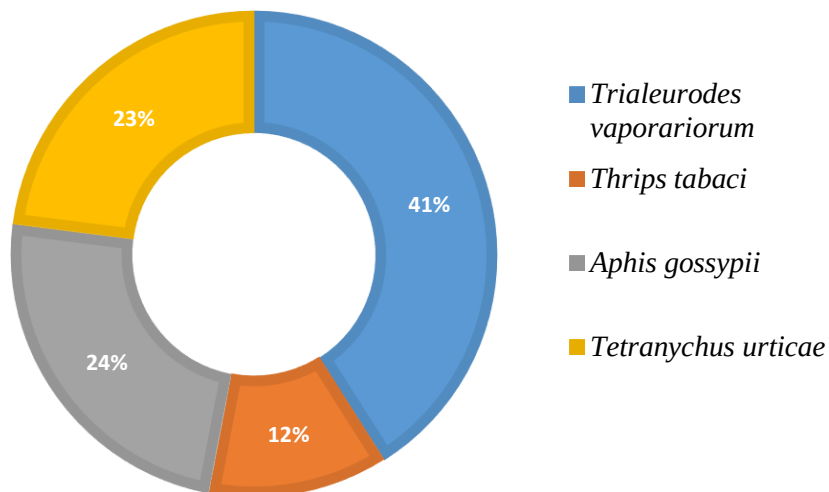
Нәтижелер мен талқылау

Зерттеу жұмыстары 2024 жылы Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданындағы Кавунов «Джантор» жылыжай шаруашылығында жүргізілді. Зерттеудің мақсаты жабық алаң жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін сорғыш зиянкестерге қарсы биологияландырылған интегралды қорғау жүйесін жасау болды. Алдымен жылыжай жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін зиянкестердің түр құрамы анықталды. Бұл мақсатта сары және көк түсті орамды желім тұтқыштары ілініп, *Trialeurodes vaporariorum* мен *Thrips tabaci* таралуы зерттелді (сурет 1).



Сурет 1 – Жабық алаңда желімді тұтқыштарды пайдалану, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.

Қияр дақылы өсірілетін жылыжайда апта сайын мониторинг жұмыстары жүргізіліп, зиянкестердің сан мөлшері, таралған сорғыш зиянкестердің түр құрамы анықталды, нәтижелер 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Қияр дақына зиян келтіретін сорғыш зиянкестердің түр құрамы, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.

2-суреттен көріп отырғандарыңыздай, жылыжай жағдайында қияр өсімдігіне жылыжай аққанаттылары көптеп кездеседі, сан мөлшері бойынша 41%-ды құрады, ал бақша биттері мен кәдімгі өрмекші кененің таралу мөлшері сәйкесінше 23 және 24% шамасында болды. Жылыжай шаруашылығында анықталған сорғыш зиянкестерге қарсы қорғаудың интегралды жүйесін жасауда ең алдымен биологиялық агенттерге көңіл бөлінді. Жылыжай

аққанаттыларына қарсы *Encarsia formosa* паразиті, бақша биттеріне қарсы *Aphidius colemani* паразиті, кәдімгі өрмекші кенеге қарсы *Phytoseiulus persimilis* жыртқыш кенесі, ал темекі трипсіне қарсы *Amblyseius swirskii* жыртқыш кенесі пайдаланылды.

Жылыжай жағдайында зиянкестердің сан мөлшерін анықтауға бағытталған зерттеулер нәтижесінде жылыжай аққанаттыларының сан мөлшері басым болды (сурет 3).



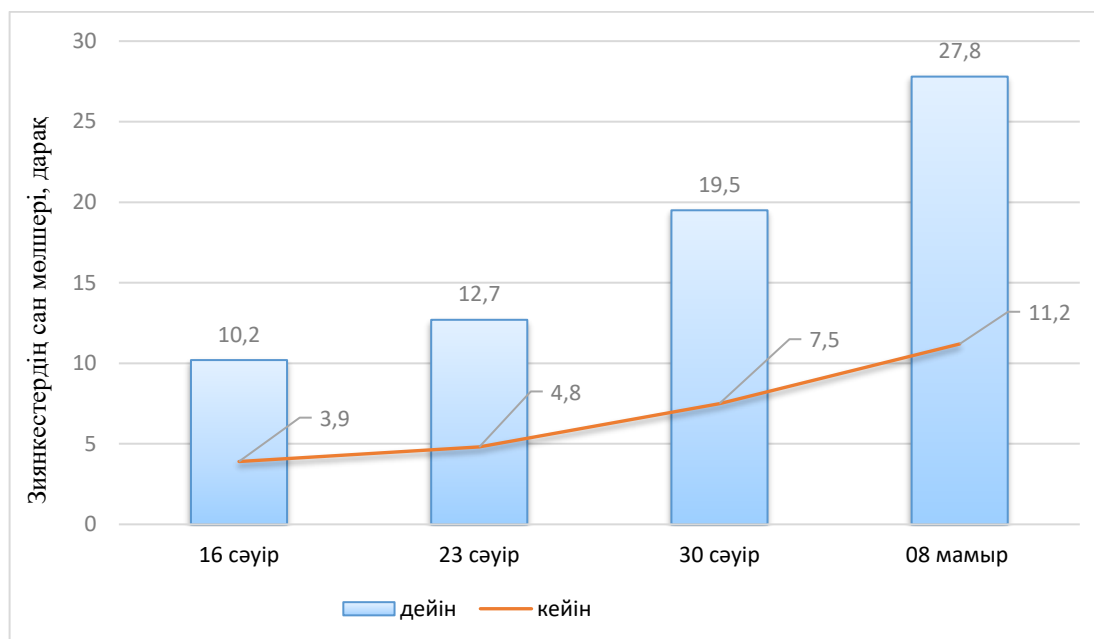
Сурет 3 – Жылыжай жағдайында қияр дақылының жылыжай аққанттыларымен зақымдалуы, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.

Зиянкестің дернәсілдеріне қарсы биологиялық күресте пайдаланылатын *Encarsia formosa* паразитін апта сайын 1:10 арақатынасында жіберу жұмыстарын бастадық.



Сурет 4 – Жылыжай аққанаттыларына қарсы *Encarsia formosa* паразитін пайдалану, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.

Жылыжай жағдайында аққанаттылардың дамуы өте жылдам жүріп отырды. Алайда, олардың дернәсілдеріне қарсы жіберілген энкарзия паразитінің де жұмысын жокқа шығаруға болмайды. 4-суретте жылыжай аққанаттыларының сарғыш түсті дернәсілдері қарайып энкарзия биоагентімен залалданғандығы анық байқалады. Қияр дақылының өсіп-дамуы кезеңінде жылыжайда зиянкестердің таралуын бақылау және олардың сан мөлшерін анықтау мақсатында энтомофагтарды жіберу жұмыстары ұдайы жүрізіліп отырды. Жылыжай жағдайында қияр дақылын өсіру кезінде өсімдіктерге зиян келтіретін жылыжай аққанттыларына қарсы энкарзияны пайдаланудың биологиялық тиімділігі 5-суретте көрсетілген.



Сурет 5 – Жылыжай аққанаттыларына қарсы энкарзияны пайдаланудың биологиялық тиімділігі (Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.).

Жылыжай жағдайында жүргізілген есептеулер мен зерттеулер барысында жылыжай аққанаттыларына қарсы биологиялық күресте пайдаланылған *Encarsia formosa* (энкарзия) энтомофагының биологиялық тиімділігін салыстыру және олардың жылыжайдағы зиянкестер санын төмендетудегі рөлін бағалау барысында зиянкестердің сан мөлшерін едәуір төмендеткені анықталды. Атап айтқанда, 16 сәуірде жіберілген энкарзия (2 дарак/м²) зиянкестердің санын 10,2-ден 3,9-ға дейін төмендетіп, 61,8% биологиялық тиімділік көрсетті. Сол сияқты, сәуір айының 23-ші мен 30-шы жұлдызында энтомофагты қайталап жіберудің биологиялық тиімділігі сәйкесінше 62,2% және 61,5%, болды, сонымен қатар, араға тағы бір апта салып энкарзия энтомофагын жіберудің тиімділігі 59,7% болып, бұл көрсеткіштің төмендегені байқалды. Жалпы жылыжай аққанаттыларына қарсы энкарзия паразитін пайдаланудың биологиялық тиімділігі орташа есеппен 61,3%-ды құрады. Бұл энтомофагтарды жылыжай жағдайында биологиялық қорғау жүйелерінде, яғни сорғыш зиянкестердің санын реттеуде пайдаланудың әлеуеті жоғары екенін көрсетеді.

Маусым айының екінші онкүндігінде қияр дақылы жеміс түзу фазасында ауа температурасының 35-38°C дейін көтерілуі жылыжай ішіндегі ауа температурасының жоғарылауы және топырақ ылғалдылығының күрт төмендеуі жіберілген энтомофагтың қолайлы дамуына кері әсер етті, яғни энкарзия популяциясының белсенділігі күрт төмендеп кетті. Алайда сорғыш зиянкестердің жаппай дамуына қолайлы жағдай туғызды. Сол себепті оларға қарсы Актарофит 1,8 биологиялық препараты (шығын мөлшері – 1,0 л/га) пайдаланылып, оның тиімділігі бағаланды (кесте 2).

Кесте 2 – *Trialeurodes vaporariorum* қарсы Актарофит 1,8 (шығын мөлшері 1,0 л/га) биологиялық препаратын 2 рет пайдаланудың биологиялық тиімділігі (Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.).

Өңдеу күні	Шығын мөлшері, л/га	Зиянкестердің орташа саны, дарак		Биологиялық тиімділік, %	ЕМА _{0,05}
		өңдеуге дейін	өңдеуден кейін		
05.06	0,8	23,1	2,9	87,4	2,2
02.07	1,0	19,4	2,4	87,6	2

Кесте 2 деректері бойынша, жылыжай аққанаттыларына (*Trialeurodes vaporariorum*) қарсы Актарофит 1,8 препаратының екі мәрте қолданылуы жоғары тиімділікті көрсетті.

Алғашқы (05.06.2024 ж.) өңдеуден кейін (шығын мөлшері 0,8 л/га) зиянкестер саны 23,1 дарадан 2,9 дараға дейін төмендеп, биологиялық тиімділік 87,4% болды. Екінші (02.07.2024 ж.) рет шығын мөлшерін жоғарылатып (1,0 л/га) өңдеу нәтижесінде бұл көрсеткіш 19,4 дарадан 2,4 дараға дейін азайып, биологиялық тиімділік 87,6% деңгейінде болды. Осылайша, Актарофит 1,8 биологиялық препаратының жылыжай аққанаттыларына қарсы орташа есеппен 87,5% тиімділікті көрсетіп, тұрақты жоғары белсенділік танытты. Сонымен қатар, басқа да сорғыш зиянкестерге қарсы күресте Актарофит 1,8 биологиялық препаратын пайдаланудың тиімділігі жоғары болды. Демек, бұл биопрепаратты жылыжай жағдайында өсімдіктерді қорғаудың заманауи биологиялық әдістерінің бірі ретінде қолдануға болады.

Зерттеу жүргізілген жылы жабық алаңда өсірілетін қияр дақылының өнімі қыркүйек айының бірінші онкүндігінде толығымен жинап алынды. Кавунов ШҚ «Джантор» жылыжай шаруашылығы 300 м² жылыжайдан 4,5 тонна өнім жинады. Өнім толығымен жинап алынғаннан кейін, өсімдік қалдықтары толығымен жойылып, жылыжайдағы қалған сорғыш зиянкестердің қыстауға кететін дарақтарын жою мақсатында Мовенто Энерджи, к.с. (шығын мөлшері 0,8 л/га) және Оберон Рапид, к.с. (шығын мөлшері 0,5 л/га) химиялық препараттармен өңдеу жұмыстарын жүргіздік. Бұл препараттар зиянкестердің тіршілік ететін барлық сатыларын (жұмыртқа, дернәсіл, ересек дарақтар) жоюға бағытталған, сондықтан жылыжай ішіндегі зиянкестер популяциясының толық жойылуына және келесі отырғызу маусымына дейін фитосанитарлық жағдайды тұрақтандыруға мүмкіндік берді.

Талқылау

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде жылыжай жағдайында өсірілетін қияр дақылында зиян келтіретін негізгі сорғыш зиянкестердің түр құрамы анықталды. Жылыжайда *Trialeurodes vaporariorum* зиянкесі басым болды. Аталған зиянкеске қарсы биологияландырылған интегралды қорғау шаралары ұйымдастырылды. Бірінші кезекте *Encarsia formosa* биоагенті қолданылды, оның биологиялық тиімділігі орташа есеппен 61,3%-ды құрады. Алынған зерттеу нәтижелері Д. Кахья, Г. Порт еңбектерінде келтірілген мәліметтермен сәйкес келеді. Олардың жүргізілген зерттеулерінде Европа және Таяу шығыс елдерінде *Encarsia formosa* энтомофагының орташа тиімділігі 62% деңгейінде болғаны анықталған. Бұл көрсеткіш біздің тәжірибелеріміздің нәтижелерімен (61,3 %) сәйкес келеді [20].

Алайда жылыжайда туындаған жоғары температура мен төмен ылғалдылық зиянкестердің жаппай таралуына ықпал етті. Сонымен қатар энтомофагтардың да белсенділігі төмендеп, қосымша шараларды қажет етті. Бұл мақсатта Актарофит 1,8 биологиялық препаратын пайдаландық. Биологиялық препаратының тиімділігі 87,5% болып, зиянкестердің сан мөлшерін экономикалық зияндылық шегінен төмен деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік берді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері энтомофагтар мен биопрепараттарды кешенді қолдану қияр дақылында жылыжай аққанаттыларының санын тиімді шектеуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл тәсіл өсімдіктерді қорғаудың біріктірілген жүйесі аясында жылыжай жағдайында жоғары нәтижелілікке қол жеткізуге жағдай жасайды. Алынған деректер зиянкестерге қарсы шараларды оңтайландыруға және агроклиматтық ерекшеліктерді ескеретін адаптивті модельдер әзірлеуге ғылыми негіз бола алады.

Алғыс. Зерттеу жұмыстары 2024 жылы Қазақстан Республикасы ауылшаруашылық министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған «Зиянды организмдерді басқару жүйесін жетілдіру және ендіру» (BR 22885887) тақырыбы бойынша ғылыми зерттеулерді бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру жобасының аясында жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

1 А.Б. Идрисова, Г.А. Мырзабаева, К.Т. Абаева, Г. Моравчевич. Биологические особенности и элементы технологии выращивания листовых зеленых культур в пленочных теплицах Алматинской области // Исследования, результаты. – 2024. – №2 (102). – С. 261. – ISSN 2304-3334. – DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2024/25>

2 Бениев А.С., Амаева А.Г., Оказова З.П. «Оценка эффективности фунгицида БФТИМ Нова в борьбе с болезнями огурца в условиях защищённого грунта» *International Agricultural Journal*, 2024, №1, с. 2269–2281

3 Иванин, А. С. Разработка технологии возделывания огурца в тепличном комбинате ООО «Агро-Инвест» / А. С. Иванин // Научный журнал молодых ученых. – 2023. – № 4(34). – С. 17-23.

4 Кашутина Е.В., Слободянюк Г.А., Игнатьева Т.Н., Андреев О.Н., Хейшхо И.В. Технология защиты огурца в закрытом грунте в зоне черноморских субтропиков // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2019. – №11 (89), ч. 2. – С. 11. – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.036>

5 Brennan, R.J.B.; Glaze-Corcoran, S.; Wick, R.; Hashemi, M. Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. *J. Integr. Agric.* 2020, 19, 1680–1690.

6 N.S. Mukhamadiyev, A.M. Chadinova, G.Zh. Mengdibayeva, A.E. Koigeldina. Harmful pests and biological protection of agricultural crops (wheat, soy, corn) in the conditions of the Almaty region // *Izdenister, Natigeler*. – 2023. – №2 (98). – С. 245–252. – DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2023/24>

7 Камаев И.О., Миронова М.К. Фитосанитарный риск растительноядных клещей (Arachnida: Acariformes) // *Карантин растений. Наука и практика*. – 2018. – №3 (25). – С. 13-20.

8 European Court of Auditors. Sustainable use of plant protection products: limited progress in measuring and reducing risks. Special Report No 5/2020 [Electronic resource] / European Union. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. – 82 p. – Access mode: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR20_05/SR_Pesticides_EN.pdf, free. – Title from the screen. – ISBN 978-92-847-4206-6.

9 Chandler D., Bailey A.S., Tatchell G.M., Davidson G., Greaves J., Grant W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* – 2011. – Vol. 366, No. 1573. – P. 1987–1998. – DOI: 10.1098/rstb.2010.0390. – PMID: 21624919; PMCID: PMC3130386.

10 Foote N. Commission adopts regulation to halve pesticide use by 2030 – but more work needed [Electronic resource] / ARC2020. – 2022. – June. – Access mode: <https://www.arc2020.eu/commission-adopts-regulation-to-half-pesticide-use-by-2030-but-more-work-needed/>, free. – Title from the screen.

11 Pretty J., Bharucha Z.P. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa // *Insects*. – 2015. – Vol. 6, No. 1. – P. 152–182. – DOI: 10.3390/insects6010152. – PMID: 26463073; PMCID: PMC4553536.

12 Пушкарев, В. Г. Урожайность огурца в условиях защищенного грунта на Северо-Западе России / В. Г. Пушкарев, Е. Ю. Мартынова // *The Scientific Heritage*. – 2021. – № 58-1(58). – С. 15-16.

13 Богданова А.А. Эффективность биологических средств защиты при возделывании огурца в защищенном грунте // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. - 2020. - № 22 - С. 29-31.

14 Иванин, А. С. Разработка технологии возделывания огурца в тепличном комбинате ООО «агро-Инвест» / А. С. Иванин // Научный журнал молодых ученых. – 2023. – № 4(34). – С. 17-23.

15 FAO Statistical Databases. Statistics Division. 2020. Available online: <https://www.fao.org/about/who-we-are/departments/statistics-division> (accessed on 1 June 2025).

16 Greco, N.; Minuto, A.; d'Errico, F.P.; d'Errico, G. Synthetic nematicides in Italy past and present role in the management of plant parasitic nematodes and future perspectives of control. *Redia* 2024, 107, 107–130.

17 Алексеева К.Л. и др. Современные технологии интегрированной защиты тепличных овощных культур от болезней и вредителей: практ. пособие. – М.: ФГБНУ "Росинформротех", 2021. – 96 с.

18 Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Гаврилова А.Ю., Бородин Д.Б. Испытание влияния новых биопестицидов на возбудителей болезней овощей с применением ДНК-маркеров. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. Т. 10. N 3. С. 401–411. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-3-401-411>.

19 Пюнтэнер, В. Руководство по проведению полевых испытаний в защите растений = Manual Para Ensayos de Campo En Proteccion Vegetal / В. Пюнтэнер. – 1981.

20 Кахья, Д. и Порт, Г. (2016). Эффективность *Encarsia formosa* Gahan (Hym: Aphelinidae) против оранжерейной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)) в условиях теплицы. *Турецкие энтомологические журналы*, 6 (1), 15–22.

References

1 A.B. Idrisova, G.A. My`rzabaeva, K.T. Abaeva, G. Moravchevich. Biologicheskie osobennosti i e`lementy` texnologii vy`rashhivaniya listovy`x zeleny`x kul`tur v plenochny`x teplicax Almatinskoy oblasti // Issledovaniya, rezul`taty`. – 2024. – №2 (102). – S. 261. – ISSN 2304-3334. – DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2024/25> [in Russian].

2 Beniev A.S., Amaeva A.G., Okazova Z.P. «Ocenka e`ffektivnosti fungicida BFTIM Nova v bor`be s boleznyami ogurca v usloviyax zashhishhyonnogo grunta» International Agricultural Journal, 2024, №1, s. 2269–2281 [in Russian].

3 Ivanin, A. S. Razrabotka texnologii vozdeley`vaniya ogurca v teplichnom kombinatе ООО «Agro-Invest» / A. S. Ivanin // Nauchny`j zhurnal molody`x ucheny`x. – 2023. – № 4(34). – S. 17-23 [in Russian].

4 Kashutina E.V., Slobodyanyuk G.A., Ignat`eva T.N., Andreenko O.N., Xejshxo I.V. Texnologiya zashhity` ogurca v zakry`tom grunte v zone chernomorskix subtropikov // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. – 2019. – №11 (89), ch. 2. – S. 11. – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.036> [in Russian].

5 Brennan, R.J.B.; Glaze-Corcoran, S.; Wick, R.; Hashemi, M. Biofumigation: An alternative strategy for the control of plant parasitic nematodes. J. Integr. Agric. 2020, 19, 1680–1690.

6 N.S. Mukhamadiyev, A.M. Chadinova, G.Zh. Mengdibayeva, A.E. Koigeldina. Harmful pests and biological protection of agricultural crops (wheat, soy, corn) in the conditions of the Almaty region // Izdenister, Natigeler. – 2023. – №2 (98). – S. 245–252. – DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2023/24> [in Russian].

7 Kamaev I.O., Mironova M.K. Fitosanitarny`j risk rastitel`noyadny`x kleshhej (Arachnida: Acariformes) // Karantin rastenij. Nauka i praktika. – 2018. – №3 (25). – S. 13-20 [in Russian].

8 European Court of Auditors. Sustainable use of plant protection products: limited progress in measuring and reducing risks. Special Report No 5/2020 [Electronic resource] / European Union. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. – 82 p. – Access mode: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR20_05/SR_Pesticides_EN.pdf, free. – Title from the screen. – ISBN 978-92-847-4206-6.

9 Chandler D., Bailey A.S., Tatchell G.M., Davidson G., Greaves J., Grant W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. – 2011. – Vol. 366, No. 1573. – P. 1987–1998. – DOI: 10.1098/rstb.2010.0390. – PMID: 21624919; PMCID: PMC3130386.

10 Foote N. Commission adopts regulation to halve pesticide use by 2030 – but more work needed [Electronic resource] / ARC2020. – 2022. – June. – Access mode: <https://www.arc2020.eu/commission-adopts-regulation-to-half-pesticide-use-by-2030-but-more-work-needed/>, free. – Title from the screen.

11 Pretty J., Bharucha Z.P. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa // Insects. – 2015. – Vol. 6, No. 1. – P. 152–182. – DOI: 10.3390/insects6010152. – PMID: 26463073; PMCID: PMC4553536.

12 Pushkarev, V. G. Urozhajnost` ogurca v usloviyax zashhishhennogo grunta na Severo-Zapade Rossii / V. G. Pushkarev, E. Yu. Marty`nova // The Scientific Heritage. – 2021. – № 58-1(58). – S. 15-16 [in Russian].

13 Bogdanova A.A. E`ffektivnost` biologicheskix sredstv zashhity` pri vozdeley`vanii ogurca v zashhishhenom grunte // Aktual`ny`e voprosy` sovershenstvovaniya texnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel`skogo khozyajstva. - 2020. - № 22 - S. 29-31 [in Russian].

14 Ivanin, A. S. Razrabotka texnologii vozdeley`vaniya ogurca v teplichnom kombinatе ООО «agro-Invest» / A. S. Ivanin // Nauchny`j zhurnal molody`x ucheny`x. – 2023. – № 4(34). – S. 17-23 [in Russian].

15 FAO Statistical Databases. Statistics Division. 2020. Available online: <https://www.fao.org/about/who-we-are/departments/statistics-division> (accessed on 1 June 2025).

16 Greco, N.; Minuto, A.; d'Errico, F.P.; d'Errico, G. Synthetic nematicides in Italy past and present role in the management of plant parasitic nematodes and future perspectives of control. Redia 2024, 107, 107–130.

17 Alekseeva K.L. i dr. Sovremennyye texnologii integrirovannoj zashhity` teplichny`x ovoshny`x kul`tur ot boleznej i vreditelej: prakt. posobie. – M.: FGBNU Rosinformagrotex, 2021. – 96 s [in Russian].

18 Pavlovskaya N.E., Gagarina I.N., Gavrilova A.Yu., Borodin D.B. Ispy`tanie vliyaniya novy`x biopestitsidov na vozbuditelej boleznej ovoshnej s primenenie DNK-markerov. Izvestiya vuzov. Prikladnaya ximiya i biotexnologiya. 2020. T. 10. N 3. S. 401–411. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-3-401-411> [in Russian].

19 Puntener, W. Manual Para Ensayos de Campo En Proteccion Vegetal. 1981.

20 Kahya, D., & Port, G. (2016). The effectiveness of *Encarsia formosa* Gahan (Hym: Aphelinidae) against Glasshouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae)) under glasshouse conditions. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6(1), 15-22.

**К.А. Алпысбаева, Б.Ж. Найманова, Б.Б. Нурманов, Ә.М. Сейтжан,
Э.А. Джубатова, А.М. Успанов**

ТОО «Казахский НИИ защиты и карантин растений им. Ж. Жиембаева», Алматы,
Казахстан, erke07naz05@mail.ru, baljan-sun93@mail.ru, bauka_92kzs@mail.ru,
asselseitzhan@mail.ru, e.dzhubatova@mail.ru, u_alibek@mail.ru

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОГУРЦА (*CUCUMIS SATIVUS*) ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Аннотация

Исследования были проведены в 2024 году в тепличном комплексе Кавунов КХ «Джантор», расположенном в Енбекшиказахском районе Алматинской области. Целью исследования являлось формирование биологизированной интегрированной системы защиты от основных тепличных белокрылок, повреждающих огурец, выращиваемый в условиях закрытого грунта. В качестве биологического средства борьбы использовался энтомофаг *Encarsia formosa*, оценивалось его влияние на динамику популяции вредителя. Биологическая эффективность внесения паразита *Encarsia formosa* из расчета 2 особи/м² составила 61,3%. В связи с неблагоприятными погодными условиями дополнительно применялся биопрепарат Актарофит 1,8 против вредителя, его эффективность была изучена. Биологическая эффективность двукратного применения препарата против вредителя составила 87,5%. После полного сбора урожая в теплице были проведены обработки химическими препаратами с целью полного уничтожения оставшихся сосущих вредителей, включая особей, уходящих на зимовку. Использование биологизированной интегрированной системы защиты имеет важное значение при выращивании огурца в условиях теплицы.

Ключевые слова: огурцы, теплица, тепличная белокрылка, энкарзия, интегрированная система защиты растений, биоагенты, биопрепараты

**K. Alpysbayeva, B. Naimanova, B. Nurmanov, A. Seitzhan,
E. Dzhubatova, A. Uspanov**

LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiyembayev", Almaty, Kazakhstan, erke07naz05@mail.ru, baljan-sun93@mail.ru, bauka_92kzs@mail.ru, asselseitzhan@mail.ru, e.dzhubatova@mail.ru, u_alibek@mail.ru

INTEGRATED PEST MANAGEMENT SYSTEM FOR CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS*) UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Abstract

The research was conducted in 2024 at the «Dzhantor» greenhouse complex of Kavunov, located in the Enbekshikazakh district of the Almaty region. The aim of the study was to develop a biologically based integrated protection system against major greenhouse whiteflies damaging cucumber crops grown under protected conditions. The entomophagous insect *Encarsia formosa* was used as a biological control agent, and its effect on pest population dynamics was evaluated. The biological efficiency of releasing *Encarsia formosa* at a rate of 2 individuals/m² was 61.3%. Due to unfavorable weather conditions, the biological preparation Aktarofit 1.8 was additionally applied against the pest, and its efficiency was studied. The biological efficiency of two applications of the preparation against the pest was 87,5%. After the full harvest, chemical treatments were carried out in the greenhouse to completely eliminate the remaining sucking pests, including individuals entering diapause. The use of a biologically based integrated protection system is of great importance in cucumber cultivation under greenhouse conditions.

Keywords: cucumber, greenhouse, greenhouse whitefly, *Encarsia*, integrated plant protection system, biocontrol agents, biopesticides

Авторлардың үлесі

К.А. және Б.Ж.: қияр дақылы өсірілетін жабық алаңда фитосанитарлық мониторингін жүргізу бойынша зерттеу әдістемесін әзірлеу, әдеби деректерді талдау, мақаланың негізгі бөлігін жазу. А.М. және Ө.С. энтомофагтар мен биопрепараттардың тиімділігін бағалау бойынша зертханалық тәжірибелерді ұйымдастыру, сондай-ақ мақаланы редакциялау және жариялауға дайындық жүргізу. Э.А. және Б.Б.: зертханалық тәжірибелер жүргізу, деректерді жинау және өңдеу, алынған нәтижелерді талдауға қатысу. Барлық авторлар жұмыста белсене қатысып, мақаланың соңғы нұсқасымен танысты.

IRSTI 34.25.21

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/25>

L.T. Nadirova^{1,2}, G.E. Stanbekova¹, R.V. Kryldakov¹, B.K. Iskakov¹*

¹ M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

leila.nadirova@gmail.com*, gulshanst@yahoo.com, kryldakov@mail.ru,
bulat.iskakov@mail.ru

DETECTION OF HOP STUNT VIROID (HSVd) AND PEACH LATENT MOSAIC VIROID (PLMVd) IN STONE FRUIT CROPS USING DUPLEX RT-PCR METHOD

Abstract

Viroids are small plant pathogens that do not encode proteins. Despite their simple structure, viroids can cause serious metabolic and developmental disorders in plants, leading to a various of symptoms, as well as a decrease in yield and product quality. The diagnosis of viroids is especially relevant for fruit crops, since infections are often asymptomatic in the early stages.

This study presents the results of simultaneous detection of Hop stunt viroid (HSVd) and **Peach latent mosaic viroid (PLMVd)** in peach trees. Leaf samples from trees showing specific symptoms of viroid infection were collected from the Nauryzbai district of Almaty city. By reverse transcription followed by duplex polymerase chain reaction (duplex RT-PCR) using specific primers designed in this study, HSVd and PLMVd RNAs were detected in a number of samples, and the presence of RNAs of both viroids was shown in one sample. The purified amplicons were subjected to Sanger sequencing to determine the nucleotide sequences of two cDNA fragments. BLAST analysis confirmed that the plant was infected with both HSVd and PLMVd. These results indicate the spread of HSVd and PLMVd in the Almaty region. This highlights the need of introducing regular viroid diagnostics in stone fruit crops in Kazakhstan.

Keywords: *peach, viroid, PLMVd, HSVd, duplex RT-PCR, sequencing, nucleotide analysis*

Introduction

Viroids are a unique class of plant pathogens — small, circular, single-stranded RNA molecules that do not encode proteins but can replicate within the cells of higher plants [1–4]. Despite their very small size (240–440 nucleotides), viroids can cause serious symptoms in a wide range of cultivated plants, including fruit trees [4, 5]. The clinical features of viroid infections resemble those of many plant viruses and include epinasty and leaf chlorosis, deformation of flowers and fruits, stem cracking, stunted growth, and even plant death [5].

Phylogenetically and biologically, viroids are divided into two families: **Pospiviroidae** and **Avsunviroidae**, which differ in their replication sites—nucleus and chloroplasts, respectively [6]. Some members of these families infect pome and stone fruit crops (apple, pear, plum, apricot, peach, cherry) and are widespread worldwide. Viroids are transmitted through various routes: mechanical injury to tissues, infected planting material, pollen, seeds, and, according to some reports, possibly by insect vectors [7].

Peach latent mosaic viroid (PLMVd) and Hop stunt viroid (HSVd) are the most studied and are economically important plant pathogens capable of causing significant yield losses in stone fruit crops [8]. Several international studies have shown that mixed infections can exacerbate symptoms and lead to overall plant decline [9, 10]. PLMVd is listed as a quarantine pathogen within the Eurasian Economic Union (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/H16EV000158>) and has been detected in Kazakhstan for the first time by our research team [11, 12]. HSVd has a very broad host range and infects most stone fruit species [13], and to our knowledge, this viroid has never been screened for in Kazakhstan before.

Due to the absence of protein structures and antigenic properties, viroids cannot be detected using standard serological methods, making molecular diagnostics the primary detection approach. In practice, singleplex RT-PCR is used for individual viroid detection, multiplex RT-PCR for detection of multiple viroids simultaneously, as well as nucleic acid hybridization, and next-generation sequencing (NGS) [14].

The aim of this work was to use duplex RT-PCR method, developed by our research team, for molecular testing of peach samples from Almaty for the presence of viroids affecting stone fruit crops. This approach significantly reduces the time required for molecular screening of plant samples for viroids compared to single RT-PCR.

Materials and Methods

Samples. Leaf samples from peach trees (*Prunus persica*) exhibiting specific symptoms — including leaf curling, branch dieback, bark damage, and lack of fruit — were collected in the Nauryzbay district, Almaty region.

Extraction of total nucleic acids (TNA). The CTAB-based method was chosen for TNA extraction due to its effectiveness in removing PCR inhibitors like polysaccharides and polyphenols, which are abundant in fruit plants [15]. 100–200 mg of leaf tissue were homogenized in 1 mL CTAB buffer (cetyltrimethylammonium bromide). The quality of extracted nucleic acids was assessed by electrophoresis in a 1% native agarose gel.

Reverse Transcription and PCR. cDNA synthesis was performed using Maxima Reverse Transcriptase (Thermo Fisher Scientific) according to the manufacturer's protocol. The reaction mixture contained 1.5 µL RNA template (300–500 ng) and 0.5 µL random hexamer primers (100 µM), 3 µL H₂O. The mixture was incubated at 65 °C for 5 min and then chilled on ice. To the chilled mixture, 5 µL of RT mix were added (2 µL 5X RT buffer, 1 µL dNTP mix (10 mM), 0.25 µL Maxima RT, 0.25 µL RNase inhibitor). The RT was carried out at 25 °C for 10 min, 50 °C for 30 min, and 85 °C for 5 min.

The resulting cDNA was used for viroid PCR amplification employing Pfu DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific). The 25 µL PCR mix contained 2.5 µL cDNA, 2.5 µL MgSO₄ buffer, 0.5 µL dNTP mix (10 mM), 0.6 µL each of four primers (10 µM), 0.5 µL Pfu (1.25 U), and 16.6 µL sterile water. Amplification conditions: 95 °C for 2 min; 35 cycles of 95 °C 30 s, 58 °C 30 s, 72 °C 1 min; final extension at 72 °C for 5 min. PCR products were analyzed by electrophoresis in 1.8% agarose gel in TBE buffer, stained with ethidium bromide, and visualized under UV light.

Sequencing. PCR products were gel-purified using QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen) and bidirectionally sequenced by Sanger method using Big Dye Terminator v.3.1 (Applied Biosystems). Capillary electrophoresis was performed on an ABI 3500XL Genetic Analyzer. For viroid identification and homology assessment, NCBI BLAST (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) was used to analyze the resulting nucleotide sequences.

Results and Discussion

Primer design. To test peach samples for the presence of HSVd viroid, a pair of oligonucleotides was designed to amplify the full genome sequence based on the consensus sequence shown in figure 1. This sequence was assembled across multiple HSVd genome sequences available in the GenBank database (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) using NCBI Multiple Sequence Alignment Viewer 1.26.0. The HSVd isolate found in China (GenBank: EF076820) was used as a comparison sequence. The high variability and circular nature of viroid genomes was taken into account when designing PCR primers. The constructed primer pair hsvf (5'- CGGATCCTCTCTTGAGCC-3') and hsvr (5'- CGGCAGAGGCGCAGATAGAACA -3') covers positions from 255 to 294 of the genome of the reference isolate. For detection of PLMVd, the previously developed primer pair plmf (5'- GGATTACGACGTCTACCCGG-3') and plmr (5'-CCAGTTTCTACGGCGGTACCTG-3') was used [10]. Online analysis for self- and mutual complementarity between the 3'-ends showed the absence of primer-dimer formation (<https://www.thermofisher.com/kz/en/home/brands/thermo-scientific/molecular-biology/molecular-biology-learning-center/molecular-biology-resource-library/thermo-scientific-web-tools/multiple-primer-analyzer.html>). PLMVd isolates range in size from 337 to 339 nucleotides, HSVd isolates range from 297 to 301 nucleotides, and the size difference

between two viroids is approximately 40 nucleotides, which allows them to be separated in an agarose gel after duplex RT-PCR.

CTGGG-G-A-ATTCTCGAGTTGCCGCAAAAGGCATGCAAAG-AAAAAACTAGGCAGGGA
GGYGCTTA-CCTGAGAAAGGAGCCCCGGGGCAACTCTTCTCAGAA-TCCAGCRAGAGGCG
T-GGAGAGAGGGCCGCGGTGCTCTGGAGTA--G--AGGCT-CTGCCTTCGAAACACCATC
GATCGTCCCTTCTTC-TTTACCTT-CT-TCTGGCTCTTCTTGGA-----GACGCGACCGG
TGGC--ACCCCTGCTCGGTTTCGCTCCAACCTGCTTTTGTTCATCTGCGCCTCTGCCGCG
GATCCTCTCTTGAGCCCCCT

The annealing region of the hsvf and hsvr primers is underlined.

Figure 1 – HSVd consensus sequence

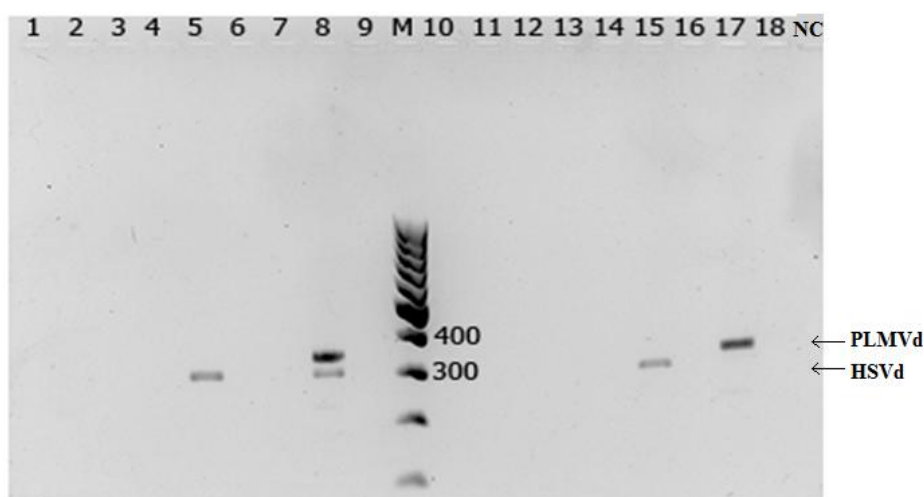
Sample collection. Various plant tissues and organs are used to detect viroids, including fruits, shoots, bark, and leaves. Eighteen peach leave samples were collected in the Nauryzbai district of Almaty in the fall of 2024. Some trees looked quite healthy, with no signs of infection, while others

had dried skeletal branches or curled leaves (fig. 2). The absence of peach calico symptoms such as mosaic and extensive chlorosis of leaves on the tested trees is noted.

Duplex RT-PCR. For the molecular detection of viroids, TNAs from the collected leaves were extracted using the cationic detergent CTAB. Finally, the TNA precipitate obtained from 100 mg of plant material was dissolved in 100 µl of sterile double distilled water. TNA samples were visual inspected after electrophoresis under native conditions in 1% agarose gel and subsequent staining with ethidium bromide. The presence of distinct 28S and 18S ribosomal RNA bands indicated a high-quality RNA suitable for further analysis. All 18 samples were tested with duplex RT-PCR with primers specific to PLMVd and HSVd. Figure 2 shows the test results alongside a negative control. As can be seen from the figure, a band of the expected size for PLMVd, approximately 340 bp, was observed in 2 out of the 18 samples, and a fragment around 300 bp in size, which is expected for HSVd, was detected in 3 samples. In sample No.8, the amplification of both fragments suggests a potential mixed infection, where both viroids are present in one sample. It is worth noting that the sample was taken from a peach tree, with specific symptoms, namely, curled leaves and dry skeletal branches. Of the 18 samples tested, 4 were infected. Overall, the infection rate was 22%, which is really quite high.



Figure 2 – Tested peach leaf samples showing signs of curling



Lanes 1–18 correspond to tested samples; NC – negative control; M – 100 bp DNA marker.

Figure 3 – Gel electrophoresis of duplex RT-PCR products of peach samples amplified with primer pairs plmf/plmr and hsvf/hsvr

Sequencing and comparative nucleotide analysis. Two cDNA-fragments (300 bp and 340 bp), amplified from sample No.8, were gel-purified and bidirectionally Sanger sequenced using

viroid-specific primers. The size of HSVd was found to be 298 nucleotides, while PLMVd was 338 nucleotides. Align sequences using BLAST confirmed their viroid nature and showed 95–99% homology for HSVd and 94–96% for PLMVd with published isolates.

Thus, we documented the simultaneous infection of a single plant by two viroids, which was confirmed via RT-PCR, sequencing, and alignment of the obtained sequences with known viroid sequences.

Such natural cases of co-infection by multiple viroids have also been reported by international researchers. One of the earliest observations, conducted in the Czech Republic in 2004, demonstrated the simultaneous presence of HSVd and PLMVd in *Prunus persica*. Among 66 tested trees, 46 were co-infected with both viroids, five were infected only with PLMVd, and 15 were free of both viroids [16].

Another example of natural dual infection was reported by Fekih Hassen and colleagues (2006), where PLMVd + HSVd and PBCVd + HSVd combinations were found in pear trees, underscoring the prevalence of mixed viroid infections under field conditions [17].

Furthermore, in Taiwan (2015), a study revealed the simultaneous presence of Citrus exocortis viroid (CEVd) and HSVd in citrus species. The investigation detected a titer-enhancing relationship, along with overlapping tissue localization patterns [18].

Therefore, dual viroid infections are not uncommon in either natural ecosystems or agroecosystems. This fact underscores the necessity of regular monitoring and certification of plants, particularly in fruit crop production. While infection by multiple viroids may be asymptomatic in itself, the interaction of two or more viroids can exacerbate symptom development, impair host defenses, increase susceptibility to viruses, reduce yield, and even contribute to plant mortality [9, 10].

Scientific and practical significance. The duplex RT-PCR primer set developed by our research group enables simultaneous detection of PLMVd and HSVd in one reaction, saving resources and time compared to singleplex RT-PCR. The identified isolates from sample No.8 can serve as positive controls in viroid detection screens not only for stone fruits, but also for pome fruits like apples and pears. Whole-genome sequencing of local PLMVd and HSVd isolates provides new data on regional strain distribution.

Conclusions

In Almaty city, a study using duplex RT-PCR identified in peach trees two serious viroid pathogens, PLMVd and HSVd, also it is the first documented case of co-infection in Kazakhstan. Identification was confirmed by direct sequencing of amplicons, showing high homology to known published isolates, suggesting potential introduction via imported planting material. These findings carry significant epidemiological implications, revealing a previously undetected spread of viroids in the country. The observed mixed infection in peaches—manifested by leaf curling and branch dieback—highlights the importance of such studies. Considering the fact that viroid infections may remain asymptomatic for an extended period, regular monitoring in nurseries and stricter control on imported seedlings are crucial. Moreover, the developed duplex RT-PCR method and the isolated strains can serve as positive controls for new viroid detection systems in phytosanitary monitoring of stone fruit crops.

Acknowledgments. This work was supported by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan under scientific-technical program BR21881942 “Development of biotechnological approaches for phytopathogen control to enhance agricultural crop productivity” for 2023–2025.

References

- 1Flores, R., Hernández, C., Martínez de Alba, A. E., Daròs, J. A., & Di Serio, F. (2005). Viroids and viroid-host interactions. *Annual review of phytopathology*, 43, 117–139. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.43.040204.140243>.
- 2Ortolá, B., & Daròs, J. A. (2023). Viroids: Non-Coding Circular RNAs Able to Autonomously Replicate and Infect Higher Plants. *Biology*, 12(2), 172. <https://doi.org/10.3390/biology12020172>.

- 3Zhang, Y., Bisaro, D. M., & Wu, J. (2025). Recent advances in viroid research. *Virology*, 604, 110424. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2025.110424>.
- 4Marquez-Molins, J., Gomez, G., & Pallas, V. (2021). Hop stunt viroid: A polyphagous pathogenic RNA that has shed light on viroid-host interactions. *Molecular plant pathology*, 22(2), 153–162. <https://doi.org/10.1111/mpp.13022>.
- 5Sano T. (2021). Progress in 50 years of viroid research-Molecular structure, pathogenicity, and host adaptation. *Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and biological sciences*, 97(7), 371–401. <https://doi.org/10.2183/pjab.97.020>.
- 6Di Serio, F., Owens, R. A., Li, S. F., Matoušek, J., Pallás, V., Randles, J. W., Sano, T., Verhoeven, J. T. J., Vidalakis, G., Flores, R., & Ictv Report Consortium (2021). ICTV Virus Taxonomy Profile: *Pospiviroidae*. *The Journal of general virology*, 102(2), 001543. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001543>.
- 7Hadidi, A., Sun, L., & Randles, J. W. (2022). Modes of Viroid Transmission. *Cells*, 11(4), 719. <https://doi.org/10.3390/cells11040719>.
- 8Kaponi, M., Kyriakopoulou, P. E., & Hadidi, A. (2024). Viroids of the Mediterranean Basin. *Viruses*, 16(4), 612. <https://doi.org/10.3390/v16040612>.
- 9Serra, P., Barbosa, C. J., Daròs, J. A., Flores, R., & Duran-Vila, N. (2008). Citrus viroid V: molecular characterization and synergistic interactions with other members of the genus Apscaviroid. *Virology*, 370(1), 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2007.07.033>.
- 10Vernière, C., Perrier, X., Dubois, C., Dubois, A., Botella, L., Chabrier, C., Bové, J. M., & Vila, N. D. (2006). Interactions between citrus viroids affect symptom expression and field performance of clementine trees grafted on trifoliate orange. *Phytopathology*, 96(4), 356–368. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0356>.
- 11Nadirova L.T., Stanbekova G.E., Iskakov B.K., ZHigajlov A.V. (2024). Diagnostika of Peach latent mosaic viroida latentnoj mozaiki persika (PLMVd) metodom OT-PCR. *Izdenister natigeler - Issledovaniya, rezul'taty*. 103(3). 114–123. <https://doi.org/10.37884/3-2024/13> [in Russian].
- 12Stanbekova, G.E.; Nadirova, L.T.; Kryldakov, R.V.; Iskakov, B.K.; Zhigailov, A.V. (2025) First Detection and Molecular Characterization of Peach Latent Mosaic Viroid (PLMVd) in Kazakhstan. *Pathogens*, 14, 243. <https://doi.org/10.3390/pathogens14030243>.
- 13Marquez-Molins, J., Gomez, G., & Pallas, V. (2021). Hop stunt viroid: A polyphagous pathogenic RNA that has shed light on viroid-host interactions. *Molecular plant pathology*, 22(2), 153–162. <https://doi.org/10.1111/mpp.13022>.
- 14Pecman, A., Kutnjak, D., Gutiérrez-Aguirre, I., Adams, I., Fox, A., Boonham, N., & Ravnikar, M. (2017). Next Generation Sequencing for Detection and Discovery of Plant Viruses and Viroids: Comparison of Two Approaches. *Frontiers in microbiology*, 8, 1998. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01998>.
- 15Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., & Kinard, G. (2008). A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *Journal of virological methods*, 154(1-2), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2008.09.008>.
- 16Hassan, M., Rysanek, P., & Di Serio, F. (2003). First Report of Peach Latent Mosaic Viroid and Hop Stunt Viroid Infecting Peach Trees in the Czech Republic. *Plant Disease*, 87(12), 1537. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.12.1537B>.
- 17Fekih Hassen, I., Kummert, J., Marbot, S., Fakhfakh, H., Marrakchi, M., & Jijakli, M. H. (2004). First Report of Pear Blister Canker Viroid, Peach Latent Mosaic Viroid and Hop Stunt Viroid Infecting Fruit Trees in Tunisia. *Plant Disease*, 88 (10), 1164. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.10.1164A>.
- 18Lin, C.-Y., Wu, M.-L., Shen, T.-L., & Hung, T.-H. (2015). A mutual titer-enhancing relationship and similar localization patterns between *Citrus exocortis viroid* and *Hop stunt viroid* co-infecting two citrus cultivars. *Virology Journal*, 12, Article 142. <https://doi.org/10.1186/s12985-015-0357-6>.

Л.Т. Надирова^{1,2*}, Г.Е. Станбекова¹, Р.В. Крылдаков¹, Б.Қ. Ысқақов¹

¹М.А. Айтхожсин атындағы молекулалық биология және биохимия институты,
Алматы, Қазақстан,

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан,
leila.nadirova@gmail.com*, gulshanst@yahoo.com, kryldakov@mail.ru,
bulat.iskakov@mail.ru

СҮЙЕКТІ ЖЕМІС ДАҚЫЛДАРЫНДА HOP STUNT VIROID (HSVd) ЖӘНЕ PEACH LATENT MOSAIC VIROID (PLMVd) ВИРОИДТАРЫН ДУПЛЕКСТІ КТ-ПТР ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Вироидтар – бұл ақуыз кодтамайтын өсімдіктердің шағын патогендері. Қарапайым құрылымына қарамастан, виroidтар өсімдіктерде метаболизм мен даму үдерістерінің айтарлықтай бұзылуын тудыруы мүмкін, бұл симптомдардың кешеніне, сондай-ақ өнімділік пен сапаның төмендеуіне алып келеді. Вироидтарды анықтау, әсіресе, ерте кезеңдерінде симптомсыз өтетін инфекцияларға байланысты, жеміс-жидек дақылдары үшін өзекті мәселе болып табылады.

Бұл зерттеуде шабдалы ағаштарында Hop stunt viroid (HSVd) және Peach latent mosaic viroid (PLMVd) бір мезгілде анықтаудың нәтижелері ұсынылады. Алматы қаласы, Наурызбай ауданында виroidтық инфекцияның клиникалық белгілерін көрсеткен шабдалы жапырақтарының үлгілері зерттелді. Арнайы әзірленген праймерлерді пайдалана отырып, кері транскрипция әдісімен және кейінгі дуплексті полимеразалық тізбекті реакция (дуплекс КТ-ПТР) арқылы жүргізілген талдау нәтижесінде кейбір үлгілерде HSVd және PLMVd виroidтарының РНҚ анықталды, ал бір үлгіде екі виroidтың РНҚ-сы қатар анықталды. Кейін ампликондарды тазартып, олардың нуклеотидтік ретін анықтау үшін Сэнгер әдісімен секвенирлеу жүргізілді. BLAST талдауы HSVd және PLMVd виroidтарының сәйкестігін растады. Алынған деректер HSVd және PLMVd виroidтарының Алматы қаласы аумағында айналымда екенін көрсетеді. Бұл Қазақстанда сүйекті жеміс дақылдарының виroidтық инфекцияларын жүйелі түрде диагностикалаудың қажеттілігін дәлелдейді.

Кілт сөздері: шабдалы, виroidтар, PLMVd, HSVd, дуплексті КТ-ПТР, секвенирлеу, нуклеотидтік талдау.

Л.Т. Надирова^{1,2*}, Г.Э. Станбекова¹, Р.В. Крылдаков¹, Б.К. Искаков¹

¹Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина, г. Алматы,
Казахстан,

²Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
leila.nadirova@gmail.com*, gulshanst@yahoo.com, bulat.iskakov@mail.ru,
kryldakov@mail.ru

ДИАГНОСТИКА ВИРОИДОВ КАРЛИКОВОСТИ ХМЕЛЯ (HSVd) И ЛАТЕНТНОЙ МОЗАИКИ ПЕРСИКА (PLMVd) КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ДУПЛЕКСНОЙ ОТ-ПЦР

Аннотация

Вироиды — это небольшие патогены растений, не кодирующие белки. Несмотря на простую структуру, виroidы могут вызывать серьезные нарушения метаболизма и развития у растений, приводя к ряду симптомов, а также к снижению урожайности и качества продукции. Диагностика виroidов особенно актуальна для плодовых культур, поскольку инфекции часто протекают бессимптомно на ранних стадиях.

В работе представлены результаты одновременного выявления виroidов карликовости хмеля (HSVd) и латентной мозаики персика (PLMVd) в персиках. Тестированы образцы листьев персика, собранных на территории Наурызбайского района г. Алматы, проявившие клинические признаки виroidного заражения. Методом обратной транскрипции с последующей дуплексной полимеразной цепной реакцией (дуплекс ОТ-ПЦР) с использованием разработанных нами специфичных праймеров, в ряде образцов были

выявлены РНК HSVd и PLMVd, а в одном образце было показано присутствие РНК обоих виридов. В последующем была проведена очистка ампликонов, которые далее были секвенированы по Сэнгеру для определения нуклеотидных последовательностей обоих виридов. BLAST-анализ показал выявление HSVd и PLMVd. Полученные данные указывают на циркуляцию HSVd и PLMVd в районе города Алматы. Это обосновывает необходимость внедрения регулярной диагностики виридных инфекций косточковых плодовых культур в Казахстане.

Ключевые слова: персик, вириды, PLMVd, HSVd, дуплекс ОТ-ПЦР, секвенирование, нуклеотидный анализ

Вклад авторов:

Искаков Б.К. Концепция, руководство;

Станбекова Г.Э. Методология, управление проектом, рецензирование и редактирование рукописи;

Крылдаков Р.В. Ресурсы; исследование;

Надирова Л.Т. Методология, ресурсы, исследование, написание рукописи.

Все авторы ознакомились с опубликованной версией рукописи и согласились с ней.

МРНТИ 68:68.35:68.35.03

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/26>

Э.А.Нурбаева, А.О. Нусупова,, Г.М. Ибрагимова, У.А Манабаева*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводство»,
региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, elmira-1401@mail.ru,
aigul.nusupova.65@mail.ru, gulnara.0868@mail.ru, manabaeva1971@mail.ru*

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ТОМАТА ОТКРЫТОГО ГРУНТА В ПИТОМНИКЕ КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ

Аннотация

В статье представлены результаты оценки перспективных сортообразцов томата открытого грунта отечественной селекции за 2023-2024гг. Все изученные сортообразцы были описаны по морфологическим параметрам, всем была дана комплексная оценка по хозяйственно-ценным признакам. Образцы имели детерминантный тип куста, характеризуются нештамбовыми растениями, отличаются по габитусу, величине листьев, длительности периодов вегетации, по величине срока созревания, общему и товарному урожаю. Также отличаются друг от друга по комплексу признаков плода: по окраске, размеру (крупные и средние), форме (округлые, сливовидные, грушевидные), с большим и небольшим углублением рубца в месте отрыва плода от плодоножки, по камерности - 2-3 камерные и многокамерные. Изученные образцы характеризовались хорошей продуктивностью, относительной устойчивостью к основным видам болезней и высокими биохимическими показателями. Все эти признаки имеют как теоретическое, так и практическое значение. Созданные сортообразцы превосходят или находятся на уровне стандарта по общему урожаю и качеству плодов, имеют разные сроки созревания, некоторые находятся в госсортоиспытании, а остальные сортообразцы в дальнейшем будут рекомендованы для передачи, а также могут служить в качестве исходного материала для дальнейшей селекции томатов.

Ключевые слова: томат, сортообразец, габитус, лист, форма плода, окраска плода, урожайность, качество.

Введение

Томат (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – экономически важная культура, занимающая по площади возделывания на земном шаре первое место среди овощных культур. Широкое распространение томатов и их большой удельный вес в структуре валового сбора объясняется высокой экологической пластичностью, то есть способностью расти в разных климатических зонах, высокой урожайностью, многоцелевым использованием плодов, высокой биологической ценностью и вкусовыми качествами плодов. Общая площадь под этой культурой по республике составляет около 33 тыс. га. Наибольшие площади заняты на юге республики – Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях [1].

Плоды томата отличаются высокими вкусовыми, питательными и диетическими свойствами. Регулярное потребление свежих плодов оказывает благотворное действие на организм человека. Поступление свежих овощей, в т.ч. томата из открытого грунта ограничивается коротким сроком 3-4 месяца. Это связано, прежде всего, с отсутствием в ассортименте ультраскороспелых и скороспелых сортов томата.

Рынок в настоящий момент насыщен большим количеством сортов и гибридов, предлагаемых как зарубежными семеноводческими фирмами, однако, большинство из этих сортов мало изучены и не адаптированы к климатическим условиям Казахстана. В связи с этим возникает необходимость ведения селекционной работы по созданию сортов томата различных по скороспелости и по их использованию, лежкоспособностью, для транспортировки на дальние расстояния, пригодных для возделывания в конкретных экологических зонах республики [2].

Для обеспечения потребителя свежей продукцией пасленовых культур в течение всего года и перерабатывающей промышленности сырьем с целью ритмичной ее работы более продолжительный период, нужны сорта и гибриды разных сроков созревания как в открытом так и защищенном грунте. На современном этапе прогресс в селекции любой культуры определяется наличием разнообразного исходного материала и знанием наследственной изменчивости селекционно-важных признаков, совершенствованием методик исследований и селекционных методик, а также полноценностью создаваемой компьютерной базы данных, включающей результаты комплексной оценки форм с учетом различных условий выращивания [3].

Селекционная работа по томату ведется в различных направлениях, однако, при создании новых сортов и гетерозисных гибридов, необходимо учитывать требования овощного производства и рынка. Наиболее востребованными становятся сорта с высокой товарной урожайностью, скороспелостью, устойчивые к растрескиванию, транспортабельные. Также особое внимание уделяют и к качеству продукции, его химическому составу, товарному виду [4].

К сортам предназначенных для консервирования, предъявляются специфические требования в зависимости от вида переработки. Для производства томатного сока и концентрированных томатопродуктов необходимы сорта с повышенным содержанием в плодах сухого вещества (5-6%), оптимальным соотношением сахаров и кислот, малым процентом отходов (кожицы, семян и плотных тканей), с плодами без пятен у плодоножки. Повышение содержания сухого вещества на 1% увеличивает урожай на 15%.

Выведение новых сортов должно идти по пути накопления генов скороспелости, продуктивности, качества плодов томата, а также повышения устойчивости к болезням, экстремальным условиям, пригодности к индустриальным технологиям и для возделывания в частном секторе [5,6].

Материалы и методы

Объект исследований - перспективные сортообразцы томата открытого грунта казахстанской селекции. Опыт закладывался при рассадном методе культуры [7]. В период вегетации проводилось морфологическое описание сортов и гибридов, фенологические и биометрические наблюдения по фазам роста и развития, подкормка растений минеральными

удобрениями в зависимости от ее состояния, учет поражаемости сортообразцов вредителями и болезнями [8].

Учет урожая проводили через каждые 10-12 суток весовым методом с разбором по фракциям. Скороспелость определяли по количеству зрелых плодов за 15 суток плодоношения и по количеству суток от всходов до цветения и от цветения до плодоношения. В лаборатории массовых анализов определяли содержание сухого вещества, общего сахара, витамина С и кислотность [9].

Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову [10].

Цель – для создания отечественных сортов томата проведена оценка перспективных образцов в питомнике конкурсного испытания.

Задачи:

- сформировать питомник из перспективных сортообразцов для изучения по хозяйственно-ценным признакам.
- провести морфологическое описание
- провести учет урожая по следующим показателям: продуктивность, устойчивость к основным болезням, качество плодов.
- рекомендовать выделившиеся образцы в ГСИСК.

Результаты и их обсуждение

В 2023-2024 годах в питомнике конкурсного испытания было высажено 8 перспективных сортообразцов томата для открытого грунта, которые шли в сравнении со стандартными сортами Огонек-777 и Нарттай. Наблюдения за появлением всходов при выращивании рассады показали, что все образцы имели высокую полевую всхожесть семян и по началу появления всходов не различались между собой. Был проведен контроль за ростом и развитием растений и дано морфологическое описание по образцам (таблица 1).

Таблица 1 – Морфологические признаки сортообразцов в период массового плодоношения

Сортообразец	Тип куста	Стебель, облиственность	Лист, тип, поверхность	Форма плода	Окраска плода
Огонек-777, ст.	детерминантный	средняя	обыкновенный, средне гофрированный	округло-яйцевидная	красная
Н-01-18	детерминантный	средняя	обыкновенный, средне гофрированный	сливовидная со сбегом к вершине	красная
Г-212	нештамбовый детерминантный	сильная	промежуточный, средне гофрированный	удлиненно-сливовидные	красная
Г-250	детерминантный	средняя	обыкновенный, средне гофрированный	удлиненно-овальные	малиновая
Г-114-95-5-3	индетерминантный	сильная	обыкновенный, слабо гофрированный	сливовидная	красная
Д-956-2	детерминантный	средняя	обыкновенный, средне гофрированный	округлые	красная
Г-Ф-231	детерминантный	сильная	обыкновенный, средне гофрированный	сливовидная	красная
Г-206	детерминантный	средняя	обыкновенный, слабо гофрированный	округлые	красная
Г-555	детерминантный	сильная	обыкновенный, средне	грушевидные	оранжевая

Нарттай,ст.	детерминантный	сильная	гофрированный обыкновенный, средне гофрированный	грушевидные	красная
-------------	----------------	---------	---	-------------	---------

Во время вегетации растения различают по типу куста – детерминантный нештамбовый, индетерминантный нештамбовый, штамбовый детерминантный и штамбовый индетерминантный. Детерминантные сорта отличаются скороспелостью, высокой дружностью отдачи урожая.

По облиственности – слабая, средняя и сильная – немаловажный фактор при высоких температурах воздуха на юге, защита плодов от солнечных ожогов.

Тип листа и характер его поверхности – постоянный отличительный признак. Он может быть обыкновенным, промежуточным и картофельного типа, слабо-, средне- и сильно гофрированным.

Признаки плода разнообразны. Некоторые (размер плода, форма и поверхность) могут изменяться под влиянием условий выращивания. Форму плода определяют по индексу, который вычисляют по формуле:

$$I = H (\text{высота плода}) / D (\text{диаметр плода})$$

Различают следующие формы: плоская, плоскоокруглая, округлая, эллипсовидная, овальная, кубовидная, сливовидная, грушевидная, цилиндрическая.

Принято считать эталоном красную окраску плодов, но существуют томаты лимонного, оранжевого, розового, малинового, фиолетово-коричневого, фиолетового цвета. В питомнике преимущественно было образцы с красными плодами.

Урожайность является сложным количественным признаком, складывающимся из нескольких компонентов, включая количество плодов на растение и массу плода. Кроме того, во многих случаях вариабельность формы и массы плода, завязываемость плодов по кистям могут быть высокими даже в пределах одного растения. Таким образом, у одного сорта может быть хорошая выравненность по форме, величине, созреванию плодов, что будет обеспечивать не только высокий валовой сбор урожая, но и высокую товарность, а у другого сорта при таком же высоком урожае, но из-за неоднородности плодов по форме и величине, наличии пораженных болезнями и вредителями деформированных плодов, товарность урожая будет значительно ниже, что повлечёт необходимость деления урожая по фракциям.

В зависимости от признака «длительность периода вегетации» томаты делятся на раннеспелые (от посева до созревания плодов 110 дней), среднеспелые (110... 120 дней) и позднеспелые (более 120 дней). Сортообразцы данного питомника относятся к двум группам спелости: средние и поздние. В таблице 2 приводятся сравнительные данные по урожайности.

Таблица 2 – Характеристика перспективных сортообразцов

Сорта	Урожайность, т/га				Масса плода гр.	Мел ких %	Трес нув ших %	боль ных %	Вкусовые качества, балл.
	Общая	товарная	% от общего	% к стан дарту					
среднеспелые									
Огонек-777, ст.	39,8	37,2	93,5	-	75	2,7	2,0	1,8	4,4
Н-01-18	41,5	39,3	94,7	105,6	78	2,9	0,8	0,6	4,6
Г-212	45,0	43,7	97,1	117,5	87	1,4	-	1,5	4,4
Г-250	42,7	40,8	95,5	109,6	72	1,9	1,8	0,8	4,6
Г-114-95-5-3	44,4	40,3	90,8	108,3	87	3,7	2,9	2,6	4,5
среднепоздние									
Д-956-2	39,6	38,4	97,0	97,2	68	1,7	-	1,3	4,6
Г-Ф-231	44,5	42,9	96,4	108,6	90	2,1	0,5	1,0	4,3

Г-206	42,2	39,8	94.3	100,7	147	2,3	2,2	1,2	4,5
Г-555	42,5	40,7	95.7	103,0	90	2,2	0,6	1,5	4,5
Нарттай, ст.	42,0	39,5	94.0	-	88	2,8	0,4	2,8	4,4

Урожайность сортообразцов определялось не только количеством плодов на одном растении, но также их массой, от 68 до 147 грамм.

По общей урожайности большинство сортообразцов превзошли стандарты в среднеспелой группе Огонек-777, Нарттай - в среднепоздней и составил 39,6 -45,0 т/га, товарность – 90,8-97,1%. У образца Д-956-2 урожайность была ниже по отношению к стандартному сорту, однако товарность и вкусовые качества плодов были очень высокими. К тому же этот образец не имел вообще треснувших плодов.

Определение поражаемости растений черной бактериальной пятнистостью и вирусными болезнями (столбур, ВТМ), проведенные в период массового плодообразования и массового плодоношения показали, что все испытываемые сортообразцы поражаются этими болезнями в той или иной степени. Наиболее относительно устойчивым из всех образцов оказались Н-01-18 и Г-250, у них наименьший процент больных плодов.

Все образцы, представленные в таблице 3 превышают 5% отметку содержания сухого вещества в плодах. По мнению ряда исследователей содержание сухого вещества связано с размером плода. У мелкоплодных сливовидных сортообразцов содержание сухих веществ больше, чем у крупноплодных. В наших исследованиях таких закономерностей замечено не было. Как сливовидные мелкоплодные образцы, так и крупноплодные имели высокое содержание сухого вещества.

Таблица 3 – Биохимические показатели плодов томата

Сорта	Содержание сухих веществ, %	Общий сахар, %	Витамин С, мг/%	Кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс
Огонек-777, ст.	5,74	3,25	20,28	0,67	4.8
Н-01-18	6,02	3,22	15,60	0,60	5.4
Г-212	5,41	3,82	15,82	0,62	6.2
Г-250	5,62	4,15	16,34	0,60	6.9
Г-114-95-5-3	6,28	3,09	19,60	0,45	6.9
Д-956-2	5,28	3,62	19,44	0,67	5.4
Г-Ф-231	5,35	3,12	18,92	0,84	3.7
Г-206	5,40	3,48	20,00	0,57	6.1
Г-555	6,18	3,06	19,81	0,62	4.9
Нарттай, ст.	5,92	2,76	19,20	0,50	5.5

Эффективность селекции томатов достигается при удачном сочетании высокой урожайности с достаточно высоким содержанием в плодах биологически ценных веществ, таких как углеводы, витамины, органические кислоты, минеральные соли и т.д., сочетание которых определяет вкус плодов, являющийся очень ценным показателем, особенно для таких овощных культур, как томаты. Многочисленные опыты, проведенные в ряде научных центров, свидетельствуют о том, что показатели химического состава плодов зависят от сорта и факторов внешней среды, а наиболее перспективным направлением повышения биологической ценности плодов томатов является проведение специальной селекции на повышение концентрации в плодах ценных компонентов.

Содержание витамина С в плодах томата в конечном счете определяет биологическую ценность этого продукта как при потреблении в свежем виде, так и при переработке на томатопродукты. В наших условиях он находится в пределах 14-28мг% и варьирует в зависимости от срока сборов плодов, условий выращивания, сроков посева и посадки и других факторов на 20-30%. По лабораторным данным этот показатель колебался от 15,60мг% до 20,28мг%.

Приведённые в таблице 3 данные показывают, что сортообразцы данного питомника отличаются друг от друга и от стандарта по всем биохимическим показателям. Это указывает на то, что созданные в институте сортообразцы томатов являются не только продуктивными, но их плоды обладают еще и хорошими вкусовыми качествами, а также могут быть использованы в качестве исходного материала для дальнейшей селекции томатов.

Выводы

1. На стационарном участке Института Плодоовощеводства, на базе регионального филиала «Кайнар» в питомнике конкурсного испытания были изучены 8 сортообразцов томата открытого грунта, созданных в этом институте. Всем была дана комплексная морфологическая характеристика, включая ценные агрономические признаки.

2. Все изученные сортообразцы являются детерминантными, нештамбовыми, среднеоблиственными и средневетвистыми. Вместе с тем отличаются по габитусу растения, величине листьев, длительности периодов вегетации, общему и товарному урожаю. Эти признаки имеют как теоретическое, так и практическое значение.

3. Созданные сортообразцы отличаются друг от друга по комплексу признаков плода: по окраске, размеру (крупные и средние), форме (округлые, сливовидные, грушевидные), с большим и небольшим углублением рубца в месте отрыва плода от плодоножки, 2-3 камерные и многокамерные.

4. Превосходят или находятся на уровне стандарта по общему урожаю и качеству плодов, имеют разные сроки созревания, некоторые находятся в госсортоиспытании, и в дальнейшем остальные будут рекомендованы для передачи, а также могут служить в качестве исходного материала для дальнейшей селекции томатов.

Благодарность: Статья написана в рамках программы ПЦФ МСХ РК BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» на 2024-2026 гг.

Список литературы

1. Н.В. Курганская, Л.И. Романова. Томат. – Алматы: Кайнар, 2006. *Kurganskaâ N.V., Romanova L.I. Tomat. – Almaty: Kaïnar, 2006. [in Russian]*
2. В.Ф. Пивоваров. Селекция и семеноводство овощных культур. – Москва: КолосС, 2007. – 532 с. *Pivovarov V.F. Selekcîâ i semenovodstvo ovošnyh kul'tur. – Moskva: KolosS, 2007. – 532 s. [in Russian]*
3. Э.А. Нурбаева, Ш.К. Аскарова. Продуктивность раннеспелых образцов томата в конкурсном испытании // Исследования. Результаты. – 2019. – №4. – С. 201–207. *Nurbaeva È.A., Askarova Sh.K. Produktivnost' rannespelyh obrazcov tomata v konkursnom ispytanii // Issledovaniâ. Rezul'taty. – 2019. – №4. – S. 201–207. [in Russian]*
4. Ю.И. Авдеев. Селекция томатов. – Москва, 2003. – С. 8–9. *Avdeev Iu.I. Selekcîâ tomatov. – Moskva, 2003. – S. 8–9. [in Russian]*
5. Н.В. Курганская, Л.И. Романова. Хозяйственно-ценные признаки перспективных сортов томата. – Алматы, 2006. – С. 264–268. *Kurganskaâ N.V., Romanova L.I. Hozâïstvenno-cennye priznaki perspektivnyh sortov tomata. – Almaty, 2006. – S. 264–268. [in Russian]*
6. В.В. Брюзгина, Э.А. Нурбаева. Результаты научно-исследовательской работы по селекции томата за годы независимости Казахстана // Материалы междунар. науч.-практ. конференции. – Беларусь, 2022. – С. 9–11. *Briuzgina V.V., Nurbaeva È.A. Rezul'taty naučno-issledovatel'skoj raboty po selekcii tomata za gody nezavisimosti Kazahstana // Materialy mezhdunar. nauç.-prakt. konferencii. – Belarus', 2022. – S. 9–11. [in Russian]*

7. Maxotova, A., Nurbayeva, E., & Nurgaliyeva, B. (2021). Yield and yield components of five tomato varieties (*Solanum lycopersicum*) as influenced by chemical NPK fertilizer applications under chestnut soil conditions. *Eurasian Journal of Soil Science*, 10(4), 327–331. <https://doi.org/10.18393/ejss.962545> [In English]
8. Meiramkulova, K., Tanybayeva, Z., Kydyrbekova, A., Turbekova, A., Ayt Khozhin, S., Zhantasov, S., & Taukenov, A. (2021). The efficiency of LED irradiation for cultivating high-quality tomato seedlings. *Sustainability*, 13(16), 9426. <https://doi.org/10.3390/su13169426> [In English]
9. В.К. Адрищенко. Методы биохимической селекции овощных культур. – Кишинёв: Штиинца, 1981. *Adriuşchenko V.K. Metody biohimicheskoy selekcii ovoşnyh kul'tur.* – Kişinev: Ştiinţa, 1981. [in Russian]
10. Б.А. Доспехов. Методы полевого опыта. – Москва: Агропромиздат, 1979. – 416 с. *Dospehov B.A. Metody polevogo opyta.* – Moskva: Agropromizdat, 1979. – 416 s. [in Russian]

References

1. Kurganskaâ N.V., Romanova L.I. *Tomat.* – Almaty: Kaïnar, 2006. [in Russian]
2. Pivovarov V.F. *Selekcîa i semenovodstvo ovoşnyh kul'tur.* – Moskva: KolosS, 2007. – 532 s. [in Russian]
3. Nurbaeva Ê.A., Askarova Sh.K. Produktivnost' rannespelyh obrazcov tomata v konkursnom ispytanii // *Issledovaniâ. Rezul'taty.* – 2019. – №4. – S. 201–207. [in Russian]
4. Avdeev Iu.I. *Selekcîa tomatov.* – Moskva, 2003. – S. 8–9. [in Russian]
5. Kurganskaâ N.V., Romanova L.I. *Hozâistvenno-cennye priznaki perspektivnyh sortov tomata.* – Almaty, 2006. – S. 264–268. [in Russian]
6. Briuzgina V.V., Nurbaeva Ê.A. *Rezul'taty naučno-issledovatel'skoj raboty po selekcii tomata za gody nezavisimosti Kazahstana // Materialy mezhdunar. nauč.-prakt. konferencii.* – Belarus', 2022. – S. 9–11. [in Russian]
7. Maxotova, A., Nurbayeva, E., & Nurgaliyeva, B. (2021). Yield and yield components of five tomato varieties (*Solanum lycopersicum*) as influenced by chemical NPK fertilizer applications under chestnut soil conditions. *Eurasian Journal of Soil Science*, 10(4), 327–331. <https://doi.org/10.18393/ejss.962545> [in English]
8. Meiramkulova, K., Tanybayeva, Z., Kydyrbekova, A., Turbekova, A., Ayt Khozhin, S., Zhantasov, S., & Taukenov, A. (2021). The efficiency of LED irradiation for cultivating high-quality tomato seedlings. *Sustainability*, 13(16), 9426. <https://doi.org/10.3390/su13169426> [in English]
9. Adriuşchenko V.K. *Metody biohimicheskoy selekcii ovoşnyh kul'tur.* – Kişinev: Ştiinţa, 1981. [in Russian]
10. Dospehov B.A. *Metody polevogo opyta.* – Moskva: Agropromizdat, 1979. – 416 s. [in Russian]

Э.А. Нурбаева*, А.О. Нүсінова, Г.М. Ибрагимова, У.А. Манабаева.

"Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, "Қайнар" аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, elmira-1401@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, gulnara.0868@mail.ru, manabaeva1971@mail.ru

КОНКУРСТЫҚ СОРТСЫНАҚ КӨШЕТТІГІНДЕ АШЫҚ ТОПЫРАҚҚА АРНАЛҒАН ҚЫЗАНАҚТЫҢ ПЕРСПЕКТИВТІ СОРТТАРЫН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ Аңдатпа

Мақалада 2023-2024 жж. ашық танапқа арналған қызанақтың перспективті сорт үлгілерін әртүрлі мерзімдегі пісуі мен пайдалануын бағалау нәтижелері ұсынылған. Барлық зерттелген сорт үлгілер морфологиялық белгілері бойынша сипатталып, барлығына экономикалық құнды белгілеріне жан-жақты баға берілді. Үлгілерде детерминантты бұталы түрлері болды, стандартты емес өсімдіктер түрлерімен сипатталды, габитусты көлем түрімен, жапырақ мөлшерімен, вегетациялық кезеңдердің ұзақтығымен, пісу кезеңі ұзақтығымен, өнімділік және тауарлық өнімділігімен ерекшеленеді. Және де олар бір-бірінен жеміс белгілерінің

жиынтығымен де ерекшеленеді: түсі, көлемі (ірі және орташа), пішіні (дөңгелек, сопақ, сопақша), жемістің сабақтан бөлінген жерінде тыртықтың үлкен және кіші тереңдеуімен, камералары бойынша - 2-3 камералы және көп камералы. Зерттелген үлгілер жақсы өнімділігімен, аурудың негізгі түрлеріне салыстырмалы төзімділігімен және жоғары биохимиялық көрсеткіштерімен сипатталды. Бұл белгілердің барлығының теориялық және тәжірбиелік маңызы бар. Жаңа сортүлгілер жалпы өнімділігі мен жеміс сапасы бойынша стандарттан асып түседі немесе бір деңгейде, пісу мерзімі әртүрлі, кейбіреулері мемлекеттік сорт сынауында, ал қалған сорт үлгілер болашақта жаңа сортқа ұсынылады, сонымен қатар қызанақтарды одан әрі іріктеу үшін бастапқы материал ретінде қызмет ете алады.

Кілт сөздер: қызанақ, сорт үлгі, габитус, жапырақ, жемістің пішіні, жемістің түсі, өнімділік, сапа.

E.A. Nurbayeva*, A.O. Nusupova, G.M. Ibragimova, U.A. Manabayeva.

LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar", Almaty, Republic of Kazakhstan, elmira-1401@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, gulnara.0868@mail.ru, manabaeva1971@mail.ru

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PROSPECTIVE OPEN-FIELD TOMATO SAMPLES IN A COMPETITIVE TEST NURSERY

Abstract

The article presents the results of evaluation of prospective samples of tomato of open ground of domestic selection for 2023-2024. All studied samples were described according to morphological parameters, all were given a comprehensive assessment of economically valuable characteristics. The samples had a determinant type of bush, are characterized by non-stem plants, differ in habitus, leaf size, length of growing periods, ripening time, total and commercial yield. They also differ from each other in the complex of signs of the fetus: in color, size (large and medium), shape (rounded, plum-shaped, pear-shaped), with a large and small indentation of the scar at the place of separation of the fetus from the stalk, in volume - 2-3 chamber and multi-chamber. The studied samples were characterized by good productivity, relative resistance to the main types of diseases and high biochemical indicators. All these features have both theoretical and practical significance. The created variety samples are superior or are at the standard level in terms of total yield and quality of fruits, have different ripening periods, some are in state variety testing, and the remaining variety samples will be further recommended for transmission, and can also serve as a starting material for further tomato breeding.

Key words: tomato, variety sample, habit, leaf, fruit shape, fruit color, yield, quality.

Вклад авторов:

Нурбаева Элмира Акижановна – формальный анализ;

Нусупова Айгул Орысбековна – проверка;

Ибрагимова Гулнар Мухлисовна – исследование;

Манабаева Улбосын Абдуманаповна – методология.

Д.А. Сыдық^{1*}, Р.Н. Еркуатов¹, Қ.Ж. Құланбай², А.Т. Қазыбаева³

¹ ТОО «Юго - западный исследовательский институт животноводства и растениеводства», Шымкент, Республика Казахстан, sydyk.dosymbek@mail.ru*,
rahimjan_1996@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
k.kylanbai@mail.ru

³ Түркістан жоғары көпсалалы, аграрлық колледжі, Шымкент, Қазақстан
shakomet@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЗВЕНЕ ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА

Аннотация

В благоприятно увлажненном 2024 году при размещении озимой пшеницы по пласту люцерны лучшие показатели продуктивных элементов отмечались при традиционной технологии возделываний: количество растений составило 298,4 шт./м²; продуктивная кустистость - 1,2 шт.; длина колоса - 9,9 см; количество зерен в колосе равнялось - 28,3 шт. с массой 1000 зерен - 44,4 г, довольно высокие показатели хода формирования продуктивных элементов наблюдались при минимализации обработок почв с подрезанием корневой шейки люцерны на глубине 12-14 см. При размещении озимой пшеницы после сафлора лучшие показатели урожайности зерна обеспечивались при прямом посеве 30,5 ц/га, а при возделывании озимой пшеницы по пласту люцерны наилучшие показатели урожайности зерна 34,0 ц/га получены при традиционной технологии.

В острозасушливым 2025 году при размещении озимой пшеницы после сафлора наибольшая ее продуктивность получена при прямом посеве 15,0 ц/га, а в варианте при традиционной технологии и минимализации обработок почв, показатели урожайности зерна были несколько ниже по сравнению с прямым посевом и составили 14,3 и 13,7 ц/га соответственно, что на 0,7 и 1,3 ц/га ниже в сравнении с прямым посевом.

Ключевые слова: озимая пшеница, традиционная технология, минимальная обработка, прямой посев, севооборот

Введение

Почвенно-климатические условия Туркестанской области благоприятны для возделывания всех сельскохозяйственных культур. Большое количества тепла, длинный безморозный период, не суровые зимы способствуют развитию одной из высокодоходных отраслей сельского хозяйства растениеводства.

Наиболее приоритетным из выше указанных относится минимальная и нулевая обработка почвы или прямой посев [1,2]. К тому же, No-till способствует снижению эрозии и деградации почвы, улучшает ее физические свойства, повышает биологическую активность, плодородие, и тем самым улучшают экологическое состояние почвы [3], а также экономия ресурсов и повышение рентабельности сельского производства.

Основное изменение заключается в снижении почвенного плодородия, которое вызвано изменением всех свойств почвы: биологических, химических, физических, водных, воздушных и других [4,5].

В настоящее время широкое распространение получили ресурсосберегающие и влагосберегающие технологии – Mini-Till (минимальная) и No-Till (нулевая). В 2009 году во всем мире по нулевой технологии применялись на площади около 111 млн га, а в 2014 году этот показатель достигло 155 млн. га [6], а в последние годы площадь расширилась более 205

млн га по всему миру. Более того, нулевая технология применяются для защиты почвы от деградации и эрозии [7] и уменьшить выбросы парниковых газов [8] по сравнению с традиционной технологией.

Результаты исследований Н.Ш. Сулейменовой, Д.Б. Калыкова свидетельствуют об изменении климата юго-востока Казахстана, что характеризуется потеплением с усилением засушливости зоны с постоянным повышением температуры воздуха от 1,50° С до 3,7 °С по сравнению с многолетними данными. Отклонения показателей климата по среднесуточной температуре и суммы осадков оказали существенное влияние на рост и развития возделываемой культуры и снизили урожайность сельскохозяйственных культур [9,10].

При использовании стимулятора роста в сочетании с микроудобрением в основные фазы роста и развития способствовали увеличению в засушливые годы 2,1 раза урожая зерна, а в среднеувлажненные годы в 2,0 раза с сбором 14,6 и 22,1 ц/га зерна соответственно. А при применении биоудобрений величина урожайности была несколько ниже 10,8 и 20,2 ц/га или на 1,6 и 1,9 раза больше по сравнению с контрольным неудобренным вариантом опыта [11].

Выявлено, что при применении гербицида Ластик топ, м.к.э. в норме 0,5 л/га в баковой смеси Балерина, с.э. - 0,5 л/га с прилипателем ПАВ Тренд 90 - 200 мл/га с расходом рабочей жидкости 200 л/га, гибель дикого ячменя составил 87,2%, щетинника 89,1%, овсюга 88,7 %, просо куриного 86,9%, а снижение численности прочих сорняков составила 90,5% [12].

В условиях обыкновенного серозема в зоне обеспеченной богары южного Казахстана выявлено, что с улучшением условий питания увеличилась масса 1000 зерен и их наибольшая величина 37,5 г получена на фоне минеральных удобрений $P_{45}N_{70}$ кг/га существенно превысив показатели контрольного варианта (30,3 г), при использовании стимулятора роста и микроудобрений масса 1000 зерен составила 35,1- 34,6 г значительно превысив фон без удобрений [13,14,15].

Глобальные изменения климата в сторону потепления и частые природные аномалии за последние годы заставляют задуматься всему человечеству о сохранении экологии и почв. Ученых мирового сообщества проблема сохранения почвы и ее плодородного слоя, а также растительного разнообразия в агроценозах, заставляют искать новые подходы к системе земледелия.

Методы и материалы

Научно-исследовательские работы в 2024–2025 гг., направленные на разработку ресурсосберегающих технологий возделывания ведущих полевых культур в звене короткоротационных плодосменных севооборотов, проводятся на стационарном опытном участке отдела земледелия и растениеводства ТОО «Юго-Западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства» («ЮЗНИИЖиР»).

Объектом исследований являются районированные сорта озимой пшеницы – «Стекловидная-24».

Полевые опыты заложены с одноярусным систематическим размещением вариантов по трём технологиям возделывания озимой пшеницы — традиционной, при минимализации обработки почвы и при прямом посеве. Схема опыта предусматривает четырёхкратную повторность, площадь каждой технологии составляет 2,0 га.

Опыты проводились в звене короткоротационного плодосменного севооборота на богарных землях юга Казахстана со следующей структурой культур: 1 – озимая пшеница; 2 – сафлор; 3 – озимая пшеница; 4 – выводное поле многолетних трав (люцерна).

Результаты и обсуждение

При традиционной технологии возделывания применялись ранее рекомендованные способы обработки почвы: глубокая вспашка на глубину 27 см, малование в два следа для разуплотнения комков, боронование и др. При минимализации обработки предпосевная подготовка опытного участка проводилась агрегатом БДТ-7,0 на глубину 8–12 см, после чего осуществлялся посев озимой пшеницы. Во всех вышеуказанных вариантах посев осуществлялся обычной зерновой сеялкой СЗ-3,6 на глубину 4–6 см с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на гектар.

В третьем варианте опыта прямой посев озимой пшеницы проводился турецкой сеялкой Sakalak модель ANZEK 28 без каких-либо обработок почв с нормой 3,5 млн. всхожих зерен на глубину 4-5 см.

Учитывая сложившиеся условия погодно-климатических факторов в 2024 г. посевы озимой пшеницы обрабатывались гербицидом Эфир Премиум, с.э., в норме 0,5 л/га против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков в смеси с Ластик Топ, м.к.э., в норме 0,5 л/га против однолетних злаковых сорняков. Использованные гербициды показали высокую биологическую эффективность против двудольных 85,3 - 90,7% и несколько ниже против злаковых сорняков 74,8 - 83,6%.

Из-за выпадения обильных осадков в начале первой декады апреля месяца и постепенным потеплением 12 °C и при довольно высоком запасе продуктивных влаг в метровом слое (0-100 см) 187 мм предполагалось появление симптомов болезней озимой пшеницы. Учитывая реальную опасность повреждения и ожидая высокий процент распространения болезней, нами в третьей декаде апреля месяца на посевах озимой пшеницы использовался фунгицид Колосаль Про, к.м.э., в норме 0,4 л/га. В результате чего был приостановлен очаг развития желтой и стеблевой ржавчины, септориоз, мучнистая роса и гелминтоспориозная пятнистость. В дальнейшем озимая пшеница развивалась более интенсивно и в конце первой декады (10.05.2024 г.) и в начале второй декады мая (12.05.2024 г.) отмечалось начало фазы колошения. В целом за май месяц выпало 77,2 мм атмосферных осадков в виде обложного и ливневого дождя, что в 1,4 раза больше от многолетнего показателя с оптимальном температуром (рисунок 1).

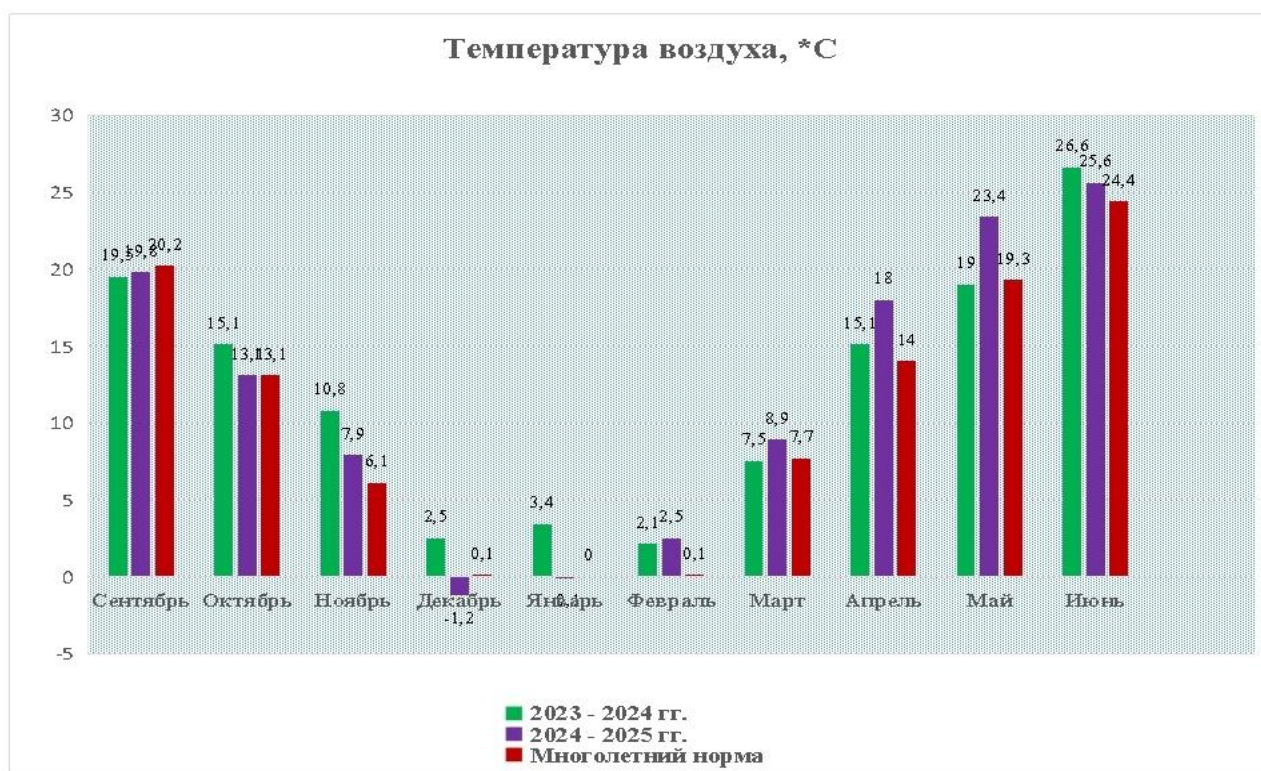


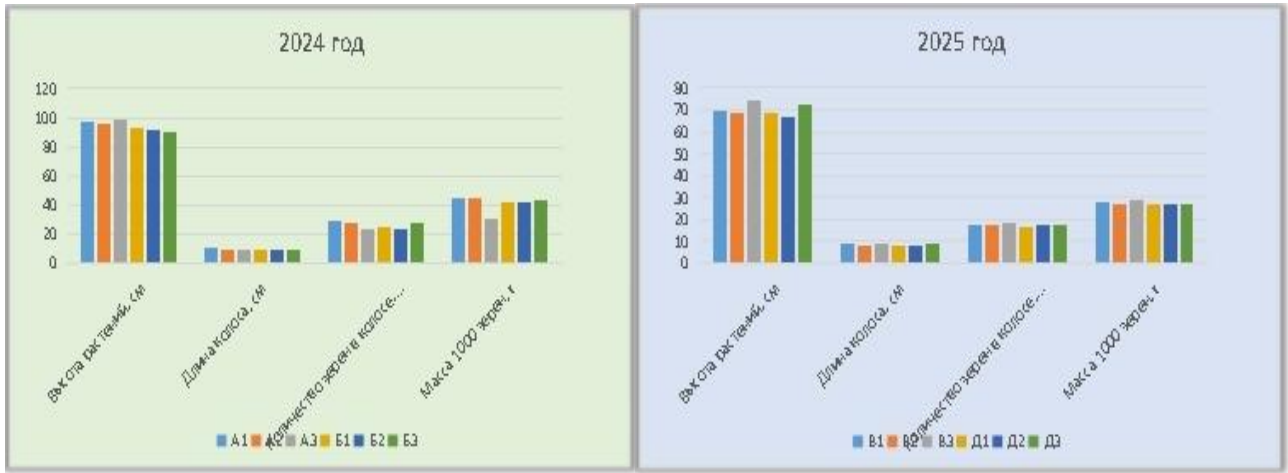
Рисунок 1. Показатели температура воздуха на посевах озимой пшеницы в районе наблюдений по данным метеостанции «Шымкент-Агро» (2024-2025 годы)

Результаты формирования продуктивных элементов озимой пшеницы после размещения их по пласту 3-х летней люцерны показали, что все показатели продуктивности были выше по сравнению с технологии возделывания их после сафлора.

Наилучшие показатели их величины были при традиционной технологии и составили 298,4 шт./м²; 1,2 шт.; 9,9 см; 28,3 и 44,4 г, довольно высокие показатели хода формирования продуктивных элементов наблюдались при минимализации обработок почв с подрезанием

корневой шейки люцерны на глубину 12-14 см; 284,2 шт./м²; 1,1 шт.; 9,5 см; 28,0 и 44,1 г, соответственно. Сравнительно худшие показатели отмечались при прямом посеве 277,7 шт./м²; 0,87 шт.; 8,9 см; 23,1 шт; 40,0 и 38,0 г соответственно.

Установлено, что в звене плодосменного севооборота при размещении озимой пшеницы после сафлора лучшие показатели продуктивных элементов озимой пшеницы получены при прямом посеве без каких-либо обработок почв. При этом количество сохранившихся растений перед уборкой при прямом посеве составило 289,0 шт/м², средняя продуктивная кустистость составила 1,15 шт с длиной колоса - 9,3 см, количество зерен в колосе ровнялись 26,8 шт с массой 1000 зерен – 42,8 г (Рисунок 2).



Годы	Предшественник	Варианты опыта
2024	Пласт люцерны	A1 - Традиционная технология
		A2 - Минимальная обработка
		A3 - Прямой посев
	Сафлора	B1 - Традиционная технология
		B2 - Минимальная обработка
		B3 - Прямой посев
2025	Сафлора	V1 - Традиционная технология
		V2 - Минимальная обработка
		V3 - Прямой посев
	Озимая пшеница	D1 - Традиционная технология
		D2 - Минимальная обработка
		D3 - Прямой посев

Рисунок 2. Результаты формирования продуктивных элементов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и технологии обработки почвы за 2024-2025 годы

В 2024 году наивысшая урожайность зерна озимой пшеницы составила 34,0 ц/га при традиционной технологии возделывания по пласту 3-х летней люцерны, при минимализации обработок почв с подрезанием корневой шейки 3-х летней люцерны на глубину 12-14 см урожайность зерна составила 32,2 ц/га. При прямом посеве озимой пшеницы по пласту люцерны формировались самые низкие показатели урожайности зерна 22,1 ц/га, что на 11,9 ц/га ниже по сравнению с традиционной технологией их возделывания.

При размещений озимой пшеницы после сафлора наибольшая ее продуктивность получена при прямом посеве 30,5 ц/га, а в варианте при традиционной технологи и минимализации обработок почв, показатели урожайности зерна были несколько ниже по сравнению с прямом посевом и составили 28,1 и 28,9 ц/га соответственно, что на 2,4 и 1,6 ц/га ниже по сравнению с прямом посевом.

Установлено, что при посеве озимой пшеницы после сафлора лучшие показатели формирования продуктивных элементов и урожайности зерна обеспечивались при прямом

посеве 30,5 ц/га, а при возделывании озимой пшеницы по пласту люцерны наибольшая урожайность зерна 34,0 ц/га получены при традиционной технологии (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников и способов обработки почв за 2024 - 2025 годы

Предшественник	Варианты опыта	Средняя урожайность зерна, ц/га
2024 год (увлажненный год)		
Пласт люцерны	традиционная технология	34,0
	минимальная обработка	32,2
	прямой посев	22,1
НСР ₀₅ - 6,29		
Сафлор	традиционная технология	28,1
	минимальная обработка	28,9
	прямой посев	30,5
НСР ₀₅ - 2,86		
2025 год (острозасушливый год)		
Сафлор	традиционная технология	14,3
	минимальная обработка	13,7
	прямой посев	15,0
НСР ₀₅ - 0,88		
Озимая пшеница	традиционная технология	13,1
	минимальная обработка	12,2
	прямой посев	13,8
НСР ₀₅ - 0,76		

В 2024 году высота выпавших атмосферных осадков в первой и второй декаде октября месяца составила 39,9 мм. В целом за октябрь месяц высота атмосферных осадков составила 84,3 мм, что в 2,2 раза больше от многолетней нормы (38 мм). Термический режим воздуха за октябрь месяц составил 13,1 °С, что было на уровне нормы. Из-за достаточного количества выпавших осадков и тепла всходы озимых были интенсивными и к концу октября месяца получены равномерные полные всходы 31.10.2025 год.

В начале апреля месяца (02.04.2025 г) прошли дожди 14,7 мм, что способствовало интенсивному росту в начальном периоде стеблевания, однако за весь апрель месяц высота атмосферных осадков составила 14,8 мм, при месячной норме 74,0 мм, что 5 раз ниже от нормы. С первых дней апреля отмечался высокий температурный режим воздуха, среднемесячные показатели его составили +18,0 °С, что на +4,0 °С выше многолетней нормы. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почв уменьшились до 53 мм.

Резкий подъем температуры воздуха отмечался в первой декаде мая +23,5 °С, что на +5,8 °С выше многолетнего показателя, что способствовало дружному колошению озимой пшеницы в первой пятидневке мая месяца. Так, при размещении озимой пшеницы после сафлора при традиционной технологии и минимализии обработок почв фаза колошения отмечалась 03.05.2025 г., а при прямом посеве 30.04.2025 г. Высокий термический режим воздуха отмечался и во второй декаде мая 24,6 °С. В сложившихся условиях жаркого климатического фактора молочная спелость озимой пшеницы при прямом посеве отмечалась 16-18.05.2025г., а при традиционной технологии 19-20.05.2025 г. Если проанализировать ход созревания зерна озимой пшеницы восковая спелость наступила в начале июня, а полная спелость в середине указанного месяца. Это, видимо, связано с отсутствием эффективных осадков за май месяц, высота ее составила всего лишь 7,6 мм и высоким температурным фоном воздуха 23,4 °С, что на +4,1 °С выше от многолетней нормой (рисунок 3).

При сложившихся условиях сухого жаркого климата 2025 года лучшей закономерностью формирования продуктивных элементов наблюдалось при размещении озимой пшеницы после сафлора при прямом посеве. Так, наибольшее количество сохранившихся растений на

единицу площади 251 шт./м², с продуктивной кустистостью 0,83 шт., с длиной колоса 8,7 см, со средним количеством зерен 17,9 шт и массой 1000 зерен - 28,4 г.

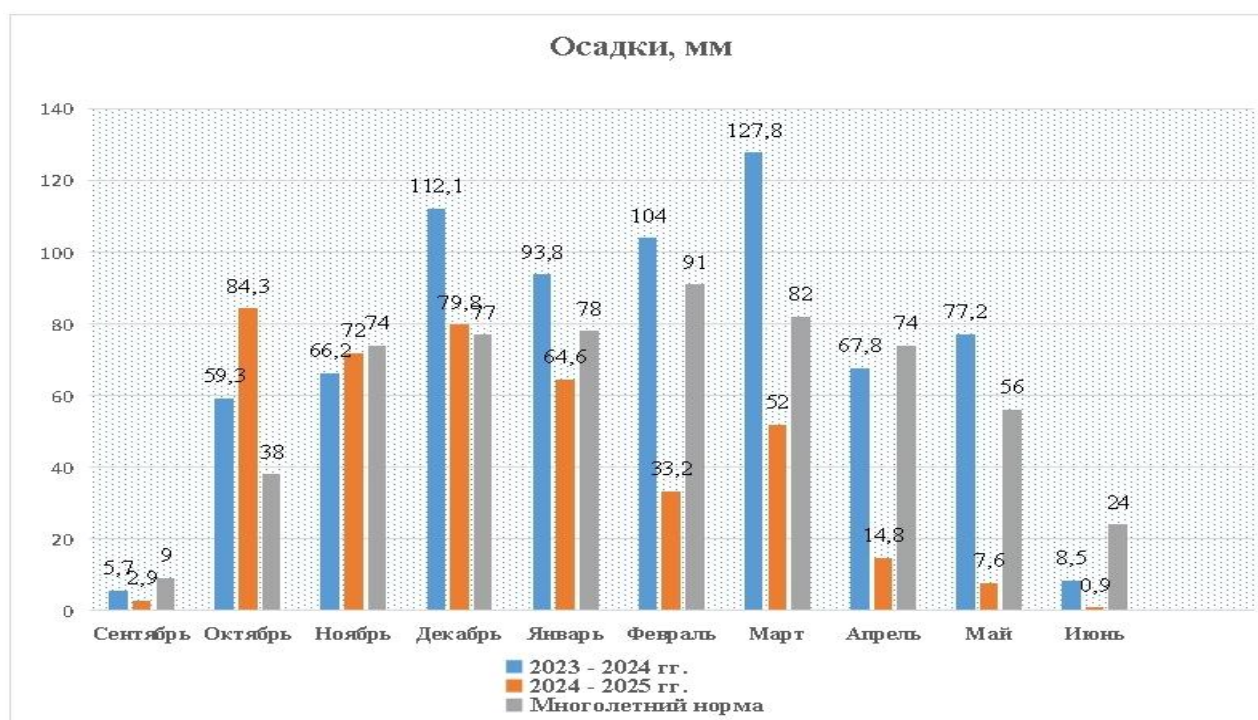


Рисунок 3. Высота атмосферных осадков за период вегетаций озимой пшеницы в районе наблюдений по данным метеостанции «Шымкент-Агро» (2024-2025 годы)

Удовлетворительные показатели хода формирования продуктивных элементов урожайности при размещении озимой пшеницы получены при прямом посеве. Так, при прямом посеве высота растений составила 72,5 см, сохранившееся количество растений озимой пшеницы перед уборкой равнялось - 226 шт./м², с продуктивной кустистостью - 0,72 шт, с длиной колоса - 8,6 см, с количеством зерен в колосе - 17,2 шт и массой 1000 зерен - 27,1 г. При прямом посеве озимой пшеницы на поверхности почв сохраняются растительные остатки предшествующей культурой (сафлора и озимой пшеницы), что уменьшает попадание прямой солнечной инсоляции со снижением физического испарения влаги из почв, а также сохраняет от чрезмерного нагрева поверхности почв, что благоприятно влияет на ход формирования продуктивных элементов урожайности зерна.

Резюмируя выше изложенное следует отметить, что влияние глобального потепления ощущается и чувствуется с каждым годом четче, поэтому разработка элементов почво-ресурсосберегающей технологии возделывания с учетом региональных особенностей и их совершенствие с биологическими свойствами изучаемых культур в звене плодосменного севооборота является приоритетным направлением аграрных исследований.

При размещении озимой пшеницы второй культурой после озимой пшеницы удовлетворительные показатели урожайности зерна получены 13,8 ц/га при прямом посеве, превысив варианты традиционной технологии и минимализации обработок почв на 0,7 и 1,1 ц/га соответственно.

Выводы

В благоприятном 2024 году при посеве озимой пшеницы после сафлора лучшие показатели формирования продуктивных элементов и урожайности зерна обеспечивались при прямом посеве 30,5 ц/га, а при возделывании озимой пшеницы по пласту люцерны наилучшие показатели продуктивных элементов с формированием наибольшей урожайности зерна 34,0 ц/га получено при традиционной технологии.

В острозасушливом 2025 году при размещении озимой пшеницы после сафлора наибольшая ее продуктивность получена при прямом посеве 15,0 ц/га, а в варианте при традиционной технологии и минимализации обработок почв, показатели урожайности зерна были несколько ниже по сравнению с прямым посевом и составили 14,3 и 13,7 ц/га соответственно, что на 0,7 и 1,3 ц/га ниже в сравнении с прямым посевом.

Благодарность: Данная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по научно-технической программе «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (шифр программы НТП BR22885719) на 2024-2026 годы.

Список источников

1. Ospanbayev Z., Doszhanov A., Abdrazakov Y., Zhapayev R., Sembayeva A., Zakieva A., Yertayeva Z. Tillage system and cover crop effects on organic carbon and available nutrient contents in light chestnut soil // Eurasian Journal of Soil Science. - 2023. № 12 (3). С. 238-243.
2. Mrabet R. Chapter 6: Adoption and spread of Conservation Agriculture in North Africa. In. Kassam, A. (ed). Advances in Conservation Agriculture. Adoption and Spread [Text]/ Bahri H, Zaghouane O, Chiekh M'hamed H, El-Areed SRM, Abou El-Enin MM. 2022. Burleigh Dodds, Cambridge, UK, 3. <https://doi.org/10.19103/AS.2021.0088.06>
3. Jordan A. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain [Text]/ Zavala LM, Gil J. Catena. - 2010. № 81. -С. 77-85.
4. Ибраева М.А., Курманбаев А.А. Актуальные проблемы почвенной науки Казахстана // Почвоведение и агрохимия, 2024. №2. С. 94-104. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_2_94
5. Курманбаев А.А., Сүндет Т.Р. Концепция почвенного здоровья и современные индикаторы здоровья почв // Почвоведение и агрохимия, 2023. №2. С. 91-106. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2023_2_91
6. Derpsch R, Friedrich T, Kassam A, Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2010. 3: 1–25. <https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025>.
7. Huang Y, Ren W, Wang L, Hui D, Grove JH, Yang X, Tao B, Goff B. Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: a meta-analysis. Agric. Ecosyst. Environ. 2018. 268: 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.002>.
8. Krauss M, Ruser R, Müller T, Hansen S, Mäder P, Gattinger A. Impact of reduced tillage on greenhouse gas emissions and soil carbon stocks in an organic grass-clover ley - winter wheat cropping sequence. Agric. Ecosyst. Environ. 2017. 239: 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.029>.
9. Сулейменова Н.Ш., Калыков Д.Б. Влияние изменения климата на функционирование АПК юго-востока Казахстана // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, – №2 (82), – 2019, – с. 226 – 279. <https://doi.org/10.37884/2-82-2019>
10. Сулейменова Н.Ш., Калыков Д.Б. Изменения климата и агропромышленный комплекс Алматинской области // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, №3 (83) 2019, – с. 252 – 256. <https://doi.org/10.37884/3-83-2019>
11. Сыдық Д.А., Казыбаева А.Т., Турганбаев Н.О. Влияние стимуляторов роста, биоудобрений и микроудобрений на формирование продуктивных элементов озимой пшеницы в условиях богары юга Казахстана // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата №4 (63) 2022. С. 58 - 79. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2022.v63.i4.131>
12. Турганбаев Н.О., Сыдық Д.А., Кененбаев С.Б., Сыдықов М.А., Казыбаева А.Т. Засоренность посевов озимой пшеницы при прямом посеве и меры борьбы с ними в условиях богары юга Казахстана // Наука и образование. 2024. №2-2 (75). С. 140 - 153. <https://DOI/10.52578/2305-9397-2024-2-2-140-153>

13. Сыдық Д.А., Казыбаева А.Т., Еркуатов Р.Н. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от применения удобрений в зоне обеспеченной богары Южного Казахстана // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата №3 (62) 2022. С. 16 - 32. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2022.v62.i3.077>

14. Turganbayev N.O., Sydyk D.A., Kenenbayev S.B., Sydykov M.A., Kazybayeva A.T. Optimization of winter wheat nutrition with zero tillage technology in the rainfed zones of southern Kazakhstan // SABRAO Journal of Breeding and Genetics 55 (5) 1593-1603, 2023. pISSN 1029-7073; eISSN 2224-8978 <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.13> <http://sabraojournal.org>

15. Turebayeva S., Zhapparova A., Kekilbayeva G., Kenzhegulova S., Aisakulova K., Yesseyeva G, Bissembayev B, Sikiri'c B., Sydyk D., Saljnikov E. Development of Sustainable Production of Rainfed Winter Wheat with No-Till Technologies in Southern Kazakhstan // Agronomy 2022, 12, 950. o.p. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040950>

References

1. Ospanbayev Z., Doszhanov A., Abdrazakov Y., Zhapayev R., Sembayeva A., Zakieva A., Yertayeva Z. Tillage system and cover crop effects on organic carbon and available nutrient contents in light chestnut soil // Eurasian Journal of Soil Science. - 2023. № 12 (3). S. 238-243.

2. Mrabet R. Chapter 6: Adoption and spread of Conservation Agriculture in North Africa. In. Kassam, A. (ed). Advances in Conservation Agriculture. Adoption and Spread [Text]/ Bahri H, Zaghoulane O, Chiekh M'hamed H, El-Areed SRM, Abou El-Enin MM. 2022. Burleigh Dodds, Cambridge, UK, 3. <https://doi.org/10.19103/AS.2021.0088.06>

3. Jordan A. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain [Text]/ Zavala LM, Gil J. Catena. - 2010. № 81. -S. 77-85.

4. Ibraeva M.A., Kurmanbaev A.A. Aktualnie problemi pochvennoy nauki Kazaxstana // Pochvovedenie i agroxiimiya, 2024. №2. S. 94-104. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2024_2_94

5. Kurmanbaev A.A., Syndet T.R. Konsepsiya pochvennogo zdorovya i sovremennye indikatori zdorovya pochv // Pochvovedenie i agroxiimiya, 2023. №2. S. 91-106. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2023_2_91

6. Derpsch R, Friedrich T, Kassam A, Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2010. 3: 1–25. <https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025>.

7. Huang Y, Ren W, Wang L, Hui D, Grove JH, Yang X, Tao B, Goff B. Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: a meta-analysis. Agric. Ecosyst. Environ. 2018. 268: 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.002>.

8. Krauss M, Ruser R, Müller T, Hansen S, Mäder P, Gattinger A. Impact of reduced tillage on greenhouse gas emissions and soil carbon stocks in an organic grass-clover ley - winter wheat cropping sequence. Agric. Ecosyst. Environ. 2017. 239: 324–333. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.029>.

9. Suleymenova N.Sh., Kalikov D.B. Vliyanie izmeneniya klimata na funkcionirovaniye APK yugo-vostoka Kazaxstana // Izdenister, nәtijeler – Issledovaniya, rezultati, – №2 (82), – 2019, – s. 226 – 279. <https://doi.org/10.37884/2-82-2019>

10. Suleymenova N.Sh., Kalikov D.B. Izmeneniya klimata i agropromishlenniy kompleks Almatinskoy oblasti // Izdenister, nәtijeler – Issledovaniya, rezultati, №3 (83) 2019, – s. 252 – 256. <https://doi.org/10.37884/3-83-2019>

11. Sidiq D.A., Kazibaeva A.T., Turganbaev N.O. Vliyanie stimulyatorov rosta, bioudobreniy i mikroudobreniy na formirovaniye produktivnix elementov ozimoy pshenisi v usloviyax bogari yuga Kazaxstana // Vestnik Kizilordinskogo universiteta imeni Korkit Ata №4 (63) 2022. S. 58 - 79. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2022.v63.i4.131>

12. Turganbaev N.O., Sidiq D.A., Kenenbaev S.B., Sidiqov M.A., Kazibaeva A.T. Zasorennost posevov ozimoy pshenisi pri pryamom poseva i meri borbi s nimi v usloviyax bogari yuga Kazaxstana // Nauka i obrazovanie. 2024. №2-2 (75). S. 140 - 153. <https://DOI/10.52578/2305-9397-2024-2-2-140-153>

13. Sidiq D.A., Kazibaeva A.T., Erkuatov R.N. Produktivnost ozimoy pshenisi v zavisimosti ot primeneniya udobreniy v zone obespechennoy bogari Yujnogo Kazaxstana // Vestnik Kizilordinskogo universiteta imeni Korkit Ata №3 (62) 2022. S. 16 - 32. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2022.v62.i3.077>

14. Turganbayev N.O., Sydyk D.A., Kenenbayev S.B., Sydykov M.A., Kazybayeva A.T. Optimization of winter wheat nutrition with zero tillage technology in the rainfed zones of southern Kazakhstan // SABRAO Journal of Breeding and Genetics 55 (5) 1593-1603, 2023. pISSN 1029-7073; eISSN 2224-8978 <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.5.13> <http://sabraojournal.org>

15. Turebayeva S., Zhapparova A., Kekilbayeva G., Kenzhegulova S., Aisakulova K., Yesseyeva G., Bissembayev B., Sikiri'c B., Sydyk D., Saljnikov E. Development of Sustainable Production of Rainfed Winter Wheat with No-Till Technologies in Southern Kazakhstan // Agronomy 2022, 12, 950. o.p. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040950>

Д.А. Сыдық^{1*}, Р.Н. Еркуатов¹, Қ.Ж. Құланбай², А.Т. Қазыбаева³

¹ «Оңтүстік-батыс мал және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Шымкент, Қазақстан Республикасы, sydyk.dosymbek@mail.ru*, rahimjan_1996@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан k.kylanbai@mail.ru

³ Түркістан жоғары көпсалалы, аграрлық колледжі, Шымкент, Қазақстан shakomet@mail.ru

АЛҚА ТҰҚЫМДАСТАР АУЫСПАЛЫ ЕГІС ЖҮЙЕСІНДЕ КҮЗДІК БИДАЙДЫҢ ӨСІРУ АГРОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ӨНІМДІЛІК ҚҰРЫЛЫМ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ

Аңдатпа

2024 жылдың ылғалды қолайлы жағдайында күздік бидайды жоңышқа қыртысының жанама танабынан соң еккенде өнімділік элементтерінің ең жоғары көрсеткіштері дәстүрлі өсіру технологиясында байқалды: өсімдіктердің саны – 298,4 дана/м², өнімді түптенуі – 1,2 дана, масақтың ұзындығы – 9,9 см, масақтағы дән саны – 28,3 дана, 1000 дәннің массасы – 44,4 г болды. Өнімділік элементтерінің қалыптасу барысының едәуір жоғары көрсеткіштері жоңышқаның тамыр мойнын 12–14 см тереңдікте қиып, топырақты жеңіл өңдеу нұсқасында да тіркелді. Ал күздік бидайды мақсарыдан кейін еккенде дән өнімділігінің ең жақсы көрсеткіші тікелей себу тәсілінде – 30,5 ц/га құрады. Жоңышқадан соң егілген күздік бидайда дән өнімділігінің ең жоғары деңгейі дәстүрлі технологияда – 34,0 ц/га болды.

2025 жылдың қуаңшылық жағдайында күздік бидайды мақсарыдан кейін еккенде ең жоғары өнімділік тікелей себу тәсілінде – 15,0 ц/га көрсеткішке жетті. Ал дәстүрлі технология мен топырақты жеңіл өңдеу нұсқаларында дән өнімділігі тиісінше 14,3 және 13,7 ц/га құрап, тікелей себумен салыстырғанда сәйкесінше 0,7 және 1,3 ц/га төмен болды.

Кілт сөздер: күздік бидай, дәстүрлі технология, жеңіл өңдеу, тікелей егу, ауыспалы егіс

D.A. Sydyk^{1*}, R.N. Yerkuatov¹, K.J. Kulanbay², A.T. Kazibaeva³

¹ LLP «South-western Research Institute of Animal Husbandry and Plant Growing», Shymkent, Republic Kazakhstan, sydyk.dosymbek@mail.ru*, rahimjan_1996@mail.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan k.kylanbai@mail.ru

³ Turkestan Higher Multidisciplinary, Agrarian College, Shymkent, Kazakhstan shakomet@mail.ru

FEATURES OF THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPENDING ON THE AGROTECHNOLOGY OF CULTIVATION IN THE LINK OF THE FRUIT-SHIFTING CROP ROTATION

Abstract

In 2024, when winter wheat was placed along the alfalfa layer, the best indicators of productive elements were observed with traditional cultivation technology: the number of plants was 298.4 pcs./

m²; productive bushiness - 1.2 pcs.; ear length - 9.9 cm; the number of grains per ear was 28.3 pcs. with a mass of 1000 grains - 44.4 g, quite high the indicators of the course of formation of productive elements were observed when minimizing soil treatments with pruning of the alfalfa root neck at a depth of 12-14 cm. When winter wheat was mixed after safflower, the best grain yields were achieved with direct sowing of 30.5 c/ha, and when winter wheat was cultivated using alfalfa, the best grain yields of 34.0 c/ha were obtained using traditional technology.

In this dry year, when winter wheat was placed after safflower, its greatest productivity was obtained with direct sowing of 15.0 c/ha, and in the variant with traditional technology and minimization of soil treatments, grain yields were slightly lower compared to direct sowing and amounted to 14.3 and 13.7 c/ha, respectively, which is 0.7 and 1.3 c/ha is lower in comparison with direct sowing.

Key worlds: winter wheat, traditional technology, minimal processing, direct sowing, crop rotation

Вклад авторов:

Сыдық Досымбек Алмаханбетұлы – Автор обеспечивала обоснования научной новизны полученных результатов, обосновал схему опытов и участвовала при закладке полевых исследований. Осуществляла обработку полученных экспериментальных данных, интерпретацию результатов и формирование выводов. Автор обеспечивала своевременную подготовку научной статьи, проводила ее научную редакцию и оформляла к публикаций.

Еркуатов Рақымжан Нұрлыбекұлы – Проведение полевых экспериментов, закладки опытов, фенологические наблюдения, организация агротехнических мероприятия согласно схеме опытов, сбор и первичная обработка полевых лабораторных исследований, структурный анализ снопов.

Құланбай Қаламқас Жанабекқызы – Автор проводила лабораторные анализы по определению элементов питания и водно - физических свойств почв, осуществляла статистическая обработка данных, подготовка таблиц с результатами для включения в публикацию.

Казыбаева Алима Тасболатовна – Изучение фитосанитарного состояния посевов, определение засоренности, порожженности болезнями и вредителями, анализ показатели урожайности с определением продуктивных элементов.

МРНТИ 34.15.31; 68.35.53; 68.37.31

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/28>

*А.К. Маденова^{1,2}, Д.И. Калдыбаева^{1,2,4}, Е.Р. Қайыпжан^{1,2}, Ж. Айтымбет^{1,2},
Т.К. Есжанов³, Р.А. Әбдікәрімова^{*1,2}*

¹*Казахский Национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com, kaiypzhanova98@mail.ru, zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru*

²*Казахский научно-исследовательский институт плодородия почв, г. Алматы, Казахстан, aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com, kaiypzhanova98@mail.ru, zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru*

³*Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева, г. Алматы 050070, Казахстан, eszhanov.tynyshbek@mail.ru*

⁴*Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан; ms.kaldybaeva93@gmail.com*

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА ВИРУСОВ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ И ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РТ-ПЦР

Аннотация

Вирусные болезни семечковых культур представляют серьёзную угрозу садоводству южных регионов Казахстана, снижая урожайность и долговечность насаждений. Целью настоящего исследования было выявление комплекса наиболее распространённых вирусов семечковых культур методом обратной транскрипции – полимеразной цепной реакции в реальном времени (ОТ-ПЦР, RT-qPCR). В 2023–2024 гг. было обследовано 57 образцов яблони и груши, отобранных в Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областях. Всего тестировались шесть вирусов: ApMV, ASGV, ApNMV, AGCaV, ARWV1 и ARWV2. В результате выявлены три вируса: ApMV (18,3% образцов), ASGV (12,4%) и ApNMV (9,7%). Вирусы AGCaV, ARWV1 и ARWV2 не были обнаружены. Наибольшая заражённость отмечена у сорта яблони Голден Делишес, в то время как у груши вирусы выявлены реже. Впервые представлены систематические данные о распространённости комплекса вирусов семечковых культур в южных регионах Казахстана, что имеет практическое значение для разработки программ по оздоровлению посадочного материала и организации фитосанитарного мониторинга.

Ключевые слова: семечковые культуры, яблоня, вирусные инфекции, фитосанитарный мониторинг, ОТ-ПЦР, садоводство, патогены.

Введение

Семечковые плодовые культуры - одна из наиболее ценных и распространённых групп сельскохозяйственных растений, культивируемых в различных агроклиматических зонах по всему миру. В Республике Казахстан основные направления специализированного садоводства сосредоточены в основном в южных регионах, таких как Туркестан, Алматы и Жамбыл, которые имеют благоприятные условия для выращивания этих культур [1,2].

Современные методы молекулярной диагностики, такие как ОТ-ПЦР, позволяют выявлять фитопатогены на ранних стадиях и проводить системный мониторинг [3].

С развитием сельского хозяйства инфекционные болезни растений становятся все более значимым фактором, влияющим на урожайность и экономическую эффективность [4].

Как установлено, заражение растений вирусной инфекцией возможно только при наличии механических повреждений, через которые возбудитель проникает в ткани хозяина. Растение затем остается инфицированным пожизненно. Распространение вирусов осуществляется при участии различных переносчиков: сосущих насекомых (цикадки, тли, кокцидии и др.), листогрызущих вредителей, клещей. Кроме того, в 1958 г. была подтверждена роль нематод в передаче вирусов, а в 1960–1961 гг. — и отдельных видов грибов [5].

В настоящее время известно более 340 вирусов и вирусоподобных заболеваний, поражающих семечковые культуры и приводящих к значительным экономическим потерям [6].

Среди вирусов, поражающих яблоню и груши, наибольшую фитопатологическую значимость представляют вирус мозаики яблони (Apple mosaic virus, ApMV), вирус бороздчатости побегов яблони (Apple stem grooving virus, ASGV), вирус некротической мозаики яблони (Apple necrotic mosaic virus, ApNMV) и вирус, ассоциированный с зелёной крапчатостью яблок (Apple green crinkle associated virus, AGCaV).

Наиболее изученным является ApMV, инфекция которым приводит к снижению фотосинтетической активности листьев на 3–46 %, что вызывает уменьшение урожайности на 30–40 % у восприимчивых сортов [7]. Вирус ASGV, напротив, протекает бессимптомно, что делает его удобной модельной системой для анализа изменений в транскриптоме, происходящих при вирусной инфекции без внешних проявлений болезни [8].

ApNMV представляет собой новый вирус, обнаруженный у яблонь с симптомами, схожими с вызываемыми ApMV. Он относится к роду *Ilarvirus* семейства *Bromoviridae* и обладает трёхсегментным одноцепочечным РНК-геном положительной полярности [9].

AGCaV, в свою очередь, ассоциирован с характерными патологическими изменениями плодов у чувствительных сортов яблони — деформацией, растрескиванием, покраснением, а в ряде случаев и усыханием деревьев. Этот вирус относится к роду *Foveavirus* и был впервые охарактеризован в рамках исследований, посвящённых заболеванию зелёной крапчатости яблони [10].

Кроме того, вирусы каучукоподобной древесины яблони 1 и 2 (Apple rubbery wood virus 1 – ARWV1 и Apple rubbery wood virus 2 – ARWV2), относящиеся к роду *Rubodvirus*, впервые были идентифицированы в Канаде у яблонь, проявляющих признаки каучукоподобной древесины [11]. Данное заболевание характеризуется изменением структуры древесины, что снижает прочность тканей растения и может приводить к снижению продуктивности деревьев. Позднее ARWV2 был обнаружен в образцах китайской груши, что свидетельствует о потенциальной угрозе распространения данного вируса на другие виды плодовых культур [12]. Несмотря на наличие данных о вирусах семечковых культур в Китае, России и Турции, сведения о распространённости этих патогенов в Казахстане крайне ограничены. В настоящем исследовании впервые проведён молекулярный мониторинг комплекса вирусов семечковых культур в южных регионах Казахстана.

В данном исследовании, проведенные в условиях Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях, показали, что продуктивность деревьев семечковых культур, зараженных комплексом латентных вирусов, в среднем по 7 сортам снижалась на 20%.

Методы и материалы

В рамках данного исследования, для выявления вирусной инфекции в семечковых культурах, были отобраны 57 образцов из садов Алматинской, Туркестанской и Жамбылской областей (Таблица 1.). Диагностика осуществлялась методом обратной транскрипции полимеразной цепной реакции в реальном времени (ОТ-ПЦР), позволяющим идентифицировать следующие вирусы: Apple mosaic virus (ApMV), Apple stem grooving virus (ASGV), Apple rubbery wood virus 1 (ARWV-1), Apple rubbery wood virus 2 (ARWV-2), Apple necrotic mosaic virus (ApNMV) и Apple green crinkle associated virus (AGCaV). Данный метод был выбран для высокочувствительной и специфичной детекции вирусной инфекции.

Таблица 1. Перечень сортов яблони и груши, а также географические координаты мест отбора образцов.

№	Наименование сортов	Сельский округ К/Х Координаты
1.	Талгар Прима S	Талгарский район, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодоовощеводства» N 43°17'27" E 77°12'15"
2.	Талгар Эль Роса	
3.	Талгар Голден Делишес	
4.	Талгар Синап Алматинский	
5.	Талгар Айдаред	
6.	Талгар Ред Эльстар	
7.	Талгар Золотая Корона	
8.	Талгар Московская	
9.	Талгар Пилот	
10.	Талгар Егемен	
11.	Талгар Рахат	
12.	Талгар Кавказ	
13.	Талгар Вильстон Стар	
14.	Талгар Самурет	
15.	Талгар Тюльпан	

16.	Талгар Талгарская	
17.	Талгар Пеструшка	
18.	Талгар Мария ред	
19.	Талгар Джоана голд	
20.	Талгар Салтанат	
21.	Талгар Пинова	
22.	Талгар Эль Графт Эль Стар	
23.	Талгар Бребурн	
24.	Талгар Ветерок	
25.	Талгар Бельфлер Алматинка	
26.	Талгар Фуджи	
27.	Талгар Ренат Ландс	
28.	Харви Демин	
29.	Кармен	
30.	Анжу	
31.	Выставочная	
32.	Ноябрьская	
33.	Клод саблинский	
34.	Бере Регеля	
35.	Талгарская красавица	
36.	Тюлькубас Айдаред	Туркестанская область, Тюлькубасский район, К/Х «Коктал» N42°33'32.288" E70°24'2.687"
37.	Тюлькубас Апорт	
38.	Тюлькубас Розмарин	
39.	Тюлькубас Мелба	
40.	Тюлькубас Старкримпсон	
41.	Тюлькубас Тюльпан	
42.	Тюлькубас Гала	
43.	Тюлькубас Кандиль Синап	
44.	Тюлькубас Голден Делишес	Туркестанская область, Казыгуртский район N41°36'7.637" E69°22'2.022"
45.	Казыгурт Пинк Леди	
46.	Казыгурт Апорт	
47.	Казыгурт Айдаред	
48.	Казыгурт Старкримпсон	Сарыагашский район, село Жемисти Региональный филиал «Сарыагаш» ТОО «КазНИИ плодоовощеводства» N 41°32'2.545" E 69°21'36.069"
49.	Жемисти Белый Налив	
50.	Жемисти Весна	
51.	Жемисти Боровинка Ташкентская	
52.	Жемисти Мелба	
53.	Жемисти Конфетка	
54.	Жемисти Старкримпсон	Жамбылская область, Меркенский район, село Мерке N42°48'.584" E73°10'.387"
55.	Мерке Гузель	
56.	Мерке Конфетка	
57.	Мерке Ред Делишес	

Отобраны перспективные генотипы яблони и груши, показавшие стабильность в полевых условиях. Оценка проводилась по следующим показателям: качество плодов, урожайность, устойчивость к основным болезням и вредителям, экономический и адаптивный потенциал.

Полевой мониторинг с визуальной оценкой симптомов заболеваний проводился во всех обследованных садах. Каждый образец, использованный в исследовании, представляет собой одно дерево. С каждого дерева было отобрано по 15–20 полностью развитых листьев с

направлений восток, запад, север и юг. Образцы хранились в холодильнике при температуре +4 °C до момента выделения РНК.

Выделение РНК проводилось в соответствии с инструкцией kit наборов «ФитоСорб» предназначен для выделения нуклеиновых кислот (НК) из растительного материала. Набор также может использоваться для выделения НК фитопатогенов из растительного материала - вирусов, виroidов, бактерий и др., для выделения НК подходят все части растений – листья, корень, стебель, плод. Набор (kit) реагентов состоит из: экстрагирующего буфера, лизирующего, сорбирующего, осаждающего и промывочных растворов, элюирующего буфера.

Листья подвоев, гомогенизировали ручным методом с применением жидкого азота. Соответственно инструкции рекомендованное количества образцов для вирусной/виroidной инфекции 150-300 мг.

Для реакционной смеси выявления вирусов использовались kit набор для «Real-Time PCR Detection Kit».

Обнаружения специфичных фрагментов РНК вирусов основано на использовании сочетания методов обратной транскрипции и мультиплексной полимеразной цепной реакции с получением результата в режиме реального времени (ОТ-ПЦР).

Каждый комплект «Real-Time PCR Detection Kit» включает в себя праймеры, специфичные для вируса, а его зонд основан на TaqMan технологии. В особенности, праймеры и зонд представляют собой 100% гомологию с более чем 95% эталонных последовательностей из базы данных NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), доступных на момент разработки.

Компоненты RT-qPCR представляет собой, общий объем смеси 20 мкл, и каждый из них состоит РНК 4 мкл. Для реакционной смеси RT-qPCR анализа использовали амплификатор (QIAGEN Hilden, Germany, Rotor-Gene Q), запрограммированном на один цикл при 50°C для обратной транскрипции 15 мин., 95°C для активации полимеразы 2 мин., затем 40 циклов при 95°C в течение 10 с., и 60°C в течение 30 с.

Результаты и обсуждение

Результаты данного исследования указывают на значительную распространенность латентных вирусных инфекций у семечковых культур, особенно у яблони и груши. В некоторых обследованных регионах уровень инфицированности достигал 100%, что указывает на потенциальную опасность для устойчивого производства плодов. Это особенно актуально при использовании вегетативного размножения, которое способствует эффективной передаче вирусов от материнских растений [13].

Полученные результаты согласуются с результатами более ранних исследований, указывающими на широкое распространение вируса яблони. Например, во Франции вирус был обнаружен у 77% исследованных деревьев. Важно отметить, что сорта груш, как было показано, более восприимчивы к ряду других латентных вирусов, таких как вирус бороздчатости стебля яблони (ASGV) что требует сортоспецифического подхода к мониторингу и санитарной оценке посадочного материала [14].

Распространённость инфекций ARWV-1/ApNMV, насколько нам известно, это первое сообщение о заражении яблонь вирусом ARWV-1 в Китае. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить, влияет ли ARWV-1 на урожайность и качество яблок и каким образом [15].

Тестирование на вирусные инфекции является важной мерой предотвращения их распространения, а ОТ-ПЦР в реальном времени широко применяется в фитосанитарных инспекциях для выявления патогенов [16]. Наши предыдущие исследования последовательно демонстрируют, что ОТ-ПЦР обеспечивает более высокую точность выявления вирусов по сравнению с классической ПЦР [17].

Иранские изоляты ASGV имеют ключевое значение для установления происхождения вируса, благодаря уникальному географическому положению Ирана. Расположенный на западной оконечности “Шелкового пути”, исторически связывавшего Евразию с Китаем и

Восточной Азией, и в непосредственной близости от гор Тянь-Шаня, центра одомашнивания яблони [18]. Иран представляет собой потенциальный “горячий след” в истории распространения ASGV. Если вирус впервые поразил яблоки в период их одомашнивания в Тянь-Шане, логично предположить, что иранские изоляты ASGV будут занимать базальное положение на филогенетическом древе [19].

Применение метода ОТ-ПЦР позволило детектировать данные патогены.

Основываясь на диаграмме Санкея (Рисунок 1.). Диаграмма визуализирует распространение вирусов в различных сортах яблок и груш, собранных в разных регионах Казахстана. Она показывает, как каждый сорт связан с определенным регионом, а также какие вирусы были обнаружены в этих сортах. Толщина потоков (связей) указывает на количество образцов с определенной комбинацией регион- сорт-вирус.

Структура диаграммы представляет: Левая сторона: Регионы Казахстана, где были собраны выявленные образцы. Центр: Сорта яблок (желтый) и груш (зеленый). Правая сторона: Вирусы, обнаруженные в образцах (ASGV, ArMV, ARWV1).

Диаграмма позволяет выявить регионы, где определенные вирусы распространены больше, а также какие сорта в этих регионах наиболее подвержены к заражению. В диаграмме видна неравномерность распространения вирусов, что может быть связано с климатическими условиями, практиками сельского хозяйства или другими факторами.

Районы Талгар и Тюлькубас, по-видимому в диаграмме, являются крупнейшими участниками выборки. Район Талгар также имеет самый широкий спектр сортов. Разные сорта яблок имеют разную восприимчивость к каждому вирусу.

Для подтверждения корректности результатов было проведено внутренний контроль. Для внутреннего контроля по анализу (ОТ-ПЦР проводился отдельный канал **Yellow / HEX**, на котором была зафиксирована адекватная амплификация, что подтверждает правильность выполнения анализа. В соответствии с протоколом, значение $Ct > 35$ (**Ct - Cycle threshold**) интерпретируется как отсутствие вирусной инфекции, поскольку такая высокая пороговая величина указывает на минимальную вирусную нагрузку. Важно отметить, что в случае отсутствия реакции в канале **HEX/Yellow** и отсутствии амплификации в канале **FAM/Green** результат следует считать недействительным. Однако в данном случае данные показывают корректную реакцию.

В результате исследование установлено, что некоторые сорта связаны с определенными вирусами только в определенных регионах. Например, ARWV1 и вирус ASGV обнаружено только в сортах груши Харви Демин, Анжу, Ноябрьская, Талгарская красавица в Талгарском районе, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодОВОЩЕВОДСТВА», ArMV в основном обнаружено в яблонях Туркестанской области, Тюлькубасском районе, К/Х «Коктал» сорт, Голден Делишес, так же был выявлен в Талгарском районе, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодОВОЩЕВОДСТВА» в сортах яблони (Голден Делишес, Егемен) и груши (Ноябрьская). Следовательно, установлено, что сорт яблони «Голден Делишес» проявляет восприимчивость к вирусу ArMV независимо от географического региона.

Выявленная структура вирусного комплекса согласуется с данными по Китаю, где ArMV и ASGV встречаются в 15–25% деревьев [20, 21]. В России и Киргизстане также доминирует ArMV [22]. В Турции, напротив, более широко распространён ASGV [23].

Отсутствие AGCaV, ARWV1 и ARWV2 в наших образцах может быть связано с сортовым составом и возрастом садов. В Китае эти вирусы чаще выявляются в старых коллекционных посадках [24].

Таким образом, распространённость вирусов семечковых культур в Казахстане имеет как общие черты с соседними странами, так и региональную специфику. Это подчёркивает необходимость расширения мониторинга.

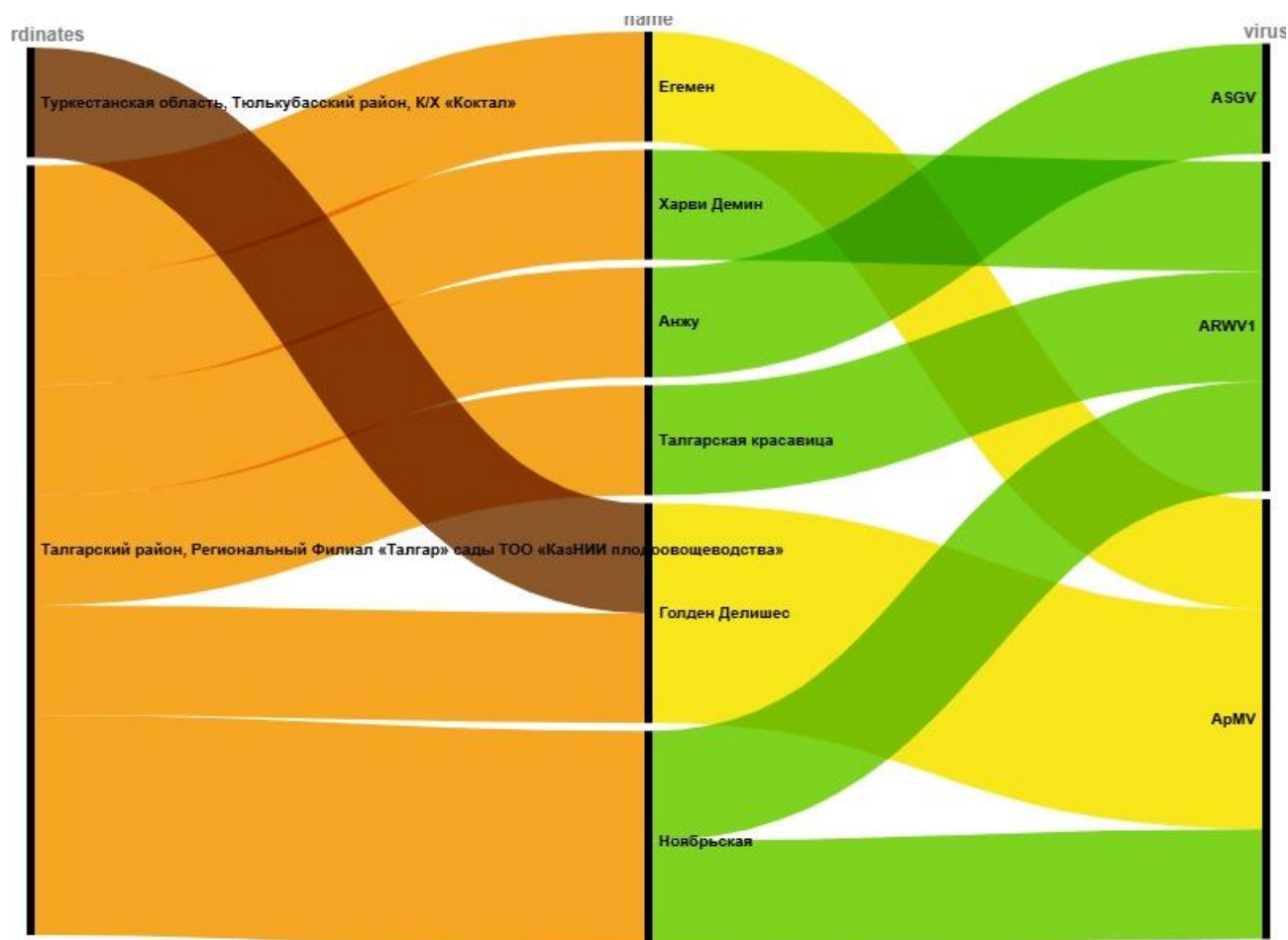


Рисунок 1. Sankey diagram по выявлению вирусов сортов яблони и груши.

Выводы

В ходе исследования методом ОТ-ПЦР были проанализированы образцы семечковых культур из южных и юго-восточных регионов. Полученные данные позволили выявить и количественно оценить распространенность вирусов в исследуемых садах. В ходе исследования было выявлено только три вида вирусов из шести исследованных вирусов. Из трех выявленных вирусов, ApMV является наиболее распространенным среди исследованных патогенов, был выявлен в Талгарском районе, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодовоовощеводства» и в Туркестанской области, Тюлькубасский район, К/Х «Коктал» регионе. Особенно высокие показатели инфицирования показал вирус ARWV1 в сортах груши, зафиксированы в Талгарском районе, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодовоовощеводства». Вирус ASGV был обнаружен только в одном сорте груши Анжу так же в Талгарском районе, Региональный Филиал «Талгар» сады ТОО «КазНИИ плодовоовощеводства».

Метод обратной транскрипции ПЦР в реальном времени показал высокую чувствительность и специфичность в детекции вирусов, что подтверждено двухканальным контролем. Обнаружена высокая инфицированность садов, подчеркивающая важность регулярного фитосанитарного мониторинга для своевременного выявления вирусных заболеваний. Рекомендуются создание сертифицированных вирусологически чистых маточников для оздоровления посадочного материала и сокращения распространения инфекций. Необходим регулярный мониторинг для эффективного контроля вирусных заболеваний и оценки оздоровительных мер. Результаты исследования следует интегрировать в государственные программы по развитию садоводства для разработки профилактических мер, повышения устойчивости отрасли к вирусным заболеваниям в условиях климатических изменений и растущей биологической нагрузки.

Благодарность: Данная работа была поддержана проектом Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по гранту № AP19676378 «Разработка методов получения элитного посадочного материала плодовых культур на основе изучения вирусных заболеваний с помощью биотехнологических подходов» (2023–2025).

Список литературы

1. Bramel P.J.; Volk G., A Global Strategy for the Conservation and Use of Apple Genetic Resources; Global Crop Diversity Trust: Bonn, Germany, 2019; 52p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.34072.34562>
2. Galymbek K., Madenova A. K., Bakirov S. B., Kabylbekova B. Zh., Irkitbay A., Aitymbet Zh., Kaldybayeva D. I., Abdikarimova R. and Bolat M., Monitoring the distribution and development of apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) disease in the southern and southeast regions of Kazakhstan. Bull. Karaganda Univ. Biol. Med. Geography Series. 110: – 2023. C.38-46. <https://doi.org/10.37884/3-2024/15>
3. Xu H. et al. Association of apple scar skin viroid (ASSVd) infection with an emerging disease in ‘Saiwaihong’ apples //Plant Disease. – 2024. – Т. 108. – №. 10. – C.3170-3175. <https://doi.org/10.1094/pdis-02-24-0328-re>
4. Cardinale B.J., Matulich K.L., Hooper D.U., Byrnes J.E., Duffy E., Gamfeldt L., ... & Gonzalez, A. The functional role of producer diversity in ecosystems //American journal of botany. – 2011. – Т. 98. – №. 3. – С. 572-592. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000364>
5. Назаров П.А, Балеев Д.Н., Иванова М.И., Соколова Л.М., Каракозова М.В. Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений // Acta Naturae (русскоязычная версия). 2020. №3 (46). <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>
6. Saade M, Aparicio F, Sánchez-Navarro J.A, Herranz M.C, Myrta A, Di Terlizzi B, Pallás V. Simultaneous detection of the three ilarviruses affecting stone fruit trees by nonisotopic molecular hybridization and multiplex reverse-transcription polymerase chain reaction. Phytopathology. 2000 Dec; 90(12):1330-6. <https://doi.org/10.1094/phyto.2000.90.12.1330>
7. Chai G., Song L., Jiang Z., Zhang X., Zhang S., Liu M., ... & Zhao L.L. The effect of apple mosaic on photosynthesis of different varieties of apple. Yantai Fruits, 2017. 3, 8-9.
8. Chen S., Ye T., Hao L., Chen H., Wang S., Fan Z., ... & Zhou T. Infection of apple by apple stem grooving virus leads to extensive alterations in gene expression patterns but no disease symptoms //PLoS One. 2014. T.9. №.4. C. e95239. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095239>
9. Noda H., Yamagishi N., Yaegashi H., Xing F., Xie J., Li S., & Yoshikawa N. Apple necrotic mosaic virus, a novel ilarvirus from mosaic-diseased apple trees in Japan and China //Journal of General Plant Pathology. – 2017. – Т. 83. – №. 2. – С. 83-90. <https://doi.org/10.1007/s10327-017-0695-x>
10. James D., Varga A., Jespersen G. D., Navratil M., Safarova D., Constable F., & Jelkmann W. Identification and complete genome analysis of a virus variant or putative new foveavirus associated with apple green crinkle disease //Archives of Virology. – 2013. – Т. 158. – №. 9. – С. 1877-1887. <https://doi.org/10.1007/s00705-013-1678-7>
11. Rott M. E., Kesanakurti P., Berwarth C., Rast H., Boyes I., Phelan J., & Jelkmann W. Discovery of negative-sense RNA viruses in trees infected with apple rubbery wood disease by next-generation sequencing //Plant Disease. 2018. T.102. №.7. C.1254-1263. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-17-0851-RE>
12. Wang Y., Wang G. P., Hong N., Wang Y. X., Yang Z. K., Guo J. S., ... & Qi L.Y. First report of apple rubbery wood virus 2 infecting pear (*Pyrus* spp.) in China //Plant Disease. – 2019. – Т. 103. – №. 12. – С. 3293-3293. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-19-1451-PDN>
13. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. Распространенность вирусных болезней плодовых и ягодных культур //Плодоводство и виноградарство юга России. – 2017. – №. 44. – С. 5-16.

14. Jeong H.W., Go S.M., Jeong R.D. Rapid and specific detection of apple chlorotic leaf spot virus in pear by reverse-transcription recombinase polymerase amplification //Acta Virol. – 2021. – Т. 65. – №. 65. – С. 237-241. http://dx.doi.org/10.4149/av_2021_214
15. Hu G.J. et al. First report of apple rubbery wood virus 1 in apple in China //Plant Disease. – 2021. – Т. 105. – №. 11. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-01-21-0175-PDN>
16. Cembali T.; Folwell R.J.; Wandschneider P.; Eastwell K.C.; Howell W.E. Economic implications of a virus prevention program in deciduous tree fruits in the US.Crop Prot.2003,22, 1149–1156. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00156-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00156-X)
17. Маденова А. и др. Идентификация вирусных заболеваний яблони в казахстанских садах методом от-пцр-рв //Izdenister natigeler. – 2024. – №. 3 (103). – С. 97-108. <https://doi.org/10.37884/3-2024/11>
18. Zohary D., Hopf M., Weiss E. Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. – Oxford University Press, 2012. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001>
19. Shokri S. et al. Evolution and biogeography of apple stem grooving virus //Virology Journal. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 105. <http://dx.doi.org/10.1186/s12985-023-02075-2>
20. Xing F. et al. Genomic analysis, sequence diversity, and occurrence of apple necrotic mosaic virus, a novel ilarvirus associated with mosaic disease of apple trees in China //Plant disease. – 2018. – Т. 102. – №. 9. – С. 1841-1847. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-17-1580-re>
21. Liu W. Et al. Research progress on genetic basis of fruit quality traits in apple (*Malus domestica*) //Frontiers in Plant Science. – 2022. – Т. 13. – С. 918202. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2022.918202>
22. Волков Ю.Г. и др. Вирусные заболевания плодово ягодных культур на юге российского дальнего востока //Юг России: экология, развитие. – 2022. – т. 17. – №. 4 (65). – с. 88-100. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-4-88-100>
23. Çelik A. Incidence and coat protein characterization of apple stem pitting virus isolates from Isparta province of Turkey //Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi. – 2022. – Т. 8. – №. 3. – С. 475-483. <http://dx.doi.org/10.24180/ijaws.1180101>
24. Khan Z. A. et al. Assessing the de novo assemblers: a metaviromic study of apple and first report of citrus concave gum-associated virus, apple rubbery wood virus 1 and 2 infecting apple in India //BMC genomics. – 2024. – Т. 25. – №. 1. – С. 1057.

References

1. Bramel P.J.; Volk G., A Global Strategy for the Conservation and Use of Apple Genetic Resources; Global Crop Diversity Trust: Bonn, Germany, 2019; 52p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.34072.34562>
2. Galymbek K., Madenova A. K., Bakirov S. B., Kabylbekova B. Zh., Irkitbay A., Aitymbet Zh., Kaldybayeva D. I., Abdikarimova R. and Bolat M., Monitoring the distribution and development of apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) disease in the southern and southeast regions of Kazakhstan. Bull. Karaganda Univ. Biol. Med. Geography Series. 110: – 2023. C.38-46. <https://doi.org/10.37884/3-2024/15>
3. Xu H. et al. Association of apple scar skin viroid (ASSVd) infection with an emerging disease in ‘Saiwaihong’ apples //Plant Disease. – 2024. – Т. 108. – №. 10. – С.3170-3175. <https://doi.org/10.1094/pdis-02-24-0328-re>
4. Cardinale B.J., Matulich K.L., Hooper D.U., Byrnes J.E., Duffy E., Gamfeldt L., ... & Gonzalez, A. The functional role of producer diversity in ecosystems //American journal of botany. – 2011. – Т. 98. – №. 3. – С. 572-592. <https://doi.org/10.3732/ajb.10003645>.
5. Nazarov P.A., Baleev D.N., Ivanova M.I., Sokolova L.M., Karakozova M.V. Infectious plant diseases: etiology, current state, problems and prospects of plant protection // Acta Naturae (Russian version). 2020. №3 (46). <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>
6. Saade M, Aparicio F, Sánchez-Navarro J.A, Herranz M.C, Myrta A, Di Terlizzi B, Pallás V. Simultaneous detection of the three ilarviruses affecting stone fruit trees by nonisotopic molecular

hybridization and multiplex reverse-transcription polymerase chain reaction. *Phytopathology*. 2000 Dec; 90(12):1330-6. <https://doi.org/10.1094/phyto.2000.90.12.1330>

7. Chai G., Song L., Jiang Z., Zhang X., Zhang S., Liu M., ... & Zhao L.L. The effect of apple mosaic on photosynthesis of different varieties of apple. *Yantai Fruits*, 2017. 3, 8-9.

8. Chen S., Ye T., Hao L., Chen H., Wang S., Fan Z., ... & Zhou T. Infection of apple by apple stem grooving virus leads to extensive alterations in gene expression patterns but no disease symptoms // *PLoS One*. 2014. T.9. №.4. C. e95239. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095239>

9. Noda H., Yamagishi N., Yaegashi H., Xing F., Xie J., Li S., & Yoshikawa N. Apple necrotic mosaic virus, a novel ilarvirus from mosaic-diseased apple trees in Japan and China // *Journal of General Plant Pathology*. – 2017. – T. 83. – №. 2. – C. 83-90. <https://doi.org/10.1007/s10327-017-0695-x>

10. James D., Varga A., Jespersen G. D., Navratil M., Safarova D., Constable F., & Jelkmann W. Identification and complete genome analysis of a virus variant or putative new foveavirus associated with apple green crinkle disease // *Archives of Virology*. – 2013. – T. 158. – №. 9. – C. 1877-1887. <https://doi.org/10.1007/s00705-013-1678-7>

11. Rott M. E., Kesanakurti P., Berwarth C., Rast H., Boyes I., Phelan J., & Jelkmann W. Discovery of negative-sense RNA viruses in trees infected with apple rubbery wood disease by next-generation sequencing // *Plant Disease*. 2018. T.102. №.7. C.1254-1263. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-17-0851-RE>

12. Wang Y., Wang G. P., Hong N., Wang Y. X., Yang Z. K., Guo J. S., ... & Qi L.Y. First report of apple rubbery wood virus 2 infecting pear (*Pyrus* spp.) in China // *Plant Disease*. – 2019. – T. 103. – №. 12. – C. 3293-3293. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-19-1451-PDN>

13. Upadyshev M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D. Prevalence of viral diseases of fruit and berry crops // *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. – 2017. – №. 44. – C. 5-16.

14. Jeong H.W., Go S.M., Jeong R.D. Rapid and specific detection of apple chlorotic leaf spot virus in pear by reverse-transcription recombinase polymerase amplification // *Acta Virol*. – 2021. – T. 65. – №. 65. – C. 237-241. http://dx.doi.org/10.4149/av_2021_214

15. Hu G.J. et al. First report of apple rubbery wood virus 1 in apple in China // *Plant Disease*. – 2021. – T. 105. – №. 11. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-01-21-0175-PDN>

16. Cembali T.; Folwell R.J.; Wandschneider P.; Eastwell K.C.; Howell W.E. Economic implications of a virus prevention program in deciduous tree fruits in the US. *Crop Prot.* 2003, 22, 1149–1156. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00156-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00156-X)

17. Madenova A. et al. Identification of viral diseases of apple trees in Kazakhstani orchards by RT-PCR-RV // *Izdenister natigeler*. – 2024. – №. 3 (103). – C. 97-108. <https://doi.org/10.37884/3-2024/11>

18. Zohary D., Hopf M., Weiss E. Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. – Oxford University Press, 2012. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001>

19. Shokri S. et al. Evolution and biogeography of apple stem grooving virus // *Virology Journal*. – 2023. – T. 20. – №. 1. – C. 105. <http://dx.doi.org/10.1186/s12985-023-02075-2>

20. Xing F. et al. Genomic analysis, sequence diversity, and occurrence of apple necrotic mosaic virus, a novel ilarvirus associated with mosaic disease of apple trees in China // *Plant disease*. – 2018. – T. 102. – №. 9. – C. 1841-1847. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-17-1580-re>

21. Liu W. Et al. Research progress on genetic basis of fruit quality traits in apple (*Malus domestica*) // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – T. 13. – C. 918202. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2022.918202>

22. Volkov Yu.G. et al. Viral diseases of fruit and berry crops in the south of the Russian Far East // *South of Russia: ecology, development*. – 2022. – T. 17. – №. 4 (65). – C. 88-100. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-4-88-100>

23. Çelik A. Incidence and coat protein characterization of apple stem pitting virus isolates from Isparta province of Turkey // *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. – 2022. – T. 8. – №. 3. – C. 475-483. <http://dx.doi.org/10.24180/ijaws.1180101>

24. Khan Z. A. et al. Assessing the de novo assemblers: a metaviromic study of apple and first report of citrus concave gum-associated virus, apple rubbery wood virus 1 and 2 infecting apple in India //BMC genomics. – 2024. – Т. 25. – №. 1. – С. 1057.

**А.К. Маденова^{1,2}, Д.И. Калдыбаева^{1,2,4}, Е.Р. Қайыпжан^{1,2}, Ж. Айтымбет^{1,2},
Т.К. Есжанов³, Р.А. Әбдікәрімова^{*1,2}**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com,
kaiypzhanova98@mail.ru, zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru

²Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы,
Қазақстан, aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com,
kaiypzhanova98@mail.ru, zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru

³Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу
институты, Алматы, Қазақстан, eszhanov.tynyshbek@mail.ru

⁴Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;
ms.kaldybaeva93@gmail.com

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ АЛМА АҒАШТАРЫН ВИРУСҚА RT-ПТР ӘДІСІМЕН МОЛЕКУЛАЛЫҚ ДИАГНОСТИКАЛАУ

Аңдатпа

Дәнек жемісті дақылдарының вирустық аурулары Қазақстанның оңтүстік өңірлерінің бау-бақшасына елеулі қауіп төндіреді, бұл екепелердің өнімділігі мен беріктігін төмендетеді. Бұл зерттеудің мақсаты кері транскрипция – нақты уақыттағы полимеразды тізбекті реакция (RT-ПТР, RT-qPCR) арқылы ең көп таралған Анар дақылдарының вирустарының кешенін анықтау болды. 2023-2024 жылдары Алматы, Жамбыл және Түркістан облыстарында іріктелген алма мен алмұрттың 57 үлгісі зерттелді. Барлығы алты вирус сыналды: ApMV, ASGV, ApNMV, AGCaV, ARWV1 және ARWV2. Нәтижесінде үш вирус анықталды: ApMV (үлгілердің 18,3%), ASGV (12,4%) және ApNMV (9,7%). Agcav, ARWV1 және ARWV2 вирустары табылған жоқ. Ең көп инфекция "Апорт" және "Алтын дәмді" алма сорттарында байқалды, ал алмұртта вирустар сирек кездеседі. Алғаш рет Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде тұқым дақылдары вирустары кешенінің таралуы туралы жүйелі деректер ұсынылды, бұл отырғызу материалын сауықтыру және фитосанитариялық мониторингті ұйымдастыру жөніндегі бағдарламаларды әзірлеу үшін практикалық маңызы бар.

Кілт сөздер: Шекілдеуік дақылдар, алма ағашы, вирустық инфекциялар, фитосанитарлық мониторинг, кері транскрипциялы полимеразалық тізбекті реакция (КТ-ПТР), бақ шаруашылығы, патогендер

**A.K. Madenova^{1,2}, D.I. Kaldybayeva^{1,2,4}, Y.R. Kaiypzhan^{1,2}, Zh. Aitymbet^{1,2},
T.K. Eszhanov³, R.A. Abdikarimova^{*1,2}**

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com, kaiypzhanova98@mail.ru,
zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru

² Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute», Almaty, Kazakhstan,
aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, ms.kaldybaeva93@gmail.com, kaiypzhanova98@mail.ru,
zhangeldi017@mail.ru, raigul-95@mail.ru

³ Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine, named after Zhazken
Zhyembayev, Almaty, Kazakhstan, eszhanov.tynyshbek@mail.ru

⁴ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;
ms.kaldybaeva93@gmail.com

MOLECULAR DIAGNOSTICS OF POME FRUIT CROPS VIRUSES IN THE SOUTH AND SOUTHEAST OF KAZAKHSTAN USING RT-PCR

Abstract

Viral diseases of seed crops pose a serious threat to horticulture in the southern regions of Kazakhstan, reducing the yield and durability of plantings. The purpose of this study was to identify the complex of the most common viruses of seed crops by the method of reverse transcription – polymerase chain reaction in real time (RT-PCR, RT-qPCR). In 2023-2024, 57 samples of apple and pear trees were examined, selected in Almaty, Zhambyl and Turkestan regions. A total of six viruses were tested: ApMV, ASGV, ApNMV, AGCaV, ARWV1 and ARWV2. As a result, three viruses were identified: ApMV (18.3% of samples), ASGV (12.4%) and ApNMV (9.7%). The AGCaV, ARWV1 and ARWV2 viruses were not detected. The highest infection rate was observed in apple varieties Aport and Golden Delicious, while viruses were detected less frequently in pears. For the first time, systematic data on the prevalence of a complex of seed crop viruses in the southern regions of Kazakhstan are presented, which is of practical importance for the development of programs for the improvement of planting material and the organization of phytosanitary monitoring.

Key words: Pome fruit crops, apple tree, viral infections, phytosanitary monitoring, RT-qPCR, horticulture, pathogens

Авторские вклады: Курирование данных и концептуализация : А.М.; методология: Е.К. и Ж.А.; Проверка и Визуализация Т.Е.; Формальный анализ Д.К. и Р.Ә.

МРНТИ: 34.31.31, 34.35.21, 34.23.13

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/29>

О.Т. Мухаметжанова¹, А.Ж. Кожобекова¹, К. Мазаржанова²,
Н. Мухамадиев³, Ж.Букабаева⁴

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

³Научно-исследовательский институт защиты растений и карантина имени Ж. Жиенбаева, г. Алматы, Казахстан

⁴Университет им. Алихана Бокейханова, г. Семей, Казахстан
nu_rai@mail.ru, ardak.68kz@mail.ru, kmazarzhanova@gmail.com, nurzhan-80@mail.ru, zhanilxan79@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАЗМНОЖЕНИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИИ СЕЯНЦЕВ ТОПОЛЯ РАЗНОЛИСТНОГО (POPULUS DIVERSIFOLIA SCHRENK)

Аннотация

В работе представлены результаты исследования акклиматизации сеянцев тополя разнолистного (*Populus diversifolia schrenk*), полученных методом микроклонального размножения in vitro. После переноса растений из стерильной культуры в тепличные условия изучалось влияние различных субстратов на ростовые показатели, приживаемость и развитие корневой системы. В качестве субстратов использовались смеси торфа с песком, вермикулитом, перлитом и лесной почвой. Наилучшие результаты были получены при использовании смеси лесной почвы и песка (1:1), обеспечившей прирост до $4,5 \pm 0,3$ см за 8 недель и приживаемость до 92%, что обусловлено высокой биологической активностью и сбалансированным минеральным составом лесной почвы. Развитие корневой системы демонстрировало равномерную динамику в течение 8 недель адаптации, при этом длина корня

достигала $5,8 \pm 0,5$ см, а количество боковых корней увеличивалось до 8–12 штук. Полученные данные подтверждают эффективность подобранных условий микроклонального размножения и акклиматизации *Populus diversifolia schrenk*, что имеет практическое значение для восстановления тугайных лесов и сохранения биоразнообразия. Исследование также демонстрирует перспективность применения биотехнологических методов в лесном хозяйстве Казахстана.

Ключевые слова: *Populus diversifolia schrenk*, *in vitro* культура, акклиматизация *ex vitro*, субстрат, ростовые показатели, приживаемость сеянцев, развитие корневой системы

Введение

Populus diversifolia schrenk (тополь) — редкий и уязвимый вид туранговых тополей, включённый в Красную книгу Казахстана [1,2]. Одним из наиболее перспективных направлений сохранения и восстановления популяций является биотехнологическое размножение с использованием культуры *in vitro* [3].

В современных условиях антропогенного воздействия на окружающую среду особую актуальность приобретает проблема сохранения биоразнообразия и восстановление природных экосистем. С каждым годом возрастает нагрузка на природные ресурсы, что приводит к истощению и исчезновению редких и эндемичных видов растений. Международное сообщество предпринимает меры по предотвращению дальнейшего ухудшения ситуации: были приняты Конвенция о биологическом разнообразии [4], а также разработаны национальные программы по охране природы, в том числе в Республике Казахстан [5].

В рамках реализации новой Казахстанской программы предусматривается комплексное изучение состояния тогайных лесов, внедрение рекомендаций по их сохранению и восстановлению, а также разработка мер по сохранению исчезающих видов растений с применением современных методов лесной биотехнологии. Одним из приоритетных объектов исследований является туранга (*Populus diversifolia schrenk*) — редкий представитель рода *Populus*, произрастающий в Средней Азии, в частности, в Казахстане, Кыргызстане и Узбекистане [6].

Дерево туранга обладает высокой экологической и хозяйственной ценностью. Благодаря глубокой корневой системе оно способно расти в засушливых условиях, извлекая воду из глубоких слоев почвы, предотвращая эрозию и способствуя стабилизации водного и почвенного баланса. Кроме того, туранга играет важную роль в поддержании биоразнообразия пустынных и полупустынных экосистем Центральной Азии, являясь своеобразным «королем пустыни» в народной культуре казахского народа [7].

По литературным данным, в природных тогайных лесах произрастает более 600 видов растений, среди которых наиболее распространены представители рода *Populus* (тополь), *Salix* (ива), *Elaeagnus* (платан), *Hippophae* (облепиха). Особую роль среди них занимает туранга как основное лесообразующее дерево. Однако в силу ухудшения экологических условий численность естественных популяций туранги сокращается, что требует срочных мер по ее сохранению [7].

Одним из перспективных направлений восстановления популяций *Populus diversifolia schrenk* является микроклональное размножение в культуре *in vitro*, что позволяет получить большое количество жизнеспособного посадочного материала с сохранением генетического разнообразия исходных популяций. Это направление является важным элементом в общей стратегии по сохранению биоразнообразия и восстановлению природных экосистем Казахстана.

Цель исследования:

Разработать и экспериментально обосновать оптимальные условия акклиматизации и роста сеянцев тополя разнолистного (*Populus diversifolia schrenk*), полученных методом микроклонального размножения *in vitro*, путём изучения влияния различных субстратных

композиций на динамику роста вегетативных органов и развитие корневой системы в условиях тепличной адаптации *ex vitro*.

Методы исследования

Экспериментальные исследования по микроклональному размножению и акклиматизации *Populus diversifolia schrenk* проводились в тепличных условиях Казахского научно-исследовательского института защиты и карантина растений им. Ж. Жиенбаева. В теплице данного учреждения выращивали сеянцы тополя разнолистного методом *in vitro* в течение 6 месяцев и высаживали в питомник открытого грунта в сентябре.

Перед началом культивирования проводилась тщательная стерилизация черенков в несколько этапов: выдерживание в растворе гипохлорита натрия (NaOCl) в соотношении 1:1 в течение 10 минут, последующая обработка раствором хлорида ртути (HgCl_2) концентрацией 0,1% в течение 5 минут, после чего осуществлялось трехкратное промывание стерильной дистиллированной водой.

Для получения асептических культур использовалась стандартная питательная среда MS и $\frac{1}{2}$ MS, модифицированная добавлением регуляторов роста и витаминов. В состав среды входили: 6-бензиламинопурина (6-BAР) в концентрации 0,1 мг/л, гибберелловая кислота (GA_3) — 0,02 мг/л, витамин В₁ — 0,5 мг/л, сахароза — 20 г/л. Культивирование *in vitro* проводилось в климатической камере при температуре $24 \pm 2^\circ\text{C}$, фотопериоде 12–16 часов в течение 4–6 недель.

После стадии пролиферации осуществлялось укоренение регенерантов на модифицированной среде MS с добавлением нафтилуксусной кислоты (NAA) в концентрации 0,1 мг/л. Укоренение происходило в течение 10–14 дней с высокой эффективностью, достигающей 85–90%.

Акклиматизация сеянцев

Для акклиматизации сеянцы переносили в закрытые контейнеры с различными вариантами субстратов:

Торф + песок (1:1)

Торф + вермикулит (1:1)

Торф + перлит (1:1)

Лесная почва + песок (1:1)

Саженцы высаживали в пластиковые контейнеры, которые закрывали полиэтиленовой плёнкой для создания влажной камеры. Акклиматизация проходила при температуре 20–25°C и освещении 14–16 часов в сутки. На протяжении всей адаптационной фазы проводился регулярный учет показателей роста: измерялись высота побегов, количество листьев, длина корневой системы, а также регистрировалась приживаемость растений. Контрольные измерения проводились через 1, 2, 4, 6 и 8 недель после высадки в субстраты.

После завершения лабораторной акклиматизации саженцы высаживали для дальнейшей адаптации в открытом грунте. Для восстановления лесных массивов рощи на питомниковом участке Казахского научно-исследовательского института защиты и карантина растений им. Ж. Жиенбаева в осенний период высажено 30 саженцев *P. diversifolia* с закрытой корневой системой (ЗКС) в контейнерах. Кроме того, 200 саженцев высажено в дельте реки Сарытоган на территории Чарынского национального природного парка.

Для успешной адаптации сеянцев к условиям открытого грунта применялась методика, предусматривающая постепенное закаливание растений с целью их перехода из стерильной среды *in vitro* в естественную среду обитания. В процессе адаптации и роста на открытом грунте продолжали проводить учет показателей: высота побегов, количество листьев, длина корней и приживаемость растений. Контрольные измерения осуществлялись на 1-й, 2-й, 4-й, 6-й и 8-й неделе эксперимента.

Обработка результатов выполнялась методом дисперсионного анализа (ANOVA). Фенологические наблюдения проводили глазомерно с фиксацией начальной (10% растений) и полной (70% растений) стадий развития вегетативных органов.

Результаты исследования и их обсуждения

Объектом исследования являлись выращенные *in vitro* сеянцы тополя разнолистного (*Populus diversifolia schrenk*), которые проходили постепенную адаптацию к почвенным условиям при выращивании в тепличных условиях. В ходе исследования контролировались температура (20–25 °C), продолжительность светового дня (12–16 часов), влажность почвы и дренаж, что обеспечивало оптимальные условия для развития растений.

После завершения стадии *in vitro* корневая система саженцев была тщательно очищена от агара, промыта стерильной водой и высажена в пластиковые контейнеры, содержащие стерилизованный субстрат. Субстрат состоял из равных частей песка, вермикулита, лесной почвы и перлита, обеспечивая хорошую аэрацию и водоудерживающие свойства, необходимые для успешной акклиматизации молодых растений.

Проведённое исследование показало значительное влияние состава субстрата на ростовые показатели сеянцев тополя разнолистного в процессе акклиматизации к недеградированной почве *ex vitro* (таблица 1).

Таблица 1 – Ростовые показатели адаптации сеянцев тополя разнолистного, полученных методом *in vitro*, к недеградированной почве *ex vitro*

Вариант субстрата	Лабораторный этап, см (M ± m)	Тепличный этап, см (M ± m)	Общие показатели роста, см (M ± m)	Δh, см (M ± m)	h общая, см (M ± m)	Δ прироста, см (M ± m)
Торф + песок (1:1)	1,7 ± 0,1	1,3 ± 0,1	3,0 ± 0,3	1,5 ± 0,2	4,5 ± 0,3	2,8 ± 0,3
Торф + вермикулит (1:1)	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,2	2,6 ± 0,3	-	2,6 ± 0,4	1,3 ± 0,2
Торф + перлит (1:1)	1,2 ± 0,1	2,2 ± 0,2	3,4 ± 0,4	-	3,4 ± 0,2	2,2 ± 0,2
Лесная почва + песок (1:1)	1,7 ± 0,2	3,6 ± 0,3	5,3 ± 0,4	1,4 ± 0,2	6,7 ± 1,1	5,0 ± 0,3

Вариант с применением смеси лесной почвы и песка (1:1) обеспечил наилучшие показатели роста. Уже на лабораторном этапе высота составляла $1,7 \pm 0,2$ см, а в тепличных условиях увеличивалась до $3,6 \pm 0,3$ см, что обеспечило суммарный прирост до $5,3 \pm 0,4$ см. Итоговая высота растений через весь цикл адаптации достигала $6,7 \pm 1,1$ см, при приросте $5,0 \pm 0,3$ см. Это подтверждает, что лесная почва обладает высокой биологической активностью, включает естественные симбиотические микроорганизмы и сбалансированный минеральный состав, что создаёт благоприятные условия для развития как корневой системы, так и надземных частей растений [8].

Несколько более меньшие результаты были получены на субстратах с искусственными разрыхляющими компонентами. Вариант торф + перлит (1:1) обеспечил достаточно высокие показатели роста: лабораторная фаза — $1,2 \pm 0,1$ см, тепличная — $2,2 \pm 0,2$ см, суммарный прирост — $3,4 \pm 0,4$ см, итоговая высота — $3,4 \pm 0,2$ см. Благодаря хорошей аэрации, снижению риска переувлажнения и стабильной влагоёмкости, перлит способствует активному формированию корневой системы и умеренному приросту надземной массы [19].

При использовании торфа с вермикулитом (1:1) приживаемость и рост оказались несколько ниже, чем на перлите. Вероятно, излишняя влагоёмкость вермикулита могла приводить к частичному переувлажнению субстрата, особенно в начальные фазы акклиматизации, что ограничивало интенсивность приростов [20]. Лабораторная высота составляла $1,3 \pm 0,1$ см, тепличная — $1,3 \pm 0,2$ см, общий прирост — $2,6 \pm 0,3$ см.

Наиболее ограниченные показатели роста наблюдались в варианте торф + песок (1:1): суммарная высота достигала $3,0 \pm 0,3$ см, итоговая — $4,5 \pm 0,3$ см, при приросте $2,8 \pm 0,3$ см. Возможно, сочетание торфа с песком снижало водоудерживающую способность субстрата

при недостаточной аэрации, что негативно отражалось на развитии как корневой, так и листовой системы в условиях перехода из стерильной среды в открытые условия [9].

Таким образом, экспериментальные данные свидетельствуют о важности правильного подбора состава субстрата на различных этапах адаптации растений после *in vitro*. Особо подчёркивается эффективность использования лесной почвы в качестве базового компонента, что подтверждается результатами как отечественных, так и зарубежных исследователей при работе с различными видами тополей и другими древесными породами.

По результатам проведённого исследования можно отметить, что при выращивании сеянцев *Populus diversifolia schrenk* в тепличных условиях все растения успешно адаптировались, приживаемость составила 100%, независимо от состава субстрата. Однако использование лесной почвы в составе субстрата показало наибольшую эффективность в стимулировании роста и развития растений.

Полученные данные свидетельствуют о постепенном и стабильном развитии корневой системы сеянцев тополя разнолистного в процессе акклиматизации (таблица 2).

Таблица 2 - Развитие корневой системы сеянцев тополя разнолистного в процессе акклиматизации

Неделя	Длина корня, см ($M \pm m$)	Количество боковых корней, шт.	Укоренение, %
1	$1,0 \pm 0,2$	1–2	85
4	$3,2 \pm 0,3$	4–6	85
8	$5,8 \pm 0,5$	8–12	90

Анализ динамики развития корневой системы сеянцев тополя разнолистного в процессе акклиматизации показывает постепенное формирование корневого аппарата при переходе растений из условий *in vitro* в открытую среду. На раннем этапе (первая неделя) длина главного корня составила в среднем $1,0 \pm 0,2$ см при формировании 1–2 боковых корней, что характерно для начальной стадии укоренения после переноса в новые условия выращивания. Укореняемость на этом этапе составила 80%, что свидетельствует о высокой жизнеспособности растений, но также отражает наличие определённого стресса при начальной адаптации.

К четвёртой неделе отмечалось дальнейшее развитие корневой системы: длина главного корня увеличилась до $3,2 \pm 0,3$ см, формировалось 4–6 боковых корней, а процент успешно прижившихся растений достигал 85%. Подобная динамика свидетельствует о постепенной адаптации растений к субстрату и переходу к более активной фазе корнеобразования.

К восьмой неделе наблюдалось стабилизационное увеличение параметров корневой системы: длина главного корня составляла $5,8 \pm 0,5$ см, число боковых корней достигало 8–12, а приживаемость увеличивалась до 90%. Указанные показатели находятся в пределах, характерных для тополей при микроклональном размножении, и подтверждают эффективность подобранных условий акклиматизации. Формирование развитой корневой системы к данному сроку является важным критерием, обеспечивающим дальнейшую приживаемость и стабильный рост растений в полевых условиях.

В целом, постепенное и равномерное развитие корневой системы, а также высокий уровень приживаемости указывают на оптимальность применённых условий стерилизации, состава питательной среды, субстрата и микроклиматических параметров в период адаптации сеянцев *ex vitro*. Полученные результаты соответствуют данным, представленным в ряде работ по микроклональному размножению древесных пород, в том числе различных видов тополей, и подтверждают высокую репродуктивную способность тополя разнолистного при использовании *in vitro* технологий.

Результаты проведённого исследования демонстрируют достаточно высокую приживаемость и интенсивное развитие корневой системы сеянцев тополя разнолистного в условиях акклиматизации после культуры *in vitro* (таблица 3). Полученные показатели в целом

согласуются с результатами, представленными в зарубежных исследованиях по микроклональному размножению древесных пород.

При акклиматизации саженцев *Populus deltoides* после *in vitro* укоренения приживаемость колебалась от 70% до 90% в зависимости от состава субстрата и условий влажности, что сопоставимо с приживаемостью 75–92%, зафиксированной в нашем эксперименте. По мнению этих авторов, более высокая приживаемость обеспечивается использованием субстратов с оптимальным соотношением влагоёмкости и аэрации, что позволяет поддерживать активное функционирование корневой системы в ранний период адаптации [10].

В проведённой работе установлено, что включение в субстрат компонентов с высокой биологической активностью (лесная подстилка, перегной) способствует увеличению приживаемости сеянцев до 90–95% и стимулирует рост побегов. Так, в варианте с добавлением лесной почвы приживаемость составила 92%, а средний прирост достигал $4,5 \pm 0,3$ см за 8 недель, что подтверждает активизацию корневой микрофлоры и улучшение условий питания растений.

Сходные зависимости отмечены и в экспериментах с другими видами тополей. В частности, при использовании различных типов почвенных субстратов (дерновая земля, торф, песок) наблюдалась значительная разница в показателях приживаемости, что указывает на высокую чувствительность процесса адаптации к составу субстрата. Наиболее эффективными оказались рыхлые, воздухопроницаемые смеси с достаточным содержанием органических веществ.

Также следует отметить, что полученные в ходе экспериментов темпы прироста побегов ($2,5\text{--}4,5$ см за 8 недель) подтверждают эффективность подобранных условий акклиматизации и соответствуют средним значениям, полученным ранее для других сортов тополя в аналогичных условиях.

Таблица 3 - Приживаемость сеянцев тополя разнолистного в различных субстратах и динамика роста в течение 8 недель акклиматизации

Субстрат	Приживаемость, %	Высота растений через 8 недель, см ($M \pm m$)	Прирост за 8 недель, см ($M \pm m$)
Торф + песок (1:1)	75	$4,3 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$
Торф + вермикулит (1:1)	85	$5,2 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,3$
Торф + перлит (1:1)	87	$5,5 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,3$
Лесная почва + песок (1:1)	92	$6,3 \pm 0,4$	$4,5 \pm 0,3$

Полученные результаты демонстрируют влияние состава субстрата на приживаемость и рост сеянцев тополя разнолистного в процессе акклиматизации после микроклонального размножения *in vitro*.

Наименее благоприятные показатели были зафиксированы в варианте с использованием смеси торфа и песка (1:1), где приживаемость составила 75%, средняя высота растений — $4,3 \pm 0,3$ см, а прирост за 8 недель — $2,5 \pm 0,3$ см. Вероятно, отсутствие достаточного разрыхления субстрата и ограниченные влагоудерживающие свойства песка в сочетании с торфом создают менее оптимальные условия для развития корневой системы и роста растений. Песок обеспечивает дренаж, но в недостаточной степени сохраняет влагу, что особенно критично для сеянцев на ранних этапах адаптации.

Значительно лучшие результаты наблюдались при добавлении к торфу разрыхляющих компонентов — вермикулита и перлита. В варианте торф + вермикулит (1:1) приживаемость достигала 85%, а прирост составил $3,2 \pm 0,3$ см. Вермикулит, обладая высокой влагоёмкостью и способностью удерживать питательные вещества, способствует созданию стабильной влажностно-питательной среды для развивающихся корней. Ещё более высокие показатели продемонстрировал субстрат торф + перлит (1:1): приживаемость — 87%, прирост — $3,5 \pm 0,3$

см. Перлит улучшает аэрацию и предотвращает переувлажнение, что благоприятно отражается на росте побегов.

Наилучшие показатели роста и приживаемости были зафиксированы при использовании смеси лесной почвы и песка (1:1), где приживаемость достигала 92%, высота растений составляла $6,3 \pm 0,4$ см, а прирост — $4,5 \pm 0,3$ см. Возможно, наличие в лесной почве природного комплекса микроорганизмов, органического вещества и хорошо сбалансированного минерального состава обеспечивает благоприятные условия для функционирования корневой системы в условиях постепенного перехода из стерильной культуры *in vitro* в открытый грунт. Похожие результаты были получены зарубежными исследователями.

Таким образом, использование разрыхляющих компонентов (перлит, вермикулит), а также лесной почвы в составе субстрата позволяет значительно повысить приживаемость и темпы роста сеянцев тополя разнолистного в условиях акклиматизации *ex vitro*, что подтверждает необходимость тщательного подбора субстратов при разработке технологий микроклонального размножения древесных пород.

Полученные результаты подтверждают перспективность применения методов биотехнологии, в частности микроклонального размножения *in vitro*, для воспроизводства и сохранения популяций редкого и исчезающего вида *Populus diversifolia schrenk*. Этот подход имеет важное практическое значение для лесного хозяйства и охраны биоразнообразия Казахстана и может служить моделью для восстановления других видов пустынных тугайных лесов.

Выводы

Таким образом, по результатам исследования акклиматизации сеянцев тополя разнолистного (*Populus diversifolia schrenk*), выращенных методом микроклонального размножения *in vitro*, в тепличных условиях с использованием различных субстратов получены следующие результаты:

1. Наилучшие результаты роста и приживаемости показал субстрат из лесной почвы и песка (1:1), где приживаемость достигла 92%, а прирост — $4,5 \pm 0,3$ см за 8 недель. Субстраты с перлитом и вермикулитом обеспечили удовлетворительный прирост (3,2–3,5 см) и высокую приживаемость (85–87%), улучшая аэрацию и влагоудерживающие свойства. Наименее эффективным оказался субстрат торф + песок (1:1), при котором приживаемость составила 75%, а прирост — лишь $2,5 \pm 0,3$ см.

2. Динамика формирования корневой системы показала стабильное увеличение длины корня (до $5,8 \pm 0,5$ см) и числа боковых корней (до 12 шт.) к восьмой неделе адаптации. Развитие корней шло синхронно с ростом надземной части, что свидетельствует о правильном подборе микроклиматических условий и состава субстрата.

Полученные результаты согласуются с данными зарубежных исследований, подтверждая ключевую роль субстрата с высоким содержанием органики и активной микрофлоры. Микроклональное размножение *in vitro* с последующей адаптацией эффективно обеспечивает массовое получение жизнеспособных саженцев редкого вида.

Список литературы:

1. Какимжанова, А. А., Жагипар, Ф. С., Назиран, Ф., Каримова, В. К., & Нуртаза, А. С. (2019). Optimization of microclonal propagation conditions for increasing the multiplication factor of poplar microshoots. Вестник ЕНУ. Серия биологические науки. <http://rep.enu.kz/handle/enu/1061>

Kakimzhanova, A. A., Zhagipar, F. S., Naziran, F., Karimova, V. K., & Nurtaza, A. S. (2019). Optimization of microclonal propagation conditions for increasing the multiplication factor of poplar microshoots. Vestnik ENU. Serii biologicheskie nauki. [in Russian]

2. Rahimzhanov, A. N., Ivashchenko, A. A., Kirillov, V. Yu., Aleka, V. P., & Stikhareva, T. N. (2023). Assessment of the current status of the turanga forests in the south-east of Kazakhstan. ResearchGate.

Retrieved

from

<https://www.researchgate.net/publication/353013196> Assessment of the current status of the turanga forests in the south-east of Kazakhstan

3. Haapanen, M. (1995). Within-plot subsampling of trees for assessment in progeny trials of Scots pine. *Silva Fennica*, 29(1), 13–19. <https://doi.org/10.14214/sf.a9194>

4. Batukaev, A. A., & Kornatskiy, S. A. (2021). Block-container system for growing strawberry planting material in greenhouses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 624, Article 012116. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012116>

5. Capocasa, F., Balducci, F., Marcellini, M., Bernardini, D., Navacchi, O., & Mezzetti, B. (2019). Comparing nursery behavior, field plant yield and fruit quality of in vitro and in vivo propagated strawberry mother plants. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 136, 65–74. <https://doi.org/10.1007/s11240-018-1492-8>

6. Турдиев, Т. Т., Ковальчук, И. Ю., Мухитдинова, З. Р., Фролов, С. Н., & Кабылбекова, Б. Ж. (2019). Клональное микроразмножение в производстве элитного посадочного материала малины. *Ізденістер, нәтижелер / Исследования, результаты*, 3(83), 256–265. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/issue/view/7>
kaznaru.edu.kzru.wikipedia.org+4ipbb.kz+4kaznaru.edu.kz+4

Turdiyev, T. T., Kovalchuk, I. Yu., Mukhitdinova, Z. R., Frolov, S. N., & Kabylbekova, B. Zh. (2019). Klonal'noe mikrorazmnozhenie v proizvodstve elitnogo posadochnogo materiala maliny. *Izdenister, natizheler / Issledovaniya, rezul'taty*, 3(83), 256–265. [in Russian]

7. Mikola, J. (1990). Consequences of modern tree breeding techniques on breeding strategies of the main tree species in Finland. *Forest Tree Improvement*, (23), 81–107. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122465/records/64775418a3fd11e430399346>

8. Tretyakova, I. N., Park, M. E., Oreshkova, N. V., Kulagin, D. V., Konstantinov, A. V., & Padutov, V. E. (2019). Reproduction and genetic accuracy during somatic embryogenesis in *Larix sibirica*. In *PlantGen2019 Proceedings*, 137–139. https://conf.icgbio.ru/plantgen2019/wp-content/uploads/sites/11/2023/04/PlantGen2019_Tezisy.pdf

9. Tret'yakova, I. N., & Park, M. E. (2023). Collectible Cell Lines of *Larix sibirica* Obtained by Somatic Embryogenesis and Their Ability to Regenerate. *Forests*, 14(9), 1920. <https://doi.org/10.3390/f14091920>

10. Turdiyev, T. T., Kovalchuk, I. Yu., Mukhitdinova, Z. R., Frolov, S. N., & Kabylbekova, B. Zh. (2024). Restoring populations of *Populus pruinosa* Schrenk through biotechnology for desert afforestation and ecosystem recovery. *Plant Ecology and Diversity*. <https://doi.org/10.1007/s11627-024-10490-5>

References

1. Kakimzhanova, A. A., Zhagipar, F. S., Naziran, F., Karimova, V. K., & Nurtaza, A. S. (2019). Optimization of microclonal propagation conditions for increasing the multiplication factor of poplar microshoots. *Vestnik ENU. Seriya biologicheskie nauki*. <http://rep.enu.kz/handle/enu/1061>

Kakimzhanova, A. A., Zhagipar, F. S., Naziran, F., Karimova, V. K., & Nurtaza, A. S. (2019). Optimization of microclonal propagation conditions for increasing the multiplication factor of poplar microshoots. *Vestnik ENU. Seriya biologicheskie nauki*. [in Russian]

2. Rahimzhanov, A. N., Ivashchenko, A. A., Kirillov, V. Yu., Aleka, V. P., & Stikhareva, T. N. (2023). Assessment of the current status of the turanga forests in the south-east of Kazakhstan. ResearchGate.

Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/353013196> Assessment of the current status of the turanga forests in the south-east of Kazakhstan

3. Haapanen, M. (1995). Within-plot subsampling of trees for assessment in progeny trials of Scots pine. *Silva Fennica*, 29(1), 13–19. <https://doi.org/10.14214/sf.a9194>

4. Batukaev, A. A., & Kornatskiy, S. A. (2021). Block-container system for growing strawberry planting material in greenhouses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 624, Article 012116. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012116>

5. Capocasa, F., Balducci, F., Marcellini, M., Bernardini, D., Navacchi, O., & Mezzetti, B. (2019). Comparing nursery behavior, field plant yield and fruit quality of in vitro and in vivo propagated strawberry mother plants. *Plant Cell Tissue Organ Cult.*, 136, 65–74. <https://doi.org/10.1007/s11240-018-1492-8>
6. Turdiev, T. T., Koval'chuk, I. YU., Muhitdinova, Z. R., Frolov, S. N., & Kabylbekova, B. Zh. (2019). Klonal'noe mikrorazmnozhenie v proizvodstve elitnogo posadochnogo materiala maliny. *Izdenister, nәtizheler / Issledovaniya, rezul'taty*, 3(83), 256–265. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/issue/view/7kaznaru.edu.kzru.wikipedia.org+4ipbb.kz+4kaznaru.edu.kz+4>
- Turdiev, T. T., Kovalchuk, I. Yu., Mukhitdinova, Z. R., Frolov, S. N., & Kabylbekova, B. Zh. (2019). Klonal'noe mikrorazmnozhenie v proizvodstve elitnogo posadochnogo materiala maliny. *Izdenister, nәtizheler / Issledovaniya, rezul'taty*, 3(83), 256–265. [in Russian]
7. Mikola, J. (1990). Consequences of modern tree breeding techniques on breeding strategies of the main tree species in Finland. *Forest Tree Improvement*, (23), 81–107. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122465/records/64775418a3fd11e430399346>
8. Tretyakova, I. N., Park, M. E., Oreshkova, N. V., Kulagin, D. V., Konstantinov, A. V., & Padutov, V. E. (2019). Reproduction and genetic accuracy during somatic embryogenesis in *Larix sibirica*. In *PlantGen2019 Proceedings*, 137–139. https://conf.icgbio.ru/plantgen2019/wp-content/uploads/sites/11/2023/04/PlantGen2019_Tezisy.pdf
9. Tret'yakova, I. N., & Park, M. E. (2023). Collectible Cell Lines of *Larix sibirica* Obtained by Somatic Embryogenesis and Their Ability to Regenerate. *Forests*, 14(9), 1920. <https://doi.org/10.3390/f14091920>
10. Turdiyev, T. T., Kovalchuk, I. Yu., Mukhitdinova, Z. R., Frolov, S. N., & Kabylbekova, B. Zh. (2024). Restoring populations of *Populus pruinosa* Schrenk through biotechnology for desert afforestation and ecosystem recovery. *Plant Ecology and Diversity*. <https://doi.org/10.1007/s11627-024-10490-5>

**О.Т. Мухаметжанова¹, А.Ж. Қожабекова¹, Қ. Мазаржанова²,
Н. Мухамадиев³, Ж. Букабаева⁴**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан

³Ж. Жиенбаев атындағы Өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Алматы қаласы, Қазақстан

⁴Әлихан Бөкейханов университеті, Семей қаласы, Қазақстан
nu_rai@mail.ru, ardak.68kz@mail.ru, kmazarzhanova@gmail.com, nurzhan-80@mail.ru,
zhanilxan79@mail.ru

ТОРАҢҒЫ (POPULUS DIVERISIFOLIA SCHRENK) КӨШЕТТЕРІН КӨБЕЙТУ ЖӘНЕ АККЛИМАТИЗАЦИЯЛАУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ОПТИМАЛДАУ

Аңдатпа

Жұмыста *Populus diversifolia* Schrenk түріндегі әртүрлі жапырақты терек көшеттерін in vitro микрклоналды көбейту әдісімен алынғаннан кейінгі акклиматизациялау нәтижелері ұсынылған. Стерильді ортадан жылыжай жағдайына көшірілген өсімдіктердің өсу көрсеткіштеріне, тіршілікке бейімділігіне және тамыр жүйесінің дамуына әртүрлі субстраттардың әсері зерттелді. Субстрат ретінде шымтезек пен құм, вермикулит, перлит және орман топырағының қоспалары пайдаланылды. Ең жоғары нәтижелер шымтезек пен орман топырағының 1:1 қатынасындағы қоспасын қолданғанда байқалды: 8 апта ішінде өсім $4,5 \pm 0,3$ см-ге жетіп, бейімделу деңгейі 92%-ды құрады. Бұл орман топырағының жоғары биологиялық белсенділігі мен теңгерімді минералдық құрамымен түсіндіріледі. Тамыр жүйесінің дамуы бейімделудің 8 аптасында бірқалыпты жүріп отырды: негізгі тамыр ұзындығы $5,8 \pm 0,5$ см-ге жетіп, жанама тамыр саны 8–12-ге дейін артты. Алынған деректер *Populus diversifolia* Schrenk түрін микрклоналды көбейту және бейімдеуге арналған

жағдайлардың тиімділігін дәлелдейді, бұл туғай ормандарды қалпына келтіру мен биологиялық әртүрлілікті сақтау ісінде практикалық маңызға ие. Зерттеу нәтижелері Қазақстан орман шаруашылығында биотехнологиялық әдістерді қолданудың келешегі зор екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: *Populus diversifolia schrenk*, in vitro культурасы, ex vitro акклиматизациясы, субстрат, өсу көрсеткіштері, көшеттердің тіршілікке бейімділігі, тамыр жүйесінің дамуы

O.T. Mukhametzhanova¹, A.Zh. Kozhabekova¹, K. Mazarzhanova²,

N. Mukhamadiev³, Zh. Bukabayeva⁴

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

³Zh. Zhienbaev Research Institute for Plant Protection and Quarantine, Almaty, Kazakhstan

⁴Alikhan Bokeikhan University, Semey, Kazakhstan

nu_rai@mail.ru, ardak.68kz@mail.ru, kmazarzhanova@gmail.com, nurzhan-80@mail.ru, zhanilxan79@mail.ru

OPTIMIZATION OF PROPAGATION AND ACCLIMATIZATION CONDITIONS FOR SEEDLINGS OF THE DIVERSIFOLIATE POPLAR (POPULUS DIVERSIFOLIA SCHRENK SCHRENK)

Abstract

This study presents the results of research on the acclimatization of *Populus diversifolia* Schrenk seedlings obtained through in vitro microclonal propagation. After transferring the plants from sterile culture to greenhouse conditions, the effects of various substrates on growth parameters, survival rate, and root system development were examined. Substrates included mixtures of peat with sand, vermiculite, perlite, and forest soil. The best results were observed with a 1:1 mixture of forest soil and sand, which provided a growth increase of up to 4.5 ± 0.3 cm over 8 weeks and a survival rate of up to 92%. This effectiveness is attributed to the high biological activity and balanced mineral composition of forest soil. Root system development showed a steady progression over the 8-week acclimatization period, with root length reaching 5.8 ± 0.5 cm and the number of lateral roots increasing to 8–12. The obtained data confirm the effectiveness of the selected conditions for microclonal propagation and acclimatization of *Populus diversifolia* Schrenk, which holds practical significance for the restoration of tugai forests and the conservation of biodiversity. The study also demonstrates the promising potential of applying biotechnological methods in forest management in Kazakhstan.

Keywords: *Populus diversifolia schrenk*, in vitro culture, ex vitro acclimatization, substrate, growth parameters, seedling survival, root system development

Вклад авторов: 1. Мухаметжанова О.Т. — концептуализация, курирование данных, методология; 2. Кожобекова А.Ж. — написание – обзор и редактирование; 3. Мазаржанова К.М. — формальный анализ, методология, 4. Мухамадиев Н. проверка, ресурсы, написание – обзор и редактирование; Букабаева Ж.Т. — проверка, написание – обзор и редактирование

M.T. Kumarbayeva^{1*}, A.M. Kokhmetova¹, Zh.S. Keishilov¹, A.A. Bolatbekova¹,
K. Bakhtuly¹, N.M. Kovalenko²

¹Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan

²All-Russian Research Institute for Plant Protection (VIZR), St. Petersburg, Russia
madina_kumar90@mail.ru, , gen_kalma@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru,
ardashka1984@mail.ru, kanat1499@gmail.com, nadyakov@mail.ru

IDENTIFICATION OF NEW SOURCES OF DISEASE RESISTANCE IN WHEAT

Abstract

Wheat breeding plays a pivotal role in ensuring food security, as wheat ranks among the most demanded and widely cultivated cereal crops globally. This article presents a comprehensive analysis of a collection of wheat breeding lines, utilizing agronomic, phytopathological parameters, and molecular-genetic screening. The main traits are described in detail, including days to heading (ranging from 21 to 221 days, predominantly mid-season lines), plant height (92–134 cm), and NDVI biomass index (51–72.5), with emphasis on promising lines exhibiting high NDVI values (>70). Evaluation for yellow rust resistance identified seven immune and five moderately susceptible lines; approximately 60% of the genotypes displayed immunity to the causal agent of *Pyrenophora tritici-repentis*. Resistance levels were classified according to the area under the disease progress curve (AUDPC): resistant (AUDPC <200), moderately resistant (200–400), and susceptible (>400) groups. Molecular screening revealed the presence of the recessive *tsn1* allele, associated with resistance to PtrToxA, in 18 lines (52.94%). Correlation analysis indicated mostly weak associations between agronomic traits and disease resistance, except for expected strong positive correlations among parameters related to a single disease. Statistical analysis demonstrated considerable variability and the presence of outliers in most traits, underscoring the necessity for robust analytical methods. The findings highlight the effectiveness of integrating conventional and modern assessment approaches for selecting promising wheat lines in breeding programs.

Keywords: wheat, tan spot, stripe rust, molecular markers, resistance genes

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is a major cereal crop both globally and in Kazakhstan, where efforts to improve yield face significant challenges due to the continual evolution of disease pathogens. The emergence of new pests and diseases poses a persistent threat to food security, which is further aggravated by climate change - a factor that can trigger the appearance of novel pathogen races.

Crop diseases substantially impact both yield and quality of agricultural products worldwide [1]. Over the past decades, threats from diseases and pests have become increasingly severe within the context of global climate change, posing a significant challenge to food production. Obtaining information on the spatial distribution of diseases across large areas can help to ascertain the current status of infection, which is critical for accurately assessing yield losses [2, 3].

In Kazakhstan, protection against wheat rust epidemics relies largely on the cultivation of resistant varieties and timely fungicide application (i.e., before serious symptoms appear, which could otherwise result in greater economic losses). However, this approach may not always be economically feasible for farmers. Accurate identification of diseases in field conditions at their early onset, as well as during disease progression, is crucial for effective disease monitoring. Visual assessment of disease severity (such as estimating the proportion of infected plant tissue on leaves or across the entire sample) is frequently subjective [4–6] and requires substantial time and labor.

In recent years, considerable yield losses in Kazakhstan have been attributed to delayed detection -that is, insufficient monitoring of the development and spread of wheat diseases across cultivated areas [7, 8].

Stripe (yellow) rust represents a significant threat to food security in many countries worldwide. The disease is prevalent across much of North and South America, Europe, Eastern, Central, and Southern Asia, North Africa, and Australia. Climatic conditions in approximately 72% of global wheat cultivation areas are suitable for yellow rust development, and stable outbreaks are observed in about 42% of these regions. It is known that this disease occurs in more than 60 countries and is considered the most widespread wheat disease in Kazakhstan. Under conditions involving highly susceptible varieties and favorable weather, yellow rust can cause yield losses of up to 100%. In Kazakhstan, yellow rust is mainly found in the foothill and mountainous areas of the southern and southeastern regions, where winter wheat is predominantly grown under rainfed and irrigated conditions. The prevalence and severity of the disease fluctuate considerably, primarily depending on weather conditions in May and June, which correspond to the heading, flowering, and grain filling stages [9–11].

Tan spot is a relatively new disease of wheat, yet it is now widespread in many countries. It was first detected in the United States and Canada in the early 1940s, and by the 1980s–1990s, it had appeared in Western European countries. In eastern Canada, yellow leaf spot and septoria occur as a disease complex—the former dominating in drier areas, and the latter in regions with higher moisture. Yellow leaf spot is commonly observed on both winter and spring wheat in the southern, southeastern, and northern regions of Kazakhstan. The initial disease symptoms appear at the stem elongation stage of winter wheat; during heading, leaf infection on upper layers reaches 25–50%, and by the milky grain stage, disease incidence can reach 75–100%, leading to premature leaf desiccation.

Genetic resistance remains the principal strategy for controlling wheat diseases. The identification of varieties exhibiting effective and durable resistance to rusts is a key objective in wheat breeding. Accordingly, the detection of resistance genes in modern wheat varieties and breeding lines, followed by the selection of optimal combinations of resistance genes, constitutes the critical first step toward the successful implementation of a breeding program [12, 13]. This study aims to identify sources of disease resistance and highly productive wheat genotypes under the conditions of the Almaty region.

Material and methods

The research strategy is based on an integrated approach that incorporates breeding, phytopathological, and molecular methods. The study focuses on promising winter wheat lines that are either currently cultivated or considered as candidates for new varieties under the conditions of Almaty region, Almaty.

Phytopathological assessment of the severity of *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot) infection under field conditions is conducted by estimating the percentage of leaf area affected by tan spot. The evaluation is based on the Saari and Prescott scale (1975) [14], originally developed for septoria, as modified by O.Yu. Kremneva (2007) [15]. According to this scale, the following gradations of wheat leaf infection severity are used: 0% – very high resistance; 1–5% – high resistance; 6–20% – resistance; 21–30% – susceptibility; 31–50% – moderate susceptibility; 51–80% – high susceptibility; and 81–100% – very high susceptibility.

The Peterson scale was used to assess yellow rust. Evaluation of yellow rust symptoms was conducted by the CIMMYT-developed methodology, using five infection types (IT): 0 – immune; R – resistant; MR – moderately resistant; MS – moderately susceptible; and S – susceptible.

Molecular Screening Methods for *tsn* and *Yr* Resistance Genes in Wheat to Leaf Rust. Genomic DNA extraction was performed using the protocol described by Riede et al. (1996). DNA was isolated from 5-day-old wheat seedlings of each sample via the CTAB method [17]. DNA concentration was measured spectrophotometrically at 260 nm, and working solutions for PCR were adjusted to a final concentration of 20 ng/μl.

The PCR reaction mixture (25 μl total volume) consisted of 2.5 μl of genomic DNA, 1 μl of each primer (1 pM/μl) (SigmaAldrich, USA), 2.5 μl dNTP mix (2.5 mM each of dCTP, dGTP, dTTP,

and dATP) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µl MgCl₂ (25 mM), 0.2 µl Taq polymerase (5 U/µl) (ZAO Sileks, Russia), 2.5 µl of 10X PCR buffer, and 12.8 µl ddH₂O. PCR amplifications were carried out using a Mastercycler (Eppendorf, Germany). Amplification products were separated on a 2% agarose gel in TBE buffer (45 mM Tris-borate, 1 mM EDTA, pH 8) [18] with ethidium bromide added. A 100-bp DNA ladder (Fermentas, Lithuania) was used to estimate fragment sizes. Visualization of PCR products was performed using a gel documentation system (Gel Doc XR+, BIO-RAD, Hercules, USA).

Leaf samples from all test entries, including two reference cultivars, were genotyped using the SSR marker Xfcp623, which is specific for the detection of *Tsn1* gene alleles. Primer sequences and PCR conditions followed the protocol described by Faris et al. (2010) [19]. The marker detects two alleles: a 380-bp amplicon corresponding to the dominant *Tsn1* (sensitivity) allele, and a null allele corresponding to the recessive *tsn1* allele (insensitivity to Ptr ToxA) [20]. The primer sequences for marker Xfcp623 (5'–3') were: F – CTATTCGTAATCGTGCCTTCCG; R – CCTTCTCTCACCGCTATCTCATC.

Determination of Plant Biomass Index (NDVI – Normalized Difference Vegetative Index) was performed using a portable GreenSeeker device (Trimble Navigation Limited, USA). The NDVI index ranges from 0.00 to 1.0, with higher values indicating greater disease resistance [21]. The GreenSeeker sensor operates by emitting brief pulses of red and near-infrared light onto the plant canopy and subsequently measuring the amount of reflected radiation. Higher NDVI values are associated with increased productivity and resistance to diseases, as well as reduced nitrogen requirements.

Statistical analysis. The resistance behavior to leaf rust of all tested samples was evaluated using the Average Coefficient of Infection (ACI) and the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC). The Average Coefficient of Infection (ACI) was calculated following the methodology outlined by Saari and Wilcoxson (1974). AUDPC was calculated using the formula proposed by Wilcoxson et al. (1974). This approach enables a quantitative evaluation of disease progression over time, offering valuable insights into the resistance levels of various wheat genotypes.

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} X(t_{i+1} - t_i) \right)$$

where y_i is the average coefficient of infection for the i -th assessment, y_{i+1} is the average coefficient of infection for the $(i+1)$ -th assessment, $t_{i+1} - t_i$ is the number of days between the i -th and $(i+1)$ -th assessments, and n is the total number of observations.

The susceptibility index (ϕ) is determined by dividing the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) of a specific genotype by the AUDPC of a known susceptible control genotype. This ratio provides a quantitative assessment of how susceptible or resistant a particular genotype is in comparison to the susceptible control.

R-studio software was used to conduct a one-way analysis of variance (ANOVA) to evaluate the differences in productivity and resistance to leaf rust among genotypes and across years. Pearson correlation coefficients were calculated based on the mean values of the evaluated traits. PCA was conducted, and biplots were generated using R-studio software version R 3.5.3 (R Core Team, 2018).

Results

A comprehensive analysis of a collection of wheat breeding lines was conducted based on agronomic characteristics, phytopathological assessments, and the profile of resistance genes. Patterns in the distribution of key traits are described, with an in-depth characterization provided for groups of varieties and genotypes, as well as detailed individual profiles for the leading entries (Table 1).

For the trait "days to heading," the studied samples ranged from 21 to 221 days, with most lines classified as mid-season (213–219 days), which is optimal for the majority of continental regions. Plant heights ranged from 92 to 134 cm, with the majority falling within 105–118 cm. The maximum height (134 cm) was observed for line d.1770 Ramin × No.42 Almaly (Erythrospermum), and the

minimum (92 cm) for line d.845 (*Erythrospermum*). The biomass index, NDVI, among the studied lines ranged from 51 to 72.5. Four promising lines with high NDVI values (>70) were identified: Glenlea (71), d.1777 Darya $\times$ No.1724 (71), d.72 Tungysh $\times$ d.23 Brundage 96 (66.5), d.845... (69–72). Based on phytopathological assessment for yellow rust resistance, seven promising lines were identified with an immune response (IT=0), and five entries exhibited a moderately susceptible reaction (5–10MS). Assessment for resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* showed that approximately 60% of the lines displayed an immune response to the pathogen.

The area under the disease progress curve (AUDPC) enabled the classification of the entries into three groups: (1) AUDPC <200 , considered resistant (e.g., d.1770 Ramin, d.35-ICARDA, d.845, Glenlea, Salamouni, d.1777 Darya $\times$ 1724, among others); (2) AUDPC = 200–400, moderately resistant (e.g., F1 d.1031, some *Lutescens* entries); and (3) AUDPC >400 , highly susceptible (e.g., d.36 Toma $\times$ Akmola, F8 Bermet, F6 Sanzar).

Results of molecular screening using the Xfcp623 marker identified the presence of the recessive *tsn1* allele associated with resistance to PtrToxA toxin in 18 promising lines, representing 52.94% of the total genotypes analyzed. The *tsn1* gene was predominantly found in accessions exhibiting high resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* (see Table 1).

Figure 1 presents the results of boxplot analyses for the main agronomic and phytopathological parameters.



Figure 1 – Boxplots of AUDPC and agronomic traits of wheat genotypes

Table 2 presents an interpretation of the correlation matrix for the main variables included in the analysis: days to heading (DTH), plant height, NDVI average, mean yellow rust severity (YR-average), integrated yellow rust severity scale (AUDPC-Yr), mean septoria (tan spot) severity (PTR-average), and integrated septoria severity scale (AUDPC-Ptr). The DTH trait shows a weak positive correlation with plant height ($r \approx -0.011$); there are virtually no significant associations with NDVI average ($r = 0.037$), YR-average ($r = 0.057$), or AUDPC-Yr ($r = 0.058$). There is a weak negative correlation with tan spot severity (PTR-average, AUDPC-Ptr). Phytopathological assessment of yellow rust shows a perfect positive correlation with AUDPC-Yr ($r = 1$), as AUDPC reflects the overall intensity of yellow rust infection. There is also an almost complete positive correlation with AUDPC-Ptr ($r = 0.997$), which is expected since both parameters represent the degree of tan spot infection.

Таблица 1 – Breeding and genetic evaluation of promising wheat lines under the conditions of Almaty region

Sample name	Variety	Agronomic Traits					Phytopathological assessment against an infectious background							Presence of the gene
		Days to heading	Plant height	NDVI-1	NDVI-2	NDVI avg.	YR-1	YR-2	YR-3	PTR-1	PTR-2	PTR-3	AUDPC	
д.Сабина х д.74 Паллада/№57 Паллада	<i>Graecum</i>	216	100	71	58	64,5	40S	50S	50S	0	0	0	112	
д.1777 Дарья х №72 Тунгыш х д.133 Дарья/№68 Дарья	<i>Lutescens</i>	219	115	72	47	59,5	10MS	20MS	20MS	10	15	30	196	<i>tsn1</i>
д.1286 д.79 (ARDEAL/БОЕМА//F135U2-1/5/ TX69A509-2//BBY2	<i>Barbarossa</i>	216	95	74	49	61,5	30MS	40S	40S	5	15	25	266	<i>tsn1</i>
д. №23х Купава х1774д. 23-ICARDA-IPBB-2013	<i>Erythroleucon</i>	215	108	73	57	65	20MS	30MS	30MS	0	0	0	182	<i>tsn1</i>
д. F ₅ №20 х Уманка х 1773 д.22-ICARDA-IPBB-2013	<i>Erythroleucon</i>	216	113	75	52	63,5	30MS	40S	40S	5	10	20	224	
д.№23х Купава х1773 д.22-ICARDA-IPBB-2013	<i>Erytrospermum</i>	219	118	75	52	63,5	20MS	30MS	30MS	5	10	15	112	<i>tsn1</i>
д.179-КВ-ИББР-2012х д.1760 9-ICARDA-IPBB-2013	<i>Ferrugineum</i>	218	115	74	60	67	5MS	20MS	20MS	0	0	0	840	<i>tsn1</i>
д.1777 Дарья х №1724 F ₁ 1581 х (д.807 F ₄ (Наз х Уманка) х Алмалы) х Зимородок, №78 х д.42 Алмалы	<i>Graecum</i>	219	95	79	63	71	0	10MS	10MS	0	0	0	112	<i>tsn1</i>
д.1777 Дарья х №1737 F ₁ д.1014 (д.99 F ₃ (№25 Madsen х См.24) х Арап) х Brundage 96(APR) х д.23 Brundage 96 APR	<i>Erytrospermum</i>	219	107	78	65	71,5	10MS	20MS	20MS	0	0	0	112	<i>tsn1</i>
д.1772 Виза х №42 Алмалы х д.131Виза	<i>Velutinum</i>	213	112	78	63	70,5	5MS	20MS	20MS	0	0	0	805	<i>tsn1</i>
д. 35-ICARDA-IPBB-2013х д.Yr9	<i>Erythroleucon</i>	213	103	84	61	72,5	0	0	0	0	0	0	665	<i>tsn1</i>
д.845 F ₅ № 23 х Купава х№1659д.1030Д620. F ₄ Улугбек хУг 4хМереке х197 Yr15	<i>Erythroleucon</i>	212	93	71	67	69	0	0	0	0	0	0	196	<i>tsn1</i>
д.845 F ₅ № 23 х Купава х№1659д.1030Д620. F ₄ Улугбек хУг 4хМереке х197 Yr15	<i>Erytrospermum</i>	213	92	78	66	72	0	0	0	0	0	0	504	<i>tsn1</i>
д.1320 (д.113.338-K1-1//ANB/BUC/3/GS50A/4 /TREGO/JGR	<i>Milturum</i>	212	118	70	58	64	0	0	0	10	15	30	220	<i>tsn1</i>
д.867 F ₅ №23/Купава/22х д.74 Паллада	<i>Lutescens</i>	217	125	79	63	71	5MS	20MS	20MS	0	0	0	0	<i>tsn1</i>
д.89 Э-99 х №270 RL 6088(Sr40) х д.74Паллада	<i>Lutescens</i>	215	110	78	61	69,5	30MS	40S	40S	0	0	0	308	<i>tsn1</i>

F ₁ д.1031Д628. F ₄ (Наз х Обрий) Купава х Kalyansona (Yr2), №171 х д.48 Улугбек 600	<i>Lutescens</i>	216	105	77	63	70	10MS	30MS	30MS	0	0	0	110	
д.72Тунгыш х д.23 Brundage 96 APR	<i>Ferrugineum</i>	216	111	79	54	66,5	0	5MS	5MS	0	0	0	115	
д.23 Brundage 96 APR х №40 Наз х д.70 Мереке	<i>Lutescens</i>	214	700	76	60	68	30MS	40S	40S	0	0	0	182	
F ₃ 587 Моросо х №41 Октябрина х д.46 Княжна	<i>Graecum</i>	218	96	79	61	70	20MS	40S	40S	0	0	0	224	
25-ICARDA-IPBB-2013 х д.588 МА F7 Бермет х RWKLDN 9	<i>Erytrospermum</i>	213	105	78	56	67	30MS	50S	50S	0	0	0	182	<i>tsn1</i>
U11AGEC-10 х д46 Княжна	<i>Erytrospermum</i>	219	110	77	62	69,5	20MS	40S	40S	10	25	15	182	
д.1770 Рамин х №42 Алмалы	<i>Erytrospermum</i>	219	101	76	55	65,5	0	0	0	0	0	0	84	
д.1770 Рамин х №42 Алмалы	<i>Erytrospermum</i>	215	134	75	48	61,5	30MS	40S	40S	0	0	0	196	
д.36 Тома х 57 Акмола	<i>Erytrospermum</i>	213	117	74	47	60,5	60S	60S	60S	10	20	30	182	
F ₆ Санзар х Арап	<i>Erytrospermum</i>	215	101	72	47	59,5	60S	60S	60S	10	25	40	110	
F ₆ Санзар х Арап	<i>Erytrospermum</i>	213	105	70	42	56	60S	60S	60S	0	0	0	56	
1060 д.5353[(CWARTN)Super KAUZ(Lr26,34)] х д.1017 F ₇ (Yr 15 х Южная-12)	<i>Erytrospermum</i>	215	104	65	44	54,5	0	0	0	20	40	30	116	<i>tsn1</i>
587 Моросо х №31 Стекловидная24	<i>Graecum</i>	215	108	67	35	51	80S	80S	80S	10	30	30	155	
1138 д.906 F ₅ (Алмалы х 29266) х д.5357(CWARTN) Pastor(Lr3,10,23+Sl.Rust.)	<i>Graecum</i>	215	107	68	41	54,5	80S	80S	80S	10	15	25	182	<i>tsn1</i>
F ₈ Бермет х МК 3797	<i>Erytrospermum</i>	214	108	74	49	61,5	30MS	30MS	30MS	10	25	35	504	<i>tsn1</i>
F5Almaly х Umanka/1(Lr29-900bp-Lr29F18/R18)	<i>Erytrospermum</i>	215	112	71	48	59,5	90S	90S	90S	0	0	0	110	
F ₅ Parula 5355 х293 а.2006	<i>Ferrugineum</i>	221	112	79	60	69,5	0	0	0	10	15	15	0	
Glenlea	<i>Lutescens</i>	217	108	81	61	71	0	0	0	10	25	40	610	<i>Tsn1</i>
Salamouni	<i>Erytrospermum</i>	215	105	74	59	66,5	0	0	0	0	0	0	0	<i>tsn1</i>

Table 2 – Correlation matrix (Pearson)

Variables	ДДК	Высота растений	NDVI avg.	YR-average	AUDPC-Yr	PTR-average	AUDPC-Ptr
ДДК	1	-0,011	0,037	0,057	0,058	-0,035	-0,028
Высота растений	-0,011	1	0,071	0,103	0,107	-0,057	-0,060
NDVI avg.	0,037	0,071	1	-0,424	-0,418	-0,271	-0,278
YR-average	0,057	0,103	-0,424	1	1,000	-0,097	-0,096
AUDPC-Yr	0,058	0,107	-0,418	1,000	1	-0,103	-0,103
PTR-average	-0,035	-0,057	-0,271	-0,097	-0,103	1	0,997
AUDPC-Ptr	-0,028	-0,060	-0,278	-0,096	-0,103	0,997	1

The presented descriptive analysis of quantitative data summarizes the key statistical characteristics for seven variables: days to heading (DTH), plant height, mean NDVI, mean annual disease severity (Yr-average), AUDPC for mean annual disease severity (AUDPC-Yr), mean PTR value, and AUDPC for PTR (AUDPC-Ptr). All indicators contain 99 observations with no missing values, thereby ensuring the completeness of the dataset.

The value ranges differ substantially across variables. For example, DTH displays a wide spread from –42910 to 227, indicating the presence of extreme negative outliers. This is also reflected in the high skewness and kurtosis coefficients, denoting pronounced right-skewness and the presence of outliers. Plant height ranges from 75 to 700 cm, with a median of approximately 105 cm, and also exhibits marked positive skewness, indicating a large proportion of plants below the mean height and relatively few tall specimens (table 3).

The NDVI parameter has a narrower range (51 to 77) and relatively low variance, suggesting a more uniform distribution of this trait. Both the mean and median values for Yr-average and AUDPC-Yr show considerable dispersion, with high standard deviations and coefficients of variation, thus reflecting strong variability in disease manifestation among plants.

PTR-average and AUDPC-Ptr are characterized by high mean levels of variation, with median values nearly zero. This may reflect the underlying nature of the data—most plants possibly exhibited no disease symptoms, thereby shifting the distribution towards zero values.

High coefficients of variation and skewness for many variables indicate that the data are asymmetrically distributed and contain outliers, necessitating a cautious approach in subsequent statistical analyses and possibly the use of robust statistical methods. Meanwhile, the comparatively low variability observed for NDVI suggests that this parameter is a more reliable marker of mid-season plant status. Thus, the presented statistical indicators provide a comprehensive view of the distribution and variability of the key research parameters, highlighting the need to employ appropriate analytical methods that account for data heterogeneity and the presence of extreme values.

Table 3 – Descriptive statistics (Quantitative data)

Statistic	DTH	PH	NDVI avg.	Yr-average	AUDPC-Yr	PTR-average	AUDPC-Ptr
Nbr. of observations	99	99	99	99	99	99	99
Nbr. of missing values	0	0	0	0	0	0	0
Breakdown per subsample (%)	100	100	100	100	100	1001	100
Minimum	-42910,0	75,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maximum	227,0	700,0	77,0	93,3	1330,0	30,0	455,0
Freq. of minimum	1	1	1	31	31	57	57
Freq. of maximum	1	1	1	1	1	1	1
Range	43137,0	625,0	26,0	93,3	1330,0	30,0	455,0
1st Quartile	214,0	96,0	61,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Median	216,0	105,0	65,5	13,3	196,0	0,0	0,0
3rd Quartile	218,5	114,0	69,0	34,62	504,0	18,3	262,5

Sum	-21723,0	11011,0	6433,5	2028,6	28994,0	806,6	11585,02
Mean	-219,4	111,2	64,9	20,4	292,8	8,1	117,0
Variance (n)	18596797,5	3673,8	29,7	489,7	98043,2	103,4	21645,6
Variance (n-1)	18786560,8	3711,3	30,0	494,7	99043,7	104,4	21866,5
Standard deviation (n)	4312,4	60,6	5,4	22,1	313,1	10,1	147,1
Standard deviation (n-1)	4334,3	60,9	5,4	22,2	314,7	10,2	147,8
Variation coefficient (n)	-19,6	0,5	0,08	1,08	1,06	1,24	1,25
Variation coefficient (n-1)	-19,7	0,5	0,08	1,08	1,07	1,252	1,26
Skewness (Pearson)	-9,79	9,24	-0,23	1,22	1,18	0,64	0,69
Skewness (Fisher)	-9,95	9,38	-0,23	1,24	1,20	0,65	0,70
Skewness (Bowley)	0,11	0,0	-0,09	0,23	0,22	1,0	1,0
Kurtosis (Pearson)	94,0	86,9	-0,2	1,1	1,02	-1,2	-1,1
Kurtosis (Fisher)	99,0	91,5	-0,2	1,2	1,1	-1,2	-1,1
Standard error of the mean	435,6	6,1	0,5	2,2	31,6	1,0	14,8
Lower bound on mean (95%)	-1083,8	99,0	63,8	16,0	230,1	6,1	87,5
Upper bound on mean (95%)	645,046	123,373	66,079	24,928	355,637	10,187	146,513
Standard error of the variance	2683794,4	530,1	4,2	70,6	14149,1	14,9	3123,7
Lower bound on variance (95%)	14464589,7	2857,5	23,1	380,9	76258,5	80,4	16836,0
Upper bound on variance (95%)	25393918,6	5016,6	40,6	668,7	133878,0	141,2	29557,1
nIQR	3,3	13,3	5,7	25,6	373,60	13,5	194,5
Qn	2,1	13,1	5,4	17,4	244,6	0,0	0,00

Conclusion

There is a growing trend toward disease management strategies that emphasize automated, non-destructive detection and quantitative assessment of plant diseases, enabling targeted intervention at specific field sites. In precision agriculture, the timely identification of crop diseases at different growth stages is crucial for effective management of both agricultural practices and economic outcomes. This study was conducted using an integrated approach, combining genetic-breeding and phytopathological methods. As a result, several promising, resistant lines exhibiting high productivity were identified under field conditions. The findings provide a comprehensive characterization of the wheat collection and demonstrate the effectiveness of integrating traditional agronomic and phytopathological assessments with molecular-genetic screening for selecting valuable germplasm in breeding programs.

Acknowledgements. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP22787867).

References

1. Rahmatov M., Otambekova M., Muminjanov H., Rouse M.N., Hovmøller M.S., Nazari K., Steffenson B.J., Johansson E. Characterization of stem, stripe and leaf rust resistance in Tajik bread wheat accessions // *Euphytica*. – 2019. – Vol. 215. – P. 55. doi: 10.1007/s10681-019-2377-6
2. FAO, 2023. Crop Prospects and Food Situation – Triannual Global Report No. 3, November 2023. Rome. doi: 10.4060/cc8566en
3. Mohanty, S.P.; Hughes, D.P.; Salathé, M. Using Deep Learning for Image-based plant disease detection. *Front. Plant Sci.* 2016, 7.
4. Kokhmetova A, Sharma R, Rsaliyev S, Galymbek K, Baymagambetova K, Ziyaev Z and Morgounov A, 2018a. Evaluation of Central Asian wheat germplasm for stripe rust resistance. *Plant Genet. Resour.* 16: 178–184.

5. Kokhmetova A, Ali S, Sapakhova Z and Atishova M, 2018b. Identification of genotypes-carriers of resistance to tan spot Ptr ToxA and Ptr ToxB of *Pyrenophora tritici-repentis* in common wheat collection. Vavilov. J. Genet. Breed. 22: 978–986.
6. Kokhmetova A, Atishova M, Madenova A and Kumarbayeva M, 2019. Genotyping of wheat germplasm for resistance to toxins of tan spot *Pyrenophora tritici-repentis*. J. Biotechnol. 305: 53.
7. Kumarbayeva M.T., Kohmetova A.M., Keishilov Zh.S., Malysheva A.A., Bolatbekova A.A. Identifikaciya istochnikov ustojchivosti k zheltoj rzhavchine (*Puccinia striiformis* westend f. sp. tritici) pshenicy v kollekcii ozimyh obrazcov //– Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty. – 2023. – №2 (98). – S. 89-101. DOI <https://doi.org/10.37884/2-2023/09>
8. Keishilov Zh.S., Kohmetova A.M., Kumarbaeva M.T., Bolatbekova A.A., Nырzhыма M.N. Қазақстанның солтүстік және оңтүстік облыстары бойынша, бидәйдің піренофороз (*pyrenophora tritici-repentis*) ауруына зhyргизілген monitoringi // «Izdenister, nәtizheler-Issledovaniya, rezul'taty», – Almaty, 2024. № 2 – 74-84 bet. DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2024/08>
9. Kojshibaev M.K. Bolezni pshenicy. Ankara: FAO, 2018. – 365c.
10. Pardey, P.G., Beddow, J.M., Hurley, T.M., Beatty, T.K. and Eidman, V.R. (2014), A Bounds Analysis of World Food Futures: Global Agriculture Through to 2050. Aust J Agric Resour Econ, 58: 571-589.
11. Kojshibaev M.K. Bolezni zernovyh kul'tur. Simptomy, rasprostranenie i vredonosnost' boleznej, specializaciya, biol. osobennosti i struktura populyacij vzbuditelej i integrir. zashchita posevov. Almaty: Bastau, 2002. - 367 s.
12. Bock, C.H.; Poole, G.H.; Parker, P.E.; Gottwald, T.R. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. Crit. Rev. Plant Sci. 2010, 29, 59–107.
13. Ramalingam J., Raveendra Ch., Savitha P., Vidya V., Chaithra T.L., Velprabakaran S., Saraswathi R., Ramanathan A., Arumugam Pillai M.P., Arumugachamy S., Vanniarajan C. Gene Pyramiding for Achieving Enhanced Resistance to Bacterial Blight, Blast, and Sheath Blight Diseases in Rice // Front. Plant Sci. – 2020. – Vol. 11. – P. 591457. doi: 10.3389/fpls.2020.591457
14. Saari E.E., Prescott L.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases // Plant Dis.Reporter. – 1975. – Vol. 59. – P. 377-380.
15. Kremneva O.Y., Volkova G.V., 2007. Diagnostics and methods for assessing the wheat resistance to the causative agent of tan spot. Guidelines. Russian Agri- cultural Academy Printing House, Moscow (in Russian).
16. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. Adigrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals // Can. J. Res. Sect. – 1948. – Vol. C26. – P. 496-500.
17. Riede C.R., Anderson J.A. Linkage of RFLP markers to an aluminum tolerance gene in wheat // Crop Science. – 1996. – Vol. 36. – P. 905-909.
18. Chen X., Line R., Leung H. Genome scanning for resistance-gene analogs in rice, barley, and wheat by high-resolution electrophoresis // Theor. Appl. Genet. – 1998. – 97. – P. 345–355.
19. Faris, J.D., Zhang, Z., Lu, H., Lu S., Reddy L., Cloutier S., Fellers J.P., Meinhardt, S.W., Rasmussen, J.B., Xu, S.S., Oliver, R.P., Simons, K.J., Friesen, T.L. 2010. A unique wheat disease resistance-like gene governs effector-triggered susceptibility to necrotrophic pathogens. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 107: 13544-13549. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004090107>.
20. Zhang, Z., Friesen, T.L., Simons, K.J., Xu, S.S., Faris, J.D. 2009. Development, identification, and validation of markers for marker assisted selection against the *Stagonospora nodorum* toxin sensitivity genes *Tsn1* and *Snn2* in wheat. *Molecular Breeding* 23: 3549. <https://doi.org/10.1007/s1103200892115>.
21. Chu Ch.D., Lu L., Zhang T. Sensitivity of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to seasonal and Interannual climate conditions in the Lhasa area // Arctic, Antarctic, and Alpine Research. – 2007. – Vol. 79, №4 (39). – P. 635-641.

**М.Т. Кумарбаева^{1*}, А.М. Кохметова¹, Ж.С. Кеишилов¹, А.А. Болатбекова¹,
Қ. Бахытұлы¹, Н.М. Коваленко²**

¹Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы, Қазақстан

²«Бүкілресейлік өсімдіктерді қорғау ғылыми-зерттеу институты» Федералдық
мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесі (ВИЗР), Санкт-Петербург, Ресей.

madina_kumar90@mail.ru, , gen_kalma@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru,

ardashka1984@mail.ru, kanat1499@gmail.com, nadyakov@mail.ru

ӘР ТҮРЛІ АУРУЛАРҒА ТӨЗІМДІ БИДАЙДЫҢ ЖАҢА КӨЗДЕРІН ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ

Аңдатпа

Бидай селекциясы азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады, себебі бидай – әлемде ең кең тараған және ең сұранысқа ие дәнді дақылдардың бірі. Мақалада бидайдың селекциялық үлгілер коллекциясына агрономиялық, фитопатологиялық көрсеткіштер мен молекулалық-генетикалық скринингті қолдана отырып кешенді талдау жүргізілді. Негізгі белгілер жан-жақты сипатталды: масақтануға дейінгі күн саны (21–221 күн, негізінен орта мерзімді), өсімдіктің биіктігі (92–134 см), NDVI биомасса индексі (51–72,5), жоғары NDVI (>70) көрсеткен перспективті линиялары анықталды. Бидайдың сары тат ауруына төзімділігін бағалау нәтижесінде 7 иммунды және 5 орташа сезімтал желі анықталды, зерттелген үлгілердің шамамен 60%-ы пиренофороз қоздырғышына төзімді реакция көрсетті. Ауру дамуының ауданы бойынша (AUDPC) төзімділік деңгейлері топтастырылды: төзімді (AUDPC 400). Молекулалық скрининг барысында PtrToxA токсиніне төзімділікпен байланысқан рецессивті *tsn1* гені 18 үлгілерде (52,94%) анықталды. Корреляциялық талдау агрономиялық белгілер мен ауруларға төзімділік арасындағы байланыстардың әлсіз екенін, басқа аурудың көрсеткіштерінің арасында күтілетін жоғары оң корреляциялар барын көрсетті. Статистикалық талдау көпшілік көрсеткіштердің айтарлықтай өзгермелілігін және экстремалды мәндердің болуын айқындады, бұл деректерді тұрақты әдістермен талдау қажеттігін растайды. Алынған нәтижелер селекциялық бағдарламаларда бидайдың перспективалы формаларын іріктеу үшін дәстүрлі және заманауи бағалау әдістерін тиімді үйлестірудің маңыздылығын көрсетеді.

Кілт сөздер: бидай, сарыдақ, сары тат, молекулалық маркерлер, төзімді гендер

**М.Т. Кумарбаева^{1*}, А.М. Кохметова¹, Ж.С. Кеишилов¹, А.А. Болатбекова¹,
Қ. Бахытұлы¹, Н.М. Коваленко²**

¹Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»
(ВИЗР), Санкт-Петербург, Россия

madina_kumar90@mail.ru, , gen_kalma@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru,

ardashka1984@mail.ru, kanat1499@gmail.com, nadyakov@mail.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ УСТОЙЧИВЫХ К РАЗЛИЧНЫМ БОЛЕЗНЯМ

Аннотация

Селекция пшеницы играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, поскольку пшеница является одной из самых востребованных и широко выращиваемых зерновых культур в мире. В статье проведён комплексный анализ коллекции селекционных образцов пшеницы с использованием агрономических, фитопатологических показателей и молекулярно-генетического скрининга. Детально охарактеризованы основные признаки: дни до колошения (21–221 дней, преимущественно среднеспелые), высота растений (92–134 см), индекс биомассы NDVI (51–72,5) с выделением перспективных линий с высоким NDVI (>70). Оценка устойчивости к желтой ржавчине выявила 7 иммунных и 5 умеренно восприимчивых линий, около 60% образцов проявили иммунитет к возбудителю пиренофороза. Сгруппированы уровни устойчивости по площади под кривой развития болезни (AUDPC): устойчивые (AUDPC <200), среднеустойчивые (200–400), восприимчивые

(>400). Молекулярный скрининг выявил рецессивный аллель *tsn1*, ассоциированный с устойчивостью к PtrToxA, у 18 линий (52,94%). Корреляционный анализ показал преимущественно слабые связи между агрономическими признаками и устойчивостью к болезням, кроме ожидаемых сильных положительных корреляций между параметрами одного заболевания. Статистический анализ демонстрирует значительную вариабельность и наличие выбросов среди большинства показателей, что требует использования устойчивых методов анализа. Результаты подчеркивают эффективность сочетания традиционных и современных методов оценки для отбора перспективных форм пшеницы в селекционных программах.

Ключевые слова: пшеница, желтоватая пятнистость, желтая ржавчина, молекулярные маркеры, гены устойчивости

Authors' contributions

К.М.: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Investigation; Methodology; ; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing; **К.А.:** Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Investigation; Methodology; ; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing; **К.З.:** Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing; **Б.А.:** Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing; **Б.К.:** Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing; **К.Н.:** Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing – original draft; and Writing – review & editing.

FTAXP 68.37.31

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/31>

А.Т.Бахтыгизова^{1}, Г.А. Сулейманова¹, Е.Б. Дутбаев¹, А.І.Харіпжанова¹,
В.И. Цыганков², А.М. Кохметова³*

¹*«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, aigerimtursynkhan03@gmail.com*,
gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz, yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz,
aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz*

²*«Қазақ жылқы шаруашылығы және жем-шөп өндіру ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Ақтөбе қаласы, Қазақстан Республикасы, zigap60@mail.ru*

³*«Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» РМҚ, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, gen_kalma@mail.ru*

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАЗДЫҚ ҚАТТЫ БИДАЙДЫҢ КӘДІМГІ ТАМЫР ШІРІГІ АУРУЫНА (BIOPOLARIS SOROKINIANA) АГРОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОТИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Бұл зерттеу Қазақстанның әртүрлі топырақ-климаттық жағдайларында жаздық қатты бидайдың кәдімгі тамыр шірігіне шалдығуына әсер ететін факторларды кешенді түрде талдауға арналған. Жұмыста фитопатологиялық бағалаудың заманауи әдістері, соның ішінде далалық, зертханалық және молекулалық-генетикалық зерттеулер қолданылды. Далалық тәжірибелер 2024 жылы екі өңірде (Алматы және Ақтөбе облыстарында) үш факторлы схема бойынша жүргізілді: өсімдік дамуының фазалары, жұқтыру фоны (фунгицидті, инфекциялық, табиғи) және 14 бидай сорты мен желілері. Зерттеу жаздық қатты бидайдың кәдімгі тамыр шірігіне шалдығу деңгейіне арналған.

Зерттеу нәтижесінде өсімдіктің залалдану дәрежесі оның даму фазасына тікелей байланысты екені анықталды: аурудың таралуы (51,25%) және даму деңгейі (13,78%) ең жоғары көрсеткіштерге өнім жинау фазасында жеткен. Фунгицидтерді қолдану жоғары тиімділікті көрсетіп, залалдану деңгейі инфекциялық фонмен салыстырғанда 47%-ға төмендеген. Сорттардың ауруға төзімділік бойынша айтарлықтай айырмашылықтар байқалды: ең төменгі сезімталдық Гордейформе 254 (20%), Янтарная 160 (25,71%) және 248/245 линиясына (21,43%) тән болса, ең жоғары залалдану Серке (40,00%) және Янтарная 150 (37,14%) сорттарында тіркелді.

Аурудың өнімділікке кері әсері инфекциялық фон жағдайында анықталды, себебі бұл фонда сабақ ұзындығы 14,6%-ға, масақ ұзындығы 12%-ға, дән массасы 9,8%-ға төмендеді. Ең жоғары өнімділікті Каргала 69 (15,93 г), №512 (Л-3599; 15,93 Г) және №545 (Целинница; 15,33 г) сорттары сақтап қалды. Зерттеу нәтижелері ауруға төзімді сорттарды селекциялауда және жаздық қатты бидайды қорғау жүйесін әзірлеуде практикалық маңызға ие.

Кілт сөздер: жаздық қатты бидай, кәдімгі тамыр шірігі, *Bipolaris sorokiniana*, төзімділік, патоген, фунгицидтер, өнімділік.

Кіріспе

Қатты бидай (*Triticum durum*)- бидай түрлерінің ішінде маңыздылығы жағынан екінші орында және әлемдегі ең маңызды ауыл шаруашылық дақылдарының ондығына кіреді. Ол жаһандық бидай егіс алқаптарының шамамен 6%-ын құрайды, ал жыл сайынғы өндірісі 37-40 млн тонна шамасында [1]. Қазіргі уақытта Қазақстан әлемдегі жетекші бидай өндіруші елдердің ондығына кіреді. 2020 жылы егістік жерлерінің негізгі бөлігі (шамамен 17,5 млн гектар) тәлімі егіншілік жағдайындағы жаздық дақылдарға тиесілі болды [2]. Алайда, биотикалық және абиотикалық стрессорлардың әсерінен Қазақстандағы бидай өнімділігі әлемдік орташа деңгейден айтарлықтай төмен. 2022 жылғы мәліметтер бойынша ол гектарына 1377 кг құраса, орташа әлемдік көрсеткіш 3866 кг/га болды (176 елдің деректері бойынша) [3].

Bipolaris sorokiniana бидайдың тамыр шірігі ауруының негізгі қоздырғышы ретінде анықталған [4], сондай-ақ әлем бойынша бидай үшін ең қауіпті патогендердің бірі болып табылады [5,6,7]. Өскіндердің негізгі тамыры мен тамыр мойны тіндеріндегі бұл патогендер сабақ саны, дән сапасына айтарлықтай әсер етіп, өсімдіктің жойылуына әкеледі [8,9].

Қазақстанда соңғы уақытта дәнді дақылдар ауруларын зерттеу негізінен, олардың әртүрлі патогендерге төзімділігін бағалауға бағытталған. Мысалы, Моргунов және т.б. авторлар 2018 жылы селекциялық үлгілердің кең таралған ауру қоздырғыштарына төзімділігін зерттеді [10]. Сұлтанова және бірлескен авторлар 2021 жылы оңтүстік-шығыс Қазақстан аумағында жиі кездесетін патогендер ретінде кәдімгі тамыр шірігін анықтаған [11]. Дутбаев және бірлескен авторлар 2022 жылы бидай, арпа және сұлы дәндерінің *Bipolaris sorokiniana* ауру қоздырғышына қарсы белгілі бір табиғи қорғаныс механизмдеріне ие екенін дәлелдеген [12]. Харіпжанова және т.б. авторлар 2021-2022 жылдары жүргізген зерттеуінде Алматы облысында күздік бидай тұқымдарының *Bipolaris sorokiniana* және *Fusarium spp.* саңырауқұлақтарымен өсімдіктердің 50%-ына дейін залалдағанын анықтаған. Сондай-ақ тұқым аурумен залалдану деңгейі *Bipolaris sorokiniana* бойынша 46-56%, *Fusarium spp.* бойынша 38-45%, жалпы залалдану деңгейі 91-94% аралығында болғаны көрсетілді [13]. Харіпжанова және т.б. авторлар еңбегінде (2025) Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында жүргізілген зерттеулерде бидай мен арпаның әртүрлі сорттарынан *Bipolaris sorokiniana* изоляттары молекулалық деңгейде анықталған [14]. Зерттеу нәтижесінде *COSA* праймерлері негізінде *B. sorokiniana* изоляттары табылып, олардың әртүрлі бидай және арпа сорттарына жоғары вируленттілігі дәлелденген.

Алайда, Алматы облысы жағдайында жаздық қатты бидайдың кәдімгі тамыр шірігі ауруына агротехнологиялық және абиотикалық факторлардың әсерін бағалауға бағытталған кешенді зерттеулер бүгінгі күнге дейін жеткілікті жүргізілмеген. Бұл зерттеудің мақсаты – Алматы облысы жағдайында жаздық қатты бидайда кездесетін кәдімгі тамыр шірігі ауруына

агротехнологиялық және биотикалық факторлардың ықпалын талдау, сонымен ауруды тиімді бақылау тәсілдерін анықтау.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны ретінде Қазақстанда өсірілетін жаздық қатты бидайдың әртүрлі сорттары мен селекциялық линиялары алынды. Экспериментке стандартты және перспективті линиялар енгізілді. Стандартты сорт ретінде Гордейформе 25, ал перспективті сорттар ретінде Янтарная 160, Янтарная 150, Серке, Желі 248/255, Желі 242/243, Оренбургская 10 және т.б. үлгілер пайдаланылды.

Агротехнологиялық және биотикалық факторлардың әсерін бағалау мақсатында 3 факторлы далалық тәжірибе жүргізілді. Зерттеу аясында өсімдіктің өсу фазасы, инфекциялық фон және сорттық ерекшеліктер сияқты негізгі параметрлер қарастырылды. Өсімдіктің өсу фазасы ретінде түптену және өнім жинау кезеңдері алынды. Инфекциялық фон үш нұсқадан тұрды: фунгицидтік фон, мұнда тұқымдарға алдын ала фунгицидтік өңдеу өңдеу жүргізілді; инфекциялық фон, яғни топырақ *Bipolaris sorokiniana* патогендерімен жасанды түрде заладандарылды және табиғи фон – бақылау нұсқасы ретінде еш араласусыз, табиғи жағдайда қалдырылды.

Сорттық ерекшеліктерді зерттеу әртүрлі сорттар мен линиялардың ауруға төзімділік деңгейін салыстырмалы түрде анықтауға мүмкіндік берді. Мұндай тәсіл бидайдың тамыр шірігіне төзімділігін кешенді бағалауға жағдай жасайды. Бұл мәселе басқа зерттеушілердің еңбектерінде де қарастырылған [16].

Өсімдіктердің ауруға шалдығуын бағалау әдістері аурудың таралуын және аурудың даму дәрежесін анықтауды қамтыды.

Морфологиялық көрсеткіштерді бағалау келесі параметрлер бойынша жүргізілді: сабақтың ұзындығы (см) (масақ ұшына дейінгі аралық), масақ ұзындығы (см) 10 өсімдік бойынша орташа көрсеткіш ретінде есептелді, масақтағы масақша саны негізгі сабақтағы масақ бойынша есептелді, ал 10 өсімдіктен алынған дәннің массасы (г) өнім толық піскеннен кейін тіркелді.

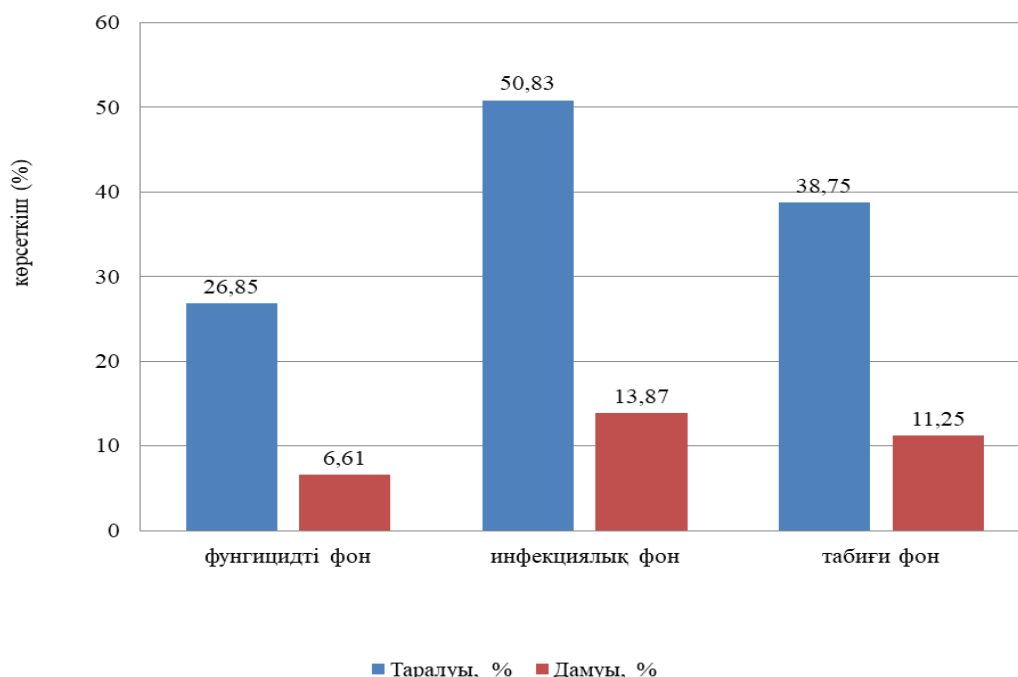
Жиналған барлық мәліметтер алдымен Microsoft Excel бағдарламасында жүйеленіп, кейіннен R-Studio бағдарламасын қолдана отырып статистикалық талдаудан өткізілді. Топтар арасындағы айырмашылықтарды анықтау мақсатында Манн-Уитнидің параметрлік емес критерийлері пайдаланылды. Нәтижелердің статистикалық маңыздылығы р-мәндерінің көмегімен анықталды.

Зерттеулер және талдау

2024 жылы Алматы облысында, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» жағдайында әртүрлі факторлардың жаздық қатты бидайдың кәдімгі тамыр шірігімен залалдануына баға берілді. Зерттеу нәтижелері бойынша өсімдіктің өсу фазасы аурудың таралуы мен дамуына айтарлықтай әсер ететіні анықталды: ең жоғары көрсеткіштер егін жинау кезеңінде тіркелген (тиісінше 51,25% және 13,78%), ал түптену фазасында бұл мәндер едәуір төмен болды (7,72% және 2,11%). Сондай-ақ, түрлі жұқтыру фонының әсерін талдау фунгицид қолдану аурудың таралуын (26,85%) және дамуын (6,61%) табиғи (38,75% және 11,25%) және жасанды инфекциялық (50,83% және 13,87%) фонымен салыстырғанда төмендететінін көрсетті ($P < 0,01$) (1-кесте, 1-сурет). Мұндай заңдылықтар басқа ғалымдардың еңбектерінде де көрсетілген. Мәселен, Харіпжанова және т.б. зерттеуінде фунгицидтер мен биопрепараттардың тиімділігі дәлелденіп, олардың дәнді дақылдардың ауруға төзімділігін арттырудағы рөлі атап өтілген [Kharipzhanova et al., 2025].

Кесте 1 – Әр түрлі факторлардың жаздық қатты бидайдың қарапайым тамыр шірігімен залалануына әсері (Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы облысы, 2024 ж.)

Фактор	Ауру индексы, %	
	Таралуы	Дамуы
егін жинау	51,25	13,78
сабақтану	7,72	2,11
P - мәні	<0.01	<0.01
Фон	Таралуы	Дамуы
фунгицидті	26,85	6,61
инфекциялық	50,83	13,87
табиғи	38,75	11,25
P - мәні	<0.01	<0.01



Сурет 1. Түрлі агрофондардың жаздық қатты бидайдың тамыр шірігіне шалдығуына әсері.

Гордейформе 254 стандарт сортымен (аурудың таралуы – 20,00% және дамуы – 6,43%) салыстырғанда, ең төменгі залалдану көрсеткіштері 248/255 желісі (21,43% және 6,79%) мен Янтарная 160 сортында (25,71% және 6,43%) тиесілі болды, бұл олардың жоғары төзімділігін көрсетеді. № 551 / Гордейформе 18585-2 (27,14% және 7,86%) сорты да орташа төзімділік танытты. Ал Серке (40,00% және 10,4%) және Янтарная 150 (37,14% және 10,71%) сияқты сорттар айтарлықтай әлсіз болып шықты, олардың залалдану деңгейі стандартпен салыстырғанда екі есеге жуық жоғары болды. (2-кесте).

Кесте 2 – Бидай сорттары мен желілерінде тамыр шірігі ауруының таралуы мен даму қарқындылығы (Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы облысы, 2024 ж.)

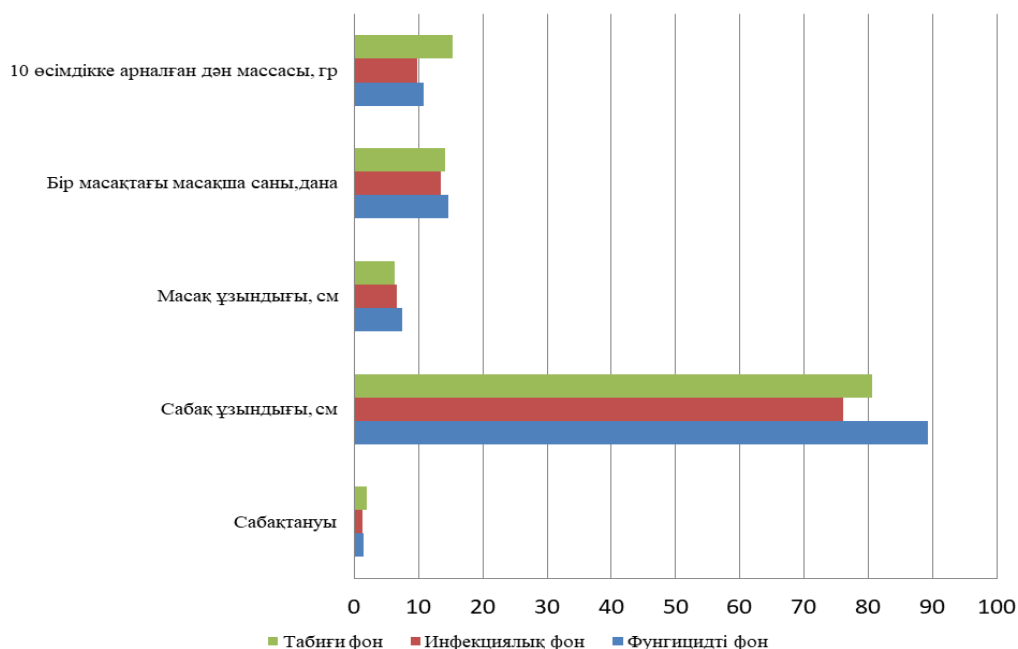
№	Бидай сорттары мен желілерінің атауы	Таралуы	Дамуы
1	№ 512 / Л-3599, эритроделан	28,57	7,14
2	№ 513 / к 65134 Мелодия Дона, горд.	34,29	7,50
3	№ 518 / Серке, горд.	40	10,4
4	№ 545 /Целиница, мелянопус	35,71	8,57
5	№ 546 / Мелана, мелянопус	32,86	9,29
6	№ 551 / Гордейформе 18585-2, горд.	27,14	7,86
7	№ 565 / к-65743 Безенчукская золотистая, горд.	32,86	7,86
8	№ 575 / к-65351 Воронежская 9, горд.	35,71	11,43
9	Гордейформе 254 Стандарт	20,00	6,43
10	Желі 242/243	34,29	9,46
11	Желі 248/255	21,43	6,79
12	Желі Р-1409т	30,00	7,50
13	Оренбургская 10,горд.	31,43	7,86
14	Янтарная 150, леукомелан	37,14	10,71
15	Янтарная 160, гордейформе	25,71	6,43
16	Янтарная 60, горд.	35,71	9,64
17	Янтарная 70, гордейформе	37,14	10,00
	Р - мәні	<0.01	<0.01

Талдау нәтижелері бойынша, инфекциялық фон өсімдіктің өсуі мен өнімділігіне айтарлықтай әсер ететіні анықталды. Фунгицид қолданылған жағдайда ең жақсы көрсеткіштер байқалды: сабақтың ең ұзын болуы (89,27 см), масақ ұзындығы (7,49 см) және дән массасы (10,86 г). Ал инфекциялық фонда барлық морфологиялық параметрлердің төмендеуі байқалды, әсіресе сабақ ұзындығы (76,15 см) мен масақ ұзындығы (6,58 см), бұл патогендердің кері әсерін көрсетеді (3-кесте, 2-сурет).

Кесте 3 – Әртүрлі факторлардың жаздық қатты бидайдың құрылымына жалпы әсері (Ақтөбе ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы облысы, 2024 ж.)

Фактор	Сабақтануы	Сабақ ұзындығы, см	Масақ ұзындығы, см	Бір масақтағыма сақша саны, дана	10 өсімдікке арналған дән массасы, гр
Фунгицидті фон	1,49	89,27	7,49	14,55	10,86
Инфекциялық фон	1,21	76,15	6,58	13,44	9,79
Табиғи фон	1,93	80,55	6,21	14,06	15,38
Р - мәні	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1 балл	1,44	77,55	6,40	13,56	-
2 балл	2,06	81,25	6,50	14,63	-
Сау өсімдік	1,61	86,57	7,12	14,45	-
P - мәні	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01



Сурет 2. Жаздық қатты бидайдың құрылымдық көрсеткіштеріне әртүрлі агрофондардың әсері.

Кесте 4 – Жаздық қатты бидай сорттары мен желілерінің құрылымы (Ақтөбе ауылшаруашылығы тәжірибе станциясы, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы облысы, 2024 ж.)

№	Бидай сорттары мен желілерінің атауы	Сабақта нуы	Сабақ ұзындығы, см	Масақ ұзындығы, см	Бір масақтағы масақша саны, дана	10 өсімдікке арналған дән массасы, гр
1	№ 512 / Л-3599, эритроделан	1,80	83,17	7,23	15,70	15,93
2	№ 513 / к 65134 Мелодия Дона, горд.	1,90	79,87	6,83	13,90	11,53
3	№ 518 / Серке, горд.	1,80	87,38	6,53	14,00	13,08
4	№ 545 /Целинница, мялянопус	1,85	83,54	6,94	14,16	15,33
5	№ 546 / Меляна, мялянопус	1,60	84,15	-	-	17,70
6	№ 551 / Гордеиформе 18585-2, горд.	1,67	81,89	7,60	14,80	15,10
7	№ 565 / к-65743 Безенчукская золотистая, горд.	1,53	79,40	6,63	13,77	10,40

8	№ 575 / к-65351 Воронежская 9, горд.	1,57	79,00	6,60	14,27	10,87
9	Каргала 69, горд. Стандарт	2,00	91,30	6,00	13,40	15,93
10	Желі 242/243	1,70	78,30	6,63	14,30	12,27
11	Желі 247/257	1,40	79,73	6,60	13,40	13,37
12	Желі 248/255	1,30	78,33	6,67	13,57	12,27
13	Желі Р-1409т	1,23	84,13	6,90	13,37	9,67
14	Оренбургская 10,горд.	1,37	80,60	7,00	13,77	11,20
15	Янтарная 150, леукомелан	1,27	83,20	7,67	14,70	8,97
16	Янтарная 160, гордеиформе	1,20	82,53	6,47	13,67	9,10
17	Янтарная 60, горд.	1,57	79,43	6,33	12,57	15,07
18	Янтарная 70, гордеиформе	1,47	89,10	6,23	14,50	8,67
	Р - мәні	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Сорттар мен линияларды салыстыру олардың төзімділігінің әртүрлі екенін көрсетті. Ең жақсы көрсеткіштер стандартты Каргала 69 сортына тиесілі болды, ол жоғары бұтақтану қабілетімен (2,00), сабақ ұзындығымен (91,30 см) және дән массасымен (15,93 г) ерекшеленді. Сонымен қатар, №512 (Л-3599) және №545 (Целинница, мелянопус) линиялары да жоғары биометриялық көрсеткіштер көрсетті. Ал Янтарная 160 және Янтарная 70 сорттары дән массасы бойынша ең төменгі нәтиже көрсетті (тиісінше 9,10 г және 8,67 г), бұл олардың қолайсыз жағдайларға төзімділігі төмен екенін білдіреді (4-кесте).

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері өсімдіктің даму кезеңі қарапайым тамыр шірігінің таралуы мен өршуіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Аурудың ең жоғары көрсеткіштері өнім жинау кезеңінде байқалды (51,25% және 13,78%), бұл аурудың өсімдіктің өсуімен қатар дамитынын дәлелдейді. Ал сабақтану кезінде бұл көрсеткіштер әлдеқайда төмен болды (7,72% және 2,11%).

Сондай-ақ, зерттелген жаздық қатты бидай сорттары мен желілерінің қарапайым тамыр шірігіне төзімділігінде айтарлықтай айырмашылықтар анықталды. Гордейформе 254, Янтарная 160 және 248/255 желілері ең төменгі ауру көрсеткіштерімен (20,00% және 6,43%) жоғары төзімділік көрсетті, ал керісінше, Серке және Янтарная 150 сорттары айтарлықтай сезімтал болды (ауру таралуы 40% дейін, даму 10,71%-ға дейін).

Инфекциялық орта өсімдіктердің морфологиялық белгілеріне де әсер етті. Фунгицидтер қолданылған жағдайда, өсімдіктер ең жақсы нәтижелерді көрсетті, атап айтқанда сабақ ұзындығы (89,27 см), масақ ұзындығы (7,49 см) және дән массасы (10,86 г), бұл фунгицидтерді қолданудың өсімдіктердің өсуі мен өнімділігін жақсартатынын растайды. Ал инфекциялық фон бойынша барлық осы көрсеткіштердің төмендеуі байқалды, бұл аурудың өнімділікке кері әсерін айқындайды.

Сорттардың өнімділігі де әртүрлі болды. Ең жоғары өнімділікті Каргала 69 сорты көрсетті, ол жоғары бұтақтануымен және сабақ ұзындығының (91,30 см) және дән массасының (15,93 г) ең жоғары көрсеткіштерімен ерекшеленді. Бұл оның қолайсыз жағдайларға жоғары төзімділігін дәлелдейді. Янтарная 160 және Янтарная 70 сорттары дән массасы бойынша ең төменгі көрсеткіштерді көрсетті (9,10 г және 8,67 г), бұл олардың инфекциялық факторларға төменгі төзімділігін көрсетеді.

Жалпы, зерттеу нәтижелері бидайдың төзімді сорттарын іріктеу мен қарапайым тамыр шірігіне қарсы күресте фунгицидтердің маңыздылығын дәлелдейді. Фунгицидтерді қолдану

аурудың таралуын 47%-ға дейін төмендететіні анықталды. Сонымен қатар, Гордейформе 254, Янтарная 160 және 248/255 желілері қосымша өңдеусіз де салыстырмалы түрде жоғары төзімділік танытып, инфекциялық фонды шектеуге мүмкіндік берді. Ал Серке және Янтарная 150 сияқты сезімтал сорттарды егістіктен шығару фитосанитарлық жағдайды жақсартуға ықпал етеді. Практика жүзінде тұқымдық өңдеуге арналған фунгицидтерді немесе биологиялық препараттарды қолдану, сондай-ақ ауыспалы егіс пен терең жырту сияқты агротехнологиялық тәсілдерді енгізу тиімді нәтиже береді. Өнімділігі жоғары әрі қолайсыз жағдайларға төзімділігімен ерекшеленетін Каргала 69 сорты өндірісте кеңінен пайдалануға ұсынылады. Осылайша, төзімді сорттарды дұрыс тандау мен фунгицидтік қорғауды ұштастыру қарапайым тамыр шірігіне қарсы кешенді күрес жүйесін жетілдіріп, бидай өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Алғыс. Мақала Қазақстан Республикасының Ғылым және Білім министірлігінің гранттық қаржыландыру (ИРН AP19676202) «Фитопатологиялық және молекулалық тәсілдерді пайдалана отырып, *Bipolaris sorokiniana* және *Fusarium culmorum* тудыратын бидай тамыры шіріктеріне төзімділік көздерін анықтау» жобасы аясында жасалған.

Авторлар «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» РМК қызметкерлері: М.Т.Кумарбаева және А.А.Болатбековаға зерттеу жұмысын жүргізуге көрсеткен көмектері үшін алғыс білдіреді.

Әдебиеттер тізімі

1. Mohammadi R., Haghparsat R. Durum wheat: production, nutritional value and economic importance//Cereal Biotechnology and Biochemistry.–2022.–Т.1.–№.3.–С.414-445.<https://doi.org/10.22126/cbb.2022.8385.1021>
2. Karatayev M. et al. Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: The case study of Kazakhstan //Heliyon.–2022.–Т.8.–№.1.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08660>
3. TheGlobalEconomy.com. Урожайность зерновых в Казахстане [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.theglobaleconomy.com/Kazakhstan/cereal_yield/ (дата обращения: 20.04.2025)
4. Xu F. et al. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the North China Plain and its relationship with climate variables//Frontiers in microbiology.–2018. – Т.9.–С.1054.<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01054>
5. Kumar J. et al. Bipolarissorokiniana, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control//Molecular plant pathology.–2002.–Т.3.–№.4.–С.185-195.<https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2002.00120.x>
6. Al-Sadi A. M. Bipolarissorokiniana-induced black point, common root rot, and spot blotch diseases of wheat: A review//Frontiers in cellular and infection microbiology. –2021.–Т.11.– С.584899. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.584899>
7. Acharya K., Dutta A. K., Pradhan P. 'Bipolarissorokiniana'(Sacc.) Shoem.: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas //Australian Journal of Crop Science. -2011.– Т.5.–№.9.–С.1064-1071. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.044224283000719>
8. Kazan K., Gardiner D. M. Fusarium crown rot caused by *Fusarium pseudograminearum* in cereal crops: recent progress and future prospects //Molecular plant pathology.–2018.–Т.19.–№.7. – С.1547-1562.<https://doi.org/10.1111/mpp.12639>
9. Su J. et al. Genetics of resistance to common root rot (spot blotch), Fusarium crown rot, and sharp eyespot in wheat //Frontiers in Genetics. –2021.–Т.12.– С.699342.<https://doi.org/10.3389/fgene.2021.699342>
10. Morgounov A. et al. High-yielding winter synthetic hexaploid wheats resistant to multiple diseases and pests //Plant Genetic Resources. –2018.–Т.16.–№.3.–С.273-278. <https://doi.org/10.1017/S147926211700017X>
11. Sultanova, N.Z., Uspanov, M., Bekezhanova, M., Sarsenbayeva, G.B. and Rysbekova, A.M., 2021. Morphological signs of barley spot pathogens in the conditions of the Almaty region.

Online Journal of Biological Sciences, vol.21, no.2, pp.223-231. <http://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.223.231>

12. Dutbayev Y. et al. Occurrence of Spot Blotch in Spring Barley Caused by *Bipolaris sorokiniana* Shoem. in South-Eastern Kazakhstan // The Scientific World Journal. – 2022. – Т.2022. – №.1. – С.3602996. <https://doi.org/10.1155/2022/3602996>

13. Харипжанова, А. ., Исмаилова, Э. ., Дутбаев, Е. ., Сыбанбаева М. ., & Султанова, Н. (2023). Морфолого-культуральные признаки грибов семян озимой пшеницы в Алматинской области. *Izdenister Natigeler*, (3(99)), 81–91. <https://doi.org/10.37884/3-2023/08>

14. Kharipzhanova A. et al. Identification and management of *Bipolaris sorokiniana* in wheat and barley in Southeast Kazakhstan // Brazilian Journal of Biology. – 2025. – Т.84. – С.e288758. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.288758>

15. Койшыбаев М. Болезни пшеницы / [Текст] / М.Койшыбаев. – Анкара: ФАО, 2018. – 394 с. ISBN 978-92-5-130142-5

16. Дутбаев, Е., Харипжанова, А., Есеркенов, А., Тен, А., Гармашов, С., Попова, Л., Константинова, О. и Сагындыков, У. (2023). Вредоносность обыкновенной корневой гнили на сортах озимой пшеницы в Казахстане. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 23 (2), 187–192. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.187.192>

References

1. Mohammadi R., Haghparast R. Durum wheat: production, nutritional value and economic importance // Cereal Biotechnology and Biochemistry. – 2022. – Т.1. – №.3. – С.414-445. <https://doi.org/10.22126/cbb.2022.8385.1021>

2. Karatayev M. et al. Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: The case study of Kazakhstan // Heliyon. – 2022. – Т.8. – №.1. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08660>

3. TheGlobalEconomy.com. Урожайность зерновых в Казахстане [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.theglobaleconomy.com/Kazakhstan/cereal_yield/ (дата обращения: 20.04.2025)

4. Xu F. et al. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the North China Plain and its relationship with climate variables // Frontiers in microbiology. – 2018. – Т.9. – С.1054. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01054>

5. Kumar J. et al. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control // Molecular plant pathology. – 2002. – Т.3. – №.4. – С.185-195. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2002.00120.x>

6. Al-Sadi A. M. *Bipolaris sorokiniana*-induced black point, common root rot, and spot blotch diseases of wheat: A review // Frontiers in cellular and infection microbiology. – 2021. – Т.11. – С.584899. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.584899>

7. Acharya K., Dutta A.K., Pradhan P. '*Bipolaris sorokiniana*' (Sacc.) Shoem.: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas // Australian Journal of Crop Science. – 2011. – Т.5. – №.9. – С.1064-1071. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.044224283000719>

8. Kazan K., Gardiner D. M. Fusarium crown rot caused by *Fusarium pseudograminearum* in cereal crops: recent progress and future prospects // Molecular plant pathology. – 2018. – Т.19. – №. 7. – С.1547-1562. <https://doi.org/10.1111/mpp.12639>

9. Su J. et al. Genetics of resistance to common root rot (spot blotch), Fusarium crown rot, and sharp eyespot in wheat // Frontiers in Genetics. – 2021. – Т.12. – С.699342. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.699342>

10. Morgounov A. et al. High-yielding winter synthetic hexaploid wheats resistant to multiple diseases and pests // Plant Genetic Resources. – 2018. – Т.16. – №.3. – С.273-278. <https://doi.org/10.1017/S147926211700017X>

11. Sultanova, N.Z., Uspanov, M., Bekezhanova, M., Sarsenbayeva, G.B. and Rysbekova, A.M., 2021. Morphological signs of barley spot pathogens in the conditions of the Almaty region.

Online Journal of Biological Sciences, vol.21, no.2, pp.223-231.
<http://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.223.231>

12. Dutbayev Y. et al. Occurrence of Spot Blotch in Spring Barley Caused by *Bipolaris sorokiniana* Shoem. in South-Eastern Kazakhstan //The Scientific World Journal. –2022. –Т.2022. – №.1. –С.3602996. <https://doi.org/10.1155/2022/3602996>

13. Kharipzhanova, A. ., Ismailova, E.H., Dutbaev, E. ., Cybanbaeva M. ., & Sultanova, N. (2023). Morfologo-kul'tural'nye priznaki gribov semyan ozimoy pshenitsy v Almatinskoy oblasti. Izdenister Natigeler, (3(99),81-91. <https://doi.org/10.37884/3-2023/08>

14. Kharipzhanova A. et al. Identification and management of *Bipolaris sorokiniana* in wheat and barley in Southeast Kazakhstan //Brazilian Journal of Biology. – 2025. – Т.84. – С.e288758. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.288758>

15. Kojshybaev M. Bolezni pshenitsy / [Tekst] / M. Kojshybaev.–Ankara:FAO,2018.–394s.ISBN 978-92-5-130142-5

16. Dutbaev, E., Kharipzhanova, A., Eserkenov, A., Ten, A., Garmashov, S., Popova, L., Konstantinova, O. i Sagyndykov, U. (2023). Vredonosnost' obyknovennoj kornevoj gnili na sortakh ozimoy pshenitsy v Kazakhstane. OnLine Journal of Biological Sciences, 23(2), 187–192. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.187.192>

**А.Т.Бахтыгизова^{1*}, Г.А. Сулейманова¹, Е.Б. Дутбаев¹, А.І. Харіпжанова¹,
В.І. Цыганков², А.М.Кохметова³,**

¹НАО «Қазақський національний аграрний дослідницький університет»,
г. Алматы, Республика Казахстан, aigerimtursynkhan03@gmail.com*,
gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz, yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz,
aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz

²ТОО «Қазақський научно-дослідницький інститут коневодства и
кормопроизводства», г. Актобе, Республика Казахстан, zigap60@mail.ru

³РГП «Институт биологии и биотехнологии растений», г. Алматы, Республика
Казахстан, gen_kalma@mail.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОРАЖЕННОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Исследование посвящено комплексному изучению влияния обыкновенной корневой гнили на яровую твердую пшеницу в различных почвенно-климатических условиях Казахстана. В работе применены современные методы фитопатологической оценки, включая полевые, лабораторные и молекулярно-генетические исследования. Полевые эксперименты проводились в 2024 году на двух локациях (Алматинская и Актюбинская области) с использованием трехфакторной схемы: фазы роста растений (кущение, уборка), фоны заражения (фунгицидный, инфекционный, естественный) и 14 сортов и 4 линии пшеницы. Исследование посвящено изучению влияния обыкновенной корневой гнили на яровую твердую пшеницу в условиях Казахстана. Установлено, что степень поражения растений существенно зависит от фазы развития: максимальные показатели распространенности (51,25%) и развития болезни (13,78%) зафиксированы в фазу уборки урожая. Применение фунгицидов продемонстрировало высокую эффективность, снижая пораженность на 47% по сравнению с инфекционным фоном выявлены значительные сортовые различия в устойчивости: наименьшей восприимчивостью характеризовались Гордейформе 254 (20,00%), Янтарная 160 (25,71%) и линия 248/255 (21,43%), тогда как сорта Серке (40,00%) и Янтарная 150 (37,14%) показали наибольшую поражаемость. Установлено негативное влияние болезни на продуктивность: на инфекционном фоне наблюдалось снижение длины стебля на 14,6%, длины колоса на 12% и массы зерна на 9,8%. Наибольшую урожайность сохранили сорта Каргала 69 (15,93 г), № 512 (Л-3599; 15,93 г) и № 545 (Целинница; 15,33 г). Результаты

исследования имеют практическое значение для селекции устойчивых сортов и разработки системы защиты яровой твердой пшеницы в условиях Казахстана.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, обыкновенная корневая гниль, *Bipolaris sorokiniana*, устойчивость сортов, патоген, фунгициды, продуктивность.

A. T. Bakhtygizova^{1*}, *G.A. Suleimanova*¹, *Y.B. Dutbayev*¹, *A.I. Kharipzhanova*¹
*V.I. Tsygankov*², *A.M. Kokhmetova*³,

¹NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan,
*aigerimtursynkhan03@gmail.com**, *gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz*,
yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz, *aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz*

²LLP "Kazakh Research Institute of Horse Breeding and Feed Production", Aktobe,
Kazakhstan, *zigan60@mail.ru*,

³RSE «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Almaty, Kazakhstan,
gen_kalma@mail.ru,

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF AGROTECHNOLOGICAL AND BIOTIC FACTORS ON THE INCIDENCE OF COMMON ROOT ROT IN SPRING DURUM WHEAT IN THE ALMATY REGION

Abstract

This research is dedicated to a comprehensive investigation of the impact of common root rot on spring durum wheat under various soil and climatic conditions of Kazakhstan. The research employed modern phytopathological assessment methods, including field, laboratory, and molecular-genetic analyses. Field experiments were conducted in 2024 at two locations (Almaty and Aktobe regions) using a three-factor design: plant growth stages (tillering, harvesting), infection backgrounds (fungicidal, artificial, natural), and 14 wheat varieties, 4 lines.

The research focuses on evaluating the effects of common root rot on spring durum wheat in the conditions of Kazakhstan. It was found that the degree of plant infection significantly depended on the growth stage: the highest incidence (51.25%) and disease development (13.78%) were recorded at the harvest stage. The application of fungicides demonstrated high effectiveness, reducing infection by 47% compared to the artificial infection background. Significant varietal differences in resistance were identified: Gordeyforme 254 (20.00%), Yantarnaya 160 (25.71%), and line 248/255 (21.43%) exhibited the lowest susceptibility, while the highest infection levels were observed in the varieties Serke (40.00%) and Yantarnaya 150 (37.14%). The disease had a negative impact on productivity: under the artificial infection background, stem length decreased by 14.6%, spike length by 12%, and grain weight by 9.8%. The highest grain yields were maintained by the varieties Kargala 69 (15.93 g), No. 512 (L-3599; 15.93 g), and No.545 (Tselinnitsa; 15.33 g).

The results of this research have practical importance for breeding resistant varieties and developing an effective protection system for spring durum wheat in Kazakhstan.

Key words: spring durum wheat, common root rot, *Bipolaris sorokiniana*, varietal resistance, pathogen, fungicides, productivity.

Вклад авторов

Бахтыгизова Айгерім Турсунханқызы – написание-первоначальный проект, исследование, курирование данных, формальный анализ.

Сулейманова Гульнур Алмасовна – надзор, методология, написание-обзор и редактирование.

Дутбаев Ерлан Бозанбаевич – концептуализация, приобретение финансирования, ресурсы.

Харипжанова Айдана Сабитқызы – администрирование проекта, методология, курирование данных, исследование.

Цыганков Владимир Игоревич – ресурсы, исследование, надзор.

Кохметова Алма Мырзабекқызы – ресурсы, надзор.

А.К. Маденова^{1,2}, Е.Р. Қайыпжан^{*1,2}, С.К. Джантасов¹,
А.О. Нусупова¹, А.С. Джантасова¹

¹Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, г. Алматы, Казахстан, aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru*, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru

²Казахский Национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, aigul.kalikhodzhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru*

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОГУРЦА (*CUCUMIS SATIVUS* L. К ВОЗБУДИТЕЛЮ ПЕРОНОСПОРОЗА (*PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS*)

Аннотация

Пероноспороз, вызываемый патогеном *Pseudoperonospora cubensis*, является одной из наиболее вредоносных и широко распространённых болезней огурца (*Cucumis sativus* L.), поражающей растения как в открытом, так и в защищённом грунте. Заболевание отмечено во всех основных регионах выращивания огурца, включая Казахстан, и способно вызывать значительное снижение урожайности и качества продукции. В современных условиях наиболее эффективным экологически безопасным и экономически оправданным методом защиты растений от пероноспороза является использование сортов и гибридов, обладающих генетической устойчивостью к патогену. Целью настоящего исследования была молекулярная идентификация устойчивости коллекционных и селекционных образцов огурца с использованием SSR-маркеров, ассоциированных с локусами Dm5.1 и Dm5.3, а также сопоставление генотипических данных с полевыми фенотипическими наблюдениями. В 2024 году в условиях теплиц Казахского национального аграрного исследовательского университета (филиал «Кайнар») были протестированы 35 образцов. По результатам ПЦР-скрининга устойчивость, ассоциированная с локусом Dm5.1, выявлена у 26 образцов (74,2 %), с локусом Dm5.3 — у 32 образцов (91,4 %). Полученные результаты впервые демонстрируют эффективность использования маркеров Dm5.1 и Dm5.3 для оценки местных сортов и гибридов Казахстана, что открывает перспективы их дальнейшего использования в селекционных программах.

Ключевые слова: огурец, пероноспороз, устойчивость, SSR-маркеры, Dm-гены, QTL, селекция, ПЦР-анализ

Введение

Ложная мучнистая роса (пероноспороз) огурца, вызываемая патогеном *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostow., считается самым опасным заболеванием культуры, способным в отдельные годы полностью уничтожить урожай. Огурец (*Cucumis sativus* L.) — важная овощная культура, широко выращиваемая в Казахстане, обладающая высокой экономической и продовольственной ценностью. Однако его урожайность ограничивается воздействием фитопатогенов, среди которых наибольшую угрозу представляет пероноспороз. Современное овощеводство находится на этапе перехода к более устойчивым, высокоэффективным и ресурсосберегающим формам ведения сельскохозяйственного производства. В условиях ограниченности природных и техногенных ресурсов, а также изменений климата, основным фактором повышения урожайности и устойчивости овощных культур становится селекция. По оценкам, вклад селекционных достижений в рост урожайности сельскохозяйственных культур составляет от 30 до 70 % [1,2] что подчёркивает её ключевую роль в интенсификации отрасли.

Особую актуальность приобретает создание сортов, способных эффективно использовать биоклиматический потенциал региона без необходимости значительных внешних вмешательств. В этом контексте приоритетными направлениями становятся скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к биотическим стрессам, а также высокая адаптивность к конкретным почвенно-климатическим условиям [3]. Данные задачи особенно актуальны для юго-восточных регионов Казахстана, в частности Алматинской области, где нередко наблюдаются резкие перепады температур, возвратные заморозки и повышенная влажность в весенний период [4].

Интенсивные сорта, использовавшиеся в 80–90-х годах XX века, демонстрировали высокую продуктивность лишь при условии значительных затрат на агрохимикаты и орошение [5]. Однако в современных условиях такие технологии становятся экономически и экологически нецелесообразными. Селекция нового поколения направлена на создание экологически пластичных сортов, способных формировать стабильный урожай даже при умеренном агрофоне [6].

Выбор сорта становится стратегически важным элементом технологии возделывания, обеспечивающим до 60 % успеха всей производственной системы [7]. Особенно это касается таких культур, как огурец, чувствительных к условиям среды. Сорт, адаптированный к региональным условиям, может не только повысить урожайность, но и минимизировать потери от болезней и неблагоприятных погодных факторов [3,7].

Таким образом, развитие селекционной работы в овощеводстве — необходимое условие для устойчивого развития отрасли, адаптации к изменяющемуся климату и повышения продовольственной безопасности региона.

Методы и материалы

Мониторинг заболеваний

Исследование проводилось летом 2024 года в условиях зимней теплице РФ «Кайнар» ТОО «казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства». Объектом исследования служили 35 селекционных и коллекционных образцов огурца (таблица 1). Эксперименты выполнялись в трёх биологических и трёх технических повторностях.

Условия проведения экспериментов

Опыт закладывали и отбор плодов проводили по методике госсортоиспытания [8] Посев проведен 17 мая. Способ посева- семенами в грунт. Почвогрунт в теплице состоит из смеси перлита, торфа и коксовой стружки с соотношением 1:1:1. Применяемая в теплице агротехника для культуры огурца - общепринятая для защищённого грунта. Растения выращивались с соблюдением стандартных агротехнических мероприятий.

Фенологические и фитопатологические наблюдения

Отмечались сроки основных фенологических фаз(всходы,цветение,плодоношение). Устойчивость к пероноспорозу оценивали в период массового плодоношения по 3-балльной шкале:

0 баллов - поражение листовой поверхности 0%;

1 балл – поражение $\leq 25\%$ - листовой поверхности;

2 балла – единичные пятна на единичных листьях -поражение листовой поверхности 12,5-25%;

3 балла – пятна на многих листьях - поражено 50-75% листьев.

Оценку проводили визуально на каждом растении с учетом повторностей.

При проведении научно-исследовательских работ были использованы следующие методические руководства:

-Методические указания по селекции огурца, М, Агропромиздат 1985 [9], в которых изложены базовые принципы отбора, оценки исходного материала и формирования селекционных популяций;

-Методические указания по селекции и семеноводству гетерозисных гибридов огурца М, 1985 с-3 [10], содержащие рекомендации по организации гибридизации, поддержанию и

воспроизводству исходных линий, а также методические приемы контроля качества гибридного материала.

Несмотря на то, что данные руководства были опубликованы в 1980-е годы, они по-прежнему сохраняют актуальность, так как содержат фундаментальные принципы полевых испытаний, фенологического учёта и фитопатологической оценки устойчивости растений, которые остаются универсальными и применимыми в современных условиях. Использование этих документов позволило обеспечить сопоставимость полученных данных с результатами ранее выполненных исследований в области селекции огурца, а также соблюсти преемственность методических подходов в проведении опытов.

Выделение ДНК

С 2024 года началась экспериментальная фаза исследования, в рамках которой осуществлялось выделение ДНК. Выделяли из свежих и гербаризированных листьев методом СТАВ. Качество и количество ДНК проверили в гель-электрофорезе в 1,8 % агарозном геле. Все лабораторные эксперименты выполнены на базе Центра биотехнологии растений Казахского Национального аграрного исследовательского университета (г.Алматы,Казахстан).

Молекулярный скрининг проводился методом ПЦР с применением молекулярных маркеров. ДНК выделяли из листьев 35 различных сортов огурца(таблица-1).

Таблица 1. Гибридные формы огурца по месту отбора образцов

Сорт гибрида	Место отбора образца
№284	Питомник предварительного сортоиспытания
№584	
№310	
№308	
№506	
№600	
№532	
№439	
№300	Питомник конкурсного сортоиспытания
№602	
№568	
№264	
К-22	
Асылым	
Георг F2	Коллекционный питомник
Северин F2	
Берн F2	
Г-530	Селекционный питомник F ₁ - F ₄
К-2-101 F3	
Гентле F3	
ВК-083 F2	
№519 F1	
№3 Корея F1	
К-1-78 F1	
К-1-81 F1	
К-1-115	
№4544	
№531 F1	
№297 F4	
№306 F3	
№293 F3	
К-1-63 F1	
К-1-50 F1	
К-1-1 F2	
К-2-108 F1	

Для идентификации генов устойчивости к пероноспорозу использовались маркеры CAPs_ENK60(локус Dm5.1) и SSR00772(локус Dm5.3). ПЦР проводили как по стандартным, так и по оригинальным протоколам [13]. Последовательности праймеров и размеры амплифицированных фрагментов представлены в таблице-2.

Таблица 2- Характеристики ДНК маркеров для идентификации аллельного состояния генов устойчивости к пероноспорозу

Устойчивые гены	Название маркера	Тип маркера	Последовательность праймера (5'→3')	Размер аллели (п.н.)
Dm5.1	ENK60	CAPs	F: - GAATAGATAGGCTACACTTT	490
	ENK60_		R: -GTATAAAACTTGAGTGAATT	400
Dm5.3	00772_F	SSR	F: - AGAAGCGTTGGGGGAAAATA	172
	00772_R		R: -TGCTACCTCACATGGTTTTG	

Постановка ПЦР. Реакционный состав и температурно-временные режимы подбирали согласно аннотации, прилагаемой к ферменту и характеристикам праймеров. Компоненты ОТ-ПЦР-РВ представляет собой, общий объём смеси 20 мкл, и каждый из них состоит 4мкл хромосомной ДНК, 0,5 мкл dNTP, 1,5 мкл MgCL₂, 0,88 мкл каждого праймера, 0,25 мкл Taq-полимеразы. Для реакционной смеси РТ-ПЦР анализа использовали амплификатор (QIAGEN Hilden, Germany, Rotor-Gene Q), запрограммированном на один цикл при 94°C для обратной транскрипции 2 мин 30 с, 94°C для активации полимеразы 30 с, затем 33 циклов при 55°C в течение 30 с., и 72°C в течение 1 мин и 72°C в течение 5 мин. Все компоненты произведены Thermo Fisher Scientific. Амплификацию проводили в термоциклере производства BIORAD. Продукты амплификации разделяли в 1,8% агарозном геле с добавлением бромида этидия. Определение длины амплифицированных фрагментов проводилось по сравнению с ДНК - маркерами «100 bp DNA Ladder» (Invitrogen Corporation). Визуализацию проводили с помощью системы iBright™ (Thermo Fisher Scientific).

Результаты и обсуждение

Пероноспороз (ложная мучнистая роса) по-прежнему остаётся одним из самых распространённых и опасных заболеваний огурца. В связи с этим основным направлением селекции является создание устойчивых сортов, адаптированных к различным агроклиматическим условиям. Для достижения этой цели необходимо выявлять и отбирать устойчивые источники, пригодные в качестве доноров в селекционных программах [11].

Генотипирование проведено для выявления образцов с генами устойчивости к пероноспорозу. Протестировано 35 образцов. С использованием ПЦР и ДНК-маркеров определяли наличие генов Dm5.1 и Dm5.3. Амплификация продуктов размером 400 и 490 п.н. с праймером CAPs_ENK60 указывала на наличие доминантных аллелей Dm5.1. Положительный результат получен у сортов: 584, 308, 506, 600, 532, 439, 300, 602, 568, К-22, Асылым, Северин F2, Берн F2, Г-530, К-2-101 F3, Гентле F3, ВК-083 F2, 519-F1, К-1-81 F1, К-1-115, 4544, 531 F1, 297 F4, 306 F3, 293 F3, К-1-1 F2 (рисунок-1). Эти образцы- потенциальные носители гена Dm5.1.

Выводы: Результаты ПЦР-амплификации с использованием праймера CAPs_ENK60, направленного на выявление доминантного аллеля устойчивости к пероноспорозу (ген Dm5.1) у 35 сортов огурца (*Cucumis sativus*).

Маркер молекулярной массы (М) расположен слева на обеих частях геля. Молекулярный скрининг показал, что 26 из 35 образцов (74,2%) содержали аллели, ассоциированные с локусом Dm5.1 (маркер CAPs_ENK60), у остальных 9 сортов амплификат отсутствует, что может указывать на рецессивный аллель или отсутствие соответствующего локуса.

Для выявления носителей гена устойчивости Dm5.3 нами был использован специфичный праймер SSR00772. В результате эксперимента, характерный фрагмент амплификации в размере 172 п.н. обнаружен у 32 сортов(91,4%): 284, 584, 310, 308, 506,600,532,439, 300, 602, 568, 264, К-22 ,Асылым, Георг F2, СеверинF2, Берн F2, Г-530, К-2-101 F3, Гентле F3, ВК-083 F2, 519- F1, К-1-78 F1, К-1-81 F1, К-1-115,4544, 531 F1, 297 F4, 306 F3, 293 F3, К-1-1 F2, К-2-

108 F1. Таким образом, locus Dm5.3 проявил более высокую диагностическую ценность по сравнению с Dm5.1, что согласуется с зарубежными исследованиями [1,5]. Результаты показаны на рисунке 2.

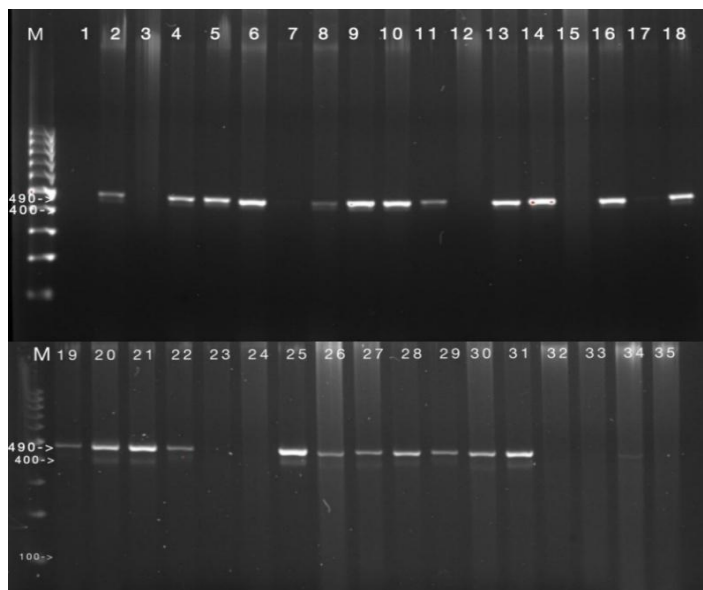


Рисунок -1. Результаты электрофоретического анализа продуктов амплификации ДНК-маркеров- CAPs_ENK60 (400-490bp) ген устойчивости к пероноспорозу

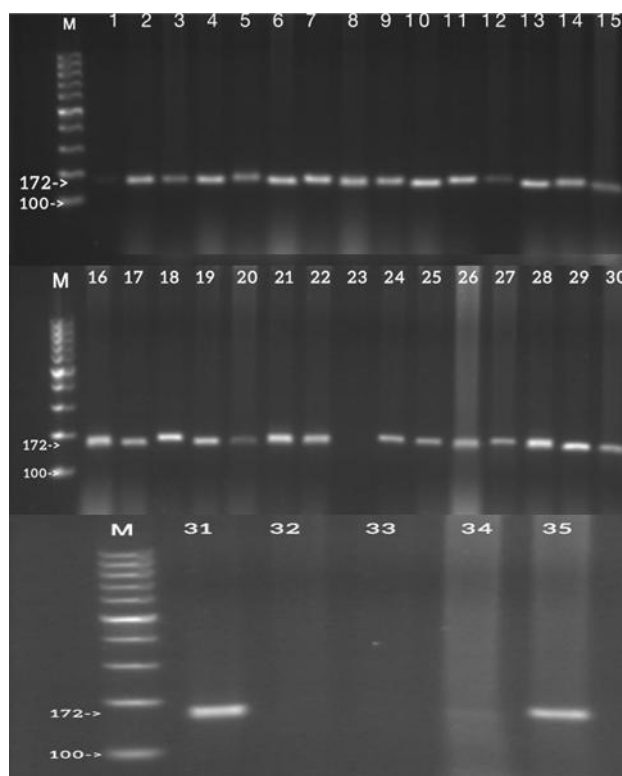


Рисунок-2. Результаты электрофоретического анализа продуктов амплификации ДНК-маркеров- SSR00772(172bp) ген устойчивости к пероноспорозу

Выводы: Результаты электрофоретического анализа продуктов ПЦР, полученных с использованием SSR-маркера SSR00772, ассоциированного с геном устойчивости к пероноспорозу (*Pseudoperonospora cubensis*) у 35 сортов огурца (*Cucumis sativus*).

Наличие амплификационного продукта размером 172 пар оснований (п.н.) указывает на присутствие аллеля, связанного с устойчивостью к патогену. Среди 35 проанализируемых

сортів устійчивість была підтверджена у 32 генотипів потналичию характерного ампліфикаціонного фрагмента. Оставшієся три образца продемонстрували відсутність діагностуємого аллеля і, відповідно, восприимчивість к пероноспорозу.

Проведений молекулярно-генетический аналіз підтвердив применимость SSR - маркери CAPs_ENK60 і Dm5.3-SSR00772 для ідентифікації устійчивих к пероноспорозу образців огурца. Маркер Dm5.3-SSR00772 виявив устійчивість у 91,4 % образців, що суттєво вище, чєм в рядє работ, включає дослідження Пахратдинові и Рсалиєва [12], где аналогічний маркер определял устійчивість в меншєм процентє случаев.

Высокая частота обнаружения устійчивих аллєлєй в анализируємой популяції свідєтельствуєт о прогрєссе в селекціонной работє и использовании современных методов молекулярной диагностики. Это позволяет сделать вывод о том, что применєнный подход способен значительно повысить точность и эффективность отбора перспективных генотипов.

Результаты также указывают на ведущую роль локуса Dm5.3 в формировании устійчивости к *Pseudoperonospora cubensis* у исследованных образцов. Более высокая чувствительность маркера Dm5.3-SSR00772 по сравнению с CAPs_ENK60 может отражать как различия в структуре генетических регионов, так и влияние фоновых генетических факторов.

Тєм не менєе, для підтвердження и расширения полученных данных необходимы дополнительные исследования с увеличенным числом образцов и включением фєнотипических испытаний в разных условиях. Кроме того, расширение набора маркерів позволит комплексно оцєнить генетическую устійчивість и повысить надёжность диагностики.

Полученные результаты подтверждают практическую ценность молекулярно-генетического анализа в селекции огурца, способствуя созданию устійчивих сортів и повышению продуктивности агропроизводства.

Международных исследованиях SSR-маркери (Dm5.1, Dm5.3) широко применяются для ускорения селекции устійчивих форм огурца [2,7]. Однако большинство исследование проводилось на европейских и азиатских коллекциях, тогда как в Казахстане подобные исследования только начинают проводиться. Наши данные дополняют эти результаты, впервые демонстрируя эффективность маркер-ассоциированного анализа на местных сортах и гибридах, что открывает новые возможности для селекционной работы в регионе.

Фєнологические наблюдения показали, что растения развивались в пределах нормы, что говорит об их хорошей адаптации к условиям выращивания.

Оценка поражения пероноспорозом проводилась по 3-балльной шкале: 0-1 балл - устійчивість, 2-3 восприимчивість. Образцы, определєнные как устійчивые по молекулярным маркерам, показали минимальное поражение, что подтверждает связь между генотипом и фєнотипом.

Совместное использование SSR-маркерів, полевых оцєнок и биометрии повышает точность отбора устійчивих генотипів и позволяет эффективно формировать новые сорта, устійчивые к пероноспорозу.

Для підтвердження результатов рекомендуется расширить число образцов, включить дополнительные локусы и проводить исследования в различных агроклиматических зонах. Такой подход обеспечит более высокую эффективность селекционной работы. Следует отметить, что полученные результаты носят предварительный характер, так как исследование проведено в течение одного сезона и в условиях одной теплицы. Для окончательной валидации выявленных генотипів необходимо проведение многократных экспериментов в различных агроклиматических зонах, а также включение дополнительных молекулярных маркерів.

Выводы

С помощью молекулярно-генетического анализа с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР) исследование было направлено на выявление наиболее устійчивих генотипів огурца к грибковому заболеванию среди казахстанских сортів.

Проведєнное исследование подтвердило высокую эффективность использования молекулярных маркерів при селекции огурца на устійчивість к пероноспорозу. С

применением SSR-маркеров было проанализировано 35 селекционных образцов, среди которых у 26 образцов (74,2 %) с помощью маркера CAPs_ENK60 была выявлена ассоциация с локусом устойчивости Dm5.1, а у 32 образцов (91,4 %) — с локусом Dm5.3, используя маркер Dm5.3-SSR00772.

Сопоставление молекулярных данных с результатами полевых фенотипических наблюдений выявило наличие корреляции между носительством устойчивых аллелей и сниженной степенью поражения растений. Это подтверждает взаимосвязь генотипа и фенотипа в условиях заражения возбудителям.

Перспективными для селекции на устойчивость к пероноспорозу являются образцы №439, Северин F1, Берн F2 и сорт Асылым, обладающие высокой продуктивностью и подтвержденной устойчивостью.

Результаты исследования являются предварительными и требуют дальнейшей проверки в разных агроклиматических условиях, а также расширения набора используемых молекулярных маркеров для комплексной оценки устойчивости.

Полученные данные свидетельствуют о наличии генетически устойчивых форм, представляющих значительный интерес для дальнейшей селекционной работы, что позволит создавать новые сорта и гибриды с повышенной устойчивостью и стабильной урожайностью.

Благодарность. Данная работа была поддержана проектом Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по ПЦФ ННТП ИРН BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» (2024-2026).

Авторы выражают благодарность всем, кто оказал поддержку и содействие в процессе подготовки данной научной статьи, а также сотрудникам «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» за созданные условия для проведения исследования.

Список литературы

1. Yang F. et al. Genetic Basis of Agronomic Traits in Cucumber: A Review of QTL Mapping Studies //Molecular Plant Breeding. – 2025. – Т. 16.
2. Шойбекова *, А., Джантасов, С., & Нусипжанов, Н. (2021). Прививка Гибрида Огурца (Лат. Cucumis Sativus) На Подвой Тыквы (Лат. Cucurbita), Устойчивых К Патогену Fusarium. Izdenister Natigeler, (1 (89), 167–176. <https://doi.org/10.37884/1-2021/18>
3. Kumari P. et al. Studies on Heterotic Pattern for Earliness, Yield and Quality Traits in Cucumber by Utilizing Monoecious, Gynoecious and Parthenocarpic Lines //Tropical Plant Biology. – 2025. – Т. 18. – №. 1. – С. 23. <https://doi.org/10.1007/s12042-024-09390-0>
4. Абзетова Е.А. и др. Продуктивность тепличного огурца в зависимости от типов почв и норм внесения минеральных удобрений в условиях Юго-Восточного Казахстана. – 2015.
5. Kahveci E. et al. Genomic-assisted marker development suitable for Cscvy-1 selection in cucumber breeding //Frontiers in Plant Science. – 2021. – Т. 12. – С. 691576. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.691576>
6. Bhattarai K. et al. Improvement of crop production in controlled environment agriculture through breeding //Frontiers in Plant Science. – 2025. – Т. 15. – С. 1524601. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1524601>
7. Thapliyal V. et al. Utilizing novel parthenocarpic gynoecious cucumber (Cucumis sativus L.) inbreds for exploiting their heterotic potential under poly-house conditions //Euphytica. – 2023. – Т. 219. – №. 9. – С. 99. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03229-7>
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый общая часть. Москва 2019 г.
9. Кулякина Н. В., Юречко Т. К., Кузьмицкая Г. А. Наследник–новый сорт огурца дальневосточной селекции //Овощи России. – 2018. – №. 2. – С. 65-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-65-67>
10. Лаптев В. Н., Пучков М. Ю. Инновационные сорта и теоретические разработки отдела селекции и биотехнологии овощных культур внииоб и нпп" агровнедрение" за 45 лет

//Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – №. 1. – С. 5-18. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

11. Суханбердина Э. Х., Грушин А. А., Пискунова Т. М. Скрининг коллекции огурца по устойчивости к ложной мучнистой росе в зоне Нижнего Поволжья //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – №. 2. – С. 102-108. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-102-108>

12. Пахратдинова Ж. У., Рсалиев А. С., Амирханова Н. Т. Изучение генетических основ устойчивости сортов огурца к пероноспорозу на основе молекулярно-генетических маркеров //Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №. 11-3 (65). – С. 85-89. <https://Doi.Org/10.37884/1-2021/18>

13. Brunborg G., Rolstadaas L., Gutzkow K. B. Electrophoresis in the comet assay //Electrophoresis: Life Sciences Practical Applications. – 2018. – С. 526-652. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76880>

References

1. Yang F. et al. Genetic Basis of Agronomic Traits in Cucumber: A Review of QTL Mapping Studies //Molecular Plant Breeding. – 2025. – Т. 16.

2. Shojbekova *, A., Dzhantasov , S., & Nusipzhanov , N. (2021). Privivka Gibrida Ogurca (Lat. Cucumis Sativus) Na Podvoi Tykvy (Lat. Cucurbita), Ustojchivyyh K Patogenu Fusarium. Izdenister Natigeler, (1 (89), 167–176. <https://Doi.Org/10.37884/1-2021/18>

3. Kumari P. et al. Studies on Heterotic Pattern for Earliness, Yield and Quality Traits in Cucumber by Utilizing Monoecious, Gynoecious and Parthenocarpic Lines //Tropical Plant Biology. – 2025. – Т. 18. – №. 1. – С. 23. <https://doi.org/10.1007/s12042-024-09390-0>

4. Abzeitova E.A. i dr. Produktivnost' teplichnogo ogurtsa v zavisimosti ot tipov pochv i norm vneseniya mineral'nykh udobrenij v usloviyakh YUgo-Vostochnogo Kazakhstana. – 2015.

5. Kahveci E. et al. Genomic-assisted marker development suitable for Cscvy-1 selection in cucumber breeding //Frontiers in Plant Science. – 2021. – Т. 12. – С. 691576. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.691576>

6. Bhattarai K. et al. Improvement of crop production in controlled environment agriculture through breeding //Frontiers in Plant Science. – 2025. – Т. 15. – С. 1524601 <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1524601>

7. Thapliyal V. et al. Utilizing novel parthenocarpic gynoecious cucumber (Cucumis sativus L.) inbreds for exploiting their heterotic potential under poly-house conditions //Euphytica. – 2023. – Т. 219. – №. 9. – С. 99. <https://doi.org/10.1007/s10681-023-03229-7>

8. Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops. Issue 1: General Part. Moscow, 2019.

9. Kulyakina N. V., YUrechko T. K., Kuz'mitskaya G. A. Naslednik–novyy sort ogurtsa dal'nevostochnoj seleksii //Ovoshhi Rossii. – 2018. – №. 2. – С. 65-67 <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-65-67>

10. Laptev V. N., Puchkov M. YU. Innovacionnye sorta i teoreticheskie razrabotki otdela seleksii i biotekhnologii ovoshchnykh kul'tur vniiob i npp" agrovnedrenie" za 45 let //Selekciya, semenovodstvo i tekhnologii vyrashchivaniya ovoshchnykh, bakhchevykh, tekhnicheskikh i kormovykh kul'tur. – 2014. – №. 1. – С. 5-18. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

11. Sukhanberdina E.H. KH., Grushin A. A., Piskunova T. M. Skrinig kolleksii ogurtsa po ustojchivosti k lozhnoj muchnistoj rose v zone Nizhnego Povolzh'ya //Trudy po prikladnoj botanike, genetike i seleksii. – 2019. – Т. 180. – №. 2. – С. 102-108. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-3-3-15>

12. Pakhratdinova ZH. U., Rsaliev A. S., Amirkhanova N. T. Izuchenie geneticheskikh osnov ustojchivosti sortov ogurtsa k peronosporozu na osnove molekulyarno-geneticheskikh markerov //Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2017. – №. 11-3 (65). – С. 85-89. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-102-108>

13. Brunborg G., Rolstadaas L., Gutzkow K. B. Electrophoresis in the comet assay //Electrophoresis: Life Sciences Practical Applications. – 2018. – С. 526-652. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76880>

**А.К. Маденова^{1,2}, Е.Р. Қайыпжан *^{1,2}, С.К.Джантасов¹,
А.О.Нусупова¹, А.С.Джантасова¹**

¹Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru

ҚИЯРДЫҢ (CUCUMIS SATIVUS L.) ПЕРОНОСПОРОЗ ҚОЗДЫРҒЫШЫНА (PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS) ТӨЗІМДІЛІГІН МОЛЕКУЛАЛЫҚ-ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аңдатпа

Пероноспороз (*Pseudoperonospora cubensis*) – ашық және қорғалған топырақ жағдайларында қиярға (*Cucumis sativus* L.) кең таралған және аса зиянды аурулардың бірі. Бұл ауру Қазақстанды қоса алғанда, қияр өсірілетін барлық негізгі аймақтарда кездеседі және өнімнің сапасы мен шығымын едәуір төмендетуі мүмкін. Қазіргі жағдайда пероноспороздан қорғанудың ең тиімді, экологиялық қауіпсіз әрі экономикалық жағынан тиімді тәсілі – патогенге генетикалық төзімділігі бар сорттар мен будандарды пайдалану.

Осы зерттеудің мақсаты – ПЦР-талдауы мен төзімділікке байланысты микросателлитті (SSR) маркерлерді қолдана отырып, пероноспорозға төзімді қияр үлгілерін молекулалық деңгейде сәйкестендіру болды. Зерттеуде қиярдың 35 селекциялық үлгісі талданды. SSR-маркерлерін қолдану арқылы төзімділіктің Dm5.1 және Dm5.3 QTL-аймақтарымен байланысы анықталды. Dm5.1 локусымен байланысты CAPs_ENK60 маркері 26 үлгіде (74,2 %) төзімділіктің болуын көрсетті. Dm5.3 аймағында орналасқан Dm5.3-SSR00772 маркері 32 үлгіде (91,4 %) төзімділікті растады.

Алынған нәтижелер молекулалық маркерлерді пероноспорозға төзімді қияр сорттарын селекциялауда тиімді пайдалануға болатынын көрсетеді. Айқындалған төзімді үлгілер болашақта жаңа төзімді сорттар мен будандарды жасауға бағытталған селекциялық бағдарламаларда үлкен қызығушылық тудырады.

Кілт сөздер: қияр, пероноспороз, төзімділік, SSR-маркерлер, Dm-гендер, QTL-аймақтар, селекция, ПТР-талдау (полимеразды тізбекті реакция)

**Madenova^{1,2}, Y.R. Kaiypzhan *^{1,2}, S. Jantassov¹,
A. Nussupova¹, A. Jantassova¹**

¹ Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute», Almaty, Kazakhstan, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru, s_jantassov@mail.ru, aigul.nusupova.65@mail.ru, aigerim-jantasova@mail.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, aigul.kalikhovhaevna@kaznaru.edu.kz, kaiypzhanova98@mail.ru

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS OF CUCUMBER (CUCUMIS SATIVUS L.) RESISTANCE TO THE DOWNY MILDEW PATHOGEN (PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS)

Abstract

Downy mildew, caused by the pathogen *Pseudoperonospora cubensis*, is one of the most harmful and widespread diseases of cucumber (*Cucumis sativus* L.), affecting plants in both open fields and protected environments. The disease has been reported in all major cucumber-growing regions, including Kazakhstan, and can lead to significant reductions in yield and product quality. Under current conditions, the most effective, environmentally safe, and economically justified

method of protecting plants from downy mildew is the use of varieties and hybrids with genetic resistance to the pathogen.

The aim of this study was the molecular identification of cucumber samples resistant to downy mildew using PCR analysis and microsatellite (SSR) markers associated with resistance loci. In total, 35 breeding cucumber samples were analyzed. Using SSR markers, an association of resistance with QTL regions Dm5.1 and Dm5.3 was established. The marker CAPs_ENK60, associated with the Dm5.1 locus, identified resistance in 26 samples (74.2%). The second marker, Dm5.3-SSR00772, located in the Dm5.3 region, confirmed resistance in 32 samples (91.4%).

The results demonstrate the high efficiency of using molecular markers in cucumber breeding for resistance to downy mildew. The identified resistant samples are of significant interest for further breeding efforts and can be used in programs to develop new resistant cucumber varieties and hybrids.

Key words: cucumber, downy mildew, resistance, SSR markers (Simple Sequence Repeat markers), Dm genes, QTL (Quantitative Trait Loci), breeding, PCR analysis (Polymerase Chain Reaction analysis)

Вклад авторов

С.К - Концептуализация

С.К - Курирование данных

А.Н., Е.К - Формальный анализ

Е.К., А.Д - Расследование.

Е.К., А.Д - Методология.

С.К - Администрирование проекта

Е.К., А.М - Ресурсы

С.К. - Программное обеспечение

А.Н., А.М - Надзор

А.Н.- Проверка

С.К - Визуализация

С.К., А.Н., А.М. - Написание обзор редактирование

МРНТИ 62.13.63

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/33>

Ш.А. Альпейсов^{1}, А.В. Коржиков², Г.Б. Ильмалиева³, Ж. Рамазанқызы⁴*

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, sh.alpeisov1960@gmail.com**

²*ТОО «Рийк Цваан», Алматы, Казахстан, korand07@mail.ru*

^{3,4} *ТОО «Urban Group», Алматы, Казахстан, Ilmalieva_g@mail.ru ramazan@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНОГО СЛОЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАМПИНЬОНА (AGARICUS BISPORUS)

Аннотация

В настоящее время в Казахстане активно развивается грибоводство, и, в частности, выращивание шампиньона. Для производства грибов в республике имеются значительные ресурсы и сырьевая база, состоящая из отходов продуктов переработки сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. Для полного цикла производства шампиньона в мировой практике используется сфагновый торф для насыпки покровного слоя на субстрат, но Казахстан не обладает какими-либо существенными его запасами. Импорт же из России и стран Западной Европы ведёт к значительным затратам.

Целью нашего исследования было испытание различных материалов, потенциально способных заменить торф. Были взяты самые доступные сыпучие субстанции. Наиболее перспективными оказались каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, запасы которых в республике практически неограниченны. При проведении исследования на пригодность различных субстратов в качестве покровного материала для выращивания шампиньона, можно сделать заключение, что каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, являются хорошей заменой дорогостоящему сфагновому торфу, и могут быть использованы в производстве грибов в Казахстане. Исследования показали, что при правильном их использовании урожай грибов с единицы площади будет не ниже, чем от покровного слоя, состоявшего из смеси торфа и мела.

Ключевые слова: шампиньоны, субстрат, покровный слой, торф, каменноугольный шлак, керамзитовая крошка, дефекационная грязь.

Введение

Шампиньон выращивают во многих странах мира. Общее его мировое производство составляет более 43 миллионов тонн, из них, более 41 миллиона тонн производят в Китае. Другие страны выращивают гораздо меньшее количество этого гриба, но и их производство впечатляет: например, Япония производит 469 тыс. тонн в год, Польша 379 тыс. тонн, США - 344 тыс. тонн, Нидерланды 260 тыс. тонн (1). На фоне этих цифр производство шампиньона в Казахстане выглядит более, чем скромным. Но Казахстан имеет значительный потенциал для собственного производства, что благотворно отразится на стоимости и качестве производимой продукции.

Грибы оказывают особую благотворную роль в регуляции физиологических функций организма человека, в связи с чем в последние годы наблюдается значительный рост исследований базидиомицетов, к которым относятся и шампиньоны.

Калорийность плодовых тел шампиньона относительно невысока 27 ккал/100 грамм. В пересчёте на сухой вес содержание белка равно 22,7-40,8%, жира 1,4-5,0% [2]. Значительно содержание хитина, который, хотя и не усваивается организмом, является хорошим адсорбентом токсинов и регулятором функционирования кишечника. Белок грибов шампиньона двуспорового содержит в своем составе 7 незаменимых аминокислот, четыре из которых содержится в большем количестве, чем в «идеальном белке» [3]. Этот гриб имеет большое значение в сфере здорового питания.

Казахстан имеет огромные запасы растительного сырья пригодного для выращивания грибов, которые в настоящее время никак не используются и считаются отходами растениеводства и животноводства. Это солома, навоз, птичий помёт и т.п. Дефицитом для производства является лишь сфагновый торф, для покровного слоя, без которого данный гриб не в состоянии дать сколько-нибудь значимый урожай [4].

Покровный слой необходим для:

- 1 Защиты колонизованного субстрата от высыхания, так как грибной мицелий чрезвычайно чувствителен к сухому воздуху.
- 2 Обеспечения влажного микроклимата для образования и развития примордиев.
- 3 Обеспечения запаса воды для растущих грибов [5].
- 4 Создания оптимальных условий для развития полезной микрофлоры, стимулирующей плодоношение [6].
- 5 Защиты от нежелательной микрофлоры [7] и адсорбции продуктов жизнедеятельности гриба, делающих плодоношение невозможным [8].

Покровный слой необходим для активации образования плодовых тел на мицелии. В данное время применение торфа в качестве покровного слоя считается оптимальным для выращивания шампиньона в Нидерландах, Польше, США, Германии, Франции, России, Украине и большинстве других государств [9].

Большие месторождения торфа есть в странах Западной Европы, Финляндии и России, но ввоз его в Казахстан приводит к существенному удорожанию грибов, делая их неконкурентоспособными против, импортируемых из других стран.

Из-за отсутствия торфа в республике нами были произведены изыскания субстратов способных заменить его в качестве покровного слоя. В экспериментах, сообщаемых здесь, были использованы простые материалы с целью получения более определенных результатов и не приводящие к серьезному удорожанию продукции.

Среди различных покровных материалов торф, несомненно, занимает ведущее место. Он обладает малым удельным объемным весом (287-297 кг/м³), высокой капиллярной влагоемкостью (86,7 – 92,4%), и хорошей водоудерживающей способностью. К недостаткам следует отнести низкую величину pH (3,6-4,8), и значительное содержание водорастворимых и легкогидролизуемых углеводов (6,9-63,1%), что стимулирует развитие патогенной микрофлоры [10].

Испытываемая в виде покровного материала каменноугольная зола представляет собой алюмосиликатное образование [11]. В золе нет органических веществ. Реакция среды pH колеблется в пределах 5,9-8,5, но чаще около 7,5, объемный вес 700 – 1000 кг/м³. Зола обладает хорошей скважностью и воздухообеспеченностью, капиллярная влагоемкость 41 – 76%. По своим физико-химическим показателям каменноугольная зола полностью соответствует четырем из пяти вышеприведенных функций, за исключением третьей, так как может удержать в себе меньше воды.

Покровный слой из керамзита сходен с золой углей. Его насыпная плотность колеблется в широких пределах, от 150 до 900 кг/м³. Керамзит отличается высокой пористостью. Капиллярная влагоемкость до 30% от его массы [12]. В своё время он был испытан в качестве покровного материала в Израиле и показал хорошие результаты [5]. Содержание окиси кальция и окиси магния в бентонитах (сырье для производства керамзита) достигает 8%, что обуславливает его повышенную pH, сдерживающую развитие плесневых грибов.

Дефекат состоит на 72,88 % из карбонатов кальция и магния. Также он содержит органического вещества до 7,74%, гумуса до 2,07%. Его pH составляет 9,27. По виду это пластичный материал, способный удерживать до 30% влаги. По своим характеристикам он не совсем подходит для покровного слоя, но, тем не менее, широко используется для этой цели в Болгарии [13].

Сероземные почвы часто используются в качестве покровного слоя в Узбекистане [14]. Обладая относительно низкой водоудерживающей способностью – 19-26%, эти почвы имеют хорошую пористость 48-52% и скважность 47-51%. pH сероземов составляет 8,1-8,5.

Методы и материалы

Исследования проводили в камерах для выращивания шампиньонов ТОО «Молодит» Иссыкского района, Алматинской области близ села Койшибек. Хозяйство имеет 4 камеры, бетонированную площадку для приготовления компоста, твердофазный ферментер и всю необходимую технику.

Целью наших исследований было найти легкодоступный недорогой покровный слой для грибных предприятий Алматинской области, не уступающий по эффективности торфу. Второй целью нашего эксперимента являлось предупреждение развития плесневых грибов на покровном слое, приводящим к существенному снижению продуктивности грибных ферм.

Грибной компост готовили согласно рецепта Геритса [15], а именно: солома пшеничная 4000 кг, свежий куриный бройлерный помет (3% общего азота) 4000 кг, карбамид 40 кг, гипс строительный 240 кг, вода 20 м³. Ритм компостирования фазы 1: 0 – 6 – 10 – 13. Вторую фазу компостирования проводили в термической камере в течение 9 суток до полного удаления аммиака. Выращивали грибы в полиэтиленовых контейнерах 600x400x300 в четырехкратной повторности.

Камера для термической обработки второй фазы компостирования приведена на рис.1.



Рисунок 1 - Термическая камера для второй фазы компостирования

В каждый из них помещали по 20 кг инокулированного субстрата. Норма внесения зернового мицелия 0,5%. Штамм А-15. Контейнеры были завернуты в полиэтиленовую пленку. Мицелий развивался при 22°C в течение 1 недели. После этого на субстрат был нанесен влажный покровный слой толщиной 3 – 4 см. Рост продолжался при температуре 22°C, до образования примордий, после чего температуру снижали до 15°C. Полив производили во время плодоношения. Были использованы туманообразовательные насадки во избежание брызг и уменьшения возможности распространения заболеваний. Вид камеры изнутри указан на рис. 2.



Рисунок 2 - Термическая камера, вид изнутри

В торф был добавлен мел для повышения pH среды. В остальных случаях мел не добавляли, так как дефекационная грязь, обыкновенный серозем и каменноугольный шлак имеют щелочную реакцию среды и содержат от 5 до 70% окиси кальция [16,]. Все виды покровного материала дезинфицировали формалином из расчета 2 литра на 1 кубометр. Кроме того, во втором эксперименте в покровный слой вводили фундазол (Бенарад – фирма Август) в количестве 20 грамм на 1 м³ покровного слоя, для подавления роста плесневой микрофлоры [17].

В таблице 1 приведены субстраты, испытываемые в качестве покровного слоя для шампиньона.

Таблица 1 - Испытываемые субстраты и их состав

Покровный слой	Соотношение смеси	Примечание
Торф + мел (St)	5 : 2	Торф фирмы Кеккила
Керамзитовая крошка	-	Алматинская фирма TASYMA
Дефекационная грязь	-	Бурундайский сахарный завод
Обыкновенный серозем	-	Село Али Илийского района Алматинской области
Каменноугольный шлак	-	Отвалы ТЭЦ 2 Алматинская область

Результаты и обсуждение

В таблице 2 показан урожай шампиньона в зависимости от вида покровного слоя. Надо отметить, что плодоношение на всех видах покровного слоя наступило практически одновременно. Отличия были по количеству грибов, что, однако в значительной степени нивелировалось их индивидуальным весом.

Таблица 2 - Урожай грибов на различных покровных слоях

Покровный слой	Урожай по волнам Kg m^{-2}				
	1	2	3	4	Всего
Торф + мел (St)	8.7	4.4	5.5	3.8	22,40
Керамзитовая крошка	9.3	6.5	5.4	2.5	23,70
Дефекационная грязь	8.6	5.3	3.5	2.7	20,10
Обыкновенный серозем	7.7	6,0	3.1	1.1	17,90
Каменноугольный шлак	6.8	10.1	5.0	1.9	23,80

$$HCP\ 0,05=\pm 2,1\ \text{Kg m}^{-2}$$

Из таблицы можно видеть, что при использовании серозёма в качестве покровного слоя, урожайность значительно снижается. Ещё наблюдается незначительное падение продуктивности при применении дефекационной грязи (отклонение немного превышает показатель наименьшей существенной разницы по сравнению со стандартом). Остальные варианты близки по показателям к контролю.

Таблица 3 - Урожай грибов на различных покровных слоях с применением фундазола

Покровный слой	Урожай по волнам Kg m^{-2}				
	1	2	3	4	Всего
Торф + мел (St)	8.8	4.6	5.0	4,1	22,50
Керамзитовая крошка	9.2	6.2	5.8	2.9	24,10
Дефекационная грязь	8.9	5.6	3.9	2.8	21,20
Обыкновенный серозем	7.8	6,3	3.4	2.1	19,60
Каменноугольный шлак	7.8	9,4	4,9	2,2	24,30

$$HCP\ 0,05=\pm 2,4\ \text{Kg m}^{-2}$$

Применение фундазола на продуктивность шампиньона значительно не повлияло, хотя общий урожай несколько возрос. Особенно это заметно в варианте с обыкновенным сероземом. Возможно фундазол снизил количество конкурентной и патогенной микрофлоры шампиньона в покровном слое. Косвенным указанием на их наличие является быстрое падение урожайности в 3 и 4 волне плодоношения (таблица 2).

Из приведенных данных следует отметить, что внесение в торф фундазола не привело к увеличению продуктивности. Это связано с тем, что данный субстрат сам сдерживает развитие плесневых грибов. Дефекационная грязь, имея в своем составе большое количество легко усвояемой органики может стать резерватом инфекции для культивируемых грибов. Это можно заметить при сопоставлении таблиц 2 и 3, урожай с фундазолом вырос, и его разница с контролем стала недостоверной.

В настоящее время отмечены случаи возникновения резистентности против всех основных классов фунгицидов у разных видов фитопатогенов. Триазолы в этом смысле не составляют исключение, и согласно рейтингу FRAC, риск резистентности к ним оценивается

как средний [17]. Основными патогенами шампиньона являются мягкая гниль (Микогон), сухая гниль (Вертициллиум), паутинистая плесень (Дактилийум). Все они эффективно подавляются фундазолом. Описания случаев резистентности этих патогенов к данному препарату на культуре шампиньона нами не найдены. При ликвидации отплодоносившего субстрата производят полную очистку камер и их жесткую санитарную обработку. При укладке нового субстрата используют свежий покровный материал. Все эти мероприятия позволяют свести к минимуму возникновение резистентности у патогенных грибов.

Керамзитовая крошка в плане обеспечения продуктивности показала себя с лучшей стороны, но этот покровный слой не лишен недостатков. Крошка быстро теряет влагу, что требует постоянного контроля, и увеличивает риск переувлажнения или высушивания культуры. К тому же керамзитовая крошка сопоставима по стоимости с импортируемым торфом.

По нашей оценке, хорошим покровным субстратом оказался каменноугольный шлак. Этот материал хорошо впитывает и удерживает влагу, дешев и доступен. Все угольные электростанции имеют зольные пруды или золоотвалы, где складывается каменноугольная зола. И хотя в последнее время большую часть шлака используют в строительстве, накопление отходов сгорания угля во много раз опережает его потребление. Использование шлака в качестве покровного слоя ощутимо удешевляет производство шампиньонов.

Применение золы углей в качестве покровного материала не несет серьезной нагрузки на экологию окружающей среды и здоровью людей. Допустимые нормы содержания тяжелых металлов в торфе и каменноугольной золе сопоставимы [18,19] и значительно ниже, чем их количество в сероземах юга и юго-востока Казахстана [20].

Таблица 4 - Стоимость покровных материалов в Казахстане

Покровный материал	Стоимость 1 кубометра в тенге без накладных расходов
Торф	32000
Керамзитовая крошка	23000
Дефекационная грязь	6000
Обыкновенный серозем	Бесплатно
Каменноугольный шлак	Бесплатно

Конечно, торф является идеальным материалом для покровного слоя. Его малый удельный вес, большая пористость и водоудерживающая способность, в сочетании с отсутствием углеродных источников питания для патогенных микроорганизмов делает его предпочтительным в производстве грибов. Покровный слой из каменноугольного шлака имеет гораздо больший вес, меньше удерживает воды и требует постоянного контролирования его влажности. Но эти дополнительные затраты легко компенсируются его низкой стоимостью.

Выводы

При проведении испытания на пригодность различных субстратов в качестве покровного материала для выращивания шампиньона, мы пришли к выводу, что каменноугольный шлак и керамзитовая крошка, в наших условиях являются достойной заменой дорогостоящему сфагновому торфу, и вполне могут быть применены в производстве грибов в Казахстане. Несмотря на то, что каменноугольная зола и керамзитовая крошка требуют дополнительного ухода за культурой, они могут обеспечить продуктивность грибного производства сопоставимую с использованием торфа. Покровный слой из каменноугольной золы значительно сокращает затраты на выращивание шампиньона. Фундазол положительно влияет на продуктивность шампиньона, подавляя нежелательную грибковую микрофлору. Его быстрое разложение в почве и небольшое содержание вредных элементов в золе углей не наносят существенного вреда окружающей среде региона.

Благодарность. Авторы выражают искреннюю благодарность руководству ТОО «Молодит» Иссыкского района Алматинской области за плодотворное сотрудничество, предоставленную информацию и активное участие в подготовке материала.

Финансирование. Исследование выполнено за счет средств авторов. Внешняя финансовая поддержка для проведения работы не привлекалась.

Список литературы

1. ReportLinker. (2023). *Global truffles and mushrooms production by country*. Retrieved from <https://www.reportlinker.com/statistics/production/global-truffles-and-mushrooms-production>
2. Dikeman, C. L., Bauer, L. L., Flickinger, E. A., & Fahey, G. C. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of selected mushroom varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1130–1138. <https://doi.org/10.1021/jf048541l>
3. Александрова Е. Г., (2019). Формирование урожайности и качества грибов шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) при промышленном культивировании на синтетическом субстрате с применением органических добавок и биопрепаратов. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук*. Министерство С. Х. Российской Федерации ФГБОУ ВО Самарский Государственный Аграрный университет. Кинель (204 с.)
4. Pardo-Giménez, A., Pardo González, J. E., & Zied, D. C. (2017). Casing materials and techniques in *Agaricus bisporus* Cultivation. In C. Z. Diego & A. Pardo-Giménez (Eds.), *Edible and Medicinal Mushrooms* (pp. 183–202). <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch7>
5. Kurtzman, R. H., Jr. (2004). Casing properties: required, desired and beliefs. *International Journal of Mushroom Science*.
6. Kalberer, P. P. (1991). Water relations of the mushroom culture *Agaricus bisporus*: Influence on the crop yield and on the dry matter content of the fruit bodies. *Mushroom Science*, 13(1), 269–274. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19920315413>
7. Kurtzman, R. H., Jr. (1995). *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. casing layer II: Porosity, the most important character. *International Journal of Mushroom Science*, 1, 11–17. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950315376>
8. Сафрай, А. И. (2010). Симптомы, распространение и контроль сухой гнили на шампиньонной ферме. *Школа грибоводства*, (5), 10–13.
9. Alemu, D., Tafesse, M., & Mondal, A. K. (2022). Mycelium-based composite: The future sustainable biomaterial. *International Journal of Biomaterials*, 2022, Article ID 8401528, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8401528>
10. Мисников О.С., Пухова О.В., Черткова Е.Ю. (2015). Физико-химические основы торфяного производства. *Учебное пособие*, Тверской государственный технический университет (ТвГТУ) Минобрнауки России, 167 с.
11. Пасынкова М. В. (1974). Зола углей как субстрат для выращивания растений / М. В. Пасынкова // Растения и промышленная среда / МВ и ССО РСФСР, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. — Свердловск : УрГУ, — Сб. 3. — С. 29-44.
12. ГОСТ 32496-2013 «Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия»
13. Ранчева Ц. (1990). Интенсивное производство шампиньонов. Москва. *Агропромиздат* (191) с.
14. Хакимов, А. А., Исмаилов, А. А., & Мурадуллаева, М. Ш. (2018). Выбор покровных почв для выращивания шампиньона *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, 1946. *Бюллетень науки и практики*, 4(1), 64–70. <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-pokrovnyh-pochv-dlya-vyraschivaniya-shampinona-agaricus-bisporus-j-e-lange-imbach-1946>
15. Gerrits, J. P. G. (1974). Development of a synthetic compost for mushroom growing based on wheat straw and chicken manure. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 22, 175–194. <https://doi.org/10.18174/njas.v22i3.17221>
16. Aydoğdu, M. (2024). Efficacy of disinfectants and heat treatments against green mould in casing soil and button mushroom (*Agaricus bisporus*) yield. *Phytoparasitica*, 52(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01168-0>

17. Щербакова Л.А. (2019). Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилюринов. Сельскохозяйственная биология, том 54, ¹ 5, (с. 875-891).
18. Тарасов С.И., Кузнецова Л.М. (2012). Нормативные требования к торфам сельскохозяйственного использования. Агрохимический вестник №3 (с. 13-16).
19. Худайгулова В. И., Харина Г. В. (2022). **Анализ экологических проблем угольных ТЭС в Свердловской области.** Сборник материалов Пятой Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых учёных и студентов «Экологическая безопасность в техносферном пространстве» Екатеринбург. (с.341-347).
20. Рамазанова Р.К., Кекилбаева Г.Р., Кенжегулова С.О. (2015). Оценка современного экологического состояния почвенного и растительного покрова в зонах интенсивного промышленного производства на юге и юго-востоке Казахстана. Научные исследования: от теории к практике, 1 (2 (3)), (с.32-37). Чебоксары: ООО СКК «Интерактив плюс».

References

1. ReportLinker. (2023). Global truffles and mushrooms production by country. Retrieved from <https://www.reportlinker.com/statistics/production/global-truffles-and-mushrooms-production>
2. Dikeman, C. L., Bauer, L. L., Flickinger, E. A., & Fahey, G. C. (2005). Effects of stage of maturity and cooking on the chemical composition of selected mushroom varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(4), 1130–1138. <https://doi.org/10.1021/jf048541l>
3. Aleksandrova E. G., (2019). Formirovanie urozhajnosti i kachestva gribov shampin'ona dvusporovogo (*Agaricus bisporus*) pri promyshlennom kul'tivirovanii na sinteticheskom substrate s primeneniem organicheskikh dobavok i biopreparatov. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skhozjajstvennyh nauk. Ministerstvo S. H. Rossijskoj Federacii FGBOU VO Samarskij Gosudarstvennyj Agrarnyj universitet. Kinel' (204 s.)
4. Pardo-Giménez, A., Pardo González, J. E., & Zied, D. C. (2017). Casing materials and techniques in *Agaricus bisporus* Cultivation. In C. Z. Diego & A. Pardo-Giménez (Eds.), Edible and Medicinal Mushrooms (pp. 183–202). <https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch7>
5. Kurtzman, R. H., Jr. (2004). Casing properties: required, desired and beliefs. International Journal of Mushroom Science.
6. Kalberer, P. P. (1991). Water relations of the mushroom culture *Agaricus bisporus*: Influence on the crop yield and on the dry matter content of the fruit bodies. Mushroom Science, 13(1), 269–274. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19920315413>
7. Kurtzman, R. H., Jr. (1995). *Agaricus bisporus* (Lge.) Imb. casing layer II: Porosity, the most important character. International Journal of Mushroom Science, 1, 11–17. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19950315376>
8. Safraj, A. I. (2010). Simptomy, rasprostranenie i kontrol' suhoj gnili na shampin'onnoj ferme. Shkola gribovodstva, (5), 10–13.
9. Alemu, D., Tafesse, M., & Mondal, A. K. (2022). Mycelium-based composite: The future sustainable biomaterial. International Journal of Biomaterials, 2022, Article ID 8401528, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8401528>
10. Misnikov O.S., Puhova O.V., Chertkova E.Ju. (2015). Fiziko-himicheskie osnovy torfjanogo proizvodstva. Uchebnoe posobie, Tverskoj gosudarstvennyj tehnikeskij universitet (TvGTU) Minobrnauki Rossii, 167 s.
11. Pasyukova M. V. (1974). Zola uglej kak substrat dlja vyrashhivaniya rastenij / M. V. Pasyukova // Rasteniya i promyshlennaja sreda / MV i SSO RSFSR, Ural. gos. un-t im. A. M. Gor'kogo. — Sverdlovsk : UrGU, — Sb. 3. — S. 29-44.
12. GOST 32496-2013 «Zapolniteli poristye dlja legkih betonov. Tehnicheskie uslovija»
13. Rancheva C. (1990). Intensivnoe proizvodstvo shampin'onov. Moskva. Agropromizdat (191) s.

14. Hakimov, A. A., Ismailov, A. A., & Muradullaeva, M. Sh. (2018). Vybora pokrovnykh pochv dlya vyrashhivaniya shampin'ona *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, 1946. *Bulleten' nauki i praktiki*, 4(1), 64–70. <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-pokrovnyh-pochv-dlya-vyrashhivaniya-shampinona-agaricus-bisporus-j-e-lange-imbach-1946>
15. Gerrits, J. P. G. (1974). Development of a synthetic compost for mushroom growing based on wheat straw and chicken manure. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 22, 175–194. <https://doi.org/10.18174/njas.v22i3.17221>
16. Aydoğdu, M. (2024). Efficacy of disinfectants and heat treatments against green mould in casing soil and button mushroom (*Agaricus bisporus*) yield. *Phytoparasitica*, 52(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s12600-024-01168-0>
17. Shherbakova L.A. (2019). Razvitie rezistentnosti k fungicidam u fitopatogennykh gribov i ih hemosensibilizatsiya kak sposob povysheniya zashhitnoy jeffektivnosti triazolov i strobilurinov. *Sel'skhozajstvennaja biologiya*, tom 54, ¹ 5, (s. 875-891).
18. Tarasov S.I., Kuznecova L.M. (2012). Normativnye trebovaniya k torfam sel'skhozajstvennogo ispol'zovaniya. *Agrohimicheskij vestnik* №3 (s. 13-16).
19. Hudajgulova V. I., Harina G. V. (2022). Analiz jekologicheskikh problem ugol'nyh TJeS v Sverdlovskoj oblasti. *Sbornik materialov Pjatoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej, molodyh uchjonyh i studentov «Jekologicheskaja bezopasnost' v tehnosfernom prostranstve» Ekaterinburg*. (s.341-347).
20. Ramazanova R.K., Kekilbaeva G.R., Kenzhegulova S.O. (2015). Ocenka sovremennogo jekologicheskogo sostojaniya pochvennogo i rastitel'nogo pokrova v zonah intensivnogo promyshlennogo proizvodstva na juge i jugo-vostoke Kazahstana. *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike*, 1 (2 (3)), (s.32-37). *Cheboksary: OOO SKK «Interaktiv pljus»*.

Ш.А. Альпейсов^{1*}, А.В Коржиков², Г.Б. Ильмалиева³, Ж. Рамазанқызы⁴

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, sh.alpeisov1960@gmail.com**

²*ТОО «Рийк Цваан», Алматы, Казахстан, korand07@mail.ru*

^{3,4}*«Urban Group» LLP, Алматы, Казахстан, Ilmalieva_g@mail.ru, ramazan@mail.ru*

ШАМПИНЬОННЫҢ (*AGARICUS BISPORUS*) ӨНІМДІЛІГІНЕ ЖАБЫН ҚАБАТЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі кезде Қазақстанда саңырауқұлақ өсіру, оның ішінде шампиньон өсіру ісі қарқынды дамып келеді. Саңырауқұлақтарды өндіру үшін республикада айтарлықтай ресурстар мен шикізат базасы бар, оның ішінде ауыл шаруашылығы өндірісі мен тамақ өнеркәсібінің қайта өңдеу өнімдерінің қалдықтарынан тұрады. Алайда, шампиньон өндірісінің толық циклі үшін әлемдік тәжірибеде субстратқа жабын қабатын салу үшін сфагна шымтезегі қолданылады, бірақ Қазақстанда оның айтарлықтай қоры жоқ. Ресей мен Батыс Еуропа елдерінен импорт үлкен шығындарға әкеледі.

Біздің зерттеуіміздің мақсаты шымтезектің орнын баса алатын әртүрлі материалдарды сынау болды. Ең арзан сусымалы субстанциялар алынды. Ең перспективалы болып табылды тас көмір шлагы және керамзит үгіндісі, олардың қоры республикада іс жүзінде шектелмеген. Шампиньон өсіру үшін жабын материалы ретінде әртүрлі субстраттардың жарамдылығын зерттеу кезінде тас көмір шлагы мен керамзит үгіндісі қымбат тұратын сфагна шымтезегінің жақсы алмастырушысы болып табылады және Қазақстанда саңырауқұлақ өндірісінде қолданылуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады. Зерттеулер көрсеткендей, оларды дұрыс пайдаланғанда аудан бірлігінен саңырауқұлақ өнімі шымтезек пен бор қоспасынан тұратын жабын қабатынан кем болмайды.

Кілт сөздер: шампиньондар, субстрат, жабынды қабат, шымтезек, тас көмір шлагы, керамзит үгіндісі, дефекациялық балшық.

Alpeisov^{1*}, A.V. Korzhikov², G.B. Ilmaliyeva³, Zh. Ramazanqyzy⁴

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
sh.alpeisov1960@gmail.com*

² Riyik Tsvaan LLP, Almaty, Kazakhstan, korand07@mail.ru

^{3,4} "Urban Group" LLP, Almaty, Kazakhstan, Ilmalieva_g@mail.ru, ramazan@mail.ru

INFLUENCE OF THE COATING LAYER ON THE PRODUCTIVITY OF SHAMPINON (AGARICUS BISPORUS)

Abstract

Currently, mushroom farming, particularly the cultivation of champignons, is actively developing in Kazakhstan. For the production of mushrooms, the republic has significant resources and a raw material base, including those consisting of the waste products of agricultural production and the food industry. However, for the full cycle of champignon production, sphagnum peat is used in world practice to cover the substrate, but Kazakhstan does not have any significant reserves of it. Import from Russia and Western European countries leads to significant expenses.

The purpose of our research was to test various materials that could potentially replace peat. The most available bulk substances were taken. The most promising were coal slag and expanded clay aggregate, the reserves of which in the republic are practically unlimited. When conducting research on the suitability of various substrates as cover material for growing champignons, it can be concluded that coal slag and expanded clay crumbs are good substitutes for expensive sphagnum peat and can be used in mushroom production in Kazakhstan. Studies have shown that when they are used correctly, the mushroom yield per unit area will not be lower than the cover layer consisting of a mixture of peat and chalk.

Key words: mushrooms, substrate, covering layer, peat, coal slag, expanded clay crumbs, defecation mud.

Вклад авторов

Ш.А. Альпейсов: первоначальное написание статьи, методология

А.В. Коржиков: обзор и редактирование, администрирование

Г.Б. Ильмалиева: приобретение финансирования, ресурсы

А.А. Азизов: концептуализация, курирование данных

Ж. Рамазанқызы: формальный анализ, редактирование

МРНТИ 68.35.29

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/34>

Б.М. Башабаева, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов,
К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и
растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru,
alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru,
mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru*

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Повышение качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы остаётся приоритетным направлением современной селекции. В условиях ужесточения требований со стороны

пищевой промышленности и потребительского рынка особенно актуальна разработка форм с улучшенными хлебопекарными свойствами и стабильными технологическими показателями. В этом аспекте ключевое значение приобретают генетические ресурсы, обладающие широкой вариабельностью биохимических и физико-химических характеристик.

В данной работе представлены результаты изучения 127 образцов яровой пшеницы 4-х международных питомников CIMMYT (3-4 HZWYT; 14-15 HZWYT-EM), сформированными скороспелым материалом с высоким содержанием цинка (Zn).

Полевые и лабораторные испытания проводились на базе ТОО «КазНИИЗиР», где на фоне образцов, отобранных по продуктивности и устойчивости к видам ржавчины, оценивались технологические показатели качества зерна и муки: натура, содержание белка и клейковины, стекловидность, индекс деформации клейковины (ИДК), седиментация.

Выделено шесть продуктивных форм ($\geq 55,0$ ц/га) с высокими хлебопекарными качествами, устойчивые к бурой и жёлтой ржавчинам, которые рекомендованы для использования в селекционных программах, направленных на создание качественных сортов яровой пшеницы адаптированных к условиям возделывания в РК.

Ключевые слова: яровая пшеница, технологическое качество зерна, продуктивность, устойчивость к болезням.

Введение

Яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из ведущих зерновых культур Республики Казахстан и занимает около 12,1 млн га, что составляет свыше 93 % от всей площади посевов пшеницы в Казахстане (<https://stat.gov.kz>), а её качественные характеристики во многом определяют эффективность и стабильность хлебопекарной промышленности.

Длительное возделывание мягкой пшеницы и направленная селекция на продуктивность привели к сужению её генофонда по признакам устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам и качеству зерна [1,2]. Так, внедрение высокоурожайных короткостебельных сортов сопровождалось снижением питательной ценности зерна - в зерне значительно уменьшилось содержание цинка, железа, меди и магния [3], селена (Se), йода и др.элементов, которые играют ключевую роль в обеспечении полноценного питания человека. Применение удобрений, пестицидов и регуляторов роста также способствовало снижению уровня макро- и микроэлементов в зерне [4]. Их дефицит остаётся актуальной проблемой во многих странах, особенно в регионах, где в рационе преобладают зерновые [5,6]. Важной задачей современной селекции является создание сортов пшеницы и продуктов её переработки с повышенным содержанием биодоступных микроэлементов и пониженным уровнем антинутриентов. Для решения данной проблемы применяются методы классической селекции, межвидовой гибридизации, а также современные биотехнологические подходы [7,8].

Генетическое разнообразие представляет собой стратегически важный ресурс, служит основой создания сортов с улучшенными агрономическими и качественными признаками. Для успешной селекции необходим широкий скрининг генетических ресурсов по совокупности признаков технологического качества зерна на уровне высокой продуктивности.

Цель исследования – технологическая оценка качества зерна образцов яровой пшеницы международного сортоиспытания (CIMMYT) с высоким содержанием цинка, адаптированных к условиям Юго-востока Казахстана.

Методы и материалы

Материалом для проведения исследований послужила коллекция 127 скороспелых образцов яровой мягкой пшеницы международного сортоиспытания 4-х питомников CIMMYT (Мексика) с высоким содержанием цинка: 1) 3-4 HZWYT-EM; 2) 14-15 HZWYT.

Полевые исследования проведены в 2023-2024 гг. в предгорной зоне Зайлийского Алатау (Юго-восток РК) на опытном стационаре лаборатории генофонда ТОО «КазНИИЗиР» (43°15' с.ш., 76°54' в.д., 740 м над уровнем моря). Метеорологические данные фиксировались с использованием автоматической метеостанции института. Методика НИР была основана на

методических указаниях, стандартах и протоколах по изучению, характеристике и поддержке генетических ресурсов зерновых культур [9-13]. В качестве стандартов использовались районированные на Юго-востоке РК высококачественные сорта яровой пшеницы - **Казахстанская 3** и **Казахстанская 4**.

Лабораторные анализы выполнены в 2024 году на базе аккредитованной лаборатории ТОО «КазНИИЗиР» (аттестат № KZ.T.04.1405 от 29.11.2023 г.), соответствующей требованиям стандарта **ГОСТ ISO/IEC 17025-2019**. Анализ качества зерна и муки включал определение следующих показателей: содержание сырого протеина и сырой клейковины, физико-химические свойства муки (упругость, растяжимость), натура, стекловидность, показатель седиментации.

Оценка показателей клейковины, протеина, упругости теста и других технологических характеристик проводилась в соответствии с утверждёнными методиками [14] и техническими условиями (Нур-Султан, 2021), основанными на следующих нормативных документах: **ГОСТ 13586.1–2014** – определение количества и качества клейковины; **ГОСТ 10846–91** – определение содержания сырого протеина; **ГОСТ 28795–90 / ISO 5530–4:1983** – определение физико-механических свойств муки с использованием альвеографа; **ГОСТ 10840–2017** – определение натуры зерна; **ГОСТ 10987–76** – оценка стекловидности; **ISO 5529:1992** – проведение седиментационного теста по методу Зелени. Для определения линейной связи между количественными показателями опыта проведена оценка критериев корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение

Предгорная зона Заилийского Алатау (Юго-восток Казахстана) характеризуется климатической неоднородностью: от резко континентального климата в горах до умеренного в предгорьях. В последние десятилетия выявлена устойчивая тенденция к повышению среднегодовых температур воздуха в Алматинской области в зимний период 0,23...0,25°C (Сальников В.Г. и др., 2014) [15]. Изменение климата сделало возможным проведение посева яровой пшеницы на Юге и Юго-востоке Казахстана в марте месяце, увеличивая тем самым вегетационный период возделывания культуры и уровень её продуктивности.

Климатические условия вегетационного периода 2023 и 2024 годов отличались выраженным повышением температурного фона и неравномерным распределением осадков по месяцам. В 2023 году средняя температура за сезон составила +19 °C, что на 2,4 °C превышает среднемноголетнюю норму (16,6 °C). Наиболее высокие отклонения фиксировались в июне и июле. Суммарное количество осадков за вегетационный период составило 284 мм, что соответствует лишь 67% климатической нормы (426 мм), особенно критичным был июнь с осадками 4,3 мм. Такие условия способствовали формированию теплового и водного стресса, особенно в фазах колошения и налива зерна, что подтверждается данными сравнительного анализа (таблица 1).

В 2024 году температурный режим также оставался выше нормы (средняя температура 18,5 °C), особенно в апреле, июне и августе, что могло ускорить развитие растений. В отличие от 2023 года, сезон характеризовался повышенной влажностью: общее количество осадков составило 488 мм, превысив норму на 62 мм, главным образом за счёт осадков в марте, мае и особенно в июле. Такое сочетание температурного режима и достаточного увлажнения могло благоприятно повлиять на рост и развитие растений в период активной вегетации.

Сравнение с среднемноголетними климатическими показателями позволило выявить экстремальность погодных условий обоих сезонов и подчеркнуть значимость подбора селекционного материала с высокой адаптивностью, засухоустойчивостью и устойчивостью к болезням, что особенно актуально в условиях нарастающей климатической нестабильности и при районировании новых сортов.

Таблица 1 - Среднемесячные температуры воздуха и количество осадков в вегетационный период в 2023–2024 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями

	Вегетационный период	Месяцы						За сезон
		март	апрель	май	июнь	июль	август	
Среднемноголетние значения температуры, °С		4.4	10.9	16.8	21.2	23.7	22.9	16,6
Среднесуточная температура воздуха, °С	2023	8.4	11.9	17.2	24.6	27.1	24.9	19,0
	2024	5.4	12.8	17.6	24.5	25.0	25.9	18,5
Среднемноголетние значения осадков, мм		65.6	110.6	98.4	59.9	56.9	34.8	426
Кол-во атмосферных осадков, мм	2023	61.2	68.2	43.4	4.3	33.6	72.9	284
	2024	135.5	111.3	121.2	19.7	85.2	25.1	488

В рамках полевых исследований 2023-2024 гг. фенотипированием были охвачены признаки адаптивности (продолжительность вегетационного периода, высота растений, устойчивость к болезням, продуктивность), таблица 2. Период до колошения (ПДК, дн.) скороспелых форм составил 52-54 дня (ST - 53-59 дн.). Высота растений колебалась от 70 до 80 см (ST - 100-105 см). Почти все линии проявили устойчивость к бурой ржавчине (LR). По жёлтой ржавчине (YR) большинство генотипов также были устойчивыми (YR - 10-20) на фоне неустойчивых стандартов (ST - S-60-80). Септориоз (ST) оказался более распространённым: поражение составило от 5 до 8 баллов. Урожайность варьировала в широких пределах – от 20,8 до 55,25 ц/га. Выделено 23 образца по продуктивности, превысивших стандартные сорта на $\geq 10,0$ % при НСР_{0,95} - 10,25.

Выделенные образцы сочетали высокую продуктивность с устойчивостью к видам ржавчины. **Статистически достоверные различия указывает на высокий адаптивный селекционный потенциал выделенных форм.**

Оценка технологических качеств зерна включала - натуру, стекловидность, содержание протеина и клейковины, индекс деформации клейковины (ИДК), седиментацию (таблица 3). Показатель **натуры зерна**, характеризующий его выполненность и плотность, варьировал от 724 до 778 г/л, в среднем - около 757 г/л. 93 % линий отнесены ко 2-3 классу качества, 7 % - к 4 классу, что подтверждает высокую пригодность к переработке. Максимальные значения отмечены у образцов SHAKTI//2*ONIX... (778 г/л), DANPHE #1*2/3/T... (776 г/л), VILLA JUAREZ F2009... (773 г/л), при показателе **натуры зерна** - **768 г/л у стандарта Казахстанская 4**. Стекловидность составила в среднем 59 % (ST - 65 %). Более 50 % образцов отнесены к 1 классу.

Таблица 2 – Урожайность и устойчивость к болезням коллекций селекционных образцов яровой мягкой пшеницы

№ п/п	Образцы	Дата колоше- ния	ПДК, дни	Высота растени- я	Устойчивость % / балл			Урожай- ность, ц/га	% превыш- ения
					YR	LR	ST		
14-15 HZWYT									
1	ST- Казахстанская 4	05.06	54	105	40MS	60S	6	23,04	-
2	MANKU/3/PAURAQ...	05.06	54	75	0	0	7	34,78	15,0
3	BL 1724*2/3/T.DICOC...	04.06	53	75	0	0	7	36,09	15,6
4	KACHU*2/5/WBLL1*...	06.06	55	80	0	0	6	47,39	20,5
5	SUP152/3/IWA 8600211...	04.06	53	80	0	0	7	39,57	17,2
6	PBW343*2/KUKUNA...	05.06	54	80	0	0	7	43,48	18,8
7	KATERE/BORL14/3...	08.06	57	75	20MR	0	7	39,57	17,2
8	VALI/MAYIL//MANKU...	05.06	54	75	0	0	7	37,39	16,2
9	SHALIK #2	06.06	55	70	0	0	7	43,04	18,7
10	SHAKTI//2*ONIX...	07.06	56	75	0	0	7	36,96	16,0
11	WHEAR/KIRITATI...	05.06	54	75	0	0	7	29,57	12,8

12	MICH95.3.1.4/HUW468...	07.06	56	80	0	0	5	32,61	14,2
13	VILLA JUAREZ F2009...	06.06	55	80	0	0	8	46,09	20,0
14	SHAKTI/2*BORL14/3...	04.06	53	75	0	0	8	33,91	14,7
3-4 HZWYT-EM									
1	ST- Казахстанская 3	10.06	59	100	30MS	80S	7	33,34	-
2	MANKU/3/PAURAQ...	06.06	55	75	0	0	8	52,45	15,7
3	DANPHE #1*2/3/T...	03.06	52	80	0	0	8	52,11	15,6
4	COAH90.26.31/4/2*...	04.06	53	75	0	0	8	36,5	10,9
5	DANPHE #1*2/3/T...	06.06	55	80	20MR	0	7	35,75	10,7
6	DANPHE #1*2/3/T.D...	04.06	53	80	0	0	7	54,24	16,3
7	QUAIU #1/3/T.DICOCCON...	05.06	54	85	0	0	6	55,25	16,6
8	68.111/RGB-U//WARD/3...	04.06	53	80	10MR	0	7	38,67	11,6
9	SUP152/3/IWA 8600211...	05.06	54	80	0	0	6	50,83	15,2
10	TRAP#1/BOW/3/VEE/PJN...	04.06	53	75	10MR	0	6	35,78	10,7
11	KOKILA/4/WHEAR/...	05.06	54	70	0	0	5	42,15	12,6
	HCP _{0,95}							10,25	

Таблица 3 – Анализ технологических показателей качества зерна коллекции образцов яровой пшеницы (урожай 2024 г.)

№ п/п	Образцы	Натура, г/л	Стекловидность, %	Протеин, %	Клейковина, %	ИДК, ед.	Седиментация, сек
1	2	3	4	5	6	7	8
14-15 HZWYT							
1	ST- Казахстанская 4	768	65	16,1	32,4	100	56
2	MANKU/3/PAURAQ...	743	55	18,0	41,2	105	63
3	BL 1724*2/3/T.DICOC....	741	58	17,7	36,2	100	57
4	KACHU*2/5/WBLL1*...	753	58	19,2	47,2	110	42
5	SUP152/3/IWA 8600211...	747	58	18,6	40,1	80	63
6	PBW343*2/KUKUNA....	754	61	18,1	41,7	105	49
7	KATERE/BORL14/3....	752	61	19,6	46,7	120	51
8	VALI/MAYIL//MANKU...	769	59	18,2	46,6	120	64
9	SHALIK #2	741	59	18,7	45,7	110	55
10	SHAKTI//2*ONIX...	778	60	18,3	40,1	105	60
11	WHEAR/KIRITATI...	751	60	20,6	47,2	110	77
1	2	3	4	5	6	7	8
12	MICH95.3.1.4/HUW468...	724	59	20,7	45,8	90	67
13	VILLA JUAREZ F2009...	773	61	17,4	37,2	85	73
14	SHAKTI/2*BORL14/3...	754	60	19,4	42,5	85	72
3-4 HZWYT-EM							
1	ST- Казахстанская 4	768	65	16,1	32,4	100	56
2	MANKU/3/PAURAQ	735	59	16,6	39,9	100	59
3	BECARD/QUAIU #1	746	60	17,9	43,1	115	52
4	DANPHE #1*2/3/T...	765	61	17,5	37,7	95	59
5	COAH90.26.31/4/2*...	750	59	20,8	49,2	105	57
6	DANPHE #1*2/3/T...	776	57	17,6	39,8	95	70
7	DANPHE #1*2/3/T.D...	760	59	21,4	46,3	85	79
8	QUAIU #1/3/T.DICOCCON	762	61	17,1	40,4	85	61
9	68.111/RGB-U//WARD/3...	748	58	18,5	43,1	95	57
10	KACHU*2/5/WBLL1*2...	754	57	19,0	44,9	95	62
11	SUP152/3/IWA 8600211...	775	59	19,7	43,0	80	73
12	VILLA JUAREZ F2009...	746	57	20,3	50,4	100	53
13	TRAP#1/BOW/3/VEE/PJN.	757	57	17,9	44,8	110	66
14	KOKILA/4/WHEAR/...	756	61	20,4	48,6	105	45

Содержание протеина варьировало от 16,1 до 21,4 % (в среднем 18,7 %), ST - 16,1 %. Максимальные значения показали образцы DANPHE #1*2/3/T.D... (21,4 %), COAH90.26.31/4/2*... (20,8 %), SUP152/3/IWA 8600211... (20,7 %) и KOKILA/4/WHEAR/... (20,4 %). Все исследуемые образцы (100 %) отнесены к **1 классу**, что подчёркивает их

высокую питательную ценность и потенциал для применения в пищевой и хлебопекарной промышленности. Содержание сырой клейковины колебалось от 36,2 % до 50,4 % (VILLA JUAREZ F2009...), ST - 32,4%, при среднем уровне по материалу 43–44 %. Высокие значения содержания клейковины (более 47 %) зафиксированы у KACHU*2/5/WBLL1*..., WHEAR/KIRITATI... и COAH90.26.31/4/2*..., что указывает на качественный клейковинный комплекс. Все исследованные образцы (100 %) отнесены к **1 классу качества**, что указывает на высокое содержание белковых фракций, формирующих прочный и эластичный клейковинный каркас - важный критерий при производстве хлеба и других мучных изделий.

Показатель **ИДК** варьировал от 80 до 120 единиц, в среднем 99. Значения ≥ 115 (повышенная упругость) зафиксированы у образцов BECARD/QUAIU #1, KATERE/BORL14/3... и VALI/MAYIL/MANKU... Оптимальный диапазон 90-110 представлен у большинства линий. В питомнике 14-15 HZWYT преобладали образцы с мягкой клейковиной (58 % - 4-й класс), в то время как в питомнике 3-4 HZWYT-EM образцы чаще соответствовали 2-му и 3-му классам. Показатель седиментации варьировал от 42 до 79 мл. Наивысшее значение показали образцы DANPHE #1*2/3/T.D... (79 мл), DANPHE #1*2/3/T.D... (70 мл) и MANKU/3/PAURAQ... (63 мл). Высокие значения указывают на качественную белковую структуру и хлебопекарный потенциал.

Оцененные селекционные линии демонстрируют широкий спектр варьирования по технологическим показателям. Особый интерес представляют образцы MANKU/3/PAURAQ..., KOKILA/4/WHEAR/..., WHEAR/KIRITATI..., сочетающие высокий протеин и клейковину с умеренными значениями ИДК, обеспечивающими оптимальные реологические свойства теста. В сочетании с высокой устойчивостью к болезням они являются ценными источниками для выведения продуктивных и устойчивых сортов, адаптированных к агроэкологическим условиям Юго-Восточного Казахстана.

Высокую хлебопекарную ценность продемонстрировал образец DANPHE #1*2/3/T.D..., который при максимальном значении протеина (21,4 %) и клейковины (46,3 %) имел высокую натуру (760 г/л) и седиментацию (79 мл). Высоким потенциалом по совокупности признаков обладали образцы - VILLA JUAREZ F2009..., KOKILA/4/WHEAR/..., COAH90.26.31/4/2*... и KACHU*2/5/WBLL1*..., сочетающие высокие уровни белка с устойчивыми значениями седиментации - ключевыми показателями хлебопекарного потенциала, что указывает на возможность их использования в качестве родительской формы в селекционных программах улучшения культуры. Проведенными исследованиями определены перспективные образцы по совокупности признаков - урожайность, устойчивость к болезням и высокие технологические качества зерна:

- DANPHE #1*2/3/T.D... (протеин 21.4 %, клейковина 46.3 %, урожайность 54.24 ц/га),
- KOKILA/4/WHEAR/... (протеин 20.4 %, клейковина 48.6 %, урожайность 42,15 ц/га),
- KACHU*2/5/WBLL1*... (протеин 19.2 %, клейковина 47.2 %, урожайность 47,39 ц/га),
- WHEAR/KIRITATI... (протеин 20.6 %, клейковина 47.2 %, урожайность 29,57 ц/га),
- MICH95.3.1.4/HUW468... (протеин 20.7 %, клейковина 45.8 %, урожайность 32,61 ц/га),
- VILLA JUAREZ F2009... (протеин 17.4 %, клейковина 37.2 %, урожайность 46,09 ц/га).

Установлена средняя положительная связь между урожайностью и седиментацией ($r = 0,59$), сильная положительная корреляция между протеином и седиментацией ($r = 0,72$), а также умеренная связь между содержанием протеина и клейковины ($r = 0,54$). Эти взаимосвязи указывают на возможность комплексного отбора генотипов с высокой продуктивностью и хорошими хлебопекарными свойствами, таблица 4.

Таблица 4 - Коэффициенты корреляции между показателями продуктивности для 10 лучших селекционных образцов яровой пшеницы

Показатели	Коэффициент корреляции, r	Характер взаимосвязи
Урожайность ↔ Седиментация	0.59	Средняя положительная связь
Протеин ↔ Седиментация	0.72	Сильная положительная связь
Протеин ↔ Клейковина	0.54	Умеренная положительная связь

Выводы

Полученные результаты демонстрируют наличие в международной коллекции CIMMYT адаптивных, устойчивых и качественных генотипов, обладающих значительным потенциалом для использования в региональных селекционных программах по созданию сортов, устойчивых к стрессовым факторам и удовлетворяющих требованиям перерабатывающей промышленности.

В результате комплексной оценки селекционных образцов яровой мягкой пшеницы, выделены образцы, обладающие высокой урожайностью (до 55,25 ц/га), устойчивостью к бурой и желтой ржавчине, а также улучшенными технологическими качествами зерна. Наиболее перспективными по совокупности признаков признаны образцы DANPHE #1*2/3/T.D..., QUAIU #1/3/T.DICOCCON..., KACHU*2/5/WBLL1*..., KOKILA/4/WHEAR/..., WHEAR/KIRITATI..., MICH95.3.1.4/HUW468.... Урожайность этих образцов статистически достоверно превышала показатели стандартов, что подтверждено значением НСР_{0,95} - 10,25 ц/га. Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь между урожайностью и седиментацией ($r = 0,59$), сильную положительную связь между содержанием протеина и седиментацией ($r = 0,72$), а также умеренную корреляцию между протеином и клейковиной ($r = 0,54$). Это подтверждает возможность комплексного отбора генотипов с высоким уровнем продуктивности и хлебопекарного качества.

Благодарность. Работа выполнена в рамках 267 бюджетной программы «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» Министерства сельского хозяйства РК по программе **BR22885305** «Селекционно-генетическая технология развития систем долгосрочного хранения, восстановления, мониторинга и рационального использования агробиоразнообразия, как базовой основы улучшения селекционных программ РК» на 2024-2026 годы.

Список литературы:

- 1 Sehgal D., Autrique J.E., Singh R. et al. (2016). Identification of genomic regions for grain zinc and iron concentrations using a wheat association mapping panel. *PLoS ONE*, 11(7): e0158046. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158046>
- 2 Pototskaya I.V., Litvinenko T.A., & Krasilnikov A.A. (2021). Genetic diversity and nutritional value of wheat grain: modern trends. *Agricultural Biology*, 56(3), 437–449. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.3.437eng>
- 3 Fan M.S., Zhao F.J., Fairweather-Tait S.J. et al. (2008). Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22(4), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- 4 Abugalieva A., Savin T., Chakmak I., Kozhakhmetov K., Chudinov V., Morgunov A. Grain mineral composition of introgressive wheat-wild forms in breeding of spring wheat on the nutritional properties. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, Vol.1, P.27–38. <https://journals.nauka-nanrk.kz/agriculture/article/view/1326>
- 5 Morgounov A., Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A. et al. (2007). Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica*, 155, 193–203. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9321-2>

- 6 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 7 Zhao F.J., & McGrath S.P. (2009). Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(3), 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.008>
- 8 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 9 *Scientific Management of germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement*. - IPGRI, 1998.
- 10 Прескотт Дж. М., П.А. Буркетт Е.Е., Сари Е.Е. и др. Руководство для полевого определения «Болезни и вредители пшеницы» // ГТЦ-СИММИТ. – 2002. - 135 с.
- 11 Койшибаев М. *Болезни пшеницы*, ФАО/СИММИТ. – 2018. - 365 с.
- 12 *Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы*. – Л.: тип. ВИР, 1973.
- 13 Дубекова С.Б., Сарбаев А.Т., Есимбекова М.А., Есеркенов А.К. Күздік бидай сортүлгілерінің тауарлы қасиеттері (P. Striiformis F. SP. Triticum; P. Triticum F. SP. Triticum) төзімділігін иммунологиялық бағалау. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. 2023, №4 (100) 120-129. <https://doi.org/10.37884/4-2023/13>
- 14 *Методы оценки качества зерна и продуктов его переработки* / Под ред. В.И. Потапова. – М.: Колос, 2013. – 302 с.
- 15 Сальников В.Г., Садыков Т.А., Кожамбетов А.Ж. и др. *Агроклиматические ресурсы и тенденции изменения климата на юго-востоке Казахстана*. Алматы: Гидрометеоиздат, 2014. — 204 с. ISBN: 978-601-7035-01-4

References:

- 1 Sehgal D., Autrique J.E., Singh R. et al. (2016). Identification of genomic regions for grain zinc and iron concentrations using a wheat association mapping panel. *PLoS ONE*, 11(7): e0158046. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158046>
- 2 Pototskaya I.V., Litvinenko T.A., & Krasilnikov A.A. (2021). Genetic diversity and nutritional value of wheat grain: modern trends. *Agricultural Biology*, 56(3), 437–449. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.3.437eng>
- 3 Fan M.S., Zhao F.J., Fairweather-Tait S.J. et al. (2008). Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 22(4), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- 4 Abugalieva A., Savin T., Chakmak I., Kozhakhmetov K., Chudinov V., Morgunov A. Grain mineral composition of introgressive wheat-wild forms in breeding of spring wheat on the nutritional properties. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agricultural Sciences*, 2019, Vol.1, P.27–38. <https://journals.nauka-nanrk.kz/agriculture/article/view/1326>
- 5 Morgounov A., Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A. et al. (2007). Iron and zinc grain density in common wheat grown in Central Asia. *Euphytica*, 155, 193–203. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9321-2>
- 6 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 7 Zhao F.J., & McGrath S.P. (2009). Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(3), 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.008>
- 8 Shukla A., Srivastava R., Sahi U.P. et al. (2018). Biofortification of cereals to overcome hidden hunger: Key challenges and way forward. *Current Science*, 115(11), 2135–2142. <https://www.jstor.org/stable/26763301>
- 9 *Scientific Management of germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement*. -

IPGRI, 1998.

10 Preskot Dzh.M., Burkett P.A., Sari E.E. i dr. Rukovodstvo dlya polevogo opredeleniya «Bolezni i vrediteli pshenitsy». GTTS-SIMMIT, 2002. 135 s.

11 Koishibaev M. Bolezni pshenitsy. FAO/SIMMIT, 2018. 365 s.

12 Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii pshenitsy. L.: tip. VIR, 1973.

13 Dubekova S.B., Sarbaev A.T., Esimbekova M.A., Yeserkenov A.K. Kүzдіk bidai sortүlgіlerіnің tat auruy qozdyrgыshlaryna (P. striiformis f. sp. tritici; P. triticina f. sp. tritici) tozimdiligin immunologiyalyq baғalau. *Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2023, №4 (100), pp. 120–129. <https://doi.org/10.37884/4-2023/13>

14 Metody otsenki kachestva zerna i produktov ego pererabotki / Pod red. V.I. Potapova. M.: Kolos, 2013. 302 s.

15 Salnikov V.G., Sadykov T.A., Kozhakhmetov A.Zh. and others. Agro-climatic resources and climate change trends in southeastern Kazakhstan. Almaty: Gidrometeoizdat, 2014. - 204 p. ISBN: 978-601-7035-01-4

**Б.М. Башабаева*, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов,
К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Республика Казахстан, bahytgul_1965@mail.ru, alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДА ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СҰРЫПТЫҚ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ САПАСЫН ЖӘНЕ ӨНІМДІЛІГІНІҢ МЫРЫШ МӨЛШЕРІ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Астық сапасын арттыру, әсіресе тамақ өнеркәсібінің өсіп келе жатқан талаптарын ескере отырып, жаздық жұмсақ бидайды таңдаудың басымдылығы болып қала береді. Жақсартылған қасиеттері мен тұрақты технологиялық көрсеткіштері бар формаларды әзірлеу өзекті болып табылады, бұл биохимиялық белгілердің кең өзгергіштігі бар генетикалық ресурстарды пайдалануды талап етеді. 4-ші халықаралық СИММУТ питомнигінен (3-4 HZWYT және 14-15 HZWYT-EM) 127 жаздық бидай үлгілерін бағалау нәтижелері ұсынылған, олардың құрамында мырыш мөлшері жоғары ерте пісетін үлгілер бар. Далалық және зертханалық зерттеулер "ҚазЕӨШҒЗИ" ЖШС базасында жүргізілді және астық пен ұнның технологиялық көрсеткіштерін бағалауды қамтыды: ақуыз, глютен, шыны тәрізділігі. Қазақстанның жағдайына бейімделген селекциялық бағдарламаларға енгізу үшін ұсынылған, жоғары қасиеттері бар қоңыр және сары татқа төзімді 6 жоғары өнімді ($\geq 55,0$ ө/га) нысандар бөлінді.

Кілт сөздер: жаздық бидай, астықтың технологиялық сапасы, өнімділігі, ауруға төзімділігі

**В.М. Bashbayeva*, А. Morgunov, М.А. Yessimbekova А.А. Rsymbetov,
К.В. Mukin, К.В. Dzhenbayeva, А.А. Suraubayeva**

Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, Almalybak settlement, Republic of Kazakhstan, bahytgul_1965@mail.ru, alexey.morgounov@gmail.com, minura.esimbekova@mail.ru, ashat_rsymbetov@mail.ru, mukin2010@mail.ru, karla75@list.ru, Suraubayeva02@bk.ru

ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL QUALITY OF GRAIN AND PRODUCTIVITY OF INTERNATIONAL SPRING WHEAT SAMPLES WITH HIGH ZINC CONTENT IN THE CONDITIONS OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

Abstract

Improving grain quality remains a priority for spring soft wheat breeding, especially given the growing demands of the food industry. The development of molds with improved baking properties

and stable technological parameters is relevant, which requires the use of genetic resources with a wide variability of biochemical characteristics. The results of evaluation of 127 spring wheat samples from 4 international CIMMYT nurseries (3-4 HZWYT and 14-15 HZWYT-EM), including precocious lines with high zinc content, are presented. Field and laboratory studies were conducted on the basis of “Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing” LLP and included an assessment of the technological parameters of grain and flour: nature, protein, gluten, vitreous, IDC and sedimentation. There are 6 highly productive (≥ 55.0 c/ha) forms resistant to brown and yellow rust with high baking properties, recommended for inclusion in breeding programs adapted to the conditions of Kazakhstan.

Keywords: spring wheat, technological quality of grain, productivity, resistance to diseases

Вклад авторов:

Башабаева Бакытгуль Магдановна – В полевых исследованиях участвовала на закладке опыта. В лабораторной части координировала проведение биохимических и технологических анализов. Осуществляла обработку всех экспериментальных данных, интерпретацию результатов и формулирование выводов. Кроме того, автор обеспечивала своевременную подготовку научной статьи, проводила её научную редакцию и оформляла к публикации.

Моргунов Алексей – Автор предоставил селекционные образцы из международных питомников HZWYT и HZWYT-EM, обеспечив тем самым основу для проведения полевых и лабораторных исследований. Также участвовал в планировании эксперимента, координации испытаний селекционных линий в условиях Юго-Восточного Казахстана, обсуждении результатов и научной интерпретации данных.

Есимбекова Минура Ахметовна – Автор обеспечивала обоснование научной новизны полученных результатов, участвовала в комплексном анализе полученных данных.

Рсымбетов Аскат Амангельдиевич - Автор участвовал в разработке методики оценки качества зерна, организации и контроле лабораторных исследований по определению содержания клейковины, протеина, числа падения и других показателей.

Мукин Кадыржан Бакитжанович - Проведение полевых испытаний для оценки урожайности и адаптивности коллекции международных питомников, подготовка посевного материала, закладка селекционных опытов по отбору, браковки, проведение структурного анализа.

Жиенбаева Карлыга Бакытжановна - Изучение коллекции образцов яровой пшеницы. Автор участвовал в закладке полевого опыта, контроле за агротехническими мероприятиями, сборе и первичной обработке фенотипических данных, а также в анализе показателей урожайности, устойчивости к стрессам.

Сураубаева Алина Алибиқызы – Автор проводила лабораторные анализы по определению стекловидности и натуры зерна, осуществляла обработку экспериментальных данных и подготовку таблиц с результатами для включения в публикацию.

Г.Н. Кайрова^{1*}, Г.А. Сулейманова¹, Г.Ж. Жолдасбек¹, Б. Дулат², Д.А. Гриценко²

¹«Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, РК,

²Лаборатория молекулярной биологии, Институт биологии и биотехнологии растений

gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz, gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz,

gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz, bahytalt99@gmail.com, d.kopytina@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ КАРАНТИННЫХ СОРНЯКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Одной из главных причин недостаточно высокой продуктивности растениеводства является засоренность полей сорными растениями. Особенно тревогу вызывает распространение карантинных сорняков, искоренение которых представляет собой наиболее трудно осуществимую задачу. Трудноудноискоренимые и вредоносные карантинные сорняки, такие как горчак ползучий, амброзия полыннолистная и повилика представляют собой серьезную проблему. Поэтому борьба с этими карантинными сорняками является одной из приоритетных задач сельского хозяйства.

В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2024–2025 гг. с целью определения эффективности использования современных гербицидов против распространенных на юго-востоке Казахстана карантинных сорняков. Проводили исследования по изучению биологической эффективности применения современных гербицидов НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л), Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) против горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики полевой.

Применение современных гербицидов НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л) Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в борьбе с карантинными сорными растениями горчаком ползучим, амброзией полыннолистной и повиликой полевой подтверждает свою эффективность как химический метод защиты растений. Показатели биологической эффективности гербицида НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л) против горчака ползучего в норме расхода 2,5 л/га течение всего периода наблюдения составили соответственно 91,0–87,8%, гербицида Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в норме расхода 4 л/га против карантинных сорных растений горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики составили 93,1 и 92,9%, 92,7–100% и 98,0 – 98,8%, соответственно, а гербицида Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) - 92,8–91,8%, 93,9–98,7% и на 98,0 – 98,8%. Своевременное проведение профилактических и защитных мероприятий с применением их в комплексной системе защиты от карантинных сорняков позволит минимизировать ущерб от заболеваний и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Результаты этого исследования будут полезны местным хозяйствующим субъектам в составлении эффективных систем защиты против различных карантинных сорных растений.

Ключевые слова: карантинные сорняки, фитосанитарный контроль, амброзия полыннолистная, горчак ползучий, повилика полевая, распространенность сорняков, борьба с сорняками, гербициды

Введение

Распространение инвазивных растений - одна из серьезнейших проблем современного земледелия и наносящее ущерб местной экосистеме. Карантинные сорняки, проникая на новые территории, не только снижают урожайность, но и негативно влияют на биоразнообразие, пастбищные угодья и здоровье населения. Республика Казахстан, с её

широкими агроэкологическими зонами и растущими объемами международной торговли, подвержена высокому фитосанитарному риску. Согласно Постановлению Правительства РК №1295 от 10 декабря 2002 года, на территории страны официально признаны десятки видов карантинных растений [1].

Амброзия полыннолистная, горчак ползучий, повилика, паразитирующая на травянистой растительности включены в группу ограничено распространенных сорных растений на территории Республики Казахстан.

Согласно исследованиям, проведенным в США, амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*) является одним из наиболее агрессивных видов сорняков, приводящих к аллергическим заболеваниям и сокращению сельскохозяйственного производства. Исследования показали, что за последние 30 лет площадь зараженных территорий в Северной Америке увеличилась более чем на 10 миллионов гектаров [2]. В Казахстане амброзия полыннолистная наносит огромный ущерб сельскому хозяйству, лишая почву влаги и полезных веществ. Кроме того, это еще и мощнейший аллерген.

Горчак ползучий (розовый) – *Leuzea repens* (L.) D.J.N.Hind распространен в Европе (локально в Германии и Польше), Азии (Афганистан, Ирак, Иран, Китай, Монголия, Сирия, Турция), Северной Америке (Канада, США), Австралии. Вид распространен в Европейской части РФ, Украине, Казахстане, Киргизии, Таджикистане, Туркмении, Узбекистане, Азербайджане, Грузии. Произрастает до 50-53° северной широты [3-4]. Сорняк способен засорять посевы практически всех полевых культур, а также произрастает в садах, виноградниках, на лугах и пастбищах, встречается вдоль автомобильных дорог и железнодорожных путей [5].

Повилики (*Cuscuta spp.*) относятся к растению – паразиту, живущей за счет растения-хозяина, нанося существенный вред посевам сельскохозяйственных культур. На заповиличенных полях урожай свеклы снижается на 80%, лука и моркови – на 85%, семян люцерны – на 95% [6]. В период цветения и образования семян у повилики накапливаются ядовитые вещества: алкалоид ускутин и глюкозид конвольвулин. Для борьбы с карантинными сорняками, как показывает опыт зарубежных стран, важным аспектом является разработка интегрированных методов управления. Интегрированное управление вредителями (IPM) подразумевает использование различных подходов в комбинации, включая химические, биологические и механические методы. В Израиле, например, для борьбы с повиликой и другими паразитическими растениями успешно применяются биологические методы, включая использование природных врагов сорняков, таких как насекомые, которые питаются их семенами или частями растения [7].

Тем не менее, несмотря на успешные примеры борьбы с инвазивными растениями, проблема их распространения остаётся актуальной и требует постоянного обновления подходов. Важно, чтобы научные исследования и практические разработки не только позволяли эффективно уничтожать сорняки, но и учитывали возможные экологические последствия, такие как изменения в биоразнообразии.

Самым эффективным способом борьбы с сорной растительностью все еще остается химический. Современные гербициды способны контролировать и уничтожать весь спектр сорных растений [8-9]. Наиболее высокую эффективность при использовании гербицидов и их смесей можно получать только тогда, когда обработка растений проводится в фазе бутонизации – цветения горчака [10].

Для борьбы с сорняками используются различные методы, такие как ручные, механические и химические [11]. На сегодняшний день химический контроль стал предпочтительным и эффективным методом борьбы с сорняками ввиду затрат на рабочую силу и необходимости быстрого контроля над сорняками и повышения сельскохозяйственной продуктивности при меньших затратах [12]. Следовательно, применение гербицидов стало неотъемлемой частью современного сельского хозяйства, играя решающую роль в увеличении производства и сохранении несельскохозяйственных площадей свободными от сорняков [13].

Целью проведенных исследований являлась оценка эффективности ранее не испытанных современных гербицидов против карантинных сорных растений горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики, распространенных на юго-востоке Казахстана.

Методы и материалы

Обследование на выявление горчака ползучего проводили в 9 районах Алматинской и Жетісуской областей маршрутным методом путем прохода по двум диагоналям и четырем сторонам осматриваемого участка. Особенно тщательно обследовали стороны, примыкающие к дорогам, от которых очень часто начинается засорение полей. В результате обследований отмечали характер и степень засорения по трехбалльной шкале [10].

- балл 1 – слабая засоренность – сорняк встречается редко, единичные куртины занимают до 5% площади поля;

- балл 2 – средняя засоренность – сорняк встречается чаще, и куртины занимают 5-25% площади поля и участка;

- балл 3 – сильная засоренность – куртины занимают свыше 25% площади поля.

Мониторинг засорённости земель карантинными сорными растениями осуществляли по общепринятой методике. Численность сорных растений опытных делянок определяли перед опрыскиванием растений гербицидом (исходная засоренность), через 20 - 30 дней после него [14 - 16].

Биологическую эффективность гербицида определяли по снижению численности сорных растений в сравнении с контролем по формуле:

$$C = 100 - B_0 / A_0 \cdot 100 \cdot a_k / b_k,$$

где C – биологическая эффективность гербицида, %;

A₀ – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в опытном варианте;

a_k – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в контрольном варианте;

B₀ – число сорных растений на 1 м² в опытном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах);

b_k – число сорных растений на 1 м² в контрольном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах).

Опыты по изучению биологической эффективности гербицидов проводили в 2024 - 2025 годах на землях, засоренных карантинными сорняками: амброзией полыннолистной, повиликой полевой, горчаком ползучим.

Обработку гербицидами проводили на землях Талгарского района Алматинской области методом опрыскивания в фазе бутонизации – цветения горчака ползучего, а против амброзии полыннолистной – до цветения, а для повилики – до образования семян, в период активной вегетации сорняков. Для внесения гербицидов использовали ранцевый опрыскиватель. Норму расхода рабочей жидкости гербицидов определяли из расчёта 200-250 л/га.

Против горчака ползучего изучали эффективность гербицидов НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л) в нормах расхода 2,0 – 2,5 л/га, Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в нормах расхода 2,5 – 4 л/га и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в нормах расхода 2,5 – 4 л/га. Эталоном для применяемых гербицидов глифосатного ряда служил гербицид Дракон 77%, в.д.г. (глифосат 770 г/кг) в норме расхода 3 л/га. Площадь делянки – 100м² (10м x 10м), а эталонным препаратом для гербицида НАК-2024-004, в.р. служил Профи, в.р. (имазапир, 250 г/л) в нормах расхода 2,0 – 2,5 л/га. Опыты проводили в четырехкратной повторности при систематическом размещении.

Результаты и обсуждение

Проблема карантинных сорняков не ограничивается только территорией Казахстана, но является глобальной угрозой для сельского хозяйства и экосистем. Во многих странах мира внедрены различные меры по контролю и снижению воздействия инвазивных видов растений, однако проблемы, с которыми сталкиваются эти страны, схожи: высокая репродуктивная

способность сорняков, их устойчивость к химическим веществам и необходимость в эффективных системах мониторинга.

В результате обследования территорий юго-восточных регионов Казахстана были выявлены три основных вида сорных растений, каждый из которых имеет свою биологическую специфику, степень вредоносности и распространённость. Большая распространённость амброзии полыннолистной была отмечена в Енбекшиказахском и Талгарском районах Алматинской области, степень засоренности варьировала от 1 до 3 баллов. Также амброзия полыннолистная имела распространение в городе Талдыкорган Жетысуской области, степень засоренности здесь составила 1.5-2 балла.

На юго-востоке Казахстана отмечено повсеместное распространение горчака ползучего. В Алматинской области сильная засорённость земель сорняком отмечена в Талгарском и Уйгурском районах Алматинской области и составляла 2-3 баллов. Также сильная (3 балла) засоренность горчаком ползучим наблюдалась в Жетысуской области (г. Талдыкорган). Горчак ползучий устойчив к борьбе за счёт развитой корневой системы. Распространён горчак как на старых, так и на новых площадях и требует систематического контроля.

Повилика имеет широкое географическое распространение и высокую устойчивость, особенно в Алматинской и Жетысуской областях. В Алматинской области повилика имела высокую степень заселения (3 балла). В Жетысуской области растение-паразит распространён повсеместно (3 балла), что говорит о его стабильной и устойчивой популяции. Повилика также распространена в Жамбылской области (Кордайский район) в разных точках, от умеренного (2 балла) до сильного заселения (3 балла).

Таким образом, установление степени заселения земель позволяют точно локализовать очаги и применять прицельные защитные мероприятия против карантинных сорных растений. В целом погодные условия вегетационных периодов были относительно благоприятными для роста и развития горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики.

Для успешного подавления и полного уничтожения вредоносных карантинных видов сорняков горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики необходимо в течение целого ряда лет настойчиво применять комплекс современных мероприятий по борьбе с ними – от профилактических до агротехнических и химических. Исследованиями, проведенными в 2021-2023 гг. разработаны меры с горчаком ползучим на основе применения модернизированного комбинированного устройства с послыйной двухуровневой плоскорезной обработкой почвы и внутрипочвенным внесением гербицидов с целью измельчения корневой системы и создания фитотоксичного экрана для подавления проростков сорняка [17]. В настоящее время для борьбы с горчаком целесообразно использовать препараты глифосатного ряда (раундап, глисол, зерно, глиф и др.), которые дают высокие результаты. Эффективное подавление сорных растений обеспечивает правильный выбор, своевременное и качественное применение гербицидов различного спектра действия.

Для уничтожения карантинных сорных растений, к сожалению, имеется небольшой ассортимент гербицидов [18], разрешённых к применению на территории Республики Казахстан. Тем не менее, злостные сорняки наносят значительный экономический ущерб сельскохозяйственным растениям и требуют постоянного контроля. Это вызвало необходимость поиска эффективных гербицидов против них. Информация, полученная в ходе данного исследования, послужит основой для разработки необходимых методов борьбы с карантинными сорными растениями.

В наших опытах 2024 году против горчака ползучего изучали эффективность нового гербицида НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л), обладающего системной гербицидной активностью сплошного действия в нормах расхода 2,0 – 2,5 л/га. Эталоном служил препарат Профи, в.р. (имазапир, 250 г/л) в нормах расхода 2,0 – 2,5 л/га. Опыты были проведены в Сарыбулакском с/о, Кордайского района Жамбылскаой области.

В 2025 году против горчака ползучего, амброзии полыннолистной и повилики полевой изучали эффективность препаратов глифосатного ряда: Глифшанс Супер, в.р. (глифосат

(калийная соль) 540 г/л) в нормах расхода 2,5 – 4 л/га и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в нормах расхода 2,5 – 4 л/га, при применении их по вегетирующим сорнякам в период их активного роста. Эталон служил препарат Дракон 77%, в.д.г. (глифосат 770 г/кг) в нормах расхода 2,5 – 4,0 л/га. Опрыскивание гербицидами против горчака ползучего проводили на паровом поле с. Жалгамыс Талгарского района Алматинской области, а против амброзии полыннолистной и повилики – на обочине дорог с. Байбулак Талгарского района Алматинской области. До внесения гербицидов на 1м² произрастало 8,5 шт. горчака ползучего, 7,5 шт. амброзии полыннолистной и 23 г повилики полевой.

Проведёнными нами исследованиями установлено, что биологическая эффективность гербицида НАК-2024-004, в.р. против горчака ползучего в норме расхода 2,5 л/га по результатам второго и третьего учетов составила 91,0-87,8%, снижение биомассы сорняков составило 91,5 и 89,5%, соответственно. При уменьшении нормы расхода гербицида до 2,0 л/га эффективность была немного ниже и составила 77,3-74,4% и 76,4-76,0%, соответственно (таблица 2).

Применение гербицидов Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л), содержащих одинаковые действующие вещества в равных концентрациях, но разных регистрантов, способом опрыскивания сорняков в нормах расхода 2,5 – 4 л/га л/га позволяет эффективно снижать засорённость полей горчаком ползучим, амброзией полыннолистной и повиликой (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 - Биологическая эффективность гербицидов против горчака ползучего.

Варианты опыта	Норма расхода препарата	Учет	Количество сорняков, шт./м²	Гибель, % к контролю	Масса сорняков, г/ м²	Снижение массы, % к контролю
Сарыбулакский с/о, Кордайский район, Жамбылская область, 2024г.						
Контроль (без гербицидов)	-	1-й	6,9	-	68,7	-
		2-й	14,1	-	119,0	-
		3-й	17,3	-	160,2	-
Профи, в.р. (имазапир, 250 г/л) - эталон	2,0 л/га	1-й	6,7	-	70,0	-
		2-й	3,3	75,9	28,5	76,0
		3-й	4,5	73,2	36,0	77,5
Профи, в.р. (имазапир, 250 г/л) - эталон	2,5 л/га	1-й	7,5	-	71,8	-
		2-й	1,4	90,9	10,6	91,0
		3-й	2,3	87,8	17,0	89,4
НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л)	2,0 л/га	1-й	8,4	-	69,5	-
		2-й	3,9	77,3	28,0	76,4
		3-й	5,4	74,4	38,4	76,0
НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л)	2,5 л/га	1-й	4,9	-	70,3	-
		2-й	0,9	91,0	10,0	91,5
		3-й	1,5	87,8	16,7	89,5
с. Жалгамыс Талгарского района Алматинской области, 2025г.						
Контроль (без гербицидов)	-	1-й	8,5	-	84,6	-
		2-й	9,8	-	95,3	-
		3-й	11,0	-	110,0	-
Дракон 77%, в.д.г. (глифосат 770 г/кг) - эталон	3 л/га	1-й	8,0	-	84,0	-
		2-й	1,0	89,8	10,0	89,5
		3-й	1,2	89,0	10,3	90,6
Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	2,5 л/га	1-й	8,2	-	84,5	-
		2-й	3,0	69,4	30,0	68,5
		3-й	3,5	68,1	32,2	70,7
Глифошанс Супер, в.р.	4 л/га	1-й	9,0	-	85,2	-
		2-й	0,7	92,8	6,5	93,1

(глифосат (калийная соль) 540 г/л)		3-й	0,9	91,8	7,8	92,9
Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	2,5 л/га	1-й	8,0	-	89,0	-
		2-й	2,8	71,4	30,3	68,2
		3-й	3,4	69,0	35,0	68,1
Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	4 л/га	1-й	8,5	-	85,3	-
		2-й	0,6	93,8	6,0	93,7
		3-й	0,7	93,6	7,5	93,1

Биологическая эффективность гербицида Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) против горчака ползучего в норме расхода 4,0 л/га по результатам второго и третьего учетов составила 92,8-91,8%, снижение биомассы сорняков составило 93,1 и 92,9%, соответственно. При применении препарата в норме расхода 2,5 л/га эффективность была значительно меньше и составила 69,4-68,1%, а снижение биомассы сорняков составило 68,5 и 70,7%, соответственно. Биологическая эффективность гербицида Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) против горчака ползучего в норме расхода 4,0 л/га по результатам второго и третьего учетов составила 92,8-91,8%, снижение биомассы сорняков составило 93,8 и 93,6%, соответственно, а при применении в норме расхода 2,5 л/га эффективность была меньше и составила 71,4-69,0%, а снижение биомассы сорняков составило 68,2 и 68,1%, соответственно.

Гербициды Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) также эффективно снижали засорённость земель амброзией полыннолистной и повиликой (таблиц 3).

Таблица 2 - Биологическая эффективность гербицидов против амброзии полыннолистной и повилики (с. Байбулак Талгарского района Алматинской области, 2025г.)

Варианты опыта	Норма расхода препарата	Учет	Амброзия полыннолиственная		Повилика	
			Количество сорняков, шт./м ²	Гибель, % к контролю	Масса сорняков, г/м ²	Снижение массы, % к контролю
Контроль (без гербицидов)	-	1-й	7,5	-	23,0	-
		2-й	8,2	-	25,6	-
		3-й	9,7	-	29,2	-
Дракон 77%, в.д.г. (глифосат 770 г/кг) - эталон	3 л/га	1-й	7,3	-	22,8	-
		2-й	0,4	95,1	2,0	92,1
		3-й	0,6	93,8	2,2	92,4
Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	2,5 л/га	1-й	8,0	-	23,1	-
		2-й	0,6	92,7	7,6	70,3
		3-й	0,8	91,7	8,0	72,6
Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	4 л/га	1-й	7,0	-	23,0	-
		2-й	0	100	0,5	98,0
		3-й	0	100	1,0	96,5
Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	2,5 л/га	1-й	7,2	-	24,0	-
		2-й	0,5	93,9	7,5	70,7
		3-й	0,7	92,7	8,2	71,9
	4 л/га	1-й	7,4	-	23,5	-

Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л)	2-й	0,1	98,7	0,3	98,8
	3-й	0,2	97,9	0,5	98,2

Учеты засоренности земель амброзией полыннолистной после применения гербицидов показали, что наиболее чистыми от сорняков были делянки с внесением Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) в нормах расхода 2,5 - 4 л/га. Через 20 дней после применения гербицидов гибель сорняка в этих вариантах составила 93,9-98,7% и 92,7-100%, соответственно. В варианте с применением гербицидов Аристократ Супер, в.р. и Глифошанс Супер, в.р. против повилики в норме расхода 4 л/га масса паразитического растения через 20 дней уменьшилась на 98,0 – 98,8%, а при норме расхода 2,5 л/га эффективность препаратов была значительно ниже и составила соответственно 77,3-70,7%. Данные последующих учётов через 45 суток после обработки позволили выявить высокое сохранение гербицидного действия препаратов.

Таким образом, результаты опытов показали, что для уничтожения горчака ползучего и повилики эффективная норма расхода гербицидов Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) – 4 л/га, а гербицида НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л) – 2,5 л/га. Против амброзии полыннолистной гербициды Глифошанс Супер, в.р. и Аристократ Супер, в.р. показали лучшие результаты в дозах 2,5 – 4,0 л/га. Чтобы добиться наилучших результатов в борьбе с сорняками, лучше применять гербицид в фазе бутонизации – цветения горчака ползучего и в период активного роста до цветения амброзии полыннолистной и повилики.

Выводы

Эффективное ограничение численности и вредоносности карантинных сорных растений достигается применением современных химических средств. Результаты проведенных исследований показали, что гербициды Глифошанс Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) и Аристократ Супер, в.р. (глифосат (калийная соль) 540 г/л) проявляют высокую эффективность при норме внесения 4 л/га против горчака ползучего и повилики, а гербицид НАК-2024-004, в.р. (имазапир, 250 г/л) – 2,5 л/га. Засоренность горчака ползучего снизилась на 92,8-91,8%, а масса повилики – на 98,0%. Гибель амброзии полыннолистной составила 92,7 – 100%.

Благодарность: Статья подготовлена в рамках бюджетной программы BR 22887230 «Создание эффективной системы управления численностью популяций карантинных вредных организмов, ограниченно распространенных на территории Республики Казахстан».

Список литературы

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 декабря 2002 г. №1295 «Об утверждении перечня карантинных объектов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P020001295>
2. Basu, S. R., et al. (2015). "Ambrosia artemisiifolia and its impact on allergenic respiratory diseases: A review of environmental and health implications." *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(2), 231-243.
3. Москаленко Г. П. Горчак ползучий/ГП Москаленко //Защита растений. – 2003. – №. 3. – С.
4. Сагитов А.О., Камбулин В.Е., Бадаев Е. А., Динасилов А.С. Карантин растений. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений и колледжей. - Алматы, казнау, 2013. -326 с.
5. Фисюнов А.В. Карантинные сорняки и борьба с ними. – Днепродзержинск, 1970. – 154с.

6. Жарасов, Ш.У. Повилика полевая: как с ней бороться/Ш.У. Жарасов//Защита и карантин растений. - 2014. -№8. - С.27-29
7. Global Invasive Species Programme (GISP). (2019). "International collaboration on invasive species: A global partnership." GISP Annual Report.
8. Прудников А. Д., Солнцева О. И. Применение гербицидов при возделывании раннеспелых гибридов кукурузы//Защита и карантин растений. 2019. № 8. С. 46–48.
9. Тедеева А. А. Применение гербицидов нового поколения при возделывании кукурузы в предгорной зоне РСО – Алания//Научная жизнь, 2020. Т. 15. № 7(107). С. 924–931.
10. Москвичев А.Ю. Ломтев А.Ю., Иванченко Т.В. Современные препараты в борьбе с карантинным сорняком горчаком ползучим//Агротехнологии в растениеводство. №1 (5), 2007г.
11. Sondhia S (2019) Environmental fate of herbicide uses in central India. In Herbicide residue research in India. pp. 29–104. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1038-6_2
12. A. Parven · I. Md Meftaul · K. Venkateswar · M. Megharaj Herbicides in modern sustainable agriculture: environmental fate, ecological implications, and human health concerns International Journal of Environmental Science and Technology <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05818-y>
13. Rose MT, Cavagnaro TR, Scanlan CA, Rose TJ, Vancov T, Kimber S, Kennedy IR, Kookana RS, Van Zwieten L (2016) Impact of herbicides on soil biology and function. Advances in Agronomy, Volume 136 ISSN 0065-2113 © 2016 Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2015.11.005> 136:133–220
14. Методические рекомендации по выявлению и идентификации видов рода Повилика *Cuscuta* L., ФГБУ «ВНИИКР», Д.Л. Белкин, Москва, 2015.
15. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов, дефолиантов, десикантов и регуляторов роста. МСХ РК, Алматы, -Акмолла, 1997. - 31 с.
16. Дуйсембеков Б.А., Болтаев М.Д., Есимов У. О, Ермекбаев Б.У. Патент РК №7262 на полезную модель от 08.07.2022. «Способ для искоренения сорняков и внесения удобрений, универсальное устройство для его осуществления».
17. Список пестицидов, разрешенных к производству (формуляции), ввозу, хранению, транспортировке, Реализации и применению на территории Республики Казахстан, 2024г. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aqmola-ush/press/article/details/151153>
18. Базарбаев, Б., Кочоров, А., Утельбаев, Е., & Алдабергенов, А. (2024). Эффективность гербицидов против однодольных сорняков на посевах чечевицы в условиях степной зоны акмолинской области. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 245–253. <https://doi.org/10.37884/4-2024/25>

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 10 dekabrya 2002 g. №1295 "Ob utverzhdenii perechnya karantinnykh ob"ektov"<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P020001295> [in Russian].
2. Basu, S. R., et al. (2015). "Ambrosia artemisiifolia and its impact on allergenic respiratory diseases: A review of environmental and health implications." *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(2), 231-243.
3. Moskalenko Г. П. Gorchak polzuchiy /GP Moskalenko//Zashchita rasteniy. – 2003. – №. 3 [in Russian].
4. Sagitov A. O., Kambulin V. E., Badaev E. A., Dinasilov A. S. Karantin rasteniy. Uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy i kolledzhey - Almaty, Kaznau, 2013.-326 с. [in Russian].
5. Fisyunov A.V. Karantinnye sornyaki i bor'ba s nimi. – Dneprodzerzhinsk, 1970. – 154s. [in Russian].
6. Zharasov, Sh.U. Povilika polevaya: kak s ney borot'sya/Sh.U. Zharasov//Zashchita i karantin rasteniy.- 2014. -№8.- S.27-29 [in Russian].

7. Global Invasive Species Programme (GISP). (2019). "International collaboration on invasive species: A global partnership." GISP Annual Report.
8. Prudnikov A. D., Solntseva O. I. Primenenie gerbitsidov pri vozdeleyvanii rannespelykh gibridov kukuruzy//Zashchita i karantin rasteniy. 2019. № 8. S. 46–48. [in Russian].
9. Tedeeva A. A. Primenenie gerbitsidov novogo pokoleniia pri vozdeleyvanii kukuruzy v predgornoi zone RSO – Alaniia//Nauchnaia zhizn, 2020. T. 15. № 7(107). S. 924–931. [in Russian].
10. Moskvichev A.Yu. Lomtev A.Yu., Ivanchenko T.V. Sovremennye preparaty v borbe s karantinnyim sornyakom gorchakom polzuchim//Agrotekhnologshii v rastenievodstvo. №1 (5), 2007g. [in Russian].
11. Sondhia S (2019) Environmental fate of herbicide uses in central India. In Herbicide residue research in India. pp. 29–104. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1038-6_2
12. A. Parven · I. Md Meftaul · K. Venkateswar · M. Megharaj Herbicides in modern sustainable agriculture: environmental fate, ecological implications, and human health concerns International Journal of Environmental Science and Technology <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05818-y>
13. Rose MT, Cavagnaro TR, Scanlan CA, Rose TJ, Vancov T, Kimber S, Kennedy IR, Kookana RS, Van Zwieten L (2016) Impact of herbicides on soil biology and function. Advances in Agronomy, Volume 136 ISSN 0065-2113 © 2016 Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2015.11.005> 136:133–220
14. Metodicheskie rekomendatsii po vyivleniiu i identifikatsii vidov roda Povilika Cuscuta L., FGBU «VNIKR», D.L. Belkin, Moskva, 2015[in Russian].
15. Metodicheskie ukazaniia po provedeniiu registratsionnykh ispytaniy gerbitsidov, defoliantov, desikantov i regulatorov rosta. MSKh RK, Almaty, -Akmola, 1997. - 31 s. [in Russian].
16. Duisembekov B.A., Boltaev M.D., Esimov U. O, Ermekbaev B.U. Patent RK №7262 na poleznuiu model ot 08.07.2022. «Sposob dlia iskoreneniia sorniakov i vneseniia udobrenii, universalnoe ustroistvo dlia ego osushchestvleniia».[in Russian].
17. Spisok pestitsidov, razreshennykh k proizvodstvu (formulatsii), vvozu, khraneniui, transportirovke, Realizatsii i primeneniui na territorii Respubliki Kazakhstan, 2024g. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aqmola-ush/press/article/details/151153>[in Russian].
18. Bazarbaev, B., Kochorov, A., Utelbaev, E., & Aldabergenov, A. (2024). Effektivnost gerbitsidov protiv odnodolnykh sorniakov na posevakh chechevitsy v usloviakh stepnoi zony akmolinskoi oblasti. Izdenister Natigeler, (4 (104), 245–253. <https://doi.org/10.37884/4-2024/25> [in Russian].

Г.Н. Кайрова^{1*}, Г.А. Сулейманова¹, Г.Ж. Жолдасбек¹, Б. Дулат², Д.А. Гриценко²

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,

² Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты Молекулярлық биология зертханасы

gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz, gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz, bahytalt99@gmail.com, d.kopytina@gmail.com

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ КАРАНТИНДІ АРАМШӨПТЕРГЕ ҚАРСЫ ЗАМАНАУИ ГЕРБИЦИДТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Өсімдік шаруашылығының жеткіліксіз жоғары өнімділігінің басты себептерінің бірі егістіктердің арамшөптермен бітелуі болып табылады. Карантиндік арамшөптердің таралуы әсіресе алаңдаушылық туғызады, оларды жою ең қиын міндет болып табылады. Уекіре, ойраншөп және арамсою сияқты қиын және зиянды карантиндік арамшөптер күрделі мәселе болып табылады. Сондықтан бұл карантиндік арамшөптермен күресу ауыл шаруашылығының басым міндеттерінің бірі болып табылады.

Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысында таралған карантиндік арамшөптерге қарсы заманауи гербицидтерді қолданудың тиімділігін анықтау мақсатында 2024-2025

жылдары жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Уекіре, ойраншөп және арамсоюға қарсы қазіргі заманғы гербицидтерді НАК-2024-004, в. р. (имазапир, 250 г/л), Глифошанс Супер, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г/л) және Аристократ Супер, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г/л) қолданудың биологиялық тиімділігін зерттеу бойынша жұмыстар жүргізілді.

Қазіргі заманғы гербицидтерді қолдану НАК-2024-004, в. р. (имазапир, 250 г/л) Глифошанс Супер, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г/л) және Аристократ Супер, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г/л) карантиндік арамшөптермен күресуде Уекіре, ойраншөп және арамсоюға қарсы қорғаудың химиялық әдісі ретінде өзінің тиімділігін растайды. НАК-2024-004 гербицидінің биологиялық тиімділігінің көрсеткіштері, в.р.. (имазапир, 250 г/л) уекіреге қарсы 2,5 л/га тұтыну нормасында бүкіл бақылау кезеңінің ағымы сәйкесінше 91,0-87,8%, Глифошанс супер гербициді, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г/л) тұтыну нормасында 4 л/га карантиндік арамшөптерге қарсы уекіре, ойраншөп және арамсоюға сәйкесінше 93,1 және 92,9%, 92,7-100% және 98,0 – 98,8%, ал гербицид Аристократ Супер, в. р. (глифосат (калий тұзы) 540 г / л) - 92,8-91,8%, 93,9-98,7% және 98,0 – 98,8% құрады. Оларды карантиндік арамшөптерден қорғаудың кешенді жүйесінде қолдана отырып, алдын алу және қорғау шараларын уақтылы жүргізу аурулардан болатын зиянды азайтуға және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл зерттеудің нәтижелері жергілікті шаруашылық жүргізуші субъектілерге әртүрлі карантиндік арамшөптерге қарсы тиімді қорғаныс жүйелерін құруда пайдалы болады.

Кілт сөздер: карантиндік арамшөптер, фитосанитариялық бақылау, ойраншөп, уекіре, арамсою, арамшөптердің таралуы, арамшөптермен күресу, гербицидтер

G.N. Kairova ^{1*}, G.A. Suleimanova ¹, G.Zholdasbek¹, B.Dulat², D. Gritsenko²

¹ «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Republic of Kazakhstan,

²Laboratory of Molecular Biology, Institute of Plant Biology and Biotechnology

gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz, gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz,

gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz, bahytalt99@gmail.com, d.kopytina@gmail.com

EFFICIENCY OF MODERN HERBICIDES AGAINST QUARANTINE WEEDS IN THE CONDITIONS OF SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

Abstract

One of the main reasons for the low productivity of crop production is the infestation of fields with weeds. The spread of quarantine weeds is particularly alarming, the eradication of which is the most difficult task. Difficult to eradicate and harmful quarantine weeds, such as creeping bitterling, common ragweed and dodder, are a serious problem. Therefore, the fight against these quarantine weeds is one of the priority tasks of agriculture.

The article presents the results of studies conducted in 2024–2025 to determine the effectiveness of using modern herbicides against quarantine weeds common in the southeast of Kazakhstan. The studies were conducted to study the biological effectiveness of using modern herbicides NAK-2024-004, v.r. (imazapyr, 250 g/l), Glyphosance Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g/l) and Aristokrat Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g/l) against rhaponticum repens, annual ragweed and field dodder.

The use of modern herbicides NAK-2024-004, v.r. (imazapyr, 250 g / l), Glyphosance Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g / l) and Aristokrat Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g / l) in the fight against quarantine weeds creeping bitterweed, common ragweed and field dodder confirms its effectiveness as a chemical method of plant protection. The biological efficiency indicators of the herbicide NAK-2024-004, v.r. (imazapyr, 250 g / l) against creeping bitterweed at a consumption rate of 2.5 l / ha during the entire observation period amounted to 91.0-87.8%, respectively, and the herbicide Glyphosance Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g / l) at the rate of 4 l / ha against quarantine weeds creeping bitterling, common ragweed and dodder amounted to 93.1 and 92.9%, 92.7-100% and 98.0 - 98.8%, respectively, and the herbicide Aristokrat Super, v.r. (glyphosate (potassium salt) 540 g / l) - 92.8-91.8%, 93.9-98.7% and 98.0 - 98.8%. Timely

implementation of preventive and protective measures with their use in a comprehensive system of protection against quarantine weeds will minimize damage from diseases and increase the yield of agricultural crops. The results of this study will be useful to local economic entities in developing effective protection systems against various quarantine weeds.

Key words: quarantine weeds, phytosanitary control, *rhaponticum repens*, annual ragweed, field dodder, weed prevalence, weed control, herbicides

Вклад авторов:

Кайрова Гульшария Нурсапаевна – научное руководство, формулировка целей и задач исследования, координация проекта, редактирование текста.

Сулейманова Гульнур Алмасовна – проведение экспериментов, написание первоначального варианта статьи, редактирование текста.

Жолдасбек Гүлнұр Жолдасбекқызы – проведение экспериментов

Дулат Бакыт –. проведение экспериментов

Гриценко Диляра Александровна – проведение экспериментов

**СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ
ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ
WATER, LAND AND FOREST RESOURCES**

FTAXP 20.53.25

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/36>

Р.Ш. Аманжолова^{1}, И.К. Рахметов², Ж.Ә. Оңласынов³, Д.К. Саданова¹, Ж.М. Сагин¹*

*¹Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,
r.amanzholova@kbtu.kz*, d_sadanova@kbtu.kz, j.sagin@kbtu.kz*

*²Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы,
Қазақстан, issaraqmet@gmail.com*

*³ У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Алматы,
Қазақстан, zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru*

**ҚАЗАҚСТАНДА СУ РЕСУРСТАРЫН ТҰРАҚТЫ БАСҚАРУ: СУЛЫ
ҚАБАТТАРДЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІ БАСҚАРУ ӘЛЕУЕТІ**

Аңдатпа

Зерттеудің мақсаты: Бұл зерттеу Қазақстандағы су ресурстарын тұрақты басқару үшін басқарылатын жер асты суын толықтыру (Managed Aquifer Recharge, MAR) технологияларын қолданудың мүмкіндігін бағалауға бағытталған.

Зерттеу әдістемесі: Зерттеу кеңістіктік модельдеу, гидрогеологиялық талдау және пилоттық учаскелерде эксперименттік сынақтарды қамтиды. Су айдау жұмыстарына тест жүргізіліп, жер асты суларының мониторингі жүзеге асырылып, сондай-ақ су қоймаларының гидрогеологиялық параметрлері зерттелді. Сүзгілеу қабілеті, өткізгіштік және су қабатының электрөткізгіштігі бағаланып, жер асты суын толықтыру тиімділігі анықталды.

Зерттеу нәтижелері: Зерттеу нәтижелері MAR технологиясының Қазақстандағы су балансының реттелуіне тиімді құрал бола алатынын дәлелдеді. Далалық сынақтар арқылы басқарылатын су қайта зарядтау әдісінің арқасында булану есебінен су шығынын азайтуға, табиғи сүзу арқылы судың сапасын жақсартуға және су тасқыны қаупін төмендетуге ықпал ететінін көрсетті.

Ғылыми жаңалығы: Бұл зерттеу – Қазақстандағы MAR технологиясын “су ресурстарын тұрақты басқару” контекстінде алғашқы кешенді бағалауы болып табылады. Аймақтың климаттық және гидрогеологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, жер асты суын толықтыру модельдері әзірленді. Зерттеу MAR технологияларын ұлттық су стратегияларына интеграциялау мүмкіндігін көрсетеді.

Практикалық маңыздылығы: Қазақстанда MAR технологиясын енгізу стратегиялық су қорларын құруға, ауыл шаруашылығының құрғақшылыққа төзімділігін арттыруға және су тасқынынан келетін шығындарды азайтуға көмектеседі. Зерттеу су ресурстарын басқару бойынша мемлекеттік бағдарламаларды дайындау және MAR технологияларын агроөнеркәсіптік секторға енгізу үшін ғылыми негіз береді.

Кілт сөздер: басқарылатын жер асты суын толықтыру, гидрогеология, тұрақты су ресурстары, жерасты сулары, Қазақстан, климаттық бейімделу, су ресурстарын басқару.

Кіріспе

Орталық Азия (ОА) – климаттың өзгеруі мен су ресурстарының тапшылығы салдарынан ең осал аймақтардың бірі. Бұл өңір жауын-шашын режимінің өзгеруі, экстремалды температураның жиілеуі және құрғақшылықтың күшеюі сияқты мәселелермен бетпе-бет келгендіктен, ауыл шаруашылығына, экожүйелерге және азық-түлік қауіпсіздігіне теріс әсер етеді [1].

Қазақстан – аймақтағы ең ірі ел ретінде су ресурстарын басқаруда елеулі қиындықтарға тап болуда. Бұл мәселені маусымдық су теңгерімінің айқын дисбалансы одан әрі күрделендіреді: көктемде қар еріп, тасқын сулар көбейеді, ал жазда су тапшылығы сезіледі [2]. Дәстүрлі түрде Қазақстанда негізінен жер үсті су ресурстарына көп көңіл бөлінеді, ал жер асты суларының тиімділігі жеткілікті деңгейде пайдаланылмай отыр [3].

Тарихи тұрғыдан алғанда, Қазақстан және басқа да аймақ елдері өзен ағынын реттеу, суару және су тасқындарын бақылау үшін су қоймалары мен бөгеттерді кеңінен қолданды. Алайда, қазіргі зерттеулер бұл тәсілдің бірқатар кемшіліктері бар екенін көрсетіп отыр. Басты мәселелердің бірі – жыл сайын су қоймаларындағы тұнбаның жиналуы әсерінен олардың көлемін 1%-ға азайтады [4]. Сонымен қатар, бұл әдістер биоәртүрлілікке теріс әсер етеді ([5]. Сондай-ақ халықты көшіру мен ауыл шаруашылығы жерлерінің жоғалуын қоса алғанда, жоғары әлеуметтік-экономикалық шығындарға әкеледі [6]. Оған қоса, климаттың өзгеруі құрғақшылық пен қатты жауын-шашын ықтималдығын арттырып, суды басқарудың дәстүрлі әдістерінің тиімділігін төмендетеді [7].

Осыған байланысты су ресурстарын басқарудың тұрақты әрі бейімделгіш тәсілдерін іздеу қажеттілігі туындап отыр. Солардың бірі – артық жер үсті суларын жер астына жинақтап, кейін пайдалану үшін сақтауды қарастыратын – басқарылатын жер асты суын толықтыру (Managed Aquifer Recharge, MAR) технологиясы.

Халықаралық тәжірибе MAR жүйелерінің тиімділігін, әсіресе құрғақ климаттық аймақтарда, дәлелдеп отыр. Мысалы, Австралиядағы Литтл-Пара және Локьер аңғарларындағы MAR жүйелері жылына 8,9 млн м³ су қорын толықтырып, 67%-ға дейін тиімділік көрсетеді [8]. Сонымен қатар, MAR ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруға ықпал етеді.

Еуропада MAR технологиясына ерекше көңіл бөлетін елдердің бірі – Испания, сондай-ақ салыстырмалы түрде Израильде де кеңінен қолданылуда. Израильде ағынды сулардың шамамен 90%-ы қайта өңделіп, негізінен ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне жұмсалады. Бұл өз кезегінде тұщы суға тәуелділікті айтарлықтай азайтып, су жабдықтау шығындарын төмендетеді [9]. Испанияда инфильтрациялық бассейндер мен жер асты су көздерін толықтыру тәжірибесі MAR-дың суармалы ауыл шаруашылығының экономикалық тұрақтылығына тікелей ықпал ететінін және құрғақшылық салдарын алдын алуға көмектесетінін көрсетті [10].

АҚШ-та MAR жүйелері үкімет тарапынан субсидиялар мен арнайы бағдарламалар арқылы қолдау табуда. Бұл әсіресе Калифорнияда айқын байқалады, онда Flood-MAR жобалары артық жер үсті суларын тасқын кезеңінде жинап, оларды кейіннен жер асты қабаттарында сақтауға бағытталған. Мұндай жобалар су тасқыны қаупін азайтып қана қоймай, ауыл шаруашылығы үшін тұрақты су қорын қамтамасыз. Және де қымбат жер үсті су қоймаларын салу шығындарын азайту арқылы ұзақ мерзімді экономикалық пайда әкеледі [11].

Осылайша, халықаралық тәжірибе MAR жүйелерінің экономикалық тұрғыдан тиімді, ауыл шаруашылығы өнімділігін арттыруға және су ресурстарын тұрақты басқаруға ықпал ететінін растайды. Сонымен, бұл MAR технологиясын Қазақстан сияқты құрғақ және жартылай құрғақ аймақтар үшін таптырмас шешімге айналдырады.

Қазақстан үшін MAR жүйесі су тасқыны қаупін азайтуға, стратегиялық су қорларын жинауға және жер асты қабаттарында табиғи сүзу арқылы су сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Жамбыл облысында жүргізілген зерттеулер топырақ-гидрогеологиялық жағдайларды талдау негізінде MAR жүйесін енгізудің жоғары деңгейін растады [2].

Климаттық өзгерістердің күшеюі және су ресурстарына сұраныстың артуы жағдайында MAR технологиясы ауыл шаруашылығын тұрақты сумен қамтамасыз етуге, булану кезіндегі су шығындарын азайтуға және экологиялық тәуелділікті төмендетуге ықпал ете алады. Қазақстанда MAR жүйесін енгізу аграрлық сектордың тұрақты дамуына, сонымен қатар елді азық-түлікпен қамтамасыз етуге жаңа мүмкіндіктер ашады.

Зерттеудің негізгі мақсаты – Қазақстанда MAR технологияларын қолдану мүмкіндігін бағалау және де тұрақты су ресурстарын басқару шешімі ретінде қарастыру. Зерттеу MAR-

дың халықаралық тәжірибесі мен қатар кеңістіктік модельдеу әдістерін біріктіруге бағытталған. Бұл технология тасқын кезінде артық жер үсті суларын жинап, оларды ауыл шаруашылығында пайдалану үшін жер астында сақтау мүмкін болатын аймақтарды анықтауға көмектеседі. Жалпы мақсат – MAR жүйесін Қазақстанның ұлттық су стратегияларына интеграциялауды ғылыми негіздеу және MAR-ды ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаның ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз ететін перспективалы құрал ретінде таныту.

Әдістер мен материалдар

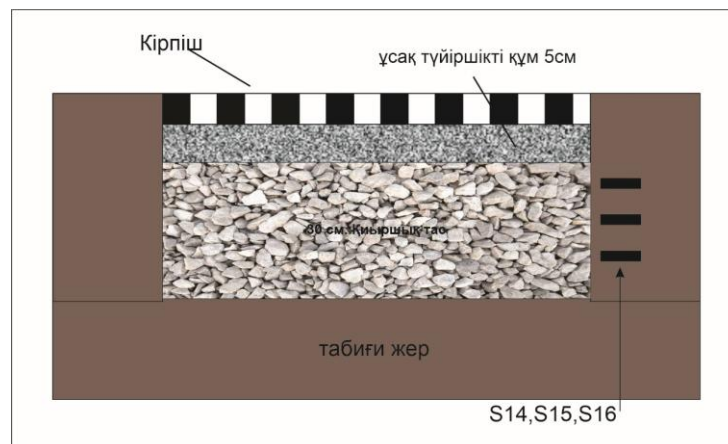
TERESA Қалалық Су Ресурстарын Басқару: Қазақстан Қалалары үшін Германия Тәжірибе жобасы – Германияның Білім және Ғылым Федералды Министрлігі (BMBF) қолдауымен жүзеге асырылып жатқан Қазақстан мен Германия арасындағы бірлескен бастама. Жоба қалалық су ресурстарын басқаруды дамыту үшін Германия тәжірибесін қолдануға бағытталған.

Қазақстан қалалары мен ауыл - аймақтары су тасқыны және ауыз су тапшылығы сияқты мәселелерге тап болуда. Бұл мәселелерді шешу үшін интеграцияланған су ресурстарын басқару (IWRM) тәсілі қажет. Яғни, осы тәсіл жер үсті суларының (жаңбыр суларын ағызу, су тасқынын азайту) және жер асты суларының (су деңгейін толықтыру және тұрақты пайдалану) үйлестірілген басқаруын қамтиды (Zare & Kalantari, 2018).

Сынақ алаңы және әдістер. Белгіленген сынақ алаңы Назарбаев Университетінің солтүстік бөлігінде орналасқан (51.095286 N, 71.400261 E, WGS 84 / UTM ZONE 42N) (1-сурет). Алаң - су ресурстарын тұрақты басқару жүйелерін (SUDS) және жер асты су қорларын толықтыру (MAR) әдістерін, суық және құрғақ климаттық жағдайларда бағалау үшін далалық зертхана қызметін атқарды. Жаңбыр суларының инфильтрациясын талдау және жер асты суларын тиімді пайдалану бойынша эксперименттер жүргізілді [12].

Негізгі сынақ алаңының құрамдас бөліктері:

1. Су өткізгіш және өткізбейтін беттер: инфильтрация өзгерістерін зерттеу (1, 2-суреттер).

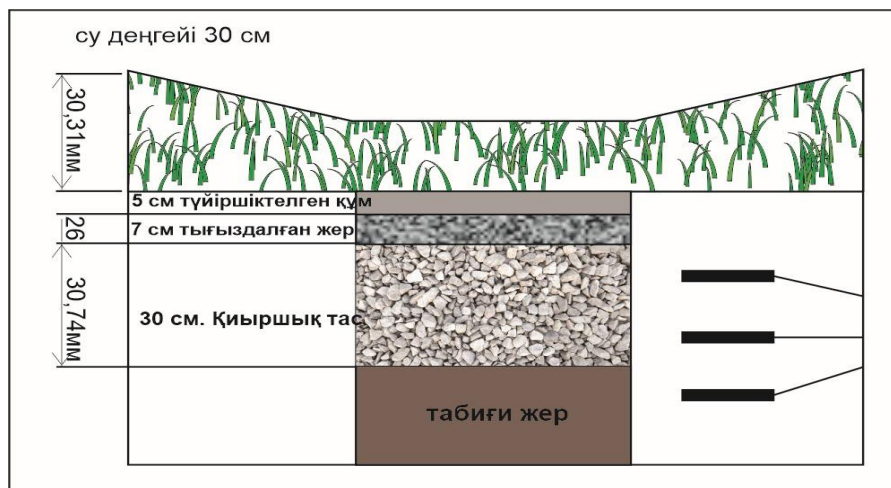


Сурет 1. Су өткізгіш беттер (автор өзгертті) [13]



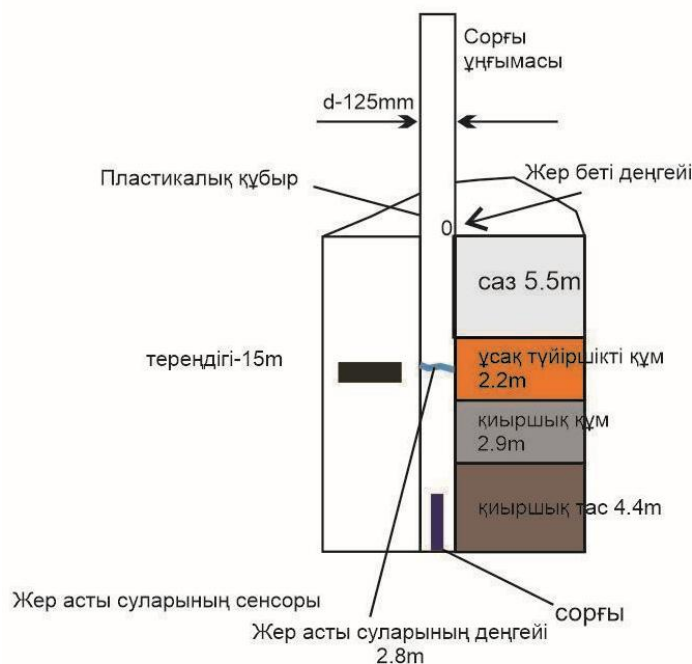
Сурет 2. Су өткізбейтін беттер (автор өзгертті) [13]

2. Метеостанция: Нақты уақыттағы метеорологиялық деректерді жинайды: температура, жел жылдамдығы, радиация, жауын-шашын және ылғалдылық
3. Топырақ ылғалдылық сенсорлары: 12 сенсордан тұратын жүйе топырақтың ылғалдылығы мен температура өзгерістерін бақылайды.
4. Жауын-шашын дренаж жүйесі (SUDS): Жауын-шашын суларын тиімді жинау мен басқару үшін жасалған (3-сурет).



Сурет 3. Жауын-шашын дренаж жүйесі(автор өзгертті) [13]

5. Екі жер асты суын бақылау ұңғымасы: Жер асты суының деңгейін, температурасын және электр өткізгіштігін бақылайды (4-сурет).



Сурет 4. Жер асты суын бақылау ұңғымалары(автор өзгертті) [13]

6. Жер асты суларының ағымы мен деректерді бақылау жүйесі
- Жер асты суының ағымы Есіл өзеніне бағытталған. Әрбір бақылау ұңғымасы жер асты суының деңгейін өлшеу, су үлгілерін алу және температура мен электр өткізгіштікті тіркеу үшін сенсорлармен жабдықталған. Метеорологиялық деректер сағат сайын орталықтандырылған деректер жинау жүйесінде тіркеледі.

Нәтижелер мен пікірталас

Ұңғыманы сорғылау – жер асты суларының динамикасын зерттеу әдісі:

Гидравликалық өткізгіштік (K): Су топырақ арқылы қаншалықты оңай өтетінін көрсетеді. Яғни, су ағынын және ұңғыма жұмысының тиімділігін түсінуге көмектеседі.

Трансмиссивтік (T): Бүкіл су қабаты арқылы қанша су өтетінін өлшейді, бұл ұңғыманың өнімділігін және су жүйелерін жоспарлау үшін пайдалы.

Су деңгейінің төмендеуі (Drawdown): Сорғылау кезінде су деңгейінің қаншалықты төмендегенін бақылайды, сонымен қатар бұл ұңғыманың әсері мен өнімділігін бағалау үшін қажет.

Әсер радиусы (R): Ұңғыманың сорғылау әсері таралатын аймақты анықтайды. Ұңғымаларды қандай қашықтықта орналастыру керектігін шешуге көмектеседі.

Қайта толу жылдамдығы (Recharge Rate): су қабатының немесе су қоймасының қаншалықты тез толатынын көрсететін көрсеткіш.

Ұңғымалар туралы жалпы ақпарат

Орналасқан жері: Қазақстан, Астана, Қабанбай Батыр көшесі, 53.

Тәжірибенің мақсаты: Су қабатының гидрологиялық сипаттамалары анықтау және ұңғыма өнімділігін сынау.

Ұңғымалар түрлері:

–сорғылау ұңғымасы (филтрі бар, тереңдігі 9–12 м);

–бақылау ұңғымасы (ұқсас құрылымда, бақылау үшін қолданылады).

Ұңғыма сипаттамалары:

Бұрғылау диаметрі: 125 мм.

Сорғылау жылдамдығы (Q): $3 \text{ м}^3/\text{сағ} = 8.33 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Ұңғымалар арасындағы қашықтық (L): 6 м.

Ұңғыма тереңдігі (b): 15 м.

Ұңғыма диаметрі (d): $125 \text{ мм} = 0.125 \text{ м}$.

Гидравликалық жүктеме (h): 2.8 м.

Көлденең қиманың ауданы ұңғыманың диаметріне негізделген:

$$A = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad (1)$$

Орнына қоямыз:

$$A = \pi \times \left(\frac{0.125}{2}\right)^2 = \pi \times (0.0625)^2 = 0.01227 \text{ м}^2$$

Гидравликалық өткізгіштікті (K) есептеу Дарси заңы бойынша:

$$K = \frac{Q \times L}{A \times h} \quad (2)$$

Орнына қоямыз:

$$K = \frac{(8.33 \times 10^{-4}) \times 6}{0.01227 \times 2.8} = 0.1455 \text{ м/с}$$

Трансмиссивтілікті (T) есептеу

Трансмиссивтілік формуласы:

$$T = K \times b \quad (3)$$

Мәндерді орнына қоямыз:

$$T = 0.1455 \times 15 = 2.1825 \text{ м}^2/\text{с}$$

Гидравликалық өткізгіштік және трансмиссивтік

– Гидравликалық өткізгіштік (K) = 0.1455 м/с

– Трансмиссивтік (T) = 2.1825 м²/с

Нәтижелер гидравликалық өткізгіштіктің K = 0.1455 м/с екенін көрсетеді:

Осы материал (бұл жағдайда су қабаты) арқылы судың қаншалықты оңай өтетінін өлшейді. 0.1455 м/с мәні судың қалыпты жылдамдықпен қозғалатынын білдіреді. Сонымен қатар материалдың орташа өткізгіштікке ие екенін және су қалыпты жылдамдықпен өте алатынын көрсетеді.

Трансмиссивтік (T) = 2.1825 м²/с:

Трансмиссивтік су қабатының толық қалыңдығы арқылы қанша су өте алатынын көрсетеді. 2.1825 м²/с мәні су қабатының едәуір мөлшерде суды өткізе алатынын білдіреді, ұңғыманың жұмыс істеуі, суару немесе сумен жабдықтау үшін қолайлы екенін ұсынады.

Гидравликалық өткізгіштік (K) = 0.1455 м/с және трансмиссивтік (T) = 2.1825 м²/с бірге аймақтағы су қабатының орташа өткізгіштікке және жақсы су өткізгіштік қабілетіне ие екенін көрсетеді. 1-кестеде шығыс және батыс ұңғымалардың геологиялық қимасы берілген.

Кесте 1 - Шығыс және батыс ұңғымалардың геологиялық қимасы

№	Кен орнының атауы	Кездесу аралығы (м)	Тереңдігі (м)
1	Қоңыр, тығыз саздақ	0.0 - 5.5	5.5
2	Ұсақ түйіршікті аллювий	5.5 - 7.7	2.2
3	Ірі түйіршікті аллювий қиыршықтас қосындысымен, шайылу	7.7 - 10.6	2.9
4	Фаменский – Турнейский жыныс, су өткізгіш	10.6 - 15.0	4.4

Топырақ қабаттарының толық сипаттамасы:

1. Саздақ (0-5 м): Құм мен саздың қоспасы, төмен су өткізгіштікке ие, су ұстап тұратын қабат қызметін атқарады. Сонымен қатар, химиялық заттар мен басқа да ластаушылардың терең су қабаттарына өтуінен қорғайды.

2. Ұсақ түйіршікті аллювий (5-8 м): Құм мен лайдың қоспасы, орташа су өткізгіштікке ие, инфильтрация жылдамдығы шектеулі. Су қабатын баяу толықтыруды қамтамасыз етеді.

3. Ірі түйіршікті аллювий (8-11 м): Құм, қиыршық тас және ірі бөлшектердің қоспасы, жоғары кеуектілікке ие. Ұсақ шөгінділерден суды табиғи тазартуды қамтамасыз етеді, жоғары су өткізгіштікке ие.

4. Фамен горизонты (11-15 м): Карбонатты жыныстардың (экмас) қоспасы, көбінесе жарықтар мен карст қуыстарымен сипатталады. Тереңдікте судың еркін қозғалуына мүмкіндік береді. Сонымен қатар артезиандық ұңғымалар үшін өте қолайлы. Мұндай беткі қабат ластанудан қорғалған, бірақ жарықтар арқылы химиялық ластаушылар енуі мүмкін.

Топырақ құрылымы табиғи сүзу жүйесін қамтамасыз етеді және су қабаттарын қорғауға ықпал етеді. Жоғарғы қабаттар ластанудан қорғайды, ал төменгі қабаттар негізгі су көзі ретінде қызмет етеді.

2023 жылғы шілде айында тестілік алаңда 2 тәжірибе жүргізілді.

Тәжірибе №1

- Ұзақтығы: 1 сағат.
- Жүргізілген ұңғыма: №1 (5 - сурет).
- Мақсаты: Сорғылау кезінде ұңғымадағы жер асты суларының деңгейінің төмендеуін бақылау. Сонымен қоса, сорғылау көлемі мен жер асты сулары деңгейінің өзгерістері арасындағы байланысты талдау. Тәжірибе тоқтатылғаннан кейін жер асты су деңгейінің қалпына келуін бағалау.

Сорғылау процесі:

1. Ұңғымаға сорғы орнатылып, 1 сағаттан екі рет жұмыс істеді (арасында 40 минут үзіліс жасалып отырды) (5-сурет).

2. Сорғылау кезінде жер асты суларының деңгейі белгіленген уақытта бақыланды.

3. Су деңгейлері жазылып, алынған мәліметтер сорғылау кезінде шығарылған су көлемі мен жер асты сулары деңгейінің төмендеуі есептелді.

Тәжірибе сорғылау уақыты мен жер асты сулары деңгейінің төмендеуі арасындағы байланысты көрсетті. Сондай-ақ, сорғылау тоқтатылғаннан кейін су деңгейінің қалпына келуі

бақыланды. Мониторингтік және сорғылау ұңғымалары арасындағы салыстыру график түрінде көрсетілген (5-сурет).

Бірінші тәжірибе сағат 12:30-да басталып, 15:40-қа дейін жалғасты. Сорғылау 40 минутқа тоқтатылды.



Сурет 5. 1 сағаттық сынақ кезінде сорғылау және мониторингтік ұңғымалардағы электр өткізгіштіктің корреляциясы

Графикті талдау нәтижесінде су деңгейі біртіндеп төмендеп, бастапқы деңгейден 4-5 см төмен болғаны байқалды. Сорғылау тоқтатылғаннан кейін су деңгейі баяу қалпына келді. Ал су қабатының толық қалпына келуі көбірек уақытты талап етті. Графикке сәйкес, 1-мониторингтік ұңғымадағы су деңгейі (көк сызық) 2-сорғылау ұңғымасының деңгейіне (сарғыш сызық) параллель өзгереді. Бұл динамика, сорғылау кезінде су деңгейінің аздап төмендегенін көрсетеді. Сонымен бірге, сорғылаудың ұңғыма маңындағы аймаққа әсерін тигізетінін дәлелдейді.

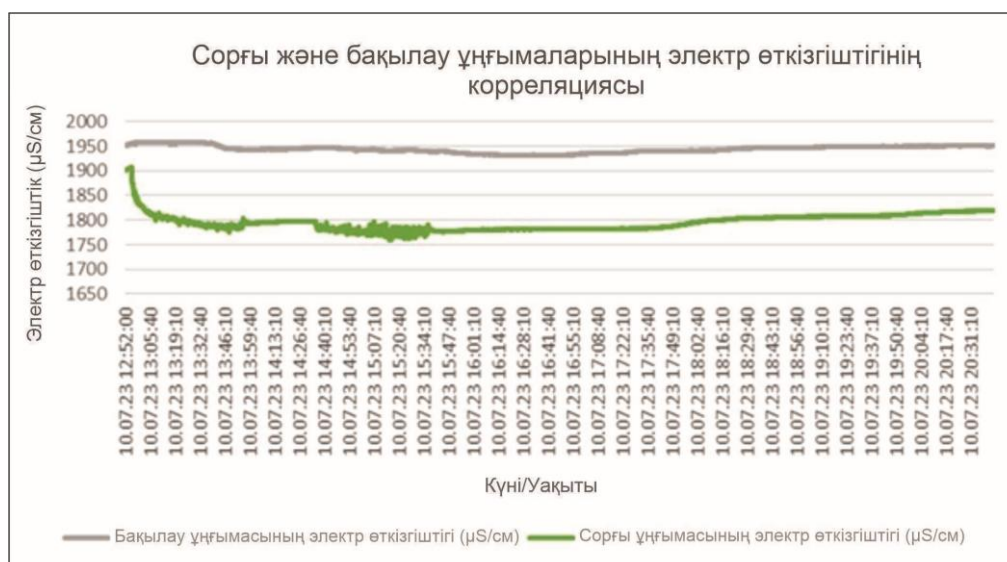
Енді жер асты суларының деңгейінің су өткізгіштікке әсерін салыстырайық. Сарғыш сызық сорғылау ұңғымасының жер асты су деңгейін, ал көк қисық мониторингтік ұңғыманың өткізгіштігін көрсетеді. Графиктен сорғылау деңгейіне байланысты электр өткізгіштігінің қалай өзгеретінін көруге болады.

6-суретте су сорғылау кезінде ұңғымалардағы жер асты суларының деңгейі мен электр өткізгіштігінің (су өткізгіштігінің) тәуелділігі көрсетілген.

Электр өткізгіштік – электр тогын өткізу қабілеті. Бұл көрсеткіш температураға, еріген тұздар мен хлоридтер және де фосфаттар мөлшеріне байланысты. Нитраттар электр өткізгіштігін арттырады. Электр өткізгіштік судың сапасын сипаттайды, ал оның айтарлықтай өзгерістері ластану көздерінің болуымен байланысты.

Графикте ұңғымадағы судың өткізгіштігі (сорғылау ұңғымасы – жасыл түс, мониторингтік ұңғыма – сұр түс) көрсетілген. Бұл көрсеткіштер сорғылау кезінде су құрамының өзгеруін анықтауға мүмкіндік береді. Әдетте, егер таза су қабаттары алынып тасталса немесе әртүрлі минералды құрамы бар сулар араласса, өткізгіштік артады.

Осылайша, судың электр өткізгіштігі графикте су сапасының сорғылау кезінде қалай өзгеретінін көрсетіп, әртүрлі су өткізгіш қабаттардың өзара әрекеттесуін және ықтимал ластану көздерін анықтауға көмектеседі.



Сурет 6. Жер асты суларының деңгейі мен электр өткізгіштігінің өзара байланысы

Сорғылау қарқындылығы артқанда, электр өткізгіштік төмендейді, ал сорғылау тоқтағанда, керісінше, артады. Осылайша, судың деңгейі қалпына келген кезде ластану деңгейінің төмендейтінін көрсетеді.

3 сағаттық эксперимент сипаттамасы

Тәжірибе №2

– Ұзақтығы: 3 сағат.

Тәжірибеге екі ұңғыма қарастырылды: сорғылау ұңғымасы (күлгін сызық) және мониторингтік ұңғыма (көк сызық).

Сорғылау сынағы барысында бұл ыдыс әдетте сорғылау көлемін өлшеу немесе белгілі бір уақыт аралығында аквиферден немесе ұңғымадан алынған суды жинау үшін қолданылады.

Сынақ уақыты: 12:50 – 15:40 (3 сағат).

Бұл эксперимент гидравликалық өткізгіштік (К) және өткізгіштік (Т) көрсеткіштерін бағалауға негізделген.

Сондай-ақ, ұңғыманың жұмыс тиімділігі мен уақыт өте келе жер асты суларының сорғылауға қалай әрекет ететінін анықтауға мүмкіндік береді.

Судың деңгейі әрбір тұрақты аралықта жазылып отырды, осылайша екі ұңғымадағы өзгерістер бақыланды.

Сорғылау жылдамдығы тұрақты ($3 \text{ м}^3/\text{сағ}$) сақталды, бұл деректердің дәлдігін қамтамасыз етті.

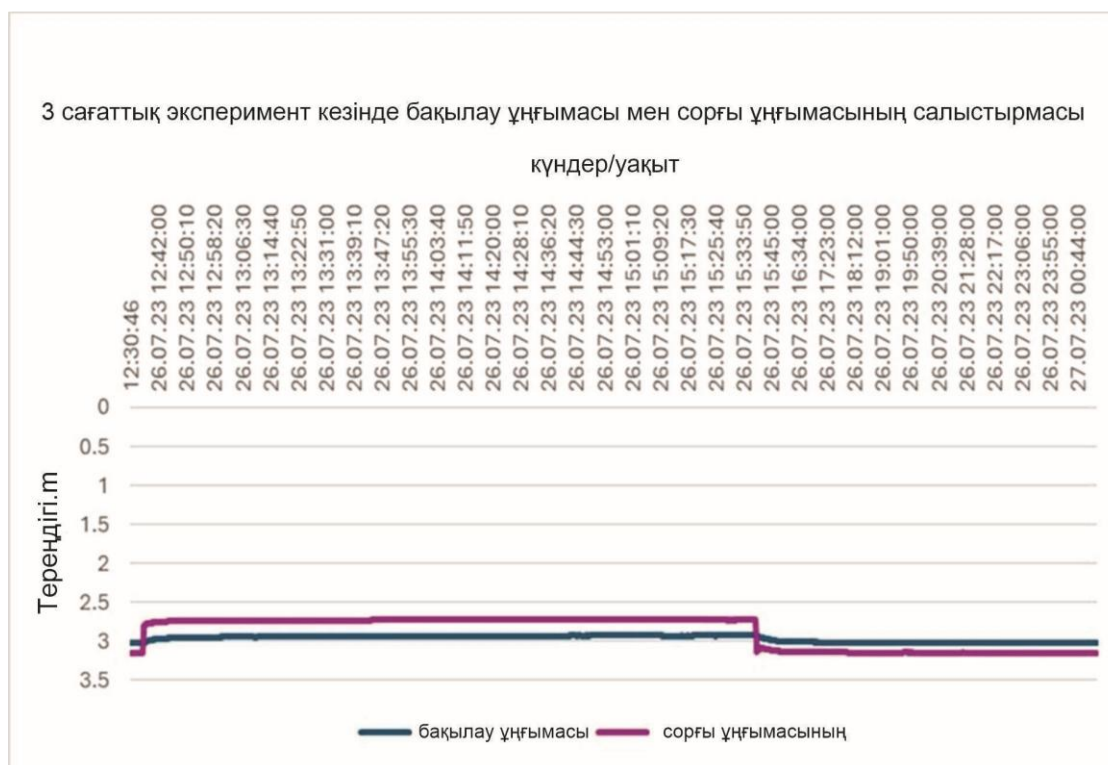
Осы эксперименттің нәтижелері жер асты су жүйесінің сорғылау жағдайында қалай әрекет ететінін жақсырақ түсінуге маңызды ақпарат береді.

7 - суретте 3 сағаттық кезең ішінде сорғылау және мониторингтік ұңғымалардағы жер асты суының деңгейінің төмендеуі көрсетілген. Графикте су деңгейінің тереңдігі (метрмен) мен уақыт арасындағы байланыс бейнеленген. Сорғылау ұңғымасындағы су деңгейі тез төмендейді. 3 сағат ішінде ұңғымада тұрақты су деңгейі қалыптасады. Мониторингтік ұңғымадағы су деңгейі сорғылау ұңғымасына параллель өзгеріп отырады. Екінші тәжірибе бірінші тәжірибедегідей сорғылау аймағына әсерін көрсетті.

1 және 3 сағаттық сорғылау нәтижелерін салыстырғанда, ұзақ сорғылау кезінде ұңғымадағы су деңгейі бастапқы қалпына қайта келгені байқалды. Тәжірибе сорғысы ұзақ уақыт жұмыс істегенде, жер асты суларының деңгейі тұрақтанады.

Енді электр өткізгіштік (ЕС) пен ұңғымалардағы су деңгейінің өзгерісі арасындағы байланысты қарастырайық.

Электр өткізгіштік судың құрамымен сипатталады: суда иондар мен тұздардың қоспаларының болуы ЕС көрсеткішіне әсер етеді.



Сурет 7. Сорғылау ұңғымасының 3 сағаттық екінші сынағы

8-суреттегі графикке сәйкес, сорғылау кезінде электр өткізгіштік күрт өзгеріп, 30 минуттан кейін артты. Өзгерістің себебі – минералдану деңгейі әртүрлі су ағынына байланысты. Сорғылау деңгейіне байланысты электр өткізгіштіктің қалай өзгеретінін байқауға болады. Мониторингтік және сорғылау ұңғымаларындағы электр өткізгіштік мәндерін салыстырғанда, олардың өзара байланысы жоқ екені көрінеді. Яғни, айырмашылық су құрамының әртүрлі болуымен түсіндіріледі, себебі химиялық құрамы тек сорғылау ұңғымасының айналасында өзгереді.



Сурет 8. 3 сағаттық сынақ кезінде сорғылау және мониторингтік ұңғымалардағы электр өткізгіштіктің корреляциясы

Жүргізілген сорғылау сынақтары жер асты суларының динамика деңгейі мен олардың электр өткізгіштігі туралы маңызды мәліметтер берді. Сорғылау басталған кездегі электр өткізгіштіктің өзгеруі әртүрлі қабаттардағы судың араласуынан туындайды: ұңғымадағы су деңгейі төмендейді, бұл әртүрлі горизонттардан су қозғалысын тудырады. Әрбір горизонттағы тұздар мен иондардың концентрациясы әртүрлі болуы мүмкін. Бұл электр өткізгіштіктің (ЕС) өзгеруіне әкеліп соғады.

Осындай өзгерістер уақытша сипатқа ие болады. Демек, су ағыны тұрақтанғаннан кейін біраз уақыттан соң электр өткізгіштік те тұрақтанады.

Зерттеу барысында су алу процесі мен екі сорғылау тәжірибесі кезіндегі жер асты суларының деңгейінің төмендеуі бақыланды. Бағалау екі негізгі аспектіні қамтыды. Біріншіден, 1 сағаттық және 3 сағаттық айдау аралығында жер асты суларының деңгейлеріне салыстырмалы статистикалық талдау жүргізіліп, тұрақты ағын мен су деңгейінің төмендеуіне негізделген. Екіншіден, тәжірибелер нәтижесінде алынған гидравликалық өткізгіштік мәндері статистикалық тұрғыдан талданды. Тәжірибе арқылы ұңғымалардан алынған су, жер үсті және жер асты суларының өзара әрекеттесуін түсінуге мүмкіндік берді. Бастапқыда ұңғымалардағы су деңгейі тұрақты болғандықтан, бұл су қабатының табиғи жағдайын көрсетті. Бірақ та, су айдау басталған кезде су деңгейі күрт төмендеді. Су айдау ұңғымасына параллель орналасқан бақылау ұңғымасында да су деңгейінің төмендеуі байқалды. Бұл жер асты суларының жоғары қысым аймағынан төмен қысым аймағына қарай жылжығанын көрсетті.

Су деңгейінің қалпына келуіне 30-40 минут қажет болды. Бірақ та ол бастапқы мәніне қайта келген жоқ. Бірінші тәжірибеде су деңгейі 2.702 м-ге, ал екінші тәжірибеде 2.721 м-ге төмендеді. 97%-дық шөгінді деңгейі су қабатының шектеулі қорларға немесе баяу толықтырылу жылдамдығына ие екенін көрсетеді.

Су қабатының гидравликалық өткізгіштігі 0,1455 м/с деп есептелді. Осылайша бұл орташа өткізгіштік пен қорларды толықтыру қабілетінің шектеулі екенін көрсетеді. Екі тәжірибеде де су деңгейінің толық қалпына келмеуі байқалды. Су айдауын тоқтатқаннан кейін 40 минут өткен соң, бірінші тәжірибеде су деңгейі бастапқы деңгейден 11 см төмен, ал екінші тәжірибеде 18 см төмен қалды. Қалпына келу жылдамдығының баяулығы топырақтың төмен өткізгіштігін немесе табиғи қорлардың жеткіліксіз толықтырылуын көрсетеді. Демек, бұл су өткізбейтін қабаттардың болуынан немесе жауын-шашын мөлшерінің аздығына байланысты болуы мүмкін.

Электр өткізгіштік өлшемдер су айдау процесі кезінде судың химиялық құрамының өзгеруін бақылауға және жер үсті мен жер асты суларының өзара әрекеттесуін бағалауға мүмкіндік берді.

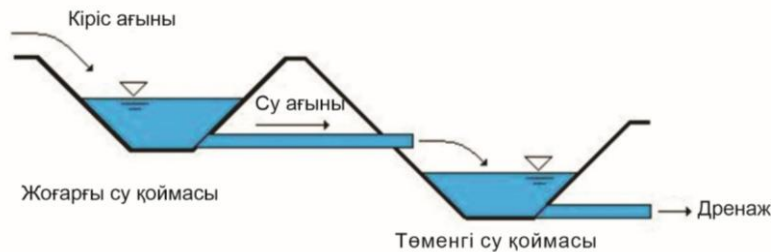
Эксперименттер кезінде байқалған су деңгейінің баяу қалпына келуі мен айтарлықтай төмендеуі, жер асты су қабатының өзін-өзі тиімді толықтыру қабілетінің осал екенін көрсетті.

Болашақ зерттеулер. Алматы облысы, Талғар ауданы, Қайнар ауылдық округі, Жалқамыс ауылында Сұлтанбекова шаруашылығы жұмыс істейді. Шаруашылықтың жетекшісі – Баян Сұлтанбекова. Аталған шаруашылық су ресурстарын басқаруға бағытталған табиғи бастамаларға белсенді қатысады. Оның ішінде, еріген қар және жаңбыр суларын жинау мақсатында жинақтаушы тоғандар салу жұмыстары жүргізілуде. Бұл шаралар жер үсті су көздеріне түсетін жүктемені азайтуға, көктемгі су тасқыны қаупін төмендетуге және жайылымдар мен ауыл шаруашылығы алқаптарын суарумен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Шаруашылықтың базасында «Жері байдың – елі бай» қоғамдық бірлестігі тіркелген, оның қарамағында 3000 гектар жайылымдық жер бар. Табиғи су жинау және оны тиімді бөлу әдістерін қолдану өңірдегі ауыл шаруашылығының климаттық өзгерістер мен су тапшылығына бейімделуіне айтарлықтай ықпал етеді.

Болашақ зерттеу барысында осы фермада ғылыми әдістемені сынақтан өткізу жоспарлануда. Қазақстанда MAR (Managed Aquifer Recharge – басқарылатын жер асты су қорларын толықтыру) технологияларын кеңейту мақсатында екі сатылы тоған жүйесін

пилоттық түрде енгізу мүмкіндігі қарастырылады. Бұл жүйе жер үсті суларын тиімді жинап, оларды біртіндеп топыраққа сіңіру арқылы жерасты су қоймаларын толықтыруға мүмкіндік береді(сурет 9).



Сурет 9. Екі сатылы тоған жүйесі (автор өзгертті) [14]

Зерттеу барысында MAR әдістерін далалық мәліметтер мен цифрлық жер бедері модельдерімен (ЦЖМ) біріктіре отырып, суды тиімді жинау және сақтау, су тасқыны қаупін төмендету және климаттық өзгерістерге тұрақтылықты арттыру мүмкіндіктері қарастырылады. Жоба Қазақстанның қуаң аймақтарында су ресурстарын тұрақты басқаруға арналған практикалық шешімдерді әзірлеуге бағытталған. Өйткені маусымдық су қорының қолжетімділігі және климаттық тұрақсыздық аймақ үшін үлкен сын-қатерлер тудырады.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері өзгермелі климат жағдайында су ресурстарын басқарудың тұрақты шешімдерін іздеудің маңыздылығын растайды. Орталық Азия, әсіресе Қазақстан, су тапшылығы, су ресурстарының маусымдық теңгерімсіздігі және су ағынын реттеудің дәстүрлі әдістерінің тиімділігінің төмендеуі сияқты күрделі мәселелермен бетпе-бет келуде. Осы тұрғыда басқарылатын жер асты суын толықтыру технологиясы (MAR) су қауіпсіздігін арттырудың, су шығындарын азайтудың және су тасқыны қаупін төмендетудің перспективалық құралы ретінде қарастырылады.

Зерттеу аясында жүргізілген далалық тәжірибелер жер асты су қабаттарының орташа өткізгіштікке ие екенін және табиғи қорларды өздігінен толықтыру қабілетінің шектеулі екенін көрсетті. Жер асты суларының деңгейінің баяу қалпына келуі топырақтың су өткізгіштігін жақсарту және жер асты суларын ұтымды пайдалану стратегияларын әзірлеу қажеттілігін дәлелдеді.

Қазақстанда MAR технологиясын енгізу үшін гидрогеологиялық және климаттық факторларды ескеретін кеңістіктік модельдерді дамытуға бағытталған қосымша зерттеулер қажет. Халықаралық тәжірибе бұл технологияның, әсіресе құрғақ аймақтарда, жоғары тиімділігін көрсетіп отыр. Қазақстанда MAR жүйесін су шаруашылығы саясатына табысты интеграциялау үшін ғылыми сараптама, су ресурстарын бақылау мен қатар жер асты су қорларын басқару тетіктерін әзірлеуді қамтитын кешенді тәсіл қажет.

Осылайша, зерттеу MAR сияқты су үнемдеудің инновациялық әдістерін енгізудің маңыздылығын көрсетеді. Бұл әдістер ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы мен климаттың өзгеруі жағдайында азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Алғыс айту. Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің тарапынан қаржыландыруда BR27197639 "Жамбыл, Алматы, Жетісу, Абай және Шығыс Қазақстан облыстары үшін сулы горизонттарды басқарылатын толықтырудың гидрогеологиялық стратегияларымен су тасқыны-құрғақшылық салдарын төмендету инновациялары" жобасын жүзеге асыру аясында орындалды.

Әдебиеттер тізімі

1. Wu X., Shen Y. Climate change impacts on Central Asia's water resources and adaptation strategies // *Climate*. – 2021. – Vol. 9, No. 3. – Article 45. – DOI: <https://doi.org/10.3390/cli9030045>.
2. Sallwey J., Stefan C., Hammes V. Managed Aquifer Recharge in Central Asia: Potentials and Constraints // *Journal of Water Resources Management*. – 2024.

3. Makyzhanova A., Beketov M., Nurzhanov A. Assessment of Groundwater Utilization in Kazakhstan // *Water and Environment Journal*. – 2023. – Vol. 37, No. 2. – P. 134–142.
4. Schleiss A.J., De Cesare G., Hermann F. Sedimentation Problems in Reservoirs and Sustainable Solutions // *International Journal of Sediment Research*. – 2016. – Vol. 31, No. 3. – P. 262–272.
5. Zhao Q., Liu S., Deng L. Impact of Reservoir Construction on Biodiversity and Ecosystem Services // *Ecological Engineering*. – 2019. – Vol. 132. – P. 98–106.
6. Akhmetshin E.M., Kovalenko E.V. Socio-economic Consequences of Water Infrastructure Development in Kazakhstan // *Economics and Society*. – 2019. – No. 4(52). – P. 74–85.
7. Zare F., Kalantari Z. Climate Change and Water Management: The Need for Adaptive Systems // *Environmental Management and Sustainable Development*. – 2018. – Vol. 7, No. 1. – P. 55–71.
8. Sallwey J., Stefan C., Tannert A. Efficiency of MAR Systems in Arid Regions: Case Studies from Australia // *Water*. – 2019. – Vol. 11, No. 6. – P. 1189.
9. Adar E.M., Nejdat A., Yakirevich A. Wastewater Reuse and MAR in Israel: An Integrated Approach // *Water Science and Technology*. – 2012. – Vol. 66, No. 10. – P. 2125–2132.
10. Sprenger C., Grützmacher G., Greskowiak J. MAR Practices in Spain: An Overview of Applications and Performance // *Hydrogeology Journal*. – 2017. – Vol. 25, No. 4. – P. 1105–1118.
11. California Department of Water Resources. Flood-MAR: Using Flood Water for Managed Aquifer Recharge to Support Sustainable Water Resources. – Sacramento, CA: CDWR, 2018.
12. Dillon P., Pavelic P., Page D., Beringen H., Ward J. Managed Aquifer Recharge: An Introduction. – Paris: UNESCO & CSIRO Publishing, 2019.
13. Amanzholova R., Sarsekova D., Stefan C., Sagin J., King R., Timur E. TVET IT technologies support for the water resources, agro forest shelterbelts sustainability // 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024. – P. 239–244. – DOI: 10.1109/SIST61555.2024.10629634.
14. Hydrology Studio. Routing Through Detention Ponds. – URL: <https://learn.hydrologystudio.com/hydrology-studio/knowledge-base/routing-through-detention-ponds> (дата обращения: [01.04.2025]).

References

1. Wu X., Shen Y. Climate change impacts on Central Asia's water resources and adaptation strategies // *Climate*. – 2021. – Vol. 9, No. 3. – Article 45. – DOI: <https://doi.org/10.3390/cli9030045>.
2. Sallwey J., Stefan C., Hammes V. Managed Aquifer Recharge in Central Asia: Potentials and Constraints // *Journal of Water Resources Management*. – 2024.
3. Makyzhanova A., Beketov M., Nurzhanov A. Assessment of Groundwater Utilization in Kazakhstan // *Water and Environment Journal*. – 2023. – Vol. 37, No. 2. – P. 134–142.
4. Schleiss A.J., De Cesare G., Hermann F. Sedimentation Problems in Reservoirs and Sustainable Solutions // *International Journal of Sediment Research*. – 2016. – Vol. 31, No. 3. – P. 262–272.
5. Zhao Q., Liu S., Deng L. Impact of Reservoir Construction on Biodiversity and Ecosystem Services // *Ecological Engineering*. – 2019. – Vol. 132. – P. 98–106.
6. Akhmetshin E.M., Kovalenko E.V. Socio-economic Consequences of Water Infrastructure Development in Kazakhstan // *Economics and Society*. – 2019. – No. 4(52). – P. 74–85.
7. Zare F., Kalantari Z. Climate Change and Water Management: The Need for Adaptive Systems // *Environmental Management and Sustainable Development*. – 2018. – Vol. 7, No. 1. – P. 55–71.
8. Sallwey J., Stefan C., Tannert A. Efficiency of MAR Systems in Arid Regions: Case Studies from Australia // *Water*. – 2019. – Vol. 11, No. 6. – P. 1189.
9. Adar E.M., Nejdat A., Yakirevich A. Wastewater Reuse and MAR in Israel: An Integrated Approach // *Water Science and Technology*. – 2012. – Vol. 66, No. 10. – P. 2125–2132.

10. Sprenger C., Grützmacher G., Greskowiak J. MAR Practices in Spain: An Overview of Applications and Performance // *Hydrogeology Journal*. – 2017. – Vol. 25, No. 4. – P. 1105–1118.
11. California Department of Water Resources. Flood-MAR: Using Flood Water for Managed Aquifer Recharge to Support Sustainable Water Resources. – Sacramento, CA: CDWR, 2018.
12. Dillon P., Pavelic P., Page D., Beringen H., Ward J. Managed Aquifer Recharge: An Introduction. – Paris: UNESCO & CSIRO Publishing, 2019.
13. Amanzholova R., Sarsekova D., Stefan C., Sagin J., King R., Timur E. TVET IT technologies support for the water resources, agro forest shelterbelts sustainability // 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024. – P. 239–244. – DOI: 10.1109/SIST61555.2024.10629634.
14. Hydrology Studio. Routing Through Detention Ponds. – URL: <https://learn.hydrologystudio.com/hydrology-studio/knowledge-base/routing-through-detention-ponds> (дата обращения: [01.04.2025]).

R.Sh. Amanzholova^{1*}, I.K. Rakhmetov², Z.A. Onglassynov³, D.K. Sadanova¹, J. Sagin¹

¹ Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan, r.amanzholova@kbtu.kz,
d_sadanova@kbtu.kz, j.sagin@kbtu.kz

² Kazakh National Research Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan, issaraqmet@gmail.com

³ U.M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology, Almaty, Kazakhstan, zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru

SUSTAINABLE WATER RESOURCE MANAGEMENT IN KAZAKHSTAN: THE POTENTIAL OF MANAGED AQUIFER RECHARGE

Abstract

The purpose of the study: This study assesses the feasibility of applying Managed Aquifer Recharge (MAR) technologies for sustainable water resource management in Kazakhstan.

Research methodology: The study employs spatial modeling, hydrogeological analysis, and experimental testing at pilot sites. Test water injections were conducted, groundwater monitoring was performed, and hydrogeological parameters of aquifers were analyzed. Filtration characteristics, transmissivity, and electrical conductivity of the aquifer were evaluated, along with the efficiency of groundwater recharge.

Research Findings: The study confirmed the potential of MAR as an effective tool for water balance regulation in Kazakhstan. Field trials revealed that managed aquifer recharge helps reduce water loss due to evaporation, improve water quality through natural filtration, and mitigate flood risks.

Scientific novelty: This is the first comprehensive assessment of MAR applicability in Kazakhstan in the context of sustainable water resource management. Groundwater recharge models were developed considering the climatic and hydrogeological characteristics of the region. The study demonstrates the possibility of integrating MAR into national water strategies.

Practical significance: Implementing MAR in Kazakhstan will help create strategic water reserves, enhance agricultural resilience to droughts, and minimize flood-related damage. The study provides a scientific basis for developing state programs on water resource management and integrating MAR into the agro-industrial sector.

Keywords: Managed Aquifer Recharge, Hydrogeology, Sustainable Water Supply, Groundwater, Kazakhstan, Climate Adaptation, Water Resource Management.

Р.Ш. Аманжолова^{1*}, И.К. Рахметов², Ж.Ә. Оңласынов², Д.Қ. Саданова¹, Ж.Сагин¹

¹Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан,
r.amanzholova@kbtu.kz, d_sadanova@kbtu.kz, j.sagin@kbtu.kz

²Казахский Национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, issaraqmet@gmail.com

³АО “Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина”, Алматы, Казахстан, zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В КАЗАХСТАНЕ: ПОТЕНЦИАЛ УПРАВЛЯЕМОГО ПОПОЛНЕНИЯ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

Аннотация

Цель исследования: Оценка осуществимости применения технологий управляемого пополнения водоносных горизонтов (Managed Aquifer Recharge, MAR) для устойчивого управления водными ресурсами в Казахстане.

Методика исследования: В ходе исследования использовались методы пространственного моделирования, гидрогеологического анализа и экспериментального тестирования на пилотных участках. Проведены тестовые закачки воды, мониторинг грунтовых вод и анализ гидрологических параметров водоносных горизонтов. Оценены характеристики фильтрации, трансмиссивности и электропроводности водоносного слоя, а также эффективность пополнения запасов грунтовых вод.

Результаты исследования: Исследование подтвердило потенциал MAR как эффективного инструмента регулирования водного баланса в Казахстане. В результате полевых испытаний выявлено, что управляемое пополнение способствует сокращению потерь воды на испарение, улучшению качества воды за счёт естественной фильтрации и снижению рисков наводнений.

Научная новизна: Впервые в Казахстане проведена комплексная оценка применимости MAR в контексте устойчивого управления водными ресурсами. Разработаны модели пополнения подземных вод с учётом климатических и гидрогеологических особенностей региона. Показана возможность интеграции MAR в национальные водные стратегии.

Практическая значимость: внедрение MAR позволит Казахстану создать стратегические запасы воды, повысить устойчивость сельского хозяйства к засухам и минимизировать ущерб от паводков. Исследование представляет собой научную основу для разработки государственных программ по управлению водными ресурсами и интеграции MAR в агропромышленный сектор.

Ключевые слова: управляемое пополнение водоносных горизонтов, гидрогеология, устойчивое водоснабжение, подземные воды, Казахстан, климатическая адаптация, управление водными ресурсами.

Авторлардың үлесі: Концептуализация: Р.Ш. Аманжолова, Ж. Сагин; Деректерді іріктеу және өңдеу: Р.Ш. Аманжолова, И.К. Рахметов; Формалды талдау: Ж.Ә. Оңласынов, Р.Ш. Аманжолова; Қаржыландыруды қамтамасыз ету: Ж. Сагин, Р.Ш. Аманжолова; Зерттеу: Р.Ш. Аманжолова, И.К. Рахметов; Әдістеме: Р.Ш. Аманжолова, И.К. Рахметов; Жобаны басқару: Ж. Сагин; Ресурстар: Ж. Сагин; Бағдарламалық қамтамасыз ету: Ж.Ә. Оңласынов, И.К. Рахметов; Бақылау: Р.Ш. Аманжолова, Ж. Сагин; Тексеру (валидация): Д.Қ. Саданова, Р.Ш. Аманжолова, Ж. Сагин; Көрнекі материалдарды дайындау: Д.Қ. Саданова, Р.Ш. Аманжолова; Жазу – бастапқы нұсқа: Р.Ш. Аманжолова, Д.Қ. Саданова; Жазу – шолу және түзету: Р.Ш. Аманжолова, Ж. Сагин.

Ф.Т. Амирбекова^{1*}, Э.Б. Кожобаева², П.Н. Нұрлыбекова², С. Қарлыбайұлы¹,
З.Т.Болатбекова¹, F.Ж.Исхахов¹

¹«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Алматы қ., Қазақстан, amirbekovaf@gmail.com, karlybaev1994@mail.ru,
1.zami@mail.ru, galim_jan93@mail.ru

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Алматы қ., Қазақстан,
e.b.kozhabaeva@gmail.com, pnurlybekova@gmail.com

ҚАРАӨЗЕК ӨЗЕНІ ИХТИОФАУНАСЫНЫҢ ТҮРЛІК ҚҰРАМЫ (СЫРДАРІЯ БАССЕЙНІ)

Аңдатпа

Қараөзек өзені Сырдария бассейнінде маңызы бар өзендердің бірі болып табылады. Соңғы жылдары Қараөзек өзені ихтиофаунасының түрлік құрамын анықтау және қазіргі жағдайына баға беру мақсатында зерттеулер жүргізілді. Осыған байланысты Қараөзек өзенінің ихтиофаунасының қазіргі түрлік құрамын анықтап баға беру үлкен маңызға ие.

Ихтиофауналық құрамын анықтау үшін өзенге ау құрылып, ауға түскен балықтардың түрлік құрамы анықталды, сонымен қатар балықтардың ұзындығы, салмағы және қондылығы анықталып баға берілді.

Біз зерттеген өзеннің ихтиофаунасында балықтың 11 түрі кездесті: оның 7 түрі аборигенді және 4 түрі бөгде балық түрлері. Барлық ауланған балықтар 7 тұқымдасқа жатады: *Cyprinidae*, *Leuciscidae*, *Acheilognathidae*, *Xenocyprididae*, *Gobionidae*, *Percidae*, *Gobiidae*. Ауланған балықтардың ішінде ең көп таралған түрлері тұқылар тұқымдасына жатады. Қараөзек өзенінде ихтиофаунасында тіршілік ететін аборигенді балық түрлерінің үлесі бөгде балық түрлеріне жоғары және жалпы көлемінің 54,4% құрайды. Жұмыс нәтижелері бойынша Қараөзек өзенінің ихтиофаунасының түрлік құрамы анықталды және аборигенді түрлердің ихтиофауналық құрамының қазіргі жағдайына баға берілді.

Алынған нәтижелер бойынша Қараөзек өзенінің суының гидрохимиялық көрсеткіштерінде қатты өзгерістер жоқ, судағы гидробионттардың және балықтардың тіршілік етуіне қауіп тудырмайды. Ихтиофаунасында аборигендік балықтардың түрлік құрамы сақталған, аборигенді балық түрлеріне бөгде балық түрлерінің қатты әсер етпейдігін көрсетті.

Кілт сөздер: Қараөзек өзені, аборигенді, бөгде, ихтиофауна, қауымдастық құрамы, алуантүрлілік, гидрохимия.

Кіріспе

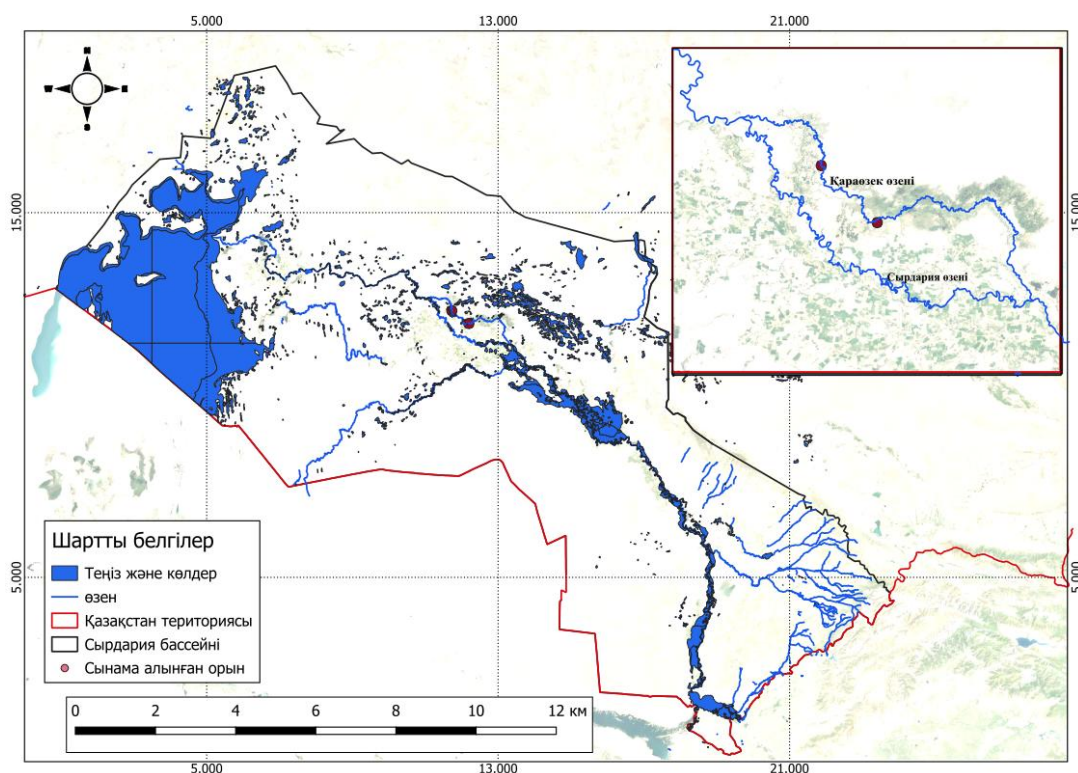
Тұщы судағы балықтардың әртүрлілігін сақтау бүкіл әлемдегі басты мәселелердің бірі болып табылады [1-2]. Тұщы су экожүйелері жер бетіндегі ең маңызды экожүйелердің бірі ғана емес, сонымен қатар биологиялық әртүрлілікті жоғалтуға неғұрлым осал экожүйелердің бірі [3-4]. Тұщы су ағындарын реттеу адамның табиғи экологиялық процестерге араласуының ең көп таралған түрлерінің бірі болып табылады [5]. Әсіресе, өзендердің реттелуі және ауыл шаруашылығына пайдалану олардың тепе - теңдігін бұзатын факторлардың бірі болып табылады. Жалпы алғанда, аймақтық масштабтағы процестер балық популяциясының жалпы құрамын анықтайды, ал жергілікті гидрологиялық режимдер биоалуантүрліліктің азаюына әсер етеді [6]. Балықтардың кездейсоқ өлімі көптеген кішігірім су объектілерінде байқалады, алайда [7] бұл балық популяциясының құрылымына сирек әсер етеді. Адамдар үшін экожүйенің тұрақтылығын сақтау маңызды болып табылады. Балық түрлері туралы мәліметтердің болмауы экожүйедегі күрт өзгерістерге алып келеді. Бұл мәселені шешудің бірінші қадамы организмдердің алуантүрлілігінің қазіргі жағдайын және кейінгі өзгерістерді бағалау, мүмкін бағыттарын нақтылау болып табылады [8 -9]. Біздің зерттеуіміздің міндеті

Сырдария өзеніне қарасты Қараөзек өзені ихтиофаунасының қазіргі жағдайына баға беру. Қараөзек өзені - Қызылорда облысы аумағындағы орналасқан Сырдария өзенінің бір сағасы болып табылады. Сырдария өзенінен Қараөзек ауылы тұсында бөлініп, қайта Жосалы кенті тұсында қайта қосылады. Өзен ұзындығы 188 км құрайды. Өзен ауыл шаруашылығына пайдаланылады. Өзеннің ихтиофаунасының түрлік құрамы Сырдария өзенінің ихтиофаунасының түрлік құрамына ұқсас болып келеді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмыстары Қараөзек өзенінен 2023-2024 жылдары балықтар ауланып, 4 пайыздық формалинмен фиксацияланып, лабораториялық және далалық жағдайда зерттелді (1-сурет). Зерттеу жұмысын жүргізу кезінде балықтарды аулау үшін құрма ау және шабақтық сүзгі аулар қолданылды. Балық түрлерінің атауы үшін *Eschmeyer's Catalog of Fishes* ақпараттық іздеу жүйелері [10] және түрлік құрамы анықтауыштар бойынша [11-12] анықталды. Балықтардың биологиялық талдауы И.Ф. Правдин бойынша жүргізілді [13], оған негізгі белгілері: балықтың ұзындығы (L, SL, мм) мен салмағы (Q, г) алынды. Статистикалық өңдеулер (min – минимум, max – максимум, M – орташа мәні) Г.Ф. Лакин [14] әдістемелік нұсқаулығына сәйкес Excel бағдарламасымен орындалды. Сонымен қатар, балықтар қауымдастығының алуантүрлілік индексі бағалау және кластерлік талдау PAST 4.07 статистикалық бағдарлама көмегімен жүргізілді [15]. Ал гидрохимиялық көрсеткіштері жалпы қабылданған әдістерге сәйкес жүргізілді [16-17].

Сырдария бассейніндегі Қараөзек өзенінен алынған сынамалардың орны тегін кросс-платформалық географиялық ақпараттық жүйе QGIS 3.22 бағдарламасымен жүзеге асырылды [18].



Сурет 1– Сырдария өзені бассейнінің гидрографиясы, Қараөзек өзені және зерттелген станциялар

Нәтижелер және талқылау

Сынама алу кезінде судың температурасы 25,6-27,5°C аралығында өзгерді. Екі станцияның суы бейтарап. Еріген оттегінің мөлшері 8,40 мг/дм³, ал pH - 7,85 көрсетті. Ал биогендік құрамы бойынша аммоний NH⁴ көрсеткіштері 1,4 тен 1,6 аралығында сапа стандарттарындағы мәндермен салыстырғанда жоғары болып табылады, елді мекендер орналасқан орындардан алыстаған сайын аммоний көрсеткіші төмендейді, басқа биогендік

элементтер және органикалық заттар сапа стандарттарындағы мәндерден аспады. Зерттелген барлық гидрохимиялық көрсеткіштер судағы гидробионттардың және балықтардың тіршілік етуіне қауіп тудырмайды (1-кесте).

Кесте 1– Негізгі гидрохимиялық көрсеткіштер

Жылдар	рН	Еріген газдар, мг/дм ³		Биогендік элементтер, мг/дм ³				Органикалық заттар, мг/дм ³
		CO ²	O ²	NH ⁴	NO ²	NO ³	PO ⁴	
2023	7,85	н/о	8,40	1,6	0,085	0,92	0,005	9,23
2024	7,85	н/о	8,40	1,4	0,088	0,92	0,005	9,23
Сапа стандарттары	6,5-8,5	44,0	14,0	1,0	3,30	45,0	0,70	15,0

Қараөзек өзенінің ихтиофаунасының түрлік құрамы 7 тұқымдасқа (*Cyprinidae*, *Leuciscidae*, *Acheilognathidae*, *Xenocyprididae*, *Gobionidae*, *Percidae*, *Gobiidae*) біріктірілген 11 түрді құрады: ақмарқа *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), қылыш-балық *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758), сазан *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866), сібір тортасы *Rutilus lacustris* (Pallas, 1814), тыран *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), бозша мөңке *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), ақ дөңмаңдай *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), кәдімгі көксерке *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) және қытай бұзаубас балығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931). Қауымдастықта кездескен түрлер Сырдария өзені бассейні бойынша аборигенді және бөгде балықтар болып табылады. Қараөзек өзені ихтиофаунасының түрлік құрамы және балықтардың кездесу жиілігі жөніндегі мәліметтер 2-кестеде ұсынылған.

Кесте 2 – Қараөзек өзені ихтиофаунасының түрлік құрамы және балықтардың кездесу жиілігі, %

Түрлер			статус	Жылдар		Жалпы, п
Орыс тіліндегі атауы	Қазақ тіліндегі атауы	Латын тіліндегі атауы		2023	2024	
Тұқымдас <i>Cyprinidae</i> Bonaparte, 1832 – Тұқылар						
Сазан	Сазан	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	A	14,1	12,2	16
Серебряный карась	Табан (бозша мөңке)	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	A	9,9	6,1	10
Тұқымдас <i>Leuciscidae</i> Bonaparte, 1835 – Тарақ - балықтар						
Жерех	Ақмарка	<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	A	2,8	0,0	2
Чехонь	Қылыш -балық	<i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	A	4,2	0,0	3
Сибирская плотва	Сібір тортасы	<i>Rutilus lacustris</i> (Pallas, 1814)	A	16,9	53,1	38
Восточный лещ	Шығыс тыраны	<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	A	16,9	4,1	14
Тұқымдас <i>Acheilognathidae</i> Bleeker, 1863 – Ахейлогнаттар немесе кекірелер						
Горчак	Кекіре	<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1866)	Б	1,4	6,1	4
Тұқымдас <i>Xenocyprididae</i> Günther, 1868 - Ксеноциприндер						
Белый толстолобик	Ақ дөңмандай	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	Б	21,1	14,3	22
Тұқымдас <i>Gobionidae</i> Bleeker 1863 – Теңге - балықтар						
Амурский чебачок	Амур шабағы	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846)	Б	8	4,1	7
Тұқымдас <i>Percidae</i> Cuvier, 1816 – Алабұғалар						
Обыкновенный судак	Көксерке	<i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758	A	2,8	0,0	2
Тұқымдас <i>Gobiidae</i> Fleming, 1822 – Бұзаубас-балықтар						
Китайский бычок	Қытай бұзаубас балығы	<i>Rhinogobius cheni</i> (Nichols, 1931)	Б	2,8	0,0	2
Жалпы саны				71	49	120

Зерттелген Қараөзек өзені бойынша балықтардың түрлік құрамы екі жыл бойынша ерекшеленеді, әр жылда 7-11 түрден кәсіптік және кәсіптік емес балық түрлері кездесті.

2023 жылы Жосалы кентіне жақын жерде орналасқан станцияда балықтың 11 түрі (ақмарқа, қылыш-балық, сазан, торта, тыран, мөңке, ақ дөңмандай, амур шабағы, көксерке, кекіре және бұзаубас балықтары) кездесті. Саны бойынша 21,1% үлеспен ақ дөңмандай доминанттылық көрсетті. Ал ең аз кездескен кекіре балықтары.

2024 жылы Қараөзек өзенінің төменгі жағында орналасқан. Салыстырмалы түрде бұл жылы балықтардың түрлік құрамында 7 түр тіркелді: сазан, кекіре, сібір тортасы, тыран, мөңке, ақ дөңмандай және амур шабағы. Жалпы ауланған балықтардың ішінде 53,1% бойынша сібір торта балығы басымдылық танытты. Ең аз көрсеткішті амур шабағы және тыран балығы, аулаудағы үлестері 4,1%-ды құрады.

Зерттелген балықтар қауымдастығының алуантүрлілік көрсеткіштері 3-кестеде ұсынылған. Мұнда Симпсон бойынша биоалуантүрлілік индексі 2023 жылы 0,872, ал 2024 жылы 0,686 және Шеннон алуантүрлілік индексі 2023 жылы 3,154, ал 2024 жылы 2,216 құрады, индексі 2023 жылға қарағанда 2024 жылы төмендеген, бұл түрлердің бір-бірімен салыстырғанда біркелкі таралмағанын, түрлік құрамының және биоалуантүрліліктің азайғандығын көрсетеді.

Кесте 3 - Қараөзек өзені балықтар қауымдастығының алуантүрлілік көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Жылдар	
	2023	2024
Түрлер, (S)	11	7
Ауланған балықтар, n	71	49
Симпсон алуантүрлілік индексі, (1-D)	0,872	0,686
Шеннон алуантүрлілік индексі, (H, log ²)	3,154	2,216
Симпсон бойынша біркелкілік таралуы, (E)	0,810	0,664
Шеннон бойынша біркелкілік таралуы, (J, log2)	0,912	0,789

Қараөзек өзенінде кездескен балық түрлерінің биологиялық сипаттамалары 4- және 5-кестеде ұсынылған. Биологиялық көрсеткіштерінде 2023 жылы ауланған балықтар сазан, тыран және амур шабағының ұзындығы 2024 жылғы ауланған балықтарға қарағанда жоғары, керісінше Фультон бойынша қондылығы сазан балығынан басқа балықтар төмен мәнді көрсетті. 2024 жылы торта, дөңмандай және кекіре балықтарында салыстырмалы ұзындығы және Фультон бойынша қондылығы жоғары мәнге ие, бұл қоректік қордың жақсы болғанын көрсетеді.

Кесте 4 – Қараөзек өзенінен ауланған балықтардың негізгі биологиялық өлшемдері, 2023 жыл

Жастық қатары	SL, см		Q, г		Фультон бойынша қондылығы
	min-max	M	min-max	M	
Сазан	17,0-30,0	23,6	121-742	362,2	2,50
Торта	13,0-18,5	15,1	55-130	78,0	2,19
Мөңке	14,0-23,0	16,2	96-378	151,4	3,26
Тыран	13-25,0	19,2	42-292	148,0	1,89
Дөңмандай	18,0-33,0	23,9	106-690	267,0	1,82
Ақмарқа	24,2	24,2	201	201	1,35
Көксерке	13,0-14,0	13,5	20-31	25,5	1,07
Қылыш - балық	23,5 - 30,5	27,5	198 - 276	228,5	1,32
Амур - шабағы	4,0-5,4	4,8	1,02-3,41	2,30	1,92
Бұзаубас	1,7-3,3	2,5	0,08-0,59	0,34	1,67
Кекіре	3,3	3,3	1,15	1,15	3,17

Кесте 5 – Қараөзек өзенінен ауланған балықтардың негізгі биологиялық өлшемдері, 2024

жыл

Жастық қатары	SL, см		Q, г		Фультон бойынша қондылығы
	min-max	M	min-max	M	
Сазан	18,0- 22,0	19,2	127- 195	161	2,40
Торта	15,0-23,0	18,8	152-283	187	3,10
Мөңке	16,0-22,5	17,5	115-290	195	3,15
Тыран	16,0- 21,0	18,7	135- 276	214	2,02
Дөңмаңдай	37,5-42,0	39,5	1040-1420	1164	1,98
Кекіре	3,2-3,6	3,4	1,22-1,46	1,33	3,14
Амур шабағы	2,8-2,9	2,9	0,58-0,59	0,59	2,53

Жалпы алғанда, Қараөзек өзені Сырдария өзенінің ихтиофаунасынан қатты ерекшеленбейді, яғни мұнда аборигенді түрлер: ақмарқа *Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758), қылыш-балық *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758), сазан *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), тыран *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), бозша мөңке *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), кәдімгі көксерке *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) және сібір тортасы *Rutilus lacustris* (Pallas, 1814) кездесті, ал бөгде түрлер: кекіре *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866), ақ дөңмаңдай *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) және қытай бұзаубас балығы *Rhinogobius cheni* (Nichols, 1931) балықтарымен толықтырылды.

Қараөзек өзенінің ихтиофаунасының түрлік құрамы 2023 жылы жүргізілген зерттеу жұмыстарына қарағанда 2024 жылы аз. Себебі, Қараөзек өзенінің гидрологиялық режиміне және басқа да антропогендік факторлардың әсеріне байланысты болуы мүмкін. Зерттеуіміздегі екі жылда да ақ дөңмаңдай, сібір тортасы және сазан балықтары басым. Сібір тортасы бұрын Сырдария өзені бассейніндегі аборигенді түрше (арал тортасы) *Rutilus rutilus aralensis* (Berg, 1916) ретінде қарастырылған [19]. Кейінгі зерттеу жұмыстарында түр ретінде *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) [20] қарастырған, соңғы мтДНК зерттеу нәтижелері бойынша [21] түрді қазіргі таңда сібір тортасы *Rutilus lacustris* (Pallas, 1814) ретінде қарастырады. Қараөзек өзенінде зерттеулер бойынша аборигенді балық түрлері бөгде балық түрлеріне қарағанда басым, бұл Қараөзек өзенінде аборигенді ихтиофаунаың сақталғандығын көрсетеді.

Қорытынды

Қараөзек өзенінің гидрохимиялық құрамы бойынша аммоний көрсеткіштері сапа стандарттарындағы мәндермен салыстырғанда жоғары болып табылады, бірақ бұл көрсеткіш судағы гидробионттардың және балықтардың тіршілік етуіне қауіп тудырмайды. Басқа биогендік элементтер сапа стандарттарындағы мәндерден аспады. Ал ихтиофаунасында 7 тұқымдасқа біріктірілген аборигенді және бөгде балық түрлерінің 2023 жылы 11 түрі, 2024 жылы 7 түрі тіркелді. Жалпы ауланған балықтардың ішінде 53,1% бойынша сібір торта балығы, кейінгі орында 21,1% үлеспен ақ дөңмаңдай басымдылық танытты. Ең аз көрсеткішті амур шабағы, тыран және кекіре балықтары құрады. Алынған нәтижелер бойынша Қараөзек өзенінің Сырдария бассейнінің аборигенді ихтиофаунасының әртүрлілігін сақтаудағы үлкен маңызын және ихтиофаунаың антропогендік факторларға тәуелділігін көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Revenga C., Campbell I., Abell R., De Villiers P., Bryer M. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. Philosophical Transactions of the Royal Society. 2005. B: Biological Sciences, 360(1454), 397-413. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1595>
- 2 Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., Sullivan C.A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. Biological reviews, 2006. 81(2), 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- 3 Su G., Logez M., Xu J., Tao S., Villéger S., Brosse S. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. Science, 371(6531), 2021. – P. 835-838. DOI:10.1126/science.abd3369

- 4 Мусина А., Нарбаева К., Жанабаева Ж., Кайпбаев Е., Таукебаев О. Оценка изменений и использования водных ресурсов реки Сырдарьи [Текст]: Мусина А., Нарбаева К., и др. // *Izdenister Natigeler*, 2023. – №4 (100). – С.186–199. <https://doi.org/10.37884/4-2023/21>
- 5 Ward J.V, Stanford J.A. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated rivers: research & management*, 1995, 10(2-4), 159-168. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450100211>
- 6 Schlosser I.J. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. *Ecology*, 1985, 66(5), 1484-1490. <https://doi.org/10.2307/1938011>
- 7 Ruuhijärvi J., Rask M., Vesala S., Westermarck A., Olin M., Keskitalo J., Lehtovaara A. Recovery of the fish community and changes in the lower trophic levels in a eutrophic lake after a winter kill of fish. *Hydrobiologia*, 2010, 646, 145-158. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0186-y>
- 8 IUCN. (2008). Biodiversity indicators: What does species information tell us. Glad: IUCN Red List, 2. <https://www.iucnredlist.org/> (дата обращения: 11.05.2024).
- 9 Мамиллов Н.Ш., Беккожаева Д.К., Хабибуллин Ф.Х., Амирбекова Ф.Т., Кожабаева Э.Б., Сапаргалиева Н.С. Разнообразие и биология короткоциклических видов рыб Южного Казахстана [Текст]: коллективная монография. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 200 с.
- 10 Eschmeyer's Catalog of Fishes <https://www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes> (дата обращения: 15.03.2024).
- 11 Бәйімбет Ә.А., Темірхан Р.С. Қазақстанның балық тәрізділері мен балықтарының қазақша-орысша анықтауышы [Текст]: Бәйімбет Ә.А., Темірхан Р.С. // – Алматы: Қазақ университеті. 1999. – 347 с.
- 12 Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР [Текст]:. пособие для учителей / Веселов Е.А. – М.: «Просвещение», 1977. – 238 с.
- 13 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб [Текст]: Правдин И.Ф. // – М.: Пищевая промышленность, 1966. –376 с.
- 14 Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст]: учебное пособие / Лакин Г.Ф. – М.: Высшая школа, 1980. –372 с.
- 15 Hammer Ø., Harper D.A.T., Paul D.R. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4, Issue 1, Art. 4: 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- 16 Алекин, ОА. (1970). *Основы гидрохимии*. Л.: 444.
- 17 Единая система классификации качества воды в водных объектах. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам МСХ РК от 9 ноября 2016 года № 151(с изменениями согласно приказа Председателя Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации РК от 20.03.2024 № 70.) – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513> (дата обращения: 22.02.2024).
- 18 QGIS Development Team, (01.08.2021). QGIS 3.22.1. Geographic InformationSystem. Open-Source Geospatial Foundation Project: <https://qgis.org/> (дата обращения: 01.08.2024).
- 19 Рыбы Казахстана: в 5-ти томах [Текст] / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф., Солонинова Л.Н. [и др.] // – Алма-Ата: Наука, 1987. – Т.2. – С.32-50.
- 20 Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями [Текст]: монография. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с. – ISBN 5-87317-177-7
- 21 Levin B.A., Simonov E.P., Ermakov O.A., Levina M.A., Interesova E.A., Kovalchuk O.M., Vekhov D.A. Phylogeny and phylogeography of the roaches, genus *Rutilus* (Cyprinidae), at the Eastern part of its range as inferred from mtDNA analysis. *Hydrobiologia*, 2017, 788, 33-46. DOI:10.1007/s10750-016-2984-3.

References

- 1 Revenga C., Campbell I., Abell R., De Villiers P., Bryer M. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 2005. B: Biological Sciences, 360(1454), 397-413. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1595>

- 2 Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z.I., Knowler D.J., Lévêque C., Sullivan C.A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 2006. 81(2), 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- 3 Su G., Logez M., Xu J., Tao S., Villéger S., Brosse S. Human impacts on global freshwater fish biodiversity. *Science*, 371(6531), 2021. – P. 835-838. DOI:[10.1126/science.abd3369](https://doi.org/10.1126/science.abd3369)
- 4 Musina A., Narbaeva K., Zhanabaeva Zh., Kajpbaev E., Taukebaev O. Ocenka izmenenij i ispol'zovaniya vodny'x resursov reki Sy'rdar'i [Tekst]: Musina A., Narbaeva K., i dr. // *Izdenister Natigeler*, 2023. – №4 (100). – S.186–199. <https://doi.org/10.37884/4-2023/21>
- 5 Ward J.V, Stanford J.A. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated rivers: research & management*, 1995, 10(2-4), 159-168. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450100211>
- 6 Schlosser I.J. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. *Ecology*, 1985, 66(5), 1484-1490. <https://doi.org/10.2307/1938011>
- 7 Ruuhijärvi J., Rask M., Vesala S., Westermarck A., Olin M., Keskitalo J., Lehtovaara A. Recovery of the fish community and changes in the lower trophic levels in a eutrophic lake after a winter kill of fish. *Hydrobiologia*, 2010, 646, 145-158. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0186-y>
- 8 IUCN. (2008). Biodiversity indicators: What does species information tell us. Glad: IUCN Red List, 2. <https://www.iucnredlist.org/> (data obrashheniya: 11.05.2024).
- 9 Mamilov N.Sh., Bekkozhaeva D.K., Xabibullin F.X., Amirbekova F.T., Kozhabaeva E'.B., Sapargalieva N.S. Raznoobrazie i biologiya korotkociklichny'x vidov ry'b Yuzhnogo Kazaxstana [Tekst]: kollektivnaya monografiya. – Almaty': Kazak universiteti, 2017. – 200 s. Fish Base. Froese R., Pauly D. <https://www.fishbase.se/search.php> (data obrashheniya: 12.02.2025).
- 10 Eschmeyer's Catalog of Fishes <https://www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes> (data obrashheniya: 15.03.2024).
- 11 Bəjimbet Ə.A, Temirxan R.S. Kazakstanny'ң baly'k tərizdileri men baly'ktary'ny'ң kazaksha-ory'ssha any'қтау'shy' [Tekst]: Bəjimbet Ə.A, Temirxan R.S. // – Almaty': Kazak universiteti. 1999. – 347 c.
- 12 Veselov E.A. Opredeletel' presnovodny'x ry'b fauny' SSSR [Tekst]:. posobie dlya uchitelej / Veselov E.A. – M.: «Prosveshhenie», 1977. – 238 s.
- 13 Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ry'b [Tekst]: Pravdin I.F. // –M.: Pishhevaya promy'shlennost', 1966. –376 s.
- 14 Lakin G.F. Biometriya [Tekst]: uchebnoe posobie / Lakin G.F. – M.: Vy'sshaya shkola, 1980. –372 s.
- 15 Hammer Ø., Harper D.A.T., Paul D.R. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4, Issue 1, Art. 4: 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- 16 Alekin, O.A. (1970). *Osnovy gidrohimii*. L.: 444.
- 17 Edinaya sistema klassifikatsii kachestva vody' v vodny'x ob'ektax. Prikaz Predsedatelya Komiteta po vodny'm resursam MSX RK ot 9 noyabrya 2016 goda № 151(s izmeneniyami soglasno prikaza Predsedatelya Komiteta vodnogo xozyajstva Ministerstva vodny'x resursov i irrigatsii RK ot 20.03.2024 № 70.) – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513> (data obrashheniya: 22.02.2024).
- 18 QGIS Development Team, (01.08.2021). QGIS 3.22.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project: <https://qgis.org/> (data obrashheniya: 01.08.2024).
- 19 Ry'by' Kazaxstana: v 5-ti tomakh [Tekst] / Mitrofanov V.P., Dukravec G.M., Sidorova A.F., Soloninova L.N. [i dr.] // – Alma-Ata: Nauka, 1987. – T.2. – S.32-50.
- 20 Boguczskaya N.G., Naseka A.M. Katalog beschelyustny'x i ry'b presny'x i solonovaty'x vod Rossii s nomenklaturny'mi i taksonomicheskimi kommentariyami [Tekst]: monografiya. – M.: Tovarishestvo nauchny'x izdaniy KMK, 2004. – 389 s. – ISBN 5-87317-177-7
- 21 Levin B.A., Simonov E.P., Ermakov O.A., Levina M.A., Interesova E.A., Kovalchuk O.M., Vekhov D.A. Phylogeny and phylogeography of the roaches, genus *Rutilus* (Cyprinidae), at the Eastern part of its range as inferred from mtDNA analysis. *Hydrobiologia*, 2017, 788, 33-46. DOI:[10.1007/s10750-016-2984-3](https://doi.org/10.1007/s10750-016-2984-3).

**Ф.Т.Амирбекова^{1*}, Э.Б.Кожабаяева², П.Н.Нұрлыбекова², С.Қарлыбайұлы¹,
З.Т.Болатбекова¹, Ғ.Ж.Исхахов¹**

¹ ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
г. Алматы, Казахстан, amirbekovft@gmail.com, karlybaev1994@mail.ru,
1.zami@mail.ru, galim_jan93@mail.ru

² Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан, e.b.kozhabayeva@gmail.com, pnurlybekova@gmail.com

ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ КАРАОЗЕК (БАСЕЙН СЫРДАРЬИ)

Аннотация

Река Караозек является одной из важных в Сырдарьинском бассейне. В последние годы были проведены исследования с целью определения видового состава и оценки современного состояния ихтиофауны реки Караозек. В этой связи большое значение имеет определение и оценка современного видового состава ихтиофауны реки Караозек.

Для определения состава ихтиофауны были поставлены сети и был определен видовой состав пойманных рыб, а также дана оценка длины, веса и упитанности рыб.

В ихтиофауне изученной нами реки были обнаружены 11 видов рыб: 6 аборигенных и 5 чужеродных. Все отловленные рыб принадлежат к 7 семействам: *Cyprinidae*, *Leuciscidae*, *Acheilognathidae*, *Xenocyprididae*, *Gobionidae*, *Percidae*, *Gobiidae*. Среди отловленных рыб наиболее распространенные виды относятся к семейству карповых. Доля аборигенных видов рыб, обитающих в реке Караозек, значительно превышает чужеродную ихтиофауну и составляет 54,4% от общего объема. По результатам работы определен видовой состав ихтиофауны реки Караозек и дана оценка современного состояния аборигенных видов рыб.

По полученным результатам, резких изменений в гидрохимических показателях воды реки Караозек нет, не выявлены угрозы для жизнедеятельности гидробионтов и рыб. Видовой состав аборигенных рыб сохранился в ихтиофауне, что свидетельствует о том, что аборигенные виды рыб не подвергаются сильному воздействию чужеродных видов рыб.

Ключевые слова: Река Караозек, аборигенный, чужеродный, ихтиофауна, состав сообщества, разнообразие, гидрохимия.

**F.T.Amirbekova^{1*}, E.B.Kozhabayeva², P.N.Nurlybekova², S.Karlybayuly¹,
Z.T.Bolatbekova¹, G.Zh.Iskhakhov¹**

¹ LLP «Fisheries Research and Production Center», Almaty, Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan Republics, amirbekovft@gmail.com, karlybaev1994@mail.ru, 1.zami@mail.ru,
galim_jan93@mail.ru

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan Republics,
e.b.kozhabayeva@gmail.com, pnurlybekova@gmail.com

SPECIES COMPOSITION OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE KARAOZEK RIVER (SYRDARYA BASIN)

Abstract

The Karaozek River is one of the most important in the Syrdarya basin. In recent years, studies have been conducted to determine the species composition and assess the current state of the ichthyofauna of the Karaozek River. In this regard, it is of great importance to determine and evaluate the current species composition of the ichthyofauna of the Karaozek River.

To determine the composition of the ichthyofauna, nets were set and the species composition of the fish caught was determined, as well as an estimate of the length, weight and upitonicity of the fish.

The ichthyofauna of the studied river comprised 11 fish species: 6 indigenous and 5 non-indigenous. All captured fish belong to 7 families: *Cyprinidae*, *Leuciscidae*, *Acheilognathidae*, *Xenocyprididae*, *Gobionidae*, *Percidae*, *Gobiidae*. Among the captured fish, species from the carp family are the most widespread. The proportion of indigenous fish species inhabiting the Karaozek River significantly exceeds the non-indigenous ichthyofauna, constituting 54.4% of the total volume.

Based on the results of the work, the species composition of the ichthyofauna of the Karaozek River was determined and the current state of native fish species was assessed.

According to the results obtained, there are no sharp changes in the hydrochemical parameters of the Karaozek River water, no threats to the vital activity of aquatic organisms and fish have been identified. The species composition of native fish has been preserved in the ichthyofauna, which indicates that native fish species are not strongly affected by alien fish species.

Keywords: Karaozek River, aboriginal, alien, ichthyofaunal, community composition, diversity, hydrochemistry.

МРНТИ 70.25.17

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/38>

Сейтасанов И.С¹., Ишангалиев Т.С¹., ОнласынУ.К¹., Мурап Д¹., Зулпибекова С.Б¹.

¹Казахский Национальный Аграрный исследовательский университет, Алматы, Республика Казахстан, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СЕВЕРО - КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Настоящая статья посвящена анализу состояния водных объектов Северо-Казахстанской области (СКО) и формированию научно обоснованных подходов к их управлению в контексте устойчивого развития. Представлены результаты инвентаризации водных объектов региона, оценки объемов и качества водных ресурсов рек, озер, приведены параметры водообеспеченности по районам. Рассмотрены гидрологические характеристики реки Есиль, включая внутригодовое распределение стока и влияние водохранилищ. Гидрологический режим Есиля также характеризуется высокой минерализацией воды в меженный период (до 800 мг/л), что связано с геохимическими особенностями и вкладом подземных вод. Качество воды подвержено сезонным колебаниям и антропогенному воздействию. Расчеты внутри годового распределения стока производилась по данным наблюдений на основных гидрологических постах методом компановки. Выявлено, что, окончательный результат оценки изменения внутри годового распределения стока в году зависит не только от способов анализа и сравнения месячного стока и его распределения в многолетнем разрезе с динамикой хозяйственной деятельности на водосборе, но и в определенной степени от сравнения естественного и нарушенного распределения стока. При анализе изменения внутри годового распределения стока под воздействием водохранилищ было учтено, что водохозяйственные системы конкретного речного бассейна постоянно развиваются.

Проведена классификация озер региона по геоморфологическим и гидрохимическим признакам. Предложены рекомендации по использованию ресурсов малых озер для нужд сельского хозяйства, водоснабжения, рекреации и туризма и др.. Результаты статьи могут быть использованы водхозы и водхозными организациями, научными учреждениями и хозяйствующими субъектами при планировании водохозяйственной деятельности и территориального развития.

Ключевые слова: Северо-Казахстанская область; Есиль; водные ресурсы; реки; озера; уровень водопотребления; сток; водообеспеченность; водохранилище; рекреация.

Введение

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов в мире и в Казахстане, вопросы рационального использования, оценки и управления поверхностными водами приобретают особую актуальность. Северо-Казахстанская область, обладая богатым, но неравномерно распределённым потенциалом водных ресурсов, сталкивается с необходимостью комплексного подхода к водообеспечению населения, сельского хозяйства и промышленности. Значительная часть территории региона характеризуется маловодностью и высокой степенью зависимости от климатических колебаний.

В условиях глобального потепления и роста водопотребления возрастает необходимость устойчивого природно-хозяйственного обустройства территории, обеспечивающего баланс между экономической активностью, экологической безопасностью и доступом к водным ресурсам [1].

В статье приведены данные по оценке количества, качества и пространственного распределения поверхностных водных ресурсов по районам Северо-Казахстанской области с целью выявления потенциала устойчивого водопользования. Объектом исследования выступают водные объекты региона — реки, озёра, водохранилища. Предметом исследования являются гидрологические характеристики этих водоисточников, а также параметры водообеспеченности.

В статье использованы результаты научно-исследовательской работы, выполненной в рамках программы BR24993222 [5], в том числе первичные данные от Бассейновой водохозяйственной инспекции (БВИ) [3], Акмолинского филиала РГП «Казводхоз» [4], Министерства водных ресурсов и ирригации [2], а также гидрологические наблюдения и пространственные данные. Применены сравнительный, статистический, картографический методы, а также современные подходы к моделированию и системной интеграции данных.

Полученные результаты направлены на обоснование мер по водосбережению, улучшению водообеспеченности и повышению эффективности использования водных ресурсов и принятию обоснованных управленческих решений по использованию водных ресурсов в условиях нестабильного климата и экономических вызовов.

Методы и материалы

Объектом исследования выступает система водных ресурсов Северо-Казахстанской области, включающая реки, озера, водохранилища, пруды, болота, подземные воды, а также их гидротехническую инфраструктуру. Особое внимание уделено реке Есиль — крупнейшей водной артерии региона, и многочисленным малым и средним озерам, распределённым по всем районам области.

Для достижения поставленных целей применен комплекс методов:

- Сбор и анализ первичной информации, включая данные наблюдений и статистические сведения от региональных и республиканских организаций (БВИ [3], Казводхоз [4], акиматы, МВРИ [2]);
- Картографический метод, использующий геоинформационные технологии и дистанционное зондирование для построения гидрологических карт и пространственного анализа распределения водных объектов;
- Сравнительный и ретроспективный анализ для выявления изменений в объеме стока, водопотреблении и экологическом состоянии водоемов за различные периоды;
- Количественные методы — математическая обработка данных о стоке, водообеспеченности, водозаборе;
- Методы устойчивого природопользования и интегрированного управления водными ресурсами, включающие концептуальные основы экосистемного подхода и прогнозирования водного баланса в условиях климатических изменений.

Применение вышеперечисленных методов позволило получить комплексную картину водного потенциала региона, выявить зоны риска и разработать предложения по его устойчивому использованию. Исследование носит прикладной характер и ориентировано на

использование его результатов в практике водохозяйственного планирования, аграрного развития и экологического регулирования.

Результаты и обсуждение

Северо-Казахстанская область обладает разнообразными водными ресурсами, представленными как поверхностными, так и подземными источниками. Основную роль играют реки и озера, дополняемые искусственными водохранилищами и прудами. Наиболее значимым водным объектом является река Есиль — крупнейшая река региона, протекающая через несколько районов и обеспечивающая водоснабжение как населенных пунктов, так и аграрного сектора. По результатам исследований была разработана гидрографическая карта водных объектов Северо-Казахстанской области, используя картографический метод, с применением геоинформационных технологии и дистанционное зондирование земли (Рисунок 1).

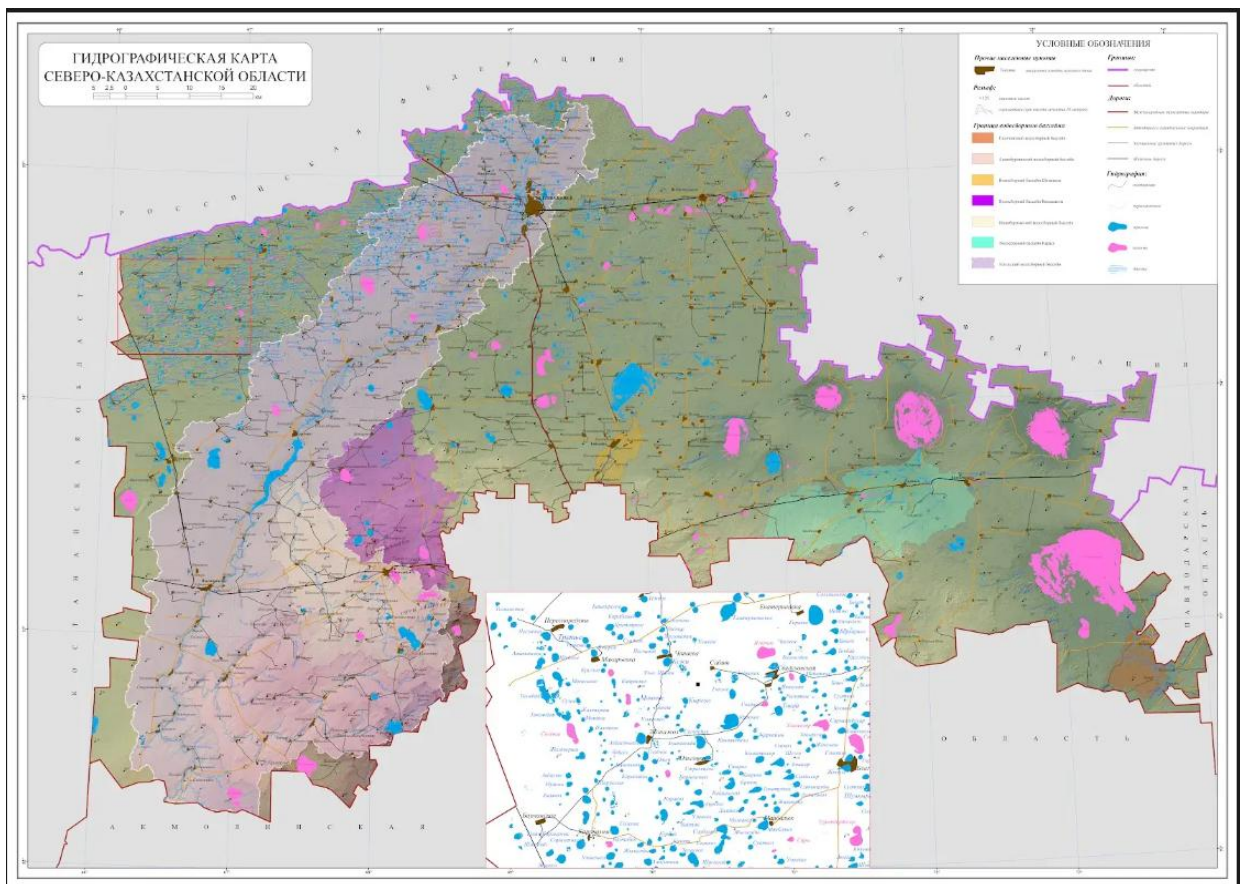


Рисунок 1. Гидрографическая карта размещения водных объектов Северо-Казахстанской области

Река Есиль характеризуется выраженным весенним половодьем, обусловленным таянием снегов, и маловодным летне-осенним периодом. Среднегодовой сток достигает $2,23 \text{ км}^3$, при этом весенние паводки составляют до 86–95% годового объема. Сток регулируется каскадом водохранилищ — Вячеславским, Сергеевским и Петропавловским. Это обеспечивает равномерное водоснабжение, но приводит к изменению естественного режима стока, особенно в зимне-весенний период [3], [6].

Гидрологический режим Есиля также характеризуется высокой минерализацией воды в меженьный период (до 800 мг/л), что связано с геохимическими особенностями и вкладом подземных вод. Качество воды подвержено сезонным колебаниям и антропогенному воздействию.

Расчеты внутригодового распределения стока производилась по данным наблюдений на основных гидрологических постах методом компоновки. Окончательный результат

оценки изменения внутригодового распределения стока в году зависит не только от способов анализа и сравнения месячного стока и его распределения в многолетнем разрезе с динамикой хозяйственной деятельности на водосборе, но и в определенной степени от сравнения естественного и нарушенного распределения стока. При анализе изменения внутригодового распределения стока под воздействием водохранилищ было учтено, что водохозяйственные системы конкретного речного бассейна постоянно развиваются. Поэтому, помимо усредненных характеристик стока, важно иметь данные о распределении стока для каждого отдельного года [6, 13,14].

В таблице приведены сведения о внутригодовом распределении стока в бассейне реки Есиль в условиях естественного режима и режима, подвергшегося существенным изменениям вследствие создания крупных водохранилищ на водоразделе (Таблица 1).

Таблица 1 – Внутригодовое распределение стока р. Есиль (м³/с) за условно-естественный (1933-1973 гг.) и нарушенный (1974-2020 гг.) периоды и его изменение

Водность года	Характеристики стока	Месяц											
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
р. Есиль – г. Астана													
Многоводный	Естественный	82,9	8,08	2,53	1,22	0,88	0,66	1,07	1,42	0,58	0,36	0,15	0,10
	Нарушенный	65,2	7,17	4,11	3,43	3,25	2,81	2,38	2,60	1,85	0,96	0,78	5,46
	Изменение	17,7	0,91	-1,58	-2,21	-2,37	-2,15	-1,31	-1,18	-1,27	-0,60	-0,63	-5,36
Средний	Естественный	79,0	14,8	2,40	0,91	0,40	0,56	0,69	0,84	0,33	0,08	0,03	0,01
	Нарушенный	51,0	12,7	7,07	5,77	4,34	3,20	2,27	3,49	2,39	1,60	1,14	4,99
	Изменение	28,0	2,10	-4,67	-4,86	-3,94	-2,64	-1,58	-2,65	-2,06	-1,52	-1,11	-4,98
Маловодный	Естественный	51,7	43,7	2,22	0,81	0,23	0,34	0,54	0,32	0,08	0,00	0,00	0,00
	Нарушенный	35,6	16,9	11,3	7,44	6,09	3,92	2,54	6,61	4,33	2,41	1,58	1,29
	Изменение	16,1	26,8	-9,08	-6,63	-5,86	-3,58	-2,00	-6,29	-4,25	-2,41	-1,58	-1,29
р. Есиль – г. Петропавловск													
Многоводный	Естественный	17,6	59,3	13,3	3,24	1,51	1,01	0,85	1,00	0,76	0,53	0,48	0,43
	Нарушенный	21,2	48,5	13,2	3,96	2,23	1,66	1,37	1,58	1,25	1,70	1,43	1,88
	Изменение	-3,60	10,8	0,10	-0,72	-0,72	-0,65	-0,52	-0,58	-0,49	-1,17	-0,95	-1,45
Средний	Естественный	26,0	42,5	12,9	4,50	3,55	2,65	2,50	1,90	1,51	0,74	0,64	0,55
	Нарушенный	13,6	50,8	11,0	4,53	3,34	2,99	2,78	1,78	2,23	1,51	2,51	2,95
	Изменение	12,4	-8,30	1,90	-0,03	0,21	-0,34	-0,28	0,12	-0,72	-0,77	-1,87	-2,40
Маловодный	Естественный	26,4	27,8	17,9	7,48	4,65	3,39	2,89	3,07	2,21	1,75	1,07	1,48
	Нарушенный	20,6	34,7	12,6	5,53	4,11	3,61	3,09	3,59	2,22	3,13	2,60	4,23
	Изменение	5,80	-6,90	5,30	1,95	0,54	-0,22	-0,20	-0,52	-0,01	-1,38	-1,53	-2,75

Регулирование стока в бассейне реки Есиль осуществляется в интересах промышленного, коммунально-бытового и сельскохозяйственного водоснабжения, лиманного и регулярного орошения и рыбного хозяйства. Результаты расчетов внутригодового распределения стока по методу компановки для двух периодов в Есильском водохозяйственном бассейне сведены в (Таблица 2).

Таблица 2 – Внутригодовое распределение стока (в процентах от годового стока) рек Есильского водохозяйственного бассейна в годы различной водности.

№	Код поста	Река – пост	F, км ²	Расчетный период	Водность года	Сезонный сток (%)		
						Весна (IV-V)	Лето-осень (VI-X)	Зима (XI-III)
1	11272	Силеты – с. Приречное	1670	1961-2019	Многоводные	94,6	2,56	2,82
					Средние	97,2	2,28	0,48
					Маловодные	98,2	1,78	0,00
2	11275	Силеты – с. Изобильное	14600	1959-2019	Многоводные	88,7	6,02	5,24
					Средние	87,0	8,27	4,75
					Маловодные	83,1	12,5	4,39
3	11291	Шаглинка – с. Павловка	1750	1939-1973	Многоводные	91,4	7,15	1,46
					Средние	91,3	7,75	0,97
					Маловодные	90,5	8,93	0,60
				1974-2019	Многоводные	87,6	11,5	0,89
					Средние	86,6	12,9	0,48
					Маловодные	86,8	12,9	0,27
4	11398	Есиль – г. Астана	7400	1933-1973	Многоводные	91,0	6,36	2,61
					Средние	93,8	4,96	1,29
					Маловодные	95,5	4,14	0,41
				1974-2019	Многоводные	72,4	16,0	11,6
					Средние	63,7	22,7	13,6
					Маловодные	52,5	31,3	16,2
5	11404	Есиль – с. Каменный Карьер	86200	1947-1973	Многоводные	83,4	13,5	3,07
					Средние	79,0	16,7	4,20
					Маловодные	72,9	20,9	6,26
				1974-2019	Многоводные	78,1	19,1	2,86
					Средние	80,4	16,1	3,47
					Маловодные	81,6	13,8	4,67
6	11410	Есиль – г. Петропавловск	<u>106000</u> 118000	1932-1973	Многоводные	76,9	19,9	3,20
					Средние	68,5	26,1	5,34
					Маловодные	54,1	36,3	9,57
				1974-2019	Многоводные	69,7	22,4	7,83
					Средние	64,4	24,7	11,0
					Маловодные	55,3	28,9	15,8
7	11424	Калкутан – с. Калкутан	16500	1937-1973	Многоводные	90,9	7,63	1,47
					Средние	91,6	7,05	1,30
					Маловодные	94,1	5,84	0,09
				1974-2019	Многоводные	96,7	3,23	0,07
					Средние	97,9	2,09	0,00
					Маловодные	98,4	1,62	0,00
8	11433	Жабай – г. Атбасар	8530	1936-1973	Многоводные	68,5	30,1	1,36
					Средние	67,6	31,6	0,77
					Маловодные	66,3	33,3	0,36
				1974-2019	Многоводные	88,2	8,44	3,36
					Средние	87,3	8,68	4,04
					Маловодные	87,3	8,49	4,18
9	11455	Акканбурлук – с. Григорьевка	<u>5820</u> 6520	1938-1973	Многоводные	90,6	6,28	3,08
					Средние	93,0	5,58	1,43
					Маловодные	95,0	4,96	0,13
				1974-2019	Многоводные	91,7	6,37	1,93
					Средние	93,7	5,01	1,31
					Маловодные	95,8	3,73	0,46
10	11461	Иманбурлук – с. Соколовка	<u>3870</u> 4070	1950-1973	Многоводные	93,7	4,46	1,81
					Средние	92,0	6,77	1,23
					Маловодные	86,8	12,3	0,86
				1974-2019	Многоводные	89,2	8,59	2,24
					Средние	88,2	9,05	2,75
					Маловодные	85,1	9,86	5,05

Путем сопоставления результатов расчетов видно, что в многоводные годы весенний период с апреля по май в участке реки Есиль в городе Астана составляет 91% от годового стока в условно-естественном периоде, летне-осенний период – 6,36%, зимний период – 2,61%. В измененных условиях за нарушенный период 72,4% годового стока приходится на весенний период, 16,0% – на летне-осенний, и 11,6% – на зимний период.

В летне-осенний и зимний периоды, когда осуществляется сработка водохранилищ, зарегулированные расходы воды в многоводные и средние по водности годы существенно выше естественных расходов воды.

В верхнем течении реки Есиль прослеживается наиболее выраженное уменьшение весеннего стока. В нижнем течении, в зоне города Петропавловск, весенний сток за период с измененным режимом существенно превышает весенний сток за естественный период. Заметно увеличение сезонного стока, особенно зимнего стока, наблюдается в периоды с низким уровнем воды с обеспеченностью в 95%. Решающее влияние в регулировании речного стока водохранилищами проявляется, прежде всего, во внутригодовом распределении стока в замыкающем створе. Здесь роль водохранилищ заключается в устранении естественной неравномерности стока: увеличение объема стока в меженные периоды за счет уменьшения паводочного стока [13].

Озера региона насчитывают более 2400 единиц, включая как мелкие, так и крупные водоемы (оз. Селетытениз, Теке, Имантау и др.). Общий объем озерных вод составляет порядка 4,5 млрд м³. Озера делятся на пресные, солоноватые и соленые, различаются по минерализации и глубине. Глубина большинства — 1,5–3 м [5]. [9].

Озера используются для питьевого и технического водоснабжения, рекреации, рыболовства и как резервные источники воды. Их гидрологический режим нестабилен, особенно у равнинных озер, питающихся осадками и склонных к сезонному пересыханию.

Подземные воды СКО представлены водоносными горизонтами различной минерализации и глубины залегания. Их изученность различна по районам. В отдельных местах они используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, особенно при отсутствии альтернативных поверхностных источников. Минерализация варьируется от пресной до солоноватой [8].

Таким образом, водные объекты СКО представляют собой сложную и уязвимую систему, требующую интегрированного подхода к оценке, мониторингу и управлению водными ресурсами на всех уровнях.

Озера Северо-Казахстанской области играют важную роль в природной и хозяйственной системе региона, выполняя функции водоисточников, регуляторов микроклимата и экосистемных резерватов. Классифицируются озера по морфологическим, геологическим и химическим характеристикам. Они различаются по происхождению, размерам, глубине, степени минерализации и устойчивости водного режима.

По геоморфологическим признакам озера СКО делятся на:

пойменные (получающие питание за счет весеннего паводка рек и грунтовых вод),

равнинные (основной тип в регионе, с питанием за счет осадков и склонностью к пересыханию),

горного типа (расположены в пределах Кокшетауской возвышенности, с глубинами до 25–30 м, высокой прозрачностью воды и сложным рельефом дна).

Водная минерализация варьирует от пресной (до 1 г/л) до высокоминерализованной (более 10 г/л), что определяет потенциальные сценарии использования озер — от питьевого водоснабжения до рекреации, добычи солей и рыболовства. Большинство крупных озер с пресной или слабосоленой водой (Имантау, Тарангул, Жаксы-Жалгызтау) используются как источники питьевой воды или объекты рекреационного туризма. В то же время такие озера, как Селетытениз и Теке, с высокой минерализацией, представляют интерес для специализированных форм аквакультуры или добычи солей [5], [9]. В таблице 3 приведены данные по минерализации и глубине по крупным озерам области.

Таблица 3. Сравнение озер по минерализации и глубине

Озеро	Минерализация (г/л)	Глубина (м)	Использование
Селетыгениз	>30	3.2	Солевые ресурсы
Теке	20	2.1	Солевые ресурсы
Имантау	0.5	14.8	Рекреация, питьевое
Шалкар	0.7	20.5	Рекреация
Жаксы-Жалгызтау	0.6	9.3	Питьевое

Распределение озер по районам демонстрирует концентрацию водоемов в Жамбылском, Мамлютском, Кызылжарском и Аккайынском районах. Так, в Жамбылском районе насчитывается 819 водных объектов, в том числе 138 озер площадью более 100 га. В то же время в других районах (например, Есильском или М. Жумабаева) преобладают мелкие и сезонные водоемы, менее устойчивые к климатическим колебаниям. Количество озер по районам Северо-Казахстанской области приведено в таблице 4.

Таблица 4. Перечень озер по районам Северо-Казахстанской области

Район	Число озер (>100 га)	Всего водных объектов
Жамбылский	138	819
Мамлютский	112	743
Кызылжарский	97	689
Аккайынский	84	645
Есильский	21	312
М.Жумабаева	16	278

Пространственный анализ показал, что:

- Озера с наибольшим гидрологическим потенциалом сосредоточены в северной и северо-восточной частях области;
- Горные и глубокие озера (Шалкар, Имантау) являются важными рекреационными зонами и резервными источниками пресной воды;
- Озера в центральной и южной частях области подвержены пересыханию и деградации, особенно в маловодные годы.

Во временном аспекте озера демонстрируют высокую зависимость от снежных и дождевых осадков. Маловодные периоды 2010-х годов сопровождались существенным снижением уровня воды, особенно в равнинных озерах, что снижает их пригодность к использованию и увеличивает риски опреснения. Кроме того, изменение температурного режима и сокращение периода ледостава способствуют эвтрофикации и заилению водоемов.

Данные мониторинга указывают на следующие ключевые изменения за последние десятилетия:

- Снижение стабильности водного баланса малых и средних озер;
- Увеличение минерализации в сезон пересыхания;
- Расширение площади заболачивания в пойменных зонах;
- Повышение давления антропогенной нагрузки вблизи городов и зон сельского водопользования.

Таким образом, пространственно-временной анализ озер позволяет выделить зоны с высоким риском водной деградации и определить приоритетные объекты для охраны, мониторинга и рационального использования.

Водопотребление в Северо-Казахстанской области определяется потребностями различных секторов экономики, включая сельское хозяйство, коммунально-бытовое хозяйство и промышленность. Наибольшая доля водозабора приходится на сельскохозяйственный сектор, в особенности в период вегетации, когда возрастает спрос на оросительную воду.

По данным отчетности и мониторинга, водозабор в области распределяется следующим образом: сельское хозяйство — около 55–60% общего водопотребления, коммунально-

бытовое водоснабжение — 25–30%, промышленность — около 10–15% [2], [4]. Данные по водопотреблению по отраслям по районам СКО приведено в таблице 5.

Таблица 5. Водопотребление по отраслям в районах СКО

Район	Сельское х-во (%)	ЖКХ (%)	Промышленность (%)
Жамбылский	62	28	10
Аккайынский	57	30	13
Тайыншинский	49	37	14
Уалихановский	55	35	10

Источниками водоснабжения в регионе выступают как поверхностные (в первую очередь, река Есиль и ее притоки, а также крупные озера), так и подземные воды, особенно в районах с ограниченным доступом к водоемам. В последние годы отмечается тенденция к увеличению доли подземного водопользования, что связано с ухудшением качества поверхностных источников и необходимостью стабильного круглогодичного водоснабжения. Региональные различия водообеспеченности существенны. В северных районах, таких как Жамбылский и Мамлютский, водообеспеченность выше благодаря высокой плотности водоемов. В то же время в южных и восточных районах (Тайыншинский, Уалихановский) наблюдается острый дефицит водных ресурсов, особенно в маловодные годы. Для оценки водообеспеченности используется показатель обеспеченности водопотребителей в засушливый период. Расчеты показывают, что в 60% территорий области водообеспеченность в маловодные годы не превышает 70% от нормативной потребности, что говорит о высоком риске водного стресса [5], [8].

Динамика водопотребления в период с 2000 по 2020 гг. свидетельствует о следующих тенденциях:

- Устойчивый рост коммунального водопотребления в связи с урбанизацией и расширением инфраструктуры;
- Снижение водозабора в промышленности за счет модернизации и повышения водозэффективности процессов;
- Колебания водопотребления в сельском хозяйстве, зависящие от погодных условий, урожайности и орошаемых площадей.

Водообеспеченность усиливается за счет регулирования стока водохранилищами. Однако существующая инфраструктура не охватывает все воддефицитные зоны, а в некоторых случаях вызывает конфликты между водопользователями из-за неравномерного распределения ресурсов. Важно учитывать внутригодовую изменчивость — большая часть годового стока формируется весной, а в летний и зимний периоды происходит дефицит, особенно в неурожайные годы.

Ключевые проблемы водопотребления и водообеспеченности в СКО:

- Низкая обеспеченность южных районов области;
- Преобладание сезонного характера водных поступлений;
- Недостаточная эффективность распределения водных ресурсов;
- Отсутствие централизованной системы управления водопользованием в межотраслевом и межрайонном разрезе.

Для решения этих задач необходимо внедрение принципов интегрированного управления водными ресурсами, развитие систем мониторинга, автоматизированного учета и прогнозирования водопотребления с учетом климатических трендов. Важно также поощрять водосберегающие технологии и формировать устойчивую культуру водопользования на всех уровнях.

На основании проведенного анализа состояния водных ресурсов, водопотребления и экологической устойчивости водных объектов Северо-Казахстанской области можно выделить ключевые направления и меры, способствующие эффективному управлению и использованию водных ресурсов региона.

1. Оптимизация структуры водопотребления

- Повышение водозффективности в сельском хозяйстве через внедрение капельного и дождевального орошения;
- Перевод мелиоративных систем на современные, автоматизированные режимы управления подачей воды;
- Переработка схем водоснабжения населенных пунктов с целью минимизации утечек и потерь в сетях [5], [8].

2. Повышение надежности водоснабжения

- Реабилитация существующих гидротехнических сооружений, особенно на малых реках и прудах;
- Создание накопительных емкостей сезонного регулирования в районах с высокими темпами водопотребления и дефицитом стока в летний период;
- Углубление мониторинга подземных вод и расширение их рационального использования [4].

3. Природоохранные мероприятия и охрана озер

- Объявление особо охраняемыми водных объектов с высокой экологической и социальной ценностью (например, озера Имантау, Шалкар);
- Очистка и предотвращение эвтрофикации мелких озер и прудов вблизи населенных пунктов;
- Разработка программ по восстановлению озер, подверженных пересыханию и заилению [9].

4. Развитие цифровых решений и систем поддержки принятия решений

- Внедрение геоинформационных систем (ГИС) для отслеживания состояния водоемов и прогнозирования водного баланса;
- Разработка цифровой платформы поддержки принятия решений в сфере водного хозяйства СКО с учетом сценариев климатических и социально-экономических изменений;
- Интеграция данных из гидропостов, метеостанций и водохозяйственных объектов в единую аналитическую систему [5], [7].

5. Нормативно-правовое и институциональное развитие

- Создание межрайонных водохозяйственных советов для координации водопользования;
- Обновление методик оценки водообеспеченности и включение индикаторов устойчивости в практику проектирования;
- Формирование регламента межведомственного взаимодействия при водоразделении в маловодные периоды.

6. Адаптация к климатическим изменениям

- Разработка и реализация региональных планов адаптации, включающих меры по защите от засух и паводков;
- Расширение использования снегозадержания и других агротехнических методов сохранения влаги в почве;
- Проведение научных исследований по долгосрочному прогнозированию климато-гидрологических рисков [10].

Эти предложения формируют основу для разработки региональной водохозяйственной стратегии, которая обеспечит баланс между потребностями населения, экономики и экологических систем. Реализация предложенных мер потребует участия не только государственных органов, но и научного сообщества, местных сообществ, бизнеса и международных партнеров.

Применение научно обоснованных сценариев водопользования позволит смягчить последствия дефицита водных ресурсов, повысить устойчивость аграрного сектора и обеспечить сохранение водных экосистем СКО в долгосрочной перспективе. Рекомендованные меры по районам приведено в таблице 6.

Таблица 6. Рекомендованные меры по районам

Район	Проблемы	Рекомендации
Жамбылский	Переизбыточные пруды, заиление	Очистка озёр и берегоукрепление
Есильский	Дефицит водохранилищ	Строительство накопительных водоёмов
Уалихановский	Пересыхание озёр, низкий сток	Организация снегозадержания, регулирование

Выводы

Проведенное исследование подтвердило актуальность комплексной оценки состояния водных ресурсов Северо-Казахстанской области в условиях растущего водного дефицита, климатических изменений и возрастающей антропогенной нагрузки. На основе обширной инвентаризации водных объектов, анализа пространственно-временной динамики и оценки водопотребления по секторам экономики были выявлены ключевые проблемы в управлении водными ресурсами и обозначены приоритетные направления развития водохозяйственного комплекса региона.

Гидрологический анализ показал высокую зависимость региона от сезонного снегового питания и неустойчивость стока, особенно в летне-осенний и зимний периоды. Сложность структуры водопользования, наличие большого числа малых водоемов и разнообразие условий по районам требуют применения адаптивных и территориально-специфичных подходов. Пространственный анализ озер позволил установить районы с наибольшим риском деградации водных объектов и очертить ареалы с высоким гидрологическим потенциалом [5], [9].

Оценка водопотребления выявила дисбаланс между ресурсами и потребностями, особенно в южных и восточных районах области. Сложившиеся условия требуют модернизации инфраструктуры, развития систем регулирования и повышения эффективности водопользования. Разработка сценариев рационального использования и адаптации к климатическим изменениям является необходимым условием устойчивого развития региона [2], [8].

Предложенные в работе меры охватывают технологические, экологические, институциональные и управленческие аспекты, включая цифровизацию мониторинга, внедрение водосберегающих технологий, охрану особо ценных водоемов и совершенствование межведомственного взаимодействия. Создание системы поддержки принятия решений на базе ГИС и моделирования позволит обеспечить своевременное и научно обоснованное планирование водохозяйственной деятельности [7], [10], [11], [12].

Таким образом, результаты исследования являются научной и практической основой для формирования региональной политики в области водных ресурсов, способной обеспечить устойчивое водоснабжение, защиту водных экосистем и адаптацию к внешним вызовам. Представленные рекомендации могут быть использованы органами государственной власти, муниципалитетами, научными организациями и водопользователями при разработке стратегий, программ и проектов в сфере управления водными ресурсами Северо-Казахстанской области.

Благодарность. При проведении исследований и сборе статистических данных была оказана большая поддержка Есильской бассейновой инспекции, филиала Казводхоз, акимата Северо-Казахстанской области. Статья подготовлена в рамках выполнения программы исследований по грантовому финансированию научного проекта BR 24993222 «Построение системы поддержки принятия решений для природно-хозяйственного обустройства территории Северо-Казахстанской области в контексте устойчивого развития»

Список источников

1. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024 г.). Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 ijulya 2003 goda № 481-II (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 01.01.2024 g.). (2024).

Adilet. Informacionnaya pravovaya sistema. [in Russian] <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000481>

2. Есильская бассейновая водохозяйственная инспекция. Гидрологический ежегодник по Северо-Казахстанской области за 2000–2020 гг. – Петропавловск, 2021. Esil'skaya bassejnovaya vodokhozyajstvennaya inspekcija. (2021). Gidrologicheskij ezhegodnik po Severo-Kazahstanskoj oblasti za 2000–2020 gg. Petropavlovsk. [in Russian] <http://www.ekom.gov.kz>.

3. Aubakirova, S. K., & Aubakirov, S. A. (2021). Пространственный анализ озер Северо-Казахстанской области. География и природные ресурсы Казахстана, (2), 45–53. *Prostranstvennyj analiz ozer Severo-Kazahstanskoj oblasti. Geografiya i prirodnye resursy Kazahstana*, (2), 45–53 [in Russian]. <https://journals.nauka.kz/geography/issue/view/378>

4. Гидрологические и климатические характеристики реки Есиль. // Вестник КазНИГМИ. – 2022. – № 4. – С. 15–28. *Gidrologicheskie i klimaticheskie harakteristiki reki Esil'*. Vestnik KazNIGMI, (4), 15–28 [in Russian]. <https://kazhydromet.kz/vestnik>

5. Pankov, Yu. S. (2020). Озера Северного Казахстана: структура, динамика, перспективы. Петропавловск: СКУ. *Ozera Severnogo Kazahstana: struktura, dinamika, perspektivy. Petropavlovsk: SKU* [in Russian]. <https://nklibrary.kz>

6. Mahmutov, T. Zh. (2021). Оценка водообеспеченности в условиях дефицита водных ресурсов. Алматы: КазНИИВП. *Ocenka vodoobespechennosti v usloviyah deficita vodnyh resursov. Almaty: KazNIIVP* [in Russian]. <https://kazniivp.kz/library>

7. Aitzhanov, S. A. (Ed.). (2018). Справочник по водным ресурсам Казахстана. Алматы: Наука. *Spravochnik po vodnym resursam Kazahstana. Almaty: Nauka* [in Russian]. <https://nauka.kz/catalog/spravochniki>

8. Kazhydromet. (2023). Климатический паспорт Северо-Казахстанской области. Алматы: Казгидромет. *Klimaticheskij pasport Severo-Kazahstanskoj oblasti. Almaty: Kazgidromet* [in Russian]. <https://kazhydromet.kz>

9. F.Yermkov, S.Abdygalieva, N. Dzhangarasheva, A. Omarbekova, G. Akhmetkerimova, B. Dabylova (2025). Земельно-ресурсный потенциал Северо - Казахстанской области. Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 1(105) *Zemel'no-resursnyj potencial Severo-Kazahstanskoj oblasti. Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 1(105), 29–37. [in Russian] [https:// DOI: https://doi.org/10.37884/1-2025/28](https://doi.org/10.37884/1-2025/28)

10. Smith, J., & Allen, R. (2020). Climate Change Impacts on Water Availability in Central Asia. *Water Resources Management*, 34(9), 2781–2796. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02559-2> [in English]

11. Bhaduri, B., Minner, M., Liu, Y., & Ruddell, B. L. (2022). Sustainable water resource management in the face of climate change: A systems approach. *Sustainability*, 14(7), 3842. <https://doi.org/10.3390/su14073842> [in English]

12. Qi, J., Xin, Q., & Wu, G. (2020). Integrating remote sensing and hydrological models for improved water resource management in Central Asia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(6), 369. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08369-1> [in English].

13. Махмудова Л.К (2010). Оценка водных ресурсов рек Центрального Казахстана (на примере рек Есиль и Нура) с учетом антропогенного влияния на сток <https://nauka.kz/page>.

14. Makhmudova L., Moldakhmetov M., Mussina A., Kanatuly A.(2021). Perennial fluctuations of river runoff of the Yesil river basin. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, No 4, p. 149-165. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v9i4.2306>

References

1. Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 ijulya 2003 goda № 481-II (s izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 01.01.2024 g.). (2024). Adilet. Informacionnaya pravovaya sistema. [in Russian] <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000481>

2. Esil'skaya bassejnovaya vodokhozyajstvennaya inspekcija. (2021). Gidrologicheskij ezhegodnik po Severo-Kazahstanskoj oblasti za 2000–2020 gg. Petropavlovsk. [in Russian] <http://www.ekom.gov.kz>.

3. Prostranstvennyj analiz ozer Severo-Kazhstanskoy oblasti. Geografiya i prirodnye resursy Kazhstana, (2), 45–53 [in Russian]. <https://journals.nauka.kz/geography/issue/view/378>
4. Gidrologicheskie i klimaticheskie harakteristiki reki Esil'. Vestnik KazNIGMI, (4), 15–28 [in Russian]. <https://kazhydromet.kz/vestnik>
5. Pankov, Yu. S. (2020). Oзера Severnogo Kazhstana: struktura, dinamika, perspektivy. Petropavlovsk: SKU [in Russian]. <https://nklibrary.kz>
6. Mahmutov, T. Zh. (2021). Ocenka vodoobespechennosti v usloviyah deficita vodnyh resursov. Almaty: KazNIIVP [in Russian]. <https://kazniivp.kz/library>
7. Aitzhanov, S. A. (Ed.). (2018). Spravochnik po vodnym resursam Kazhstana. Almaty: Nauka [in Russian]. <https://nauka.kz/catalog/spravochniki>
8. Kazhydromet. (2023). Klimaticheskij passport Severo-Kazhstanskoy oblasti. Almaty: Kazgidromet [in Russian]. <https://kazhydromet.kz>
9. F.Yermkov, S.Abdygalieva, N. Dzhangarasheva, A. Omarbekova, G. Akhmetkerimova, B. Dabylova (2025). Zemel'no-resursnyj potencial Severo-Kazhstanskoy oblasti. Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 1(105), 29–37. [in Russian] [https:// DOI: https://doi.org/10.37884/1-2025/28](https://doi.org/10.37884/1-2025/28)
10. Smith, J., & Allen, R. (2020). Climate Change Impacts on Water Availability in Central Asia. Water Resources Management, 34(9), 2781–2796. <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02559-2> [in English]
11. Bhaduri, B., Minner, M., Liu, Y., & Ruddell, B. L. (2022). Sustainable water resource management in the face of climate change: A systems approach. Sustainability, 14(7), 3842. <https://doi.org/10.3390/su14073842> [in English]
12. Qi, J., Xin, Q., & Wu, G. (2020). Integrating remote sensing and hydrological models for improved water resource management in Central Asia. Environmental Monitoring and Assessment, 192(6), 369. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08369-1> [in English]
13. Makhmudova L.K. (2010). Assessment of water resources of rivers of Central Kazakhstan (on the example of the Yesil and Nura rivers) taking into account anthropogenic impact on runoff <https://nauka.kz/page>.
14. Makhmudova L., Moldakhmetov M., Mussina A., Kanatuly A. (2021). Perennial fluctuations of river runoff of the Yesil river basin. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, No 4, p. 149-165. <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v9i4.2306>

Сейтасанов И.С.¹, Ишангалиев Т.С.¹, Онласын Ұ.Қ.¹, Мурат Д.¹, Зулпибекова С.Б.¹.

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан республикасы, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ЖЕР ҮСТІ СУ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Осы мақала Солтүстік Қазақстан облысының (СҚО) су объектілерінің жай-күйін талдауға және орнықты даму контекстінде оларды басқарудың ғылыми негізделген тәсілдерін қалыптастыруға арналған. Өңірдің су объектілерін түгендеу, өзендердің, көлдердің су ресурстарының көлемі мен сапасын бағалау нәтижелері ұсынылған, аудандар бойынша сумен қамтамасыз ету параметрлері келтірілген. Есіл өзенінің гидрологиялық сипаттамалары, оның ішінде ағынның жылдық таралуы және су қоймаларының әсері қарастырылады. Есілдің гидрологиялық режимі геохимиялық ерекшеліктерімен және жер асты суларының үлесімен байланысты аралық кезеңде (800 мг/л дейін) судың жоғары минералдануымен сипатталады. Судың сапасы маусымдық ауытқуларға және антропогендік әсерге ұшырайды. Жылдық ағынның таралуын есептеу негізгі гидрологиялық бекеттердегі бақылаулардың мәліметтері бойынша құрастыру әдісімен жүргізілді. Жыл ішіндегі ағынның бөлінуінің өзгеруін бағалаудың түпкілікті нәтижесі айлық ағынның талдауы мен салыстыру әдістеріне және оны

көпжылдық бөліністе су жинаудағы шаруашылық қызмет динамикасымен салыстыруға ғана емес, сонымен қатар белгілі бір дәрежеде ағынның табиғи және бұзылған таралуын салыстыруға байланысты екендігі анықталды. Су қоймаларының әсерінен ағынның жылдық таралуының өзгеруін талдау кезінде белгілі бір өзен бассейнінің су шаруашылығы жүйелері үнемі дамып отыратыны ескерілді.

Аймақ көлдерін геоморфологиялық және гидрохимиялық белгілері бойынша жіктеу жүргізілді. Ауыл шаруашылығы, сумен жабдықтау, рекреация және туризм және т. б. қажеттіліктері үшін шағын көлдердің ресурстарын пайдалану бойынша ұсыныстар ұсынылды. Мақаланың нәтижелерін Су шаруашылығы қызметін және аумақтық дамуды жоспарлау кезінде су шаруашылығы ұйымдары, ғылыми мекемелер және шаруашылық субъектілері пайдалана алады.

Кілт сөздер: Солтүстік Қазақстан облысы; Есіл; су ресурстары; өзендер; көл; суды тұтыну; ағын; сумен қамтамасыздығы; су қоймасы; рекреация.

Seitasanov I.S¹., Ishangaliyev T.S¹., Onglassyn U.K¹., Murat D.M¹., Zulpibekova S.B¹.

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Almaty city, Republic of Kazakhstan, ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, dauletmurat8080@gmail.com, sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.

HYDROLOGICAL ASSESSMENT AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract

This article is devoted to the analysis of the state of water bodies in the North Kazakhstan region (North Kazakhstan region) and the formation of scientifically sound approaches to their management in the context of sustainable development. The results of an inventory of the region's water bodies, an assessment of the volume and quality of water resources in rivers and lakes, and the parameters of water availability by region are presented. The hydrological characteristics of the Yesil River are considered, including the intraannual distribution of runoff and the influence of reservoirs. The hydrological regime of Yesil is also characterized by high mineralization of water in the inter-ice period (up to 800 mg/l), which is associated with geochemical features and the contribution of groundwater. Water quality is subject to seasonal fluctuations and anthropogenic impact. Calculations of the intraannual flow distribution were performed based on observations at the main hydrological posts using the alignment method. It is revealed that the final result of the assessment of changes in the intraannual distribution of runoff in a year depends not only on the methods of analyzing and comparing monthly runoff and its distribution over the long term with the dynamics of economic activity in the catchment area, but also to a certain extent on comparing the natural and disturbed distribution of runoff. When analyzing changes in the intraannual distribution of runoff under the influence of reservoirs, it was taken into account that the water management systems of a particular river basin are constantly developing.

The classification of lakes in the region according to geomorphological and hydrochemical characteristics is carried out. Recommendations on using the resources of small lakes for the needs of agriculture, water supply, recreation and tourism, etc. are proposed. The results of the article can be used by water management organizations, scientific institutions and business entities in planning water management activities and territorial development.

Key words: North Kazakhstan region; Yesil; water resources; freshwater; rivers; lakes; water consumption; runoff; water supply; reservoir; recreation.

Вклад авторов

Сейтасанов Ибрагим Сматович - Концептуализация; Курирование данных; Формальный анализ;

Ишангалиев Тимурлан Серикович - Расследование; Методология;

Оңласын Ұлжан Қуанышбекқызы - Ресурсы; Надзор; Администрирование проекта;

Мурат Даулет Муратулы - Проверка; Визуализация.
Зулпибекова Сандугаш Бекболатовна - обзор и редактирование.

FTAXP 68.47.33

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/39>

Досманбетов Д.А¹., Ахметов Р.С¹., Ибраева А.Б²., Каспакбаев Е. М^{1*}.,
Ракымбеков Ж.К¹., Дукенов Ж.С¹

¹«Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалы, Алматы қ., Қазақстан, ars_28@mail.ru, daniyar_d.a.a@mail.ru, kaspakbaeverganat1971@yandex.ru, zhandos.1977@mail.ru, 7078786694@mail.ru, b.aidos8585@mail.ru

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, aliya-ibrayeva81@mail.ru

АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ҰЛТАНЫНДА ГАЛОФИТТІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ (NITRARIA SCHOBERI, CALLIGONUM CAPUT-MEDUSAE SCHRENK) ТҰҚЫМЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ СЕБУ САПАСЫН АНЫҚТАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада Қазақстандағы Арал өңірінің, яғни Қызылорда облысы бойынша галофитті жартылай бұталардың (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) биологиялық және экологиялық ерекшеліктері туралы мәліметтер келтірілген. Шетелдік және отандық ғылыми әдебиеттерге сүйене отырып, қажетті зерттеулерге шолу жасалып, тақырыптың көкейтестілігі, зерттеу әдістері анықталды. Өлкелік флораны сипаттайтын ғылыми әдебиеттер мәліметтерінің негізінде және далалық жұмыстар нәтижесінде Қызылорда облысы аймағында өсетін галофиттердің түрлерден (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) тұқым жиналды. Шобер ақтікені (*Nitraria schoberi*) және Медуза бас жүзгін (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) тұқымдарының сапасы мен өнгіштігіне талдау жасалды. *Nitraria schoberi* тұқымдарының өнгіштігін анықтау алдында температурасы 18-20°C болатын суға 2 тәулік бойы салынды. Зертханалық тексеру арқылы Арал теңізінің құрғаған ұлтанында жиналған *Nitraria schoberi* тұқымдарының өнгіштігін бағалау жүргізілді. Тұқымның өнуі бойынша оңтайлы температура мен ылғалдылық режимін сақтай отырып, Петри табақшаларында стандартты әдіспен бағаланды, өнгіштік 40% болды. Галофитті жартылай бұталардың басқа түрлерімен биологиялық және экологиялық ұқсастығына сүйене отырып, шартты түрде тұқым сапасын 1-ші класына жатқызуға болады. Бұл зерттелген тұқымдарды Арал өңірінің тұзды және құрғақ (аридті) ландшафттары жағдайында фитомелиорация және өсімдіктерді қалпына келтіру жұмыстарында пайдалану мүмкіндігін растайды. *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдары суға салынды, сосын эмбрион бойымен кесу арқылы тұқымдардың сапасы анықталды. Зертханалық тексеру барысында тұқым сапасы 71%-ды құрады. Қосымша тұқым үлгілері «Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы» РМҚК-да зерттеліп, тұқым сапалылығы 63%-ды құрайтыны анықталды. *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымының сапасы 63-71% аралығында өзгерді, осы көрсеткіш МЕСТ 13855-87 бойынша орта есеппен сапаның үшінші класына сәйкес келеді. Түрдің экологиялық-географиялық шығу тегі мен тұқым материалының табиғи гетерогенділігін ескере отырып, бұл көрсеткіштер құрғақ (аридті) экожүйелер жағдайында өсімдіктерді интродукциялау және қалпына келтіру мақсаттары үшін қанағаттанарлық болып саналады.

Кілт сөздер: Арал теңізінің құрғаған ұлтаны, галофиттер, жартылай бұталар, Шобер ақтікені, Медуза бас жүзгін, тұқымдар, тұқым өнгіштігі, тұқымның себу сапасы.

Kіріспе

Қазіргі уақытта Қазақстанда жаһандық аридизация, сондай-ақ қоршаған ортаға жүйесіз антропогендік әсер ету аясында экожүйелердің тозу ауқымының артуы байқалуда [1]. Су мен топырақтың тұздануы құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда кең таралған ең маңызды биологиялық емес стресстердің бірі болып табылады [2]. Дүние жүзінде 800 миллион гектардан астам жер [3] тұзды топырақтардан тұрады. Арал теңізінің дағдарысы – XX ғасырдағы ең ірі экологиялық апаттардың бірі. Орталық Азияда Қазақстан мен Өзбекстан арасында орналасқан Арал теңізі әлемдегі төртінші ірі ішкі теңіз болды. Кеңес заманында ауыл шаруашылығын дамыту үшін ирригациялық каналдардың ауқымды құрылысын жүргізу, суды басқарудың жеткіліксіздігі мен дұрыс жоспарламаудың салдарынан су көлемінің азаюына алып келді, теңіз өзінің бастапқы мөлшерінің шамамен 80%-ына азайып, тұз бен зиянды заттардың концентрациясының жоғарылауы, су сапасының нашарлауы, экожүйелердің жойылуы, желдің әсерінен құрғақ тұз бен шаң қалдықтарын қоршаған ортаға тарауы байқалды.

Топырағы тұзданған жерлердің өсімдік жамылғысы аз және нашар, бірақ бұл аз өсімдіктер де осы биомдардың экологиялық тепе-теңдігінде маңызды рөл атқарады. Бұл жерлердегі галофитті өсімдіктердің төзімділігі олардың тіршілік циклінің әртүрлі кезеңдеріндегі тұз стрессіне төзімділігіне байланысты. Бұл өсімдіктердің көпшілігінде тұқымның өнуі және өскіндердің қалыптасуы қолайсыз стресстерге өте сезімтал екі кезеңнен тұрады [4]. Топырағы тұзданған аймақтардағы өсімдіктерді қалпына келтірудің алғашқы қадамы – тұқымның өнуі, содан кейін өсімдіктердің тез тамырлануы болып табылады. Өсіп келе жатқан жасушаларда тұздардың жылдам жиналуы өсімдіктердің өну сатысында тұздануға сезімталдығының себептерінің бірі болып саналады. Сонымен қатар, тұқымдар, әдетте топырақтың терең қабаттарына қарағанда әлдеқайда тұзды топырақтың беткі қабатында болады [5].

Арал теңізінің құрғаған ұлтанында галофитті бұталардың экожүйелерді қалпына келтіруде және тұрақтандыруда ерекше рөл атқарады. Олар топырақты бекітуде, әсіресе құрғаған ұлтанның ашық жерлерінде эрозияның алдын алуда, микроклимат қалыптастыру арқылы өсімдік жамылғысының қалпына келтірудің бастапқы кезеңі ретінде, жануарлардың тіршілік ету ортасын қамтамасыз етуде, экологиялық тепе-теңдікті жақсартуда маңызы зор.

Қызылорда облысындағы Қазалы және Арал орман шаруашылығы аумағында құм қарағаны, жыңғыл, жүзгін, қарабарак, сарсазан, шеркез, шеңгел сияқты галофитті бұталар мен жартылай бұталардың көптеген түрлері өседі, Мақалада тұзға төзімді (галофитті) өсімдіктер түрлерінен (Шобер ақтікені – *Nitraria schoberi* мен Медуза бас жүзгін – *Calligonum caput-medusae* Schenk.) қарастырылады.

Шобер ақтікені (*Nitraria schoberi*) – ежелгі құмды флораның литоралдық элементтеріне жататын эоцен дәуірінің реликтісі болып саналады [6]. *Nitraria schoberi* L. – галофитті бұта, ксерофит. *Nitraria schoberi* L. түрінің ареалы негізінен Каспий маңы мен Тұран ойпаттарынан тұрады [7]. *Nitraria* L. туралы алғашқы мәліметтер әйгілі саяхатшы және зерттеуші Готлиб Шобермен байланысты, ол Ресей патшасы І Петрдің нұсқауы бойынша 1717-1720 жылдары Еділ мен Кавказға экспедиция жүргізді [8]. Г. Шобер 1718 жылы шілдеде бұл өсімдікті алғаш рет Астрахань маңында, атап айтқанда Селитрян ауылының жанында тауып, ботаникалық сипаттама берді. Карл Линней *Nitraria* атауын туыс атауы ретінде қабылдады және түр атауы ретінде Шобердің есімін қойды. Қазақстан мен ТМД-да ақтікенің екі түрі өседі: *Nitraria schoberi* L. және *Nitraria sibirica* Pall. Қазақстан аумағында ең көп таралғаны *Nitraria schoberi*, ол 20 флористикалық аудандарда кездеседі [9].

Медуза бас жүзгін (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) – тарандар тұқымдасындағы жүзгін туысының бұтасы, биіктігі 3 м-ге дейін, тіршілік ету ұзақтығы 8-15, кейде 20 жыл [10]. Жер бедері әртүрлі құмды төбелер мен сусымалы құмдарда өседі. Тамыр жүйесі 3 м-ге дейін еніп, көлденең бағытта 20 м-ге дейін таралады.

Әдістер мен материалдар

Зерттеу жұмысы 2024–2026 жылдарға арналған «Орман ресурстарын ұтымды пайдалану мен тиімді сақтауды қамтамасыз ету мақсатында Қазақстан орман шаруашылығын ғылыми-технологиялық қамтамасыз ету» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында, 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы және 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру» ішкі бағдарламасындағы күнтізбелік жоспар бойынша галофитті бұталар мен жартылай бұталардың тұқымдарын жинау, олардың себу қасиеттерін анықтау қарастырылған. Зерттеу аймағының климаттық жағдайлары гидрометеостанциялар мен ғылыми-зерттеу жұмыстарының есептері бойынша талданды. Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанындағы ағаш-бұта түрлерінің қазіргі жай-күйі мен өсу жағдайларын барлап анықтау, зерттеу және талдау Е. Н.Пилипко әдістемесі бойынша жүргізілді [11].

Қызылорда облысының аумағында көптеген галофитті бұталар мен жартылай бұталардың көптеген түрлері (құм қарағаны, жыңғыл, жүзгін, қарабарак, сарсазан, шеркез, шеңгел) өседі (1-кесте).

Қазақстан Республикасында Шобер ақтікені өсетін флористикалық аудандар: Тобыл-Есіл, Ертіс, Көкшетау, Каспий маңы, Ақтөбе, Торғай, Батыс ұсақ шоқылар, Солтүстік Үстірт, Маңғышлақ, Арал маңы, Қызылорда, Бетпақдала, Балқаш-Алакөл, Жоңғар Алатауы, Іле, Күнгей Алатауы, Кетмен жоталары, Теріскей Алатауы, Шу-Іле таулары, Қаратау [9].

Nitrariaceae тұқымдасына жататын Шобер ақтікені (*Nitraria schoberi* L.) соңғы жылдары екпе орман құру, мал азығының өндірісі және шөлейттенуге қарсы және құмды тұрақтандыру жобаларында қолайлы түрлердің бірі ретінде пайдаланылатын құнды өсімдіктің бірі. Сондықтан бұл өсімдікті шөлді жерлерге өсірудің маңызы ерекше [12].

Медуза бас жүзгін (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) – псаммоксерофит, құрғақшылық пен ыстыққа төзімді, құмды субстраттың жылжуына жақсы төтеп береді. Шөлдер мен шөлейттердегі құмдарды бекіту және көктемгі-жазғы жайылымдарды құру үшін ұсынылады.

«Ботаника және фитоинтродукция институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны мәліметтері бойынша Қазақстан Республикасында Медуза бас жүзгін өсетін флористикалық аудандар: Каспий маңы, Ембі, Торғай, Солтүстік Үстірт, Арал маңы, Қызылорда, Бетпақдала, Мойынқұм, Балқаш-Алакөл.

Calligonum caput-medusae Schenk. жемістері ұзындығы шамамен 10-12 мм қылшықтарды қамтитын, 4-6 рет дихотомиялық тармақталған, тұқым-жаңғақты толығымен жасыратын қылшық жемісті, екі қатарлы қылшықтары және сағат тіліне қарсы 180 градусқа бұралған жемісі бар түр. Таралуы: Иран, Қазақстан және Түркіменстан [13]. *Calligonum* L. түрлері Африкадағы Сахараның [14] және Орталық Азия шөлдерінің [15] жылжымалы және жылжымалы емес құм төбелерінде басым өсетін кейбір бұталар мен жартылай бұталар сияқты экологиялық маңызы бар [16]. *Calligonum* түрлері солтүстік-батыс Қытайда құмның жылжуын бөгейтін негізгі түрлер ретінде пайдаланылады [17].

Кесте 1 – Қызылорда облысының орманмен қамтылған жерлеріндегі басым бұта түрлерінің аумағы

Басым галофитті бұта түрлері	Орманмен қамтылған жерлер, барлығы, га	Жалпы ауданынан %
Құм қарағаны	26723	0,9
Жыңғыл	81649	2,6
Жүзгін	19155	0,6
Қарабарак	48543	1,5
Сарсазан	123997	4,0
Шеркез	10783	0,3
Шеңгел	17267	0,6
Жиыны	328117	10,5
Облыс бойынша орманмен қамтылған жерлердің ауданы, га	3118853	100,0

Қызылорда облысының орман шаруашылығын ұйымдастыру және жүргізу жөніндегі негізгі қағидаларда (2019) көрсетілген мәліметтерге сүйенсек, орманмен қамтылған жерлердегі басым галофитті бұта түрлері бойынша аумақтары және жалпы ауданынан пайызы келтірілген.

Кестеден көріп отырғанымыздай, Қызылорда облысындағы кең тараған және 1 га-дағы сүрек қоры 2 текше метрден асатын галофитті бұталар мен жартылай бұталар ғана қарастырылған. Мақалада қарастырылып отырған галофитті екі өсімдіктің біреуі ғана, атап айтқанда, орманмен қамтылған жерлерде Медуза бас жүзгіннің (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) алып жатқан аумағы 19155 га, ал облыс бойынша орманмен қамтылған жерлердің ауданының 0,6%-ын құрайды. Шобер әктікені елімізде, Қызылорда облысында, сонымен қатар Арал теңізінің құрғаған ұлтанында кең тарағанымен, бірақ сүрек қоры аз болғандықтан басым бұта түрі ретінде қарастырылмайды.

Қазақстандағы Арал өңірінің орманмен қамтылған аймақтары Қызылорда облыстық әкімдігіне қарасты екі мекеменің, атап айтқанда Қазалы мен Арал орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемелерінің аумағы болып табылады. Аталып отырған мемлекеттік мекемелерде соңғы орман орналастыру жұмысы 2020 жылы жүргізілді. Қазалы мен Арал орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемелерінің 2025 жылғы 1 қаңтар жағдайы бойынша орманмен қамтылған жерлердің ауданы мен қорларын басым тұқымдар мен жас топтарына бөлу жөніндегі орман қорының мемлекеттік есебінен алынған мәліметтер 2-кестеде келтірілді.

2-кестені салыстырмалы талдасақ, Қазалы орман шаруашылығында Арал орман шаруашылығымен (682,4 га) салыстырғанда жүзгін бұталарының ауданы едәуір үлкен (11970 га). Қазалы орман шаруашылығындағы сүрек қоры (26050 текше метр) Арал орман шаруашылығындағы (1,365 текше метр) қордан едәуір асып түседі. Қазалы орман шаруашылығындағы жүзгіндердің орташа жасы 13 жасты құрайды, бұл Арал орман шаруашылығындағы 5 жылдық бұталармен салыстырғанда неғұрлым жетілгендігін көрсетеді.

Кесте 2 – Қазалы мен Арал орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемелерінің орманмен қамтылған жерлеріндегі жүзгіннің таксациялық көрсеткіштері

Орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемелерінің атаулары	Орманмен қамтылған жерлер, барлығы, га	Жалпы қоры, м ³	Орташа таксациялық көрсеткіштер		
			Жасы, жыл	Бонитет класы	Толымдылығы
Қазалы	11970	26050	13	4,5	0,45
Арал	682,4	1365	5	5,0	0,4

Арал орман шаруашылығындағы бонитет класы (5.0) Қазалыға қарағанда (4.5) жоғары. Қазалы орман шаруашылығындағы жүзгін бұталарының толымдылығы 0.43 құрайды, бұл Арал орман шаруашылығына қарағанда (0.4) жоғары. Қазалы орман шаруашылығы ауданы, жүзгін қоры және оларының орташа жасы бойынша жоғары көрсеткіштерді көрсетеді, себебі 2000 жылға дейін құрғап кеткен теңіз ұлтанының көп бөлігі Қазалы орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемесінің аумағы болып табылады, мұнда жаңа экожүйелер қалыптасып, табиғи жаңару процесі жүруде, сонымен қатар қара сексеуіл мен басқа да бұталарды өсіру жұмыстары Арал орман және жануарлар дүниесін қорғау жөніндегі мемлекеттік мекемесінің аумағына бұл оның өнімділігі мен тұрақтылығын көрсетеді. Арал орман шаруашылығы көлемі мен қоры аз болғанымен, бонитеттің класы жоғары.

Отырғызу материалын өсіру мәселелері бойынша ғылыми және әдеби материалдарды зерделеу және тұзға төзімді (галофитті) бұталар мен жартылай бұталарды себу арқылы Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанында фитомелиорациялық екпелер жасау қолжетімді әдеби дереккөздер бойынша жүргізілді. Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанындағы зерттеу жұмысы аясында тұзға төзімді (галофитті) өсімдіктер түрлерінен (Шобер әктікені – *Nitraria schoberi* мен

Медуза бас жүзгін – *Calligonum caput-medusae* Schenk.) тұқымдарын жиналды және себу сапасы анықталды.

Тұқым жинау қолмен жүзеге асырылды. Галофитті өсімдіктердің тұқымдарын өну алдында алдын-ала дайындау кезінде тұқымдарды 24-96 сағатқа суға салып, сосын Петри табақшасына сүзгі қағазын төселді, 20-24°C температурада үш мәрте қайталаным жүргізіліп, өну аппаратына 100 дана түрінде орналастырылды. Өну нәтижелерін кезекті есепке алу күндері – 1, 3, 5, 7. 3-ші күні өну энергиясы, 7-ші күні өнгіштігі анықталды. Тұқымды орналастырғаннан кейінгі күнді өнудің бастамасы, тұқымның өнгіштігін есепке алған күнді өнудің соңы деп есептеледі. Өнгіштігі түпкілікті есепке алынған күні Петри табақшасында қалған тұқымдарды әр сынама бойынша бөлек жеке, эмбрион бойымен екіге бөліп кесіп, сосын сау, қалыптан тыс өнген, шіріген, ұрықсыз және бос, энтомологиялық зиянкестермен зақымдалған тұқымдардың саны анықталды.

Нәтижелер және талқылау

Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанындағы зерттеу жұмысы аясында галофитті өсімдіктер түрлерінің тұқымын жинау және себу сапасын анықтау жоспарына байланысты *Calligonum caput-medusae* Schrenk және *Nitraria schoberi* галофитті өсімдіктерінің тұқымдары жазғы уақытта Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанында жиналды, өйткені бұл өсімдіктің тұқымдары шілде-тамыз айларында физиологиялық пісуі болады. Ғылыми институт қызметкерлері тұқым жинауды қолмен жүргізді (1-сурет). Тұқымның өнгіштігі мен сапасын анықтау үшін Алматы филиалының базасында қызметкерлер тұқымдарға су сіндіру арқылы тәжірибе жүргізді (2-сурет).

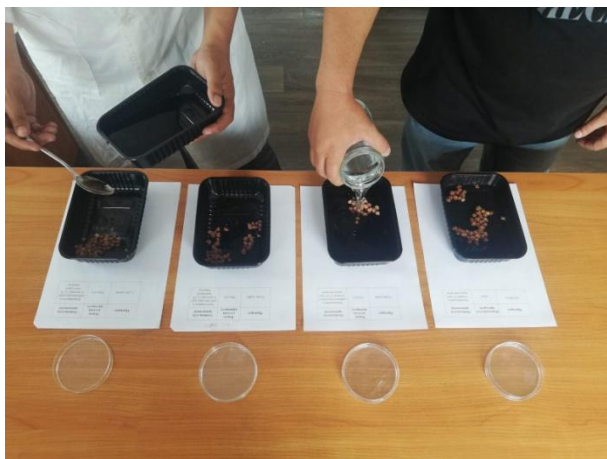


а



б

Сурет 1 – Арал теңізінің құрғаған ұлтанында галофитті өсімдіктердің тұқымын жинау



а



б

Сурет 2 – Галофитті өсімдіктердің тұқымына су сіндіру

Тұқымдарды сынаққа дайындау кезінде Петри табақтарын ыстық суға жуып, залалсыздандыру мақсатында таза сүлгі арқылы спирт ерітіндісімен сұрту орындалды. Сүзгі қағазы Петри табақшасының өлшеміне сәйкес кесіліп, екі-үш қабат дөңгелек төсемдер түрінде қойылды.

Nitraria schoberi тұқымдарының өнуі арқылы өнгіштігі анықталды. Тұқымдардың өнуін анықтау алдында оларды температурасы 18-20°C болатын 2 күн бойы суға салынды.

Nitraria schoberi тұқымының өнгіштігін анықтау барысында Петри табақшасына салынған 50 тұқымның 20 данасы немесе 40% өнгенін көрсетті (3-кесте, 3-сурет). *Nitraria schoberi* тұқымдары үшін тұқым себу сапасы бойынша мемлекеттік стандарт жоқ, сондықтан тұқым сапасының класы *Salsola Paletzkiana Litw* мысал ретінде алынып қолданылды, себебі осы бұта түрі *Salsola Paletzkiana Litw* бұтасы сияқты Арал теңізінің құрғап қалған ұлтанында өсетін галофитті тұзға төзімді жартылай бұта болып табылады. Тұқымдар 1-ші сапа класына жатады.



а

өніп шыққан тұқымдар – 20 дана



б

өніп шықпаған тұқымдар – 30 дана

Сурет 3 – *Nitraria schoberi* тұқымдарының өну энергиясын анықтау

Сонымен қатар, *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымы 4 күн бойы температурасы 18-20°C болатын суға салу арқылы, сосын тұқымдарды эмбрион бойымен кесу арқылы сапасы анықталды. Тұқым сапасының белгісі – сүтті ақ түсті эмбрион және серпімді эндосперм болып табылады (4-сурет).

Кесте 3 – *Nitraria schoberi* тұқымының өнуін бағалау нәтижелері

№	Тұқымдардың жалпы саны	Өнген тұқымдар (дана)	Өнгіштігі (%)	Сапа класы
1	50	20	40%	1-сынып

Ескерту: Классификация (жіктеу) *Salsola paletzkiana Litw* үшін қолданылатын критерийлер негізінде шартты түрде берілген.

Calligonum caput-medusae Schrenk және *Nitraria schoberi* тұқымдарының сапасы мен өнгіштігін зерттеу нәтижелерін талдау кезінде *Calligonum caput-medusae* Schrenk

тұқымдарының өнімділігі 71%-ды құрағанын, мұнда 59 тұқымның 42-сі өніп шыққандығын, ал 17-сі бос немесе дамымағандығын көрсетті (4-кесте, 4-сурет).

Сонымен қатар, *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдары Шучинск қаласындағы «Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы» РМҚК-ға тапсырылды және олардың зерттеу нәтижелері бойынша тұқымның сапасы 63%-ды болды (4-кесте). Орташа алғанда, *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдарының сапасы – 67% болды. МЕСТ 13855-87 сәйкес бұл тұқымдар 3-класс сапасына жатады.

Кесте 4 – *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымының сапасын бағалау нәтижелері

№	Зерттеу орны	Тұқымдардың жалпы саны	Жетілген тұқымдар (дана)	Жетілмеген тұқымдар (дана)	Сапалылығы (%)
1	Зертханалық тексеру	59	42	17	71
2	«Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы» РМҚК	-	-	-	63
	Орташа көрсеткіш	-	-	-	67



а

эмбрионы бар, сапалы тұқымдар – 42 дана



б

жетілмеген бос тұқымдар – 17 дана

Сурет 4 – *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдарының сапасын анықтау

Қорытынды

Арал теңізінің құрғаған ұлтанында жиналған *Nitraria schoberi* тұқымдарының өнгіштігі мен сапасы бойынша бекітілген мемлекеттік стандарт немесе техникалық нұсқау жоқ болғандықтан, ұқсас классификаторларға сәйкес, өнуі 40% деңгейінде болған тұқымдарды физиологиялық жетілу және механикалық зақымдану болмаған жағдайда, сапаның 1-ші класына жатқызуға мүмкіндік береді, демек тұқымның қанағаттанарлық физиологиялық жағдайын растайды.

Қорытындылай келе, нәтижелер бақыланатын зертханалық жағдайда *Nitraria schoberi* тұқымдарының орташа өнгіштігін көрсетеді. Галофитті жартылай бұталардың басқа түрлерімен биологиялық және экологиялық ұқсастығына сүйене отырып, шартты түрде тұқым сапасын 1-ші класына жатқызуға болады. Бұл зерттелген тұқымдарды Арал өңірінің тұзды

және құрғақ (аридті) ландшафттары жағдайында фитомелиорация және өсімдіктерді қалпына келтіру жұмыстарында пайдалану мүмкіндігін растайды.

Далалық және зертханалық зерттеулер арқылы ксерофитті өсімдіктердің екі түрінің – *Nitraria schoberi* және *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымдарының тұқым сапасын анықтауға мүмкіндік берді. Зерттелетін партиядағы жетілген, өнуге қабілетті тұқымдардың үлесін көрсететін тұқымның сапасын талдауға ерекше назар аударылды. *Calligonum caput-medusae* Schrenk үшін екі тәуелсіз зерттеу жүргізілді. Екі дереккөз бойынша орташа көрсеткіш 67%-ды құрайды, бұл МЕСТ 13855-87 сәйкес 3-сапа класына сәйкес келеді («Ағаш және бұта тұқымдары. Техникалық шарттар»), онда үшінші класты бұталар үшін сапалылығы 60-69% деңгейінде рұқсат етіледі.

Қорытындылай келе, *Calligonum caput-medusae* Schrenk тұқымының сапасы 63-71% аралығында өзгерді, бұл МЕСТ 13855-87 бойынша орта есеппен сапаның үшінші класына сәйкес келеді. Түрдің экологиялық-географиялық шығу тегі мен тұқым материалының табиғи гетерогенділігін ескере отырып, бұл көрсеткіштер құрғақ (аридті) экожүйелер жағдайында өсімдіктерді интродукциялау және қалпына келтіру мақсаттары үшін қанағаттанарлық болып саналады.

Алғыс айту. Қаржыландыру: Бұл зерттеу жұмысы 2024–2026 жылдарға арналған BR23590517 «Орман ресурстарын ұтымды пайдалану мен тиімді сақтауды қамтамасыз ету мақсатында Қазақстан орман шаруашылығын ғылыми-технологиялық қамтамасыз ету» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында, 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы және 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру» ішкі бағдарламасы бойынша жүзеге асырылды және Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігімен қаржыландырылды.

Дереккөздер тізімі

1 Ахметов Р.С., Досманбетов Д.А., Ибраева А.Б., Каспакбаев Е. М., Рақымбеков Ж.К., Дукенов Ж.С., Бектурганов А.Н. Арал теңізінің құрғаған ұлтанында фитомелиорациялық екпелерді өсіруге арналған галофиттердің биоэкологиялық ерекшеліктері // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. № 3 (103), 2024. – С. 439-449. <https://doi.org/10.37884/3-103-2024>

2 Munns R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-81. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>

3 Munns R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist. 167: 645-663. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>

4 Hubbard, M., Germida, J., and Vujanovic, V. 2012. Fungal endophytes improve wheat seed germination under heat and drought stress. Botany, 90: 137-49. <https://doi.org/10.1139/b11-091>

5 Esechie, H.A. 1995. Partitioning of chloride ion in the germinating seed of two forage legumes under varied salinity and temperature regimes. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26: 3357-3370. <https://doi.org/10.1080/00103629509369532>

6 Рахимжанов А.Н., Иващенко А.А., Кириллов В.Ю., Алека В.П., Стихарева Т.Н.. Оценка современного состояния туранговников юго-востока Казахстана. КазНУ им. Аль-Фараби. Экология сериясы. №2 (67). 2021. – С. 85-96. <https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v67.i2.09>

7 Гаджиатаев М., Абдурахманова З. Эколого-фитоценотическая характеристика растительных сообществ *Nitraria schoberi* L. в Дагестане, BIO Web of Conferences, том 43, Международная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения-2021» (ВВРД 2021), посвященная 101-летию со дня открытия закона гомологических рядов и 134-летию со дня рождения Н. И. Вавилова, 0101 (2022) 7, VVRD 2021, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301017>

8 Гацунаев Н.К. Географы и путешественники: краткий биографический словарь. М.: Рипол Классик, - 2001. - С. 296-298.

9 Ишмуратова М.М., Ткаченко К.Г. Семена травянистых растений: особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении in vitro. - Уфа: Изд-во - Ылым, 2009. - 116 с.

10 Pei-Liang Liu, Wei Shi, Jun Wen, Shomurodov Khabibullo, Borong Pan. (2021) A phylogeny of *Calligonum* L. (Polygonaceae) yields challenges to current taxonomic classifications. *Acta Botanica Brasilica*, 35(2):310-322. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0116>

11 Пилипко Е.Н. Методология исследований лесных экосистем. Методическое пособие для организации и выполнения изыскательских (научно-исследовательских работ) по направлению подготовки, 250100 - «Лесное дело», г. Вологда – Молочное, 2013.

12 Shahriari A.R., Noori S., Abedi Koupai J., Asaleh F. 2011. Effect of irrigation with treated municipal wastewater on yield of *Nitraria schoberi* under greenhouse conditions. *Science and Technology of Greenhouse Culture*, 1(4): 13-22. (In Persian) DOR:20.1001.1.20089082.1389.1.4.2.2

13 Maassoumi, A. A. 2011 06 30: A revision of the Genus *Calligonum* (Polygonaceae) in Iran.- *Iran. J. Bot.* 17 (1): 43-54. Tehran.

14 Dhief A, Guasmi F, Triki T, Mohamed N, Aschi-Smiti S (2011) Natural genetic variation in *Calligonum* Tunisian genus analyzed by RAPD markers. *African Journal of Biotechnology* 10: 9766–9778. <https://doi.org/10.5897/AJB11.070>

15 Amirabadi-zadeh H, Bamroud GRH, Maassoumi AA (2012) A new record of the genus *Calligonum* L. (Polygonaceae) from Iran. *Iranian Journal of Botany* 18: 84–85.

16 Shi W, Liu P-L, Wen J, Feng Y, Pan B (2019) New morphological and DNA evidence supports the existence of *Calligonum jemaicum* Z. M. Mao (Calligoneae, Polygonaceae) in China. *PhytoKeys* 132: 53-73. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.132.34981>

17 Xie T, Su P, Zhou Z, Zhang H, Li S. (2014) Structure and dynamic characteristics of *Calligonum mongolicum* population in the desert-oasis ecotone. *Acta Ecologica Sinica* 34: 4272–4279. <https://doi.org/10.5846/stxb201212101776>

References

1 Ahmetov R.S., Dosmanbetov D.A., Ibraeva A.B., Kaspakbaev E. M., Rakymbekov J.K., Dýkenov J.S., Bektýrganov A.N. Aral teńiziniń qurǵaǵan ultanynda fitomeliórasıalyq ekpelerdi ósirýge arnalǵan galofitterdiń bioekologialyq erekshelikleri // Izdenister, nátiyeler – Issledovania, rezýltaty. № 3 (103), 2024. – С. 439-449. <https://doi.org/10.37884/3-103-2024>

2 Munns R., Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-81. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>

3 Munns R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*. 167: 645-663. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>

4 Hubbard, M., Germida, J., and Vujanovic, V. 2012. Fungal endophytes improve wheat seed germination under heat and drought stress. *Botany*, 90: 137-49. <https://doi.org/10.1139/b11-091>

5 Esechie, H.A. 1995. Partitioning of chloride ion in the germinating seed of two forage legumes under varied salinity and temperature regimes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 3357-3370. <https://doi.org/10.1080/00103629509369532>

6 Raqymjanov A. N., Ivashenko A. A., Kirillov V. Iý., Aleka V.P., Stihareva T. N.. Qazaqstannyń óńtústik-shyǵysyndaǵy týrangovnikterdiń qazirgi jaǵdaıyn baǵalaı. Qazuı. Ál-Farabı. Serıasa ekologiasy. №2 (67). 2021. – 85-96 BB. <https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v67.i2.09>

7 Gadjiataev M., Abdýrahmanova Z. Ósimdikter qaýymdastyǵynyń ekologialyq-fitosenotikalıyq sıpattamasy *Nitraria schoberi* L. Daǵystanda, Bio Web Of Conferences, 43 tom, "Vavilov oqýlary-2021" Halyqaralyq ǵylymı-praktikalıyq konferensıasy (VVRD 2021), gomologialyq qatarlar zańynyń ashylýynyń 101 jyldyǵyna jáne N.-nyń týǵanyna 134 jyl tolýyna arnalǵan. I. Vavilova, 0101 (2022) 7, VVRD 2021, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301017>

8 Gasýnaev N.K. Geografıı pýteshestvennikı: kratkıı biograficheskıı slovar. M.: Ripol Klasik, - 2001. - S. 296-298.

9 Ishmýratova M.M., Tkachenko K.G. Semena travianistyh rastenıı: osobennosti latentnogo perioda, ispolzovanie v introdýksııı razmnovenıı in vitro. - Ufa: Izd-vo - Ǵylym, 2009. - 116 s.

- 10 Pei-Liang Liu, Wei Shi, Jun Wen, Shomurodov Khabibullo, Borong Pan. (2021) A phylogeny of *Calligonum* L. (Polygonaceae) yields challenges to current taxonomic classifications. *Acta Botanica Brasilica*, 35(2):310-322. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0116>
- 11 Pilipko E.N. Metodologia issledovanii lesnykh ekosistem. Metodicheskoe posobie dla organizatsii i vypolnenia izyskatelskikh (nauchno-issledovatel'skikh rabot) po napravleniyu podgotovki, 250100 – «Lesnoe delo», g. Vologda – Molochnoe, 2013.
- 12 Shahriari A.R., Noori S., Abedi Koupai J., Asaleh F. 2011. Effect of irrigation with treated municipal wastewater on yield of *Nitraria schoberi* under greenhouse conditions. *Science and Technology of Greenhouse Culture*, 1(4): 13-22. (In Persian) DOR:20.1001.1.20089082.1389.1.4.2.2
- 13 Maassoumi, A. A. 2011 06 30: A revision of the Genus *Calligonum* (Polygonaceae) in Iran.- *Iran. J. Bot.* 17 (1): 43-54. Tehran.
- 14 Dhief A, Guasmi F, Triki T, Mohamed N, Aschi-Smiti S (2011) Natural genetic variation in *Calligonum* Tunisian genus analyzed by RAPD markers. *African Journal of Biotechnology* 10: 9766–9778. <https://doi.org/10.5897/AJB11.070>
- 15 Amirabadi-zadeh H, Bamroud GRH, Maassoumi AA (2012) A new record of the genus *Calligonum* L. (Polygonaceae) from Iran. *Iranian Journal of Botany* 18: 84–85.
- 16 Shi W, Liu P-L, Wen J, Feng Y, Pan B (2019) New morphological and DNA evidence supports the existence of *Calligonum jeminaicum* Z. M. Mao (Calligoneae, Polygonaceae) in China. *PhytoKeys* 132: 53-73. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.132.34981>
- 17 Xie T, Su P, Zhou Z, Zhang H, Li S. (2014) Structure and dynamic characteristics of *Calligonum mongolicum* population in the desert-oasis ecotone. *Acta Ecologica Sinica* 34: 4272–4279. <https://doi.org/10.5846/stxb201212101776>

**Досманбетов Д.А¹., Ахметов Р.С¹., Ибраева А.Б²., Каспакбаев Е. М^{1*}.,
Ракымбеков Ж.К¹., Дукенов Ж.С¹**

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана», Алматинский филиал, г. Алматы, Казахстан, daniyar_d.a.a@mail.ru

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, aliya-ibrayeva81@mail.ru

**СБОР СЕМЯН ГАЛОФИТНЫХ КУСТАРНИКОВ И ПОЛУКУСТАРНИКОВ
(NITRARIA SCHOBERI, CALLIGONUM CAPUT-MEDUSAE SCHRENK) И
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ**

Аннотация

В данной статье представлены данные о биологических и экологических особенностях галофитных полукустарников (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk) Приаралья в Казахстане, то есть по Кызылординской области. На основе зарубежной и отечественной научной литературы был проведен обзор необходимых исследований, выявлена актуальность темы, методы исследования. На основании данных научной литературы, описывающей флору края, и в результате полевых работ были получены сведения о видах галофитов, произрастающих на территории Кызылординской области (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) семена собраны. Селитрянка Шобера (*Nitraria schoberi*) и голова Медузы (*Calligonum caput-medusae* Schenk.) проведен анализ доброкачественности и всхожести семян. Перед определением всхожести семян *Nitraria schoberi* их помещали в воду с температурой 18-20°C в течение 2 суток. В ходе лабораторного обследования была проведена оценка всхожести семян *Nitraria schoberi*, собранных на осушенном дне Аральского моря. Всхожесть оценивалась по стандартной методике в чашках Петри при поддержании оптимального температурно-влажностного режима, всхожесть составляет 40%. Исходя из биологического и экологического сходства с другими видами галофитных полукустарников, условно качество семян можно отнести к 1 классу. Это подтверждает возможность использования исследованных семян в работах по фитомелиорации и восстановлению растительности в условиях засоленных и засушливых (аридных) ландшафтов Приаралья. Доброкачественность

семян *Calligonum caput-medusae* Schrenk определяли путем замачивания семян в воде с дальнейшим взрезыванием семян вдоль зародыша. В ходе лабораторного обследования доброкачественность семян составила 71%. Учитывая особенности эколого-географического происхождения вида и естественную гетерогенность семенного материала, данные показатели считаются удовлетворительными для целей интродукции и восстановления растительности в условиях аридных экосистем.

Ключевые слова: осушенное дно Аральского моря, галофиты, полукустарники, Селитрянка Шобера, Жузгун голова медузы, семена, всхожесть семян, посевное качество семян.

**Dosmanbetov D.A¹., Akhmetov R.S¹., Ibrayeva A.B¹., Kaspakbaev Y.M^{1*}.,
Rakymbekov Zh.K¹., Dukenov Zh.S¹**

¹«A.N. Bukeikhan Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry» LLP, Almaty, Kazakhstan, daniyar_d.a.a@mail.ru

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, aliya-ibrayeva81@mail.ru

COLLECTION OF SEEDS OF HALOPHYTIC SHRUBS AND SEMI-SHRUBS (NITRARIA SCHOBERI, CALLIGONUM CAPUT-MEDUSAE SCHRENK) AND DETERMINATION OF THEIR SOWING QUALITIES

Abstract

This article presents data on the biological and ecological features of halophytic semi-shrubs (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk) of the Aral Sea region in Kazakhstan, that is, in the Kyzylorda region. Based on foreign and domestic scientific literature, a review of the necessary research was conducted, the relevance of the topic and research methods were identified. Based on the data from the scientific literature describing the flora of the region and as a result of field work, information was obtained on the species of halophytes growing in the Kyzylorda region (*Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae* Schenk.) seeds were collected. *Nitraria schoberi* and *Calligonum caput-medusae* analyzed the quality and germination of seeds. Before determining the germination of *Nitraria schoberi* seeds, they were placed in water with a temperature of 18-20°C for 2 days. During the laboratory examination, the germination of *Nitraria schoberi* seeds collected on the drained bottom of the Aral Sea was evaluated. Germination was assessed using the standard method in Petri dishes while maintaining an optimal temperature and humidity regime, germination is 40%. Based on the biological and ecological similarity with other species of halophytic semi-shrubs, the seed quality can be conditionally classified as class 1. This confirms the possibility of using the studied seeds in works on phytomelioration and restoration of vegetation in saline and arid (arid) landscapes of the Aral Sea region. The quality of *Calligonum caput-medusae* seeds was determined by soaking the seeds in water and then cutting the seeds along the embryo. During the laboratory examination, the seed quality was 71%. Taking into account the peculiarities of the ecological and geographical origin of the species and the natural heterogeneity of the seed material, these indicators are considered satisfactory for the purposes of introducing and restoring vegetation in arid ecosystems.

Keywords: drained bottom of the Aral Sea, halophytes, semi-shrubs, *Nitraria schoberi*, *Calligonum caput-medusae*, seeds, germination of seeds, seed quality.

Авторлардың үлесі:

Концептуализация: Досманбетов Данияр, Ахметов Руслан.

Деректерге жетекшілік ету: Досманбетов Данияр, Ахметов Руслан, Ибраева Алия, Каспакбаев Ерғанат, Рақымбеков Жандос.

Ресми талдау: Ибраева Алия, Каспакбаев Ерғанат, Рақымбеков Жандос, Дукенов Жеңіс.

Әдістеме: Досманбетов Данияр, Ахметов Руслан, Каспакбаев Ерғанат, Рақымбеков Жандос, Дукенов Жеңіс.

Жобаны басқару: Ахметов Руслан, Досманбетов Данияр.

Верификация: Досманбетов Данияр, Ибраева Алия, Каспакбаев Ерғанат, Рақымбеков Жандос.

Жазуы: Досманбетов Данияр, Каспакбаев Ерғанат.

Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын мақұлдады.

МРНТИ 68.31.02; 38.61.31

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/40>

Ә.Т. Тоқтар*, А.А. Нургазиева, И.К. Рахметов

ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан, aliya.toktar@gmail.com, asel-nurgazieva@mail.ru, issa-92@mail.ru

ОБВОДНЕНИЕ ПАСТБИЩ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОТГОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В условиях засушливого климата южных регионов Казахстана развитие пастбищного животноводства напрямую зависит от наличия устойчивого водоснабжения. Подземные воды, как более надёжный источник по сравнению с поверхностными, играют ключевую роль в обеспечении питьевых потребностей скота и обслуживающего персонала.

В статье рассмотрены результаты гидрогеологических исследований, проведённых в Жамбылской области, направленных на оценку состояния и потенциала подземных вод в контексте обводнения пастбищных угодий. Проведён анализ качества, минерализации и дебитов подземных вод в различных геологических условиях – предгорных равнинах, песчаных массивах и межгорных впадинах. Полевые обследования включали отбор проб из действующих колодцев и скважин, картирование водопунктов, оценку степени износа водозаборных сооружений.

Результаты показали наличие значительных ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод, пригодных для нужд животноводства. Вместе с тем выявлена критическая деградация инфраструктуры водоснабжения: большая часть скважин требует реконструкции, а уровень механизации остаётся низким. Предлагаются меры по восстановлению и модернизации системы обводнения на основе актуальных данных, включая внедрение инновационных технологий и усиление межведомственного взаимодействия. Обоснована необходимость восстановления водозаборных сооружений и внедрения современных подходов к управлению подземными водами для устойчивого развития пастбищного животноводства.

Ключевые слова: пастбища, подземные воды, обводнение, Жамбылская область, гидрогеология, водообеспечение, животноводство, водозаборные сооружения.

Введение

В настоящее время из 186,4 млн. га пастбищных территорий страны более 56,5% пастбищных угодий не используется по причине отсутствия обводнения, то есть отсутствия инженерных сооружений для водопоя скота, питьевого и бытового водоснабжения обслуживающего персонала.

Глобальные объёмы подземных вод, используемых для питья скота, невелики по сравнению с объёмами, используемыми для орошения кормовых культур для скота. Орошаемое производство кормов составляет 98% воды (поверхностной и подземной), используемой для скота, а оставшиеся 2% воды используются для питья и охлаждения. Во мире, по экспертным оценкам, 264 км³ поверхностных и подземных вод в год используется

для производства кормов, что составляет примерно пятую часть общего объема потребляемой воды для аграрного сектора и менее трети воды, используемой для продовольственных культур [1].

Для Казахстана пастбища являются важными природными ресурсами.

Особенностью естественных пастбищ является сезонность их использования. Удельный вес летних пастбищ составлял 30%, весенне-осенних – 43%, зимних – 12% и круглогодичных – 12%. Освоение пастбищ связано с состоянием их обводненности, с ростом которой увеличивается выход животноводческой продукции [2-3].

Многие засушливые и полувасушливые пастбища полностью зависят от доступа к подземным водам для поддержания питьевой воды для скота. Гидрогеологические скважины способствуют более высокому коэффициенту поголовья, чем пропускная способность пастбищ с точки зрения естественной растительности для выпаса скота, а также концентрируют скот вокруг скважин.

В конце 80-х годов на территории республики 115 млн. га пастбищ было обводнено за счет подземных вод. На пастбищных территориях имелось 36 тыс. шахтных и 24 тыс. трубчатых колодцев, 8 тыс. прудов и копаней, 50 тыс. км каналов и 2,2 тыс. обводнительных водопроводов, фактический водоотбор при этом составлял 13,4 м³/с (422,0 млн. м³/год), но к концу столетия снизился почти в три раза до 4,02 м³/с (126,8 млн. м³/год) [4-5].

В современный период из-за низкого уровня ремонтно-эксплуатационных работ ежегодно списываются тысячи обводнительных сооружений, реконструкции требуют 70-80% из них. Уровень механизации составляет чуть больше 80%. Обводнение пастбищ, в целом, не обеспечивает потребности все возрастающего поголовья скота, не говоря уже о проведении мероприятий по увеличению продуктивности естественных и созданию культурных пастбищных угодий.

Методы и материалы

Региональные экспедиционные гидрогеологические исследования территорий Жамбылской области с отбором проб подземных вод для химико-лабораторных исследований проведены для оценки современного состояния обводнения пастбищных территорий.

В предполевой период, на основе архивных и опубликованных данных по распределению обводненных пастбищ, по количеству, местоположению и географическим координатам водопунктов; по распределению и водоотбору водозаборных сооружений были составлены каталоги координат обводнительных колодцев и скважин и разработаны предварительные карты-схемы маршрутных обследований в пределах области.

В Жамбылской области в процессе полевых маршрутов обследовано 22 шахтных колодца и 19 скважин. Протяженность маршрутов составила 2,96 тыс. км, маршрутами охвачены территории Байзакского, Меркенского, Таласского, Сарысуйского и Каратауского районов.

В Байзакском районе обследовано 30 точек, в том числе: действующих 12 колодцев и 2 скважины, отобрано 12 проб воды. В Меркенском районе обследовано 12 точек, из них действующих 4 скважины и отобраны 3 пробы воды. В Таласском районе обследовано 7 точек, из них 4 действующих: 3 колодца и 1 скважина, большая часть колодцев на данном участке забита или разрушена, отобраны 4 пробы воды. В Сарысуйском районе обследовано 17 точек, из них 9 действующих, и отобраны 9 проб воды. Часть скважин и колодцев также используются местными жителями для хозяйственно-бытовых нужд.

Результаты и обсуждение

Благоприятная по своим природно-климатическим и социально-экономическим условиям Жамбылская область имеет все необходимые предпосылки для интенсивного развития отгонного животноводства. Здесь имеются высокопродуктивные пастбища и необходимые доброкачественные подземные водные ресурсы (**рисунк 1**).

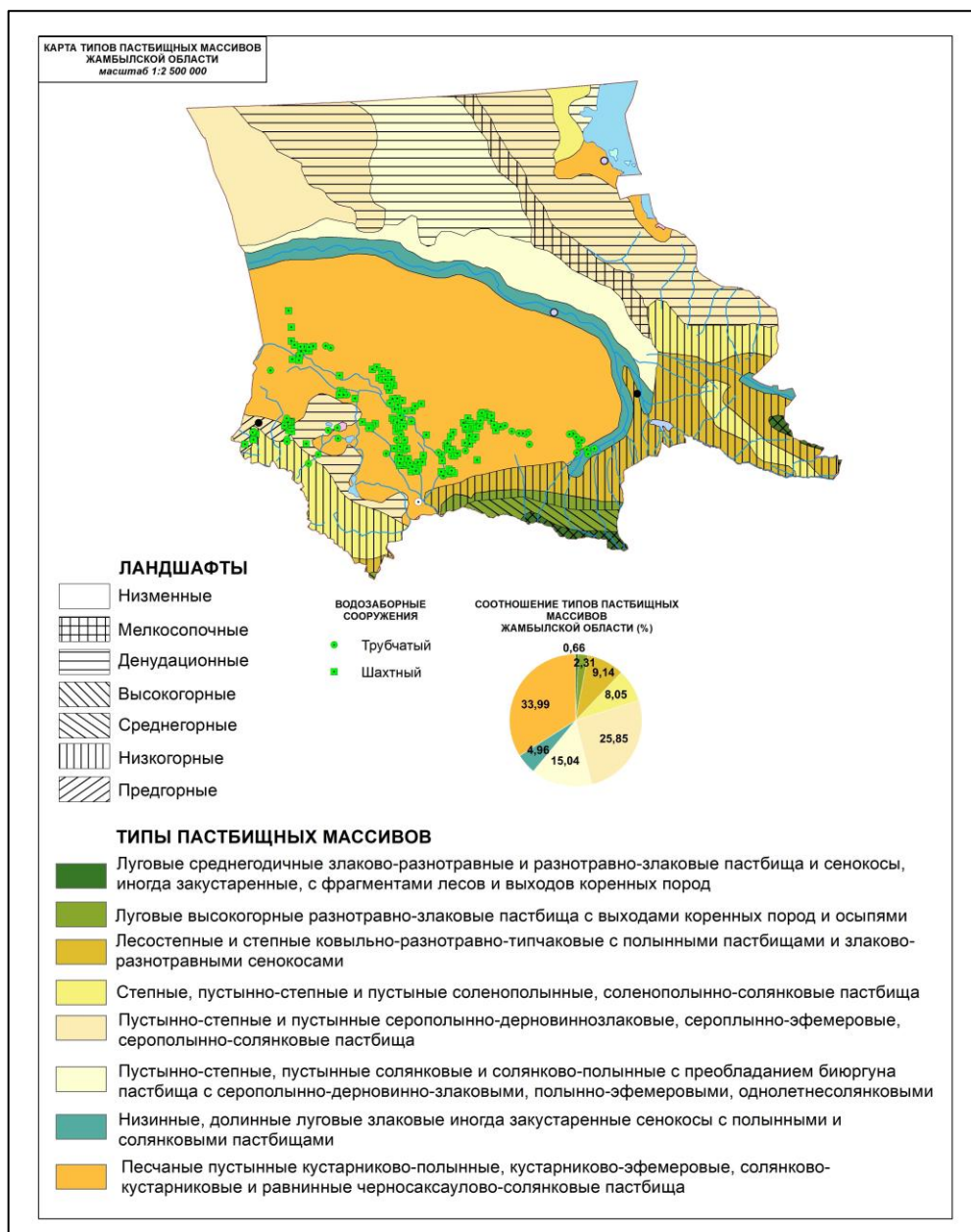


Рисунок 1 – Карта расположения типов пастбищных массивов в пределах Жамбылской области

Здесь широко распространены и перспективны для использования подземные воды аллювиально-пролювиальных отложений предгорного шлейфа конусов выноса северного склона Кыргызского Алатау и хребта Малого Каратау. Обводненная часть отложений конусов выноса может достигать мощности в 200-300 м. Производительность скважин, вскрывающих грунтовые воды, здесь чаще всего составляет 3,0-29,0 дм³/с, дебиты колодцев не превышают 0,5 дм³/с.

На аналогичной предгорной равнине Малого Каратау грунтовые воды формируются также в аллювиально-пролювиальных отложениях, представленных галечниками конусов выноса р.Талас в южной его части, а в северной – отложениями песков. Глубина залегания подземных вод варьируется от 3 до 10 м.

Предгорные равнины юго-западных склонов Шу-Илиских гор также располагают значительными ресурсами грунтовых вод пёстрого качества. Минерализация вод изменяется от 1 до 3 г/л, в большинстве случаев преобладают слабосоленоватые воды. Однако они вполне удовлетворяют нужды животноводства. Производительность скважин невысокая и колеблется от 0,1 до 2,0 дм³/с. Преимущественная глубина залегания вод колеблется в пределах 5-10 м.

Только при удалении к северо-западу она увеличивается до 30 м. Аналогичные гидрогеологические условия грунтовых вод верхней части разреза водоносных четвертичных отложений разного генезиса имеют место и на предгорной равнине юго-западного склона хр. Кындыктас.

Бугристо-грядовая равнина песчаных массивов Мойынкум является зоной полупустынь и пустынь, где развито отгонное животноводство. Она благоприятна для содержания скота в зимне-осенне-весенний периоды в условиях наличия здесь необходимой инфраструктуры.

Песчаный массив Мойынкум занимает почти всё междуречье Шу-Талас площадью около 4 млн. га и отличается очень большими запасами пресных подземных вод. Наибольшие объёмы грунтовых вод сосредоточены в восточной части массива, изобилующего межбугровыми понижениями – чуротами, весной наполняющимися водой. Наименьшая глубина уровня грунтовых вод приурочивается к чуротам, а наибольшая – к вершинам песчаных бугров. Воды пресные, сухой остаток колеблется от 0,4 до 0,8 г/дм³, состав преимущественно гидрокарбонатный кальциевый. В Западных Мойынкумах встречаются солончатые и солёные воды.

В центральной части Мойынкумов (площадью около 50 тыс. га) глубина залегания грунтовых вод колеблется от 3 до 30 м, воды преимущественно пресные, гидрокарбонатные натриевые. Дебиты колодцев не превышают 0,1-0,5 дм³/с, а скважин – 2-5 дм³/с при понижении уровня воды на 10-20 м. Грунтовые воды песков образуют единый мощный подземный поток, направленный преимущественно на север и северо-запад, этому способствует уклон ложа песчаного массива.

На большей части Мойынкумов с углублением водокапжных выработок в водоносный горизонт минерализация воды заметно уменьшается: такое явление объясняется преобладанием в верхней части гидрогеологического разреза испарительной концентрации солей.

Под грунтовыми водами широко распространены пресные и слабосолончатые артезианские воды. Напорные, местами самоизливающиеся воды неогеновых отложений развиты в Восточно-Мойынкумском артезианском бассейне и приурочены к линзам и прослоям песков, гравия, галечников, песчаников. Они вскрываются на глубинах от 25 до 500 м. Пьезометрические уровни устанавливаются ниже поверхности земли на 0,5-50 м или выше её на 0,5-12 м. Дебиты скважин колеблются от 3,0 до 7,5 дм³/с в предгорьях до 0,1-0,5 дм³/с при удалении от них. Минерализация и химический состав напорных вод изменяются от пресных гидрокарбонатных натриевых в предгорьях до слабосолончатых и солёных на равнине [6-9].

В целом для региона прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод с минерализацией до 10 г/дм³ оцениваются в 261,2 м³/с, при этом величина пресных вод с минерализацией до 1 г/дм³ составляет 66,2% от общей величины прогнозных ресурсов, а с минерализацией 1-3 г/дм³ – 33,4%.

На 1 км² приходится 1,2 дм³/с прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/дм³. Естественные ресурсы подземных вод характеризуются величиной – 138,9 м³/с при среднем модуле – 0,96 дм³/с с 1 км². Наибольшая величина модуля в пределах от 2,0 до 5,0 л/с с 1 км² отмечается на предгорной равнине северных склонов Киргизского хребта, наименьшая – к северу от р. Шу, в Шу-Илейских горах и на плато Бетпак-Дала [10].

Эксплуатационные запасы подземных вод равны 54,85 м³/с, в том числе с минерализацией до 1 г/л – 54,16 м³/с. На 1 км² приходится 0,38 л/с эксплуатационных запасов подземных вод с минерализацией до 1 г/л [11-12] (рисунок 2).

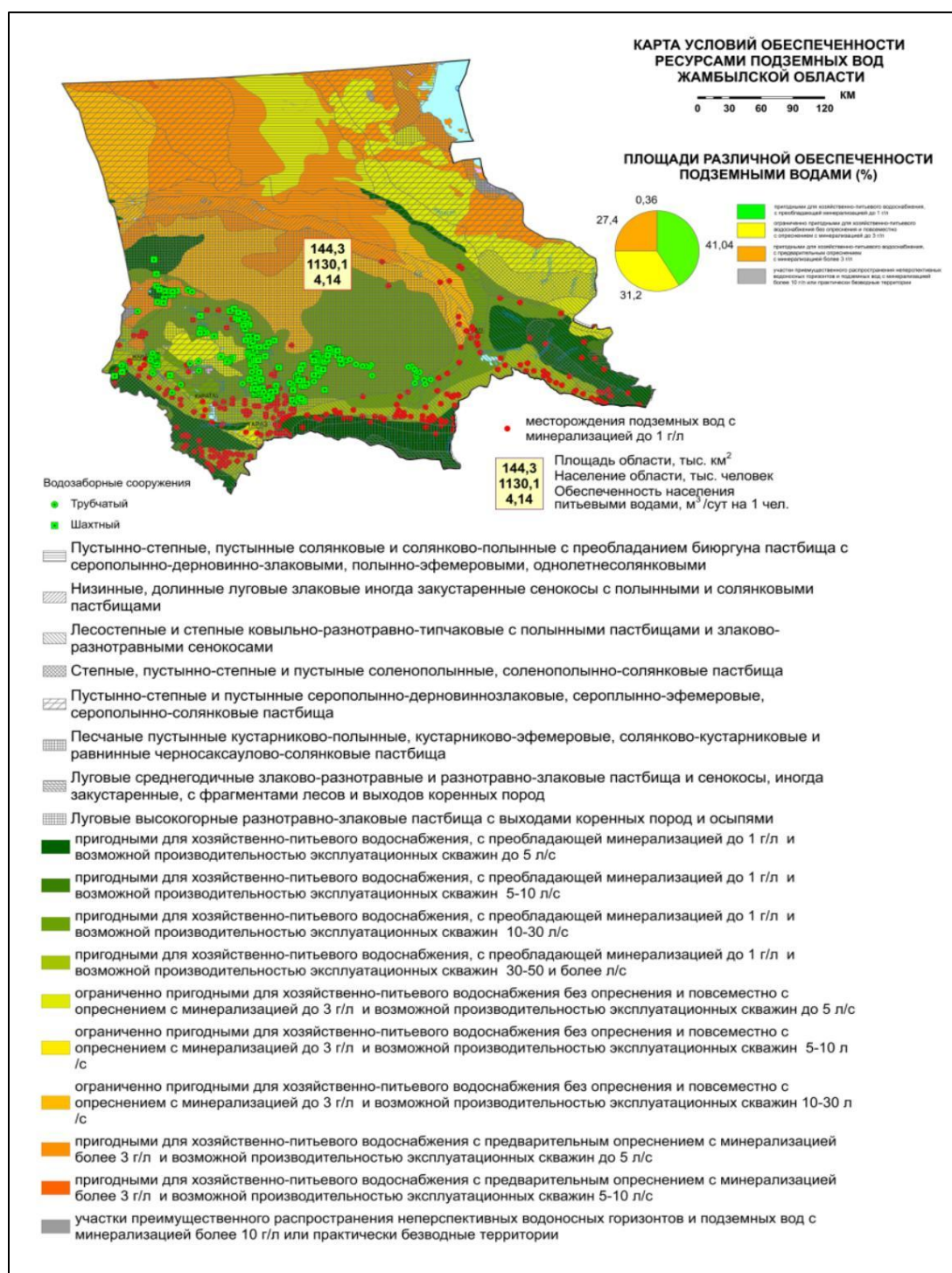


Рисунок 2 – Карта условий обеспеченности ресурсами подземных вод в пределах пастбищных массивов Жамбылской области

Выводы

Результаты гидрогеологических исследований, выполненных в Жамбылской области, свидетельствуют о наличии значительных ресурсов подземных вод, пригодных для целей обводнения пастбищ. На территории региона выявлены разнообразные гидрогеологические условия – от высокопродуктивных участков предгорных равнин до песчаных массивов со значительными запасами пресных вод.

Наиболее перспективными с точки зрения водообеспечения являются предгорные равнины и песчаные массивы, в пределах которых выявлены участки с высокими дебитами скважин и колодцев, а также с удовлетворительными гидрохимическими характеристиками

качества подземных вод. Результаты маршрутов и анализа проб подтверждают пригодность подземных вод для нужд животноводства.

Несмотря на наличие природных предпосылок, фактический уровень водообеспечения пастбищ остаётся низким. Деграция водозаборной инфраструктуры, высокая степень износа инженерных сооружений, недостаточный уровень механизации и нерегулярное техническое обслуживание приводят к неэффективному использованию имеющихся ресурсов. На сегодня восстановления и реконструкции требуют от 70 до 80% существующих водопунктов.

Учитывая стратегическое значение животноводства для продовольственной безопасности и социально-экономического развития сельских территорий, особую актуальность приобретает модернизация системы обводнения. Для этого необходима разработка региональных программ по восстановлению и техническому перевооружению обводнительных сооружений на основе гидрогеологических данных, расширение применения инновационных решений, таких как солнечные насосные станции и системы автоматизированного учёта и контроля водозабора, стимулирование инвестиции в устойчивое водопользование, организация постоянного мониторинга состояния подземных вод и инфраструктуры водоснабжения, включая химический состав и динамику количественных показателей.

Комплексное развитие системы обводнения на базе научных данных и современных подходов к управлению водными ресурсами позволит значительно повысить продуктивность пастбищ, улучшить условия содержания скота и создать основу для устойчивого развития животноводства в условиях засушливого климата.

Благодарность. Финансирование данного исследования было обеспечено Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан: BR 24992885 «Научно-практическое обоснование устойчивого развития отечественного животноводства на основе обводнения пастбищных территорий подземными водами».

Список литературы

1. Кульмаганова А.Е., Груздев К.И., Усков Э.Н. Обеспеченность народного хозяйства Казахстана подземными водами. – Алма-Ата, КазНИИНТИ, 1987. – 80 с.
2. Омбаев А., Мирзакулов С., Чиндалиев А. Научно-технологические аспекты развития животноводства Казахстана. – *Izdenister natigeler*. – 2023. – №3(99). – 36-48 с. <https://doi.org/10.37884/3-2023/04>
3. Усипбаев Г., Омарбекова А., Сагандыкова Д., Бегазимов Д. Анализ формирования земель сельскохозяйственного назначения в Казахстане. – *Izdenister Natigeler*. – 2024. – №4(104). – 358-367 с. <https://doi.org/10.37884/4-2024/37>
4. Касенов М.Р., Копанев Г.В. Обводнение пастбищ Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1989. – 209 с.
5. Подземные воды Казахстана. Ресурсы, использование и проблемы охраны. - отв. ред. акад. НАН РК Ж.С. Сыдыков. – Алматы: Ғылым, 1999. – 284 с.
6. Adenova, D.; Tazhiyev, S.; Sagin, J.; Absametov, M.; Murtazin, Y.; Trushel, L.; Miroshnichenko, O.; Zaryab, A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan. – *Water*. – 2023. – Vol. 15. – P. 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>
7. Оңласынов Ж.Ә., Рахимов Т.А., Муратова М.М., Акынбаева М.Ж. Оценка качества подземных вод пастбищных территорий Южного Казахстана. – *Многопр. научный журнал “3i – интеллект, идея, инновация”*. – 2025. – № 1. – 174-181 с. https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_174.
8. Murtazin, Ye.Zh., Adenova, D.K., Tazhiyev, S.R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region. – *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. – 2022. – Vol. 5. – P. 143-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170x.223>

9. Серимбетов, А. Е., Асу А.А. Подземные источники обводнения пастбищ юга Казахстана. - Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time – Materials of the III International Scientific-Practical Conference. – Kyoto, Japan. – 2018. – P. 412.

10. Аденова Д. К., Муртазин Е. Ж., Мирошниченко О. Л. Оценка состояния и качества гидрогеохимических показателей артезианских подземных вод Жамбылской области. – *География и водные ресурсы*. – 2024. – №4. – 75-83 с. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-75-83.41>

11. Ресурсный потенциал подземных вод Казахстана как источник устойчивого питьевого водообеспечения. - под ред. акад. НАН РК М.К. Абсаметова. – Алматы: «Print express». – 2023. – 304 с.

12. Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Ресурсы подземных вод Республики Казахстан: Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы. – 2011. – 632 с.

References

1. Kul'maganova A.E., Gruzdev K.I., Uskov E'.N. Obespechennost' narodnogo khozyajstva Kazaxstana podzemnymi vodami [Provision of the national economy of Kazakhstan with groundwater]. – Alma-Ata: KazNIINTI, 1987, p. 80.

2. Ombaev A., Mirzakulov S., Chindaliev A. Nauchno-tehnologicheskie aspekty razvitiya zhivotnovodstva Kazahstana [Technological Aspects of the Development of Livestock Farming in Kazakhstan]. – *Izdenister natigeler*, 2023, №3(99), p. 36-48. <https://doi.org/10.37884/3-2023/04>

3. Usipbaev G., Omarbekova A., Sagandykova D., Begazimov D. Analiz formirovaniya zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v Kazahstane [Analysis of the Formation of Agricultural Lands in Kazakhstan]. – *Izdenister Natigeler*, 2024, №4(104), p. 358-367. <https://doi.org/10.37884/4-2024/37>

4. Kasenov M.R., Kopanov G.V. Obvodnenie pastbishh Kazaxstana [Irrigation of pastures in Kazakhstan]. – Alma-Ata: Kajnar, 1989, p. 209.

5. Zh.S. Sydykov. Podzemnye vody Kazaxstana. Resursy, ispol'zovanie i problemy ohrany [Groundwater of Kazakhstan. Resources, use and problems of protection]. – Almaty: Gylim, 1999, p. 284.

6. Adenova, D.; Tazhiyev, S.; Sagin, J.; Absametov, M.; Murtazin, Y.; Trushel, L.; Miroshnichenko, O.; Zaryab, A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan. – *Water*, 2023, vol. 15, p. 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>.

7. Onlasynov Zh.A., Raximov T.A., Muratova M.M., Akynbaeva M.Zh. Ocenka kachestva podzemnyx vod pastbishhnyx territorij Yuzhnogo Kazaxstana [Assessment of groundwater quality in pasture areas of Southern Kazakhstan]. – *3i – intellect, idea, innovation*, 2025, №1, p. 174-181. https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_174.

8. Murtazin, Ye.Zh., Adenova, D.K., Tazhiyev, S.R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region. – *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 2022, vol. 5, p. 143-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170x.223>

9. Serimbetov, A. E., Asu A.A. Podzemnye istochniki obvodneniya pastbishh yuga Kazaxstana [Underground vaults in eastern Kazakhstan]. – Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time – Materials of the III International Scientific-Practical Conference, Kyoto, Japan, 2018, p. 412.

10. Adenova D. K., Murtazin E. Zh., Miroshnichenko O. L. Ocenka sostoyaniya i kachestva gidrogeoximicheskix pokazatelej artezianskix podzemnyx vod Zhambyl'skoj oblasti [Assessment of the state and quality of hydrogeochemical parameters of artesian groundwater in the Zhambyl region]. – *Geografiya i vodnye resursy*, 2024, №4, p.75-83. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-75-83.41>

11. Absametov M.K. Resursnyj potencial podzemnyx vod Kazaxstana kak istochnik ustojchivogo pit'evogo vodoobespecheniya [The resource potential of Kazakhstan's groundwater as a source of sustainable drinking water supply]. – Almaty: Print express, 2023, p. 304.

12. Smolyar V.A., Burov B.V., Mustafaev S.T. Resursy podzemnyx vod Respubliki Kazaxstan: Vodnye resursy Kazaxstana: ocenka, prognoz, upravlenie [Groundwater resources of the Republic of Kazakhstan: Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management]. – Almaty, 2011. p. 632.

Ә.Т. Тоқтар*, А.А. Нургазиева, И.К. Рахметов

*«У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС,
Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, aliya.toktar@gmail.com , asel-nurgazieva@mail.ru , issa-92@mail.ru*

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДА КӨШПЕЛІ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМУДАҒЫ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫМЕН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ СУЛАНДЫРУДЫҢ МАҢЫЗЫ

Аңдатпа

Қазақстанның оңтүстік аймақтарындағы құрғақ климат жағдайында жайылымдық мал шаруашылығын дамыту тікелей тұрақты сумен қамтудың болуына байланысты. Беткі сулармен салыстырғанда анағұрлым сенімді ресурс ретінде жерасты сулары мал мен қызмет көрсетуші персоналды ауыз сумен қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады.

Бұл мақалада Жамбыл облысы аумағында жүргізілген гидрогеологиялық зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты – жайылымдарды суландыру тұрғысынан жерасты суларының жай-күйі мен әлеуетін бағалау. Жер асты суларының сапасы, минералдануы және дебиті әртүрлі геологиялық жағдайларда – тау бөктері жазығы, құмды массивтер және тауаралық шұңқырларда талданды. Далалық зерттеулер барысында жұмыс істеп тұрған құдықтар мен ұңғымалардан су үлгілері алынып, су көздері картаға түсірілді, сондай-ақ су тарту инфрақұрылымының тозу деңгейі бағаланды.

Нәтижелер көрсеткендей, өңірде мал шаруашылығы қажеттіліктеріне жарамды тұщы және әлсіз тұзды жерасты суларының мол қоры бар. Сонымен қатар, сумен қамту инфрақұрылымының елеулі түрде тозғаны анықталды: көпшілігі жөндеуді қажет етеді, ал механикаландыру деңгейі төмен. Заманауи технологияларды енгізу мен ведомствоаралық өзара іс-қимылды күшейту арқылы суару жүйесін жаңғыртуға бағытталған нақты шаралар ұсынылады. Мал шаруашылығын орнықты дамыту мақсатында жерасты су ресурстарын басқарудың тиімді тәсілдерін енгізудің қажеттілігі негізделген.

Кілт сөздер: жайылымдар, жерасты сулары, суландыру, Жамбыл облысы, гидрогеология, сумен қамту, мал шаруашылығы, су тарту нысандары.

A.T. Toktar*, A.A. Nurgaziyeva, I.K. Rakhmetov

LLP «Akhmetsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience», Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, aliya.toktar@gmail.com , asel-nurgazieva@mail.ru, issa-92@mail.ru

THE ROLE OF GROUNDWATER-BASED PASTURE IRRIGATION IN THE DEVELOPMENT OF TRANSHUMANT LIVESTOCK FARMING IN THE ZHAMBYL REGION

Abstract

In the arid climate of southern Kazakhstan, the development of pasture-based livestock farming is directly dependent on the availability of reliable water supply. Compared to surface water, groundwater serves as a more sustainable and dependable source, playing a crucial role in meeting the drinking water needs of both livestock and support personnel.

This article presents the results of hydrogeological investigations conducted in the Zhambyl Region, aimed at assessing the condition and potential of groundwater resources in the context of pasture irrigation. The study includes analysis of groundwater quality, mineralization, and discharge

in various geological settings such as piedmont plains, sandy massifs, and intermountain depressions. Fieldwork included sampling from operational wells, mapping of water access points, and evaluation of infrastructure wear.

The findings reveal substantial reserves of fresh and slightly saline groundwater suitable for livestock needs. However, the water supply infrastructure has critically degraded—most wells require reconstruction, and the level of mechanization remains low. The article proposes targeted measures for the restoration and modernization of the pasture irrigation system based on current data, including the adoption of innovative technologies and strengthening of inter-agency coordination. The study justifies the urgent need for rehabilitating water intake facilities and applying modern groundwater management approaches to ensure the sustainable development of pasture-based livestock farming.

Keywords: pastures, groundwater, irrigation, Zhambyl Region, hydrogeology, water supply, livestock farming, water intake infrastructure

Вклад авторов:

Тоқтар Әлия Толеубайқызы – разработка концепции, научное руководство и редактирование текста (Концептуализация, Надзор, Написание).

Нургазиева Асел Азаткалиевна – сбор и анализ литературных данных, подготовка иллюстраций (Расследование, Визуализация).

Рахметов Иса Канатович – написание первоначального текста (Роли/Письмо).

Все авторы согласовали финальный текст.

МРНТИ 556.38

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/41>

С. Р. Тажиев^{1}, Е. Ж. Муртазин¹, А. Ә. Айнаева², Д. К. Аденова¹, В. С. Рахимова¹*

¹ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», г. Алматы, Республика Казахстан, sula_tashiev@mail.ru, ye_murtazin@list.ru, dinara1982_82@mail.ru, salybekova_v@mail.ru*

²АО "Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт", adinaainayevag@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТАЛАС-АССИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ТАРАЗ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЖАМБЫЛСКОГО И БАЙЗАКСКОГО РАЙОНОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Использование подземных вод южной части Талас-Ассинского месторождения (ТАМ) подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Тараз, промышленных объектов и сельских населенных пунктов (СНП) Жамбылского и Байзакского районов Жамбылской области имеет важное стратегическое значение в связи с природно-климатическим изменениями и антропогенным фактором, а также с проблемой, которая возникает с трансграничной рекой Талас. С обретением независимости на данной территории исследования река Талас является трансграничной. Данное месторождение подземных вод было разведано для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Тараз и населенных пунктов Байзакского и Жамбылского районов Жамбылской области и производственно-питьевого водоснабжения промышленных объектов г. Тараз.

Хотелось бы отметить, что ТАМ подземных вод (Южная часть) является одним из самых крупных месторождений Жамбылской области. По данным переоценки эксплуатационных запасов подземных вод месторождения за 2010 г. по категориям А+В+С₁+С₂ утверждены запасы в количестве 502,5 тыс. м³/сутки на 25 -летний срок эксплуатации, из них по промышленным категориям А+В утверждены запасы в количестве 308,8 тыс. м³/сутки. Фактическое потребление основных недропользователей и близлежащих сельских населенных пунктов Жамбылского и Байзакского районов, которые находятся в контуре месторождения составляет 42 564,9 тыс. м³/год или 116,62 тыс. м³/сутки, что составляет 37,8 % эксплуатационных запасов, которые были утверждены по промышленным категориям А+В.

Ранее никто не производил полный расчет и анализ потребления подземных вод в контуре Южной части ТАМ подземных вод.

В статье были использованы официальные данные с Республиканского государственного учреждения "Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан" по потреблению воды за 2018-2024 годы по основным недропользователям, которые находятся в контуре месторождения, официальные данные по населению сельских населенных пунктов Жамбылской области с Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, данные по потребности в воде на жителя в СНП были взяты со СНиПа РК 4.01-02-2009 Водоснабжение, наружные сети и сооружения.

Эксплуатационные запасы подземных вод по промышленным категориям А+В в 2,65 раз больше фактического потребления основных недропользователей и близлежащих сельских населенных пунктов Жамбылского и Байзакского районов, которые находятся в контуре месторождения. А если брать эксплуатационные запасы подземных вод месторождения по категориям А+В+С₁+С₂ в количестве 502,5 тыс. м³/сутки, то они больше фактического потребления основных недропользователей и близлежащих СНП Жамбылского и Байзакского районов, которые находятся в контуре месторождения в 4,3 раза.

Эксплуатационные запасы подземных вод месторождения без проблем обеспечат водой нужного качества потребность г. Тараз, промышленных объектов и сельских населенных пунктов Жамбылского и Байзакского районов Жамбылской области, которые находятся в контуре Южной части ТАМ подземных вод на ближайшие 100 лет, если даже потребность увеличится в 3 раза.

Ключевые слова: подземные воды, месторождение, эксплуатационные запасы, потребность, сельские населенные пункты, промышленные категории, хозяйственно-питьевого водоснабжение, река, минерализация.

Введение

Актуальность исследования. Важной составляющей национальной безопасности Республики Казахстан является проблема обеспечения водной безопасности в условиях ограниченности и уязвимости водных ресурсов. В Стратегии «Казахстан 2050»: новый политический курс состоявшегося государства отмечено: «Вода – крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание источниками уже становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете».

В Послании Главы Государства народу Казахстана «Экономический курс справедливого Казахстана» от 01 сентября 2023 г., К.К. Токаев отмечает, что «Серьезным барьером для устойчивого экономического развития страны является нехватка водных ресурсов. В текущих реалиях эта тема переходит в разряд вопросов национальной безопасности».

Шестой целью ООН в области устойчивого развития до 2030 г. является «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех». Как источник пресной воды для питьевого водоснабжения, в первую очередь, рассматриваются запасы пресных подземных вод.

В Жамбылской области ожидается сокращение поступления трансграничных поверхностных водных ресурсов в связи с хозяйственной деятельностью в Республике Кыргызстан. Дополнительную угрозу создает сокращение ресурсов местного стока, вследствие глобальных изменений климата и началом очередного цикла маловодных лет в Центральной Азии.

Угроза дефицита воды и неэффективное управление водными ресурсами может стать основным препятствием для устойчивого социально-экономического развития территории исследований. При таких сценариях подземные воды относятся к наиболее ценным полезным ископаемым, рациональное и комплексное освоение которых представляется важным для дальнейшего развития региона.

Объектом исследований являются подземные воды Южной части ТАМ подземных вод на территории Жамбылской области Южного Казахстана [1, 2].

Предмет исследований включает фактическую потребность, разведанные эксплуатационные запасы подземных вод, качество подземных вод, перспективную потребность территории исследования.

Основной целью работы является рациональное и эффективное использование эксплуатационных запасов подземных вод месторождения.

Методы исследования

Были собраны фактические данные по потреблению по основным недропользователям, которые находятся в контуре месторождения за 2018-2024 г, населению СНП Жамбылской области, был произведен расчет водопотребления по 10 СНП Жамбылского и Байзакского районов области, которые находятся в контуре месторождения, а также был произведен расчет водопотребления по 11 СНП, которые за последние 3 года были добавлены к г. Тараз, использованы данные по потребности в воде на жителя в СНП были взяты со СНИПа РК 4.01-02-2009 Водоснабжение, наружные сети и сооружения.

Произведен анализ потребления подземных вод в контуре Южной части Талас-Ассинского месторождения подземных вод и утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод.

Был произведен анализ изменения качества подземных вод месторождения.

Была построена гидрогеологическая карта территории исследования.

Построены линейчатая и круговые диаграммы по фактическому потреблению подземных вод за 2018-2024 г.

Результаты исследований

Территория исследования находится в частично в Жамбылском и Байзакском районах Жамбылской области и полностью на территории областного центра – г. Тараз (**рисунок 1**).

Южная часть Талас-Ассинского месторождения приурочена к Таласской межгорной впадине субширотного направления, ограниченной горами Акташ, Кызыладыр, Ичкельтау с юга и Улкен- и Киши-Бурул – с севера (**рисунок 2**).

Основную площадь района занимает междуречье Талас-Аса, сложенное неоген-четвертичными отложениями. Четвертичные отложения имеют повсеместное распространение, залегают на преимущественно глинистой кровле неогена, реже - в предгорье и на мелкосопочнике – на палеозойском фундаменте. Представлены они, главным образом, аллювиальными и пролювиальными образованиями средне четвертичного-современного возраста, слагающими предгорные равнины, террасы и поймы рек.

Наибольшее гидрогеологическое значение имеет объект изучения в рамках настоящей работы - аллювиальная равнина междуречья Талас и Аса, занимающая большую часть междуречья и сложенная обводненными аллювиальными валунно-галечными отложениями с преимущественно песчано-гравийным заполнителем, перекрытыми маломощными суглинками и супесями. Мощность аллювия достигает 104 м.

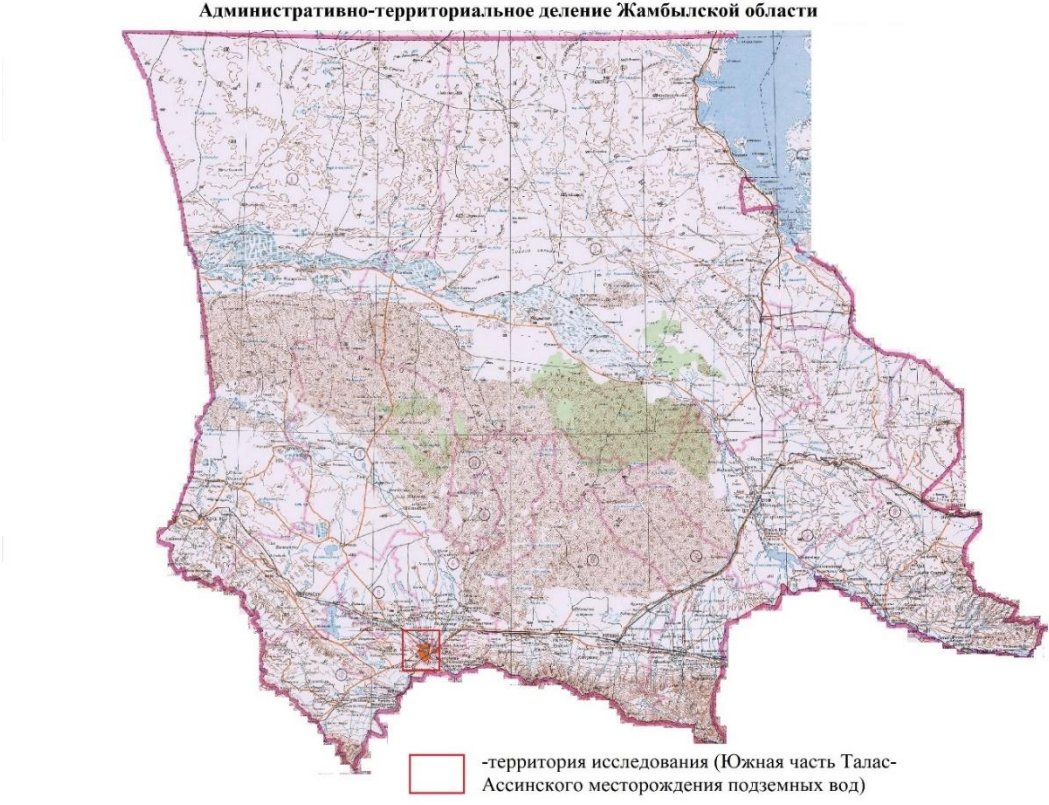


Рисунок 1 – Административно-территориальное деление Жамбылской области

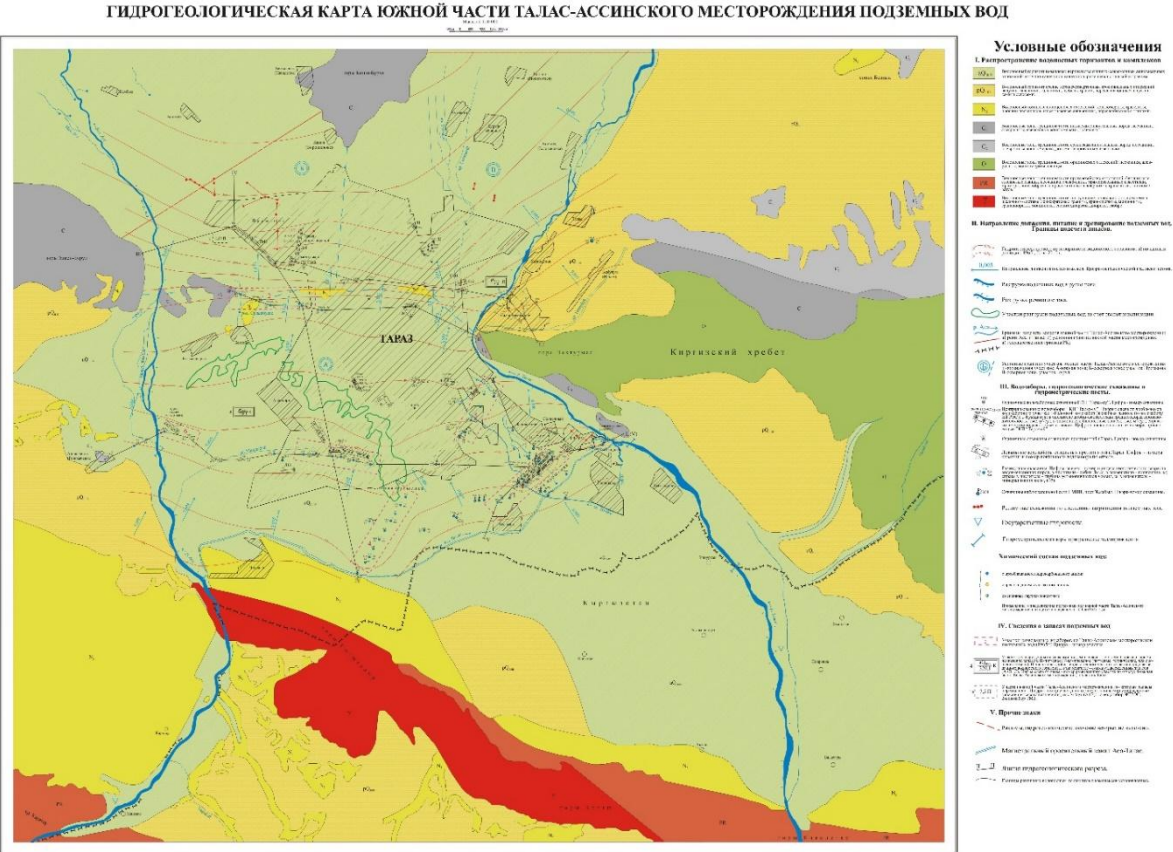


Рисунок 2 – Гидрогеологическая карта южной части Талас-Ассинского месторождения подземных вод

Подземные воды встречаются во всех стратиграфических комплексах пород. В районе и на оцениваемой площади выделяются следующие основные водоносные горизонты и комплексы [3-5]:

- водоносный комплекс верхнечетвертичных - современных аллювиальных отложений (aQ_{III-IV});
- водоносный горизонт средне - верхнечетвертичных пролювиальных отложений (pQ_{II-III});
- водоносный комплекс плиоценовых отложений (N_2);
- водоносные зоны трещиноватости среднекаменноугольных отложений (C_2);
- водоносные зоны трещиноватости нижнекаменноугольных отложений (C_1);
- водоносные зоны трещиноватости ордовикских отложений (O);
- водоносные зоны трещиноватости интрузивных пород (γ).

Основное интерес на территории месторождения представляет водоносный комплекс (горизонт) верхнечетвертичных-современных аллювиальных отложений (aQ_{III-IV}) приурочен к пойме и надпойменным террасам рек Талас и Аса. Характерной особенностью верхнечетвертичных и современных аллювиальных отложений является относительно однородный литолого-петрографический состав их разреза и отсутствие выдержанных по площади водонепроницаемых слоев, вследствие чего эти отложения рассматриваются как единый водоносный комплекс (или горизонт) [6-8].

Водовмещающие породы представлены гравийно-, и валунно-галечными отложениями часто с песчаным заполнителем, реже - гравелистыми песками.

В целом, химический состав подземных вод южной части Талас-Ассинского месторождения остается практически неизменным в течение весьма длительного периода эксплуатации водозаборов и характеризуется следующей комплексной формулой Курлова:

$$M_{0,2-0,7} \frac{HCO_3 60 - 80SO_4 20 - 30Cl 5 - 10}{Ca 35 - 55Mg 25 - 40(Na + K) 15 - 25} \quad pH=7-8$$

Токсичные элементы и вредные вещества в подземных водах, по результатам многочисленных лабораторных анализов, находятся в незначительных концентрациях и не превышают допустимых пределов для питьевого водоснабжения. Органолептические показатели (цвет, запах, привкус, мутность) также соответствуют питьевым нормам.

По результатам ранее выполненных и новых санитарно-бактериологических анализов, подземные воды четвертичного водоносного горизонта здоровы и соответствуют «Санитарно-эпидемиологические требованиям к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», Приказ министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 [9].

Отсутствие загрязнения обуславливается общими геолого-гидрогеологическими условиями формирования подземных вод, благоприятными в санитарном отношении, ввиду наличия интенсивно циркулирующего естественного грунтового потока, создающим хорошие условия водообмена.

На диаграмме Пайпера показаны основные макрокомпоненты с 7 водозаборов, которые находятся на территории исследования (**рисунок 3**).

В мае 2025 года были отобраны пробы воды на СанПИН с 7 водозаборов, которые находятся на территории исследования. Из них три водозабора относятся к ГКП "Жамбыл су" и обеспечивают население г. Тараз водой хозяйственно-питьевого назначения, остальные 4 водозабора относятся к 4 селам Жамбылского района. Хотелось бы отметить, что по 3 водозаборах ГКП "Жамбыл су" пробы воды были отобраны со скважин и после водоподготовки. Исследования воды проводились в аккредитованной лаборатории химико-аналитических исследований института гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина.

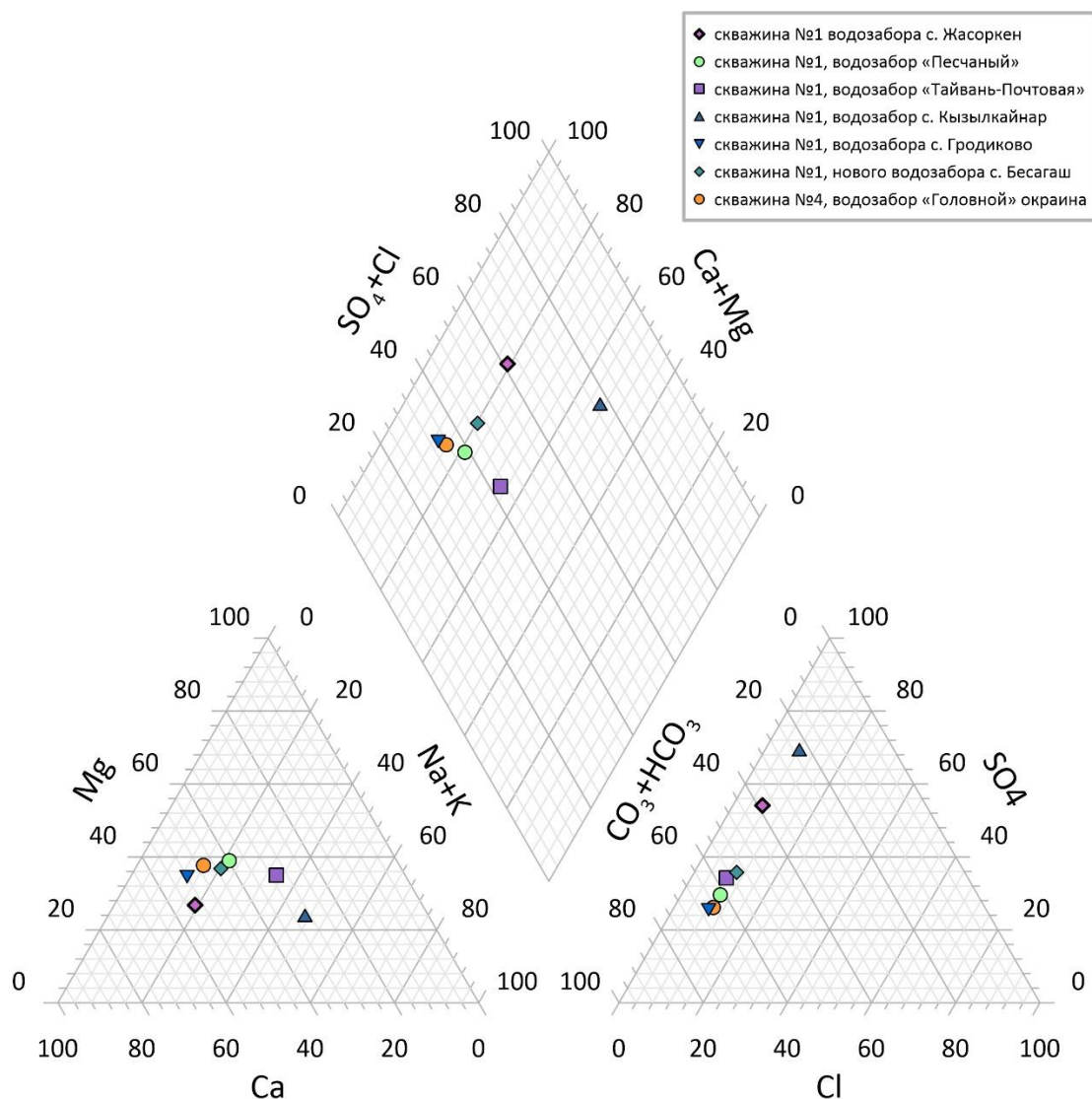


Рисунок 3 – Диаграмма Пайпера со скважины по водозаборам Южной части Талас-Ассинского месторождения подземных вод

Во всех 10 пробах по результатам исследования воды все микро и макрокомпоненты находятся ниже пределов предельно допустимой концентрации.

Так как вода используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения за качеством воды на каждом водозаборе ведётся особый контроль.

На территории исследования, а именно в Байзакском и Жамбылской районах были обследованы самоизливающиеся гидрогеологические скважины, которые были пробурены в 70-80 годы в 20 века для орошения земель. На данный момент, часть из этих скважин используется для орошения земель [10, 11].

Расчет потребности в воде 10 СНП Байзакского и Жамбылского районов, которые находятся в контуре южной части Талас-Ассинского месторождения (**таблица 1**).

Таблица 1 – Потребность воды в год населения 10 СНП Байзакского и Жамбылского районов, которые находятся в контуре южной части Талас-Ассинского месторождения

№№	Наименование СНП	Название района	Население, человек	Водопотребность на душу населения, в л/сутки	Потребность в год населения СНП, в тыс. м³/год
1	Коктал	Байзакский район	3532	150	193.4
2	Костобе	Байзакский район	1984	150	108.6
3	Бурыл	Байзакский район	8456	150	463.0
4	Кумжота	Байзакский район	5137	150	281.3
5	Капал	Жамбылский район	572	150	31.3
6	Жалпактобе	Жамбылский район	9973	150	546.0
7	Гродиково	Жамбылский район	6033	150	330.3
8	Кызылдихан	Жамбылский район	817	150	44.7
9	Кызылкайнар	Жамбылский район	3539	150	193.8
10	Бесагаш	Жамбылский район	3203	150	175.4
Итого потребность в год населения 10 СНП					2367.7

Расчет потребности в воде 11 бывшие СНП Жамбылского и Байзакского районов, которые входят в контур Южной части ТАМ и уже относятся к г. Тараз (**таблица 2**).

Таблица 2 – Потребность воды в год населения бывших 11 СНП, которые относятся к городу Тараз

№№	Наименование СНП	Название района	Население, человек	Водопотребность на душу населения, в л/сутки	Потребность в год населения СНП, в тыс. м³/год
1.	Кызыл Жулдыз, Шайкорык, Танты, Бектобе, Кызылшарык, Кумшагал, Шолдала, Колтоган, Учхоз, Турксиб, Пригородное	Байзакский район и Жамбылский район	64869	150	3 551,6

При написании статьи были использованы официальные данные с Республиканского государственного учреждения "Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан" по потреблению воды за 2018-2024 годы по основным недропользователям, которые находятся в контуре месторождения (**таблица 3**) [12, 13].

Таблица 3 – Потребность воды в год основных недропользователей Южной части ТАМ

№№	Названия строк	Потребление воды за год, в тыс. м³/год							Среднее потребление за 7 лет 2018-2024 г.г., в тыс. м³/год	
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2018-2024	
1	АО "Жамбылская ГРЭС им. Т.И. Батурова"	465.3	487.6	587.3	604.7	582.0	581.3	601.0	558.46	
2	ГКП "Жамбыл су" (централизованные водозаборы)	16556.3	22361.6	23623.9	17483.9	24806.5	19916.1	26074.2	21546.6	
3	ГКП "Жамбыл су" (локальные и одиночные скважины)	3311.3	4472.3	4724.8	3496.8	4961.3	3983.2	5214.8	4309.2	
4	ТОО "БМ"	147.8	66.5	0.0	112.5	297.3	291.7	65.2	140.1	
5	ТОО "Таразский металлургический завод"	114.3	112.7	125.3	236.1	174.7	150.8	129.2	149.0	
6	ТОО "Таразский сахарный завод"	359.4	527.5	307.3	702.7	720.0	695.4	745.5	579.7	
7	ТОО "Темиржолсу-Алматы" Ст. Джембул	1379.6	1398.2	968.4	897.8	890.8	469.5	0.0	857.7	
8	ТОО "ЖЗМК-Имсталькон"	215.1	123.7	109.6	119.9	113.6	101.0	110.1	127.6	
9	ТОО "Темиржолсу-Алматы" Ст. Кумшагал	115.1	88.8	0.0	58.9	60.1	51.5	0.0	53.5	
10	ТФТОО "Казфосфат" "МУ"	2079.3	2373.3	2635.4	2934.3	2773.7	4219.2	3705.7	2960.1	
11	Бывшие СНП (Жамбылского и Байзакского районов, которые входят в контур Южной части ТАМ и уже относятся к г. Тараз)	3376.1	3410.2	3444.6	3479.4	3480.9	3516.1	3551.6	3465.5	
12	СНП (Жамбылского и Байзакского районов, которые входят в контур Южной части ТАМ)	2250.7	2273.5	2296.4	2319.6	2320.6	2344.0	2367.7	2310.4	
	Общее потребление за год, в тыс. м³/год	30370.2	37695.8	38822.9	32446.4	41181.4	36319.9	42564.9	37057.4	

Был произведен анализ среднего за 7 лет с 2018 по 2024 годы потребления по основным недропользователям, которые находятся в контуре Южной части ТАМ. Основным потребителем и недропользователем является ГКП "Жамбыл су", которые обеспечивает население и небольшие предприятия г. Тараз водой хозяйственно-питьевого назначения. По результатам анализа выявлено, что ГКП "Жамбыл су" использует в среднем за 7 лет 25 855,8 тыс. м³/год, что составляет 69,8 % от общего использования воды по всему месторождению (рисунок 4).

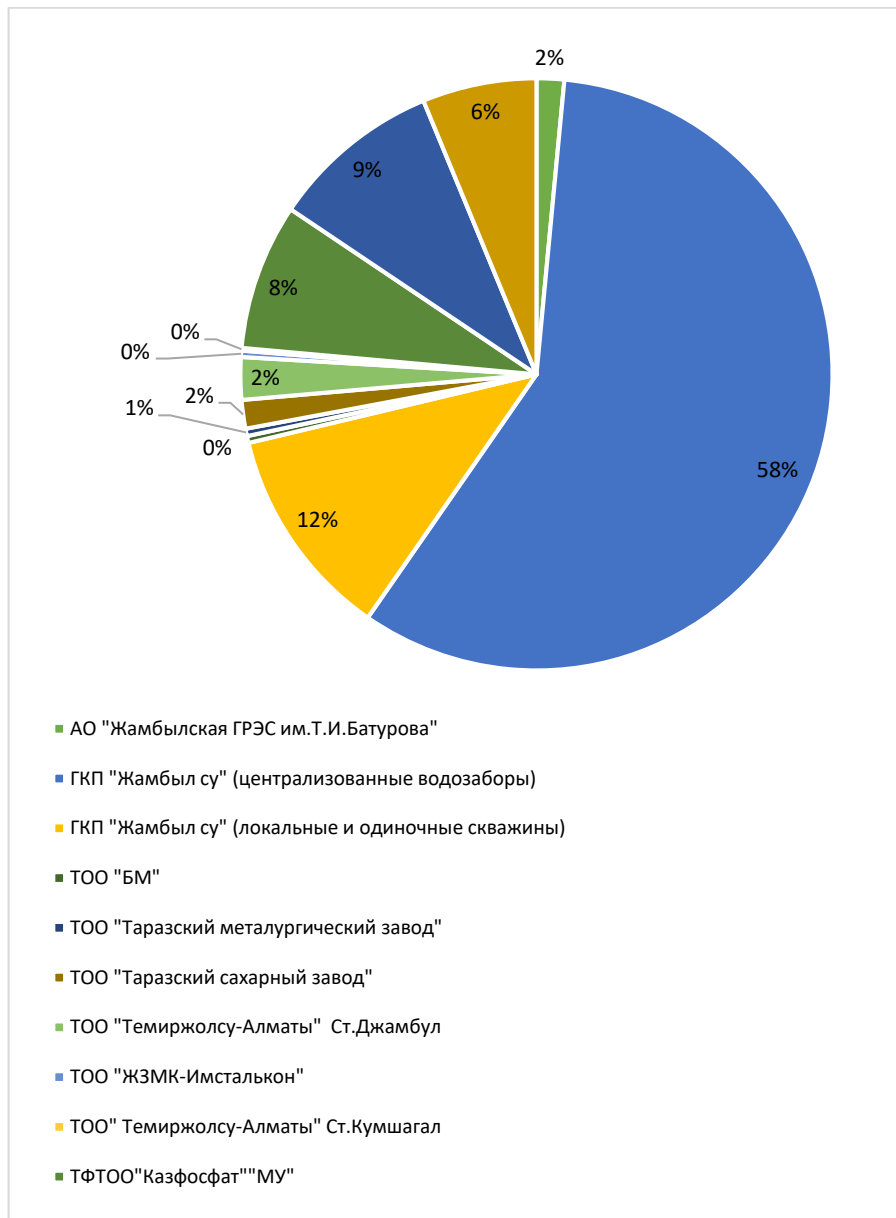


Рисунок 4 – Среднее за 7 лет потребление воды за год по основным недропользователям, которые находятся в контуре Южной части ТАМ в тыс. м³/год (2018-2024 гг.)

На основании фактического потреблению подземных вод основными недропользователями за 2018-2024 г. построена линейчатая диаграмма (рисунок 5), на которой наглядно показано общее потребление, потребление отдельно по недропользователям, утвержденные эксплуатационные запасы по промышленным категориям А+В и утвержденные эксплуатационные запасы по категориям А+В+С₁+С₂.

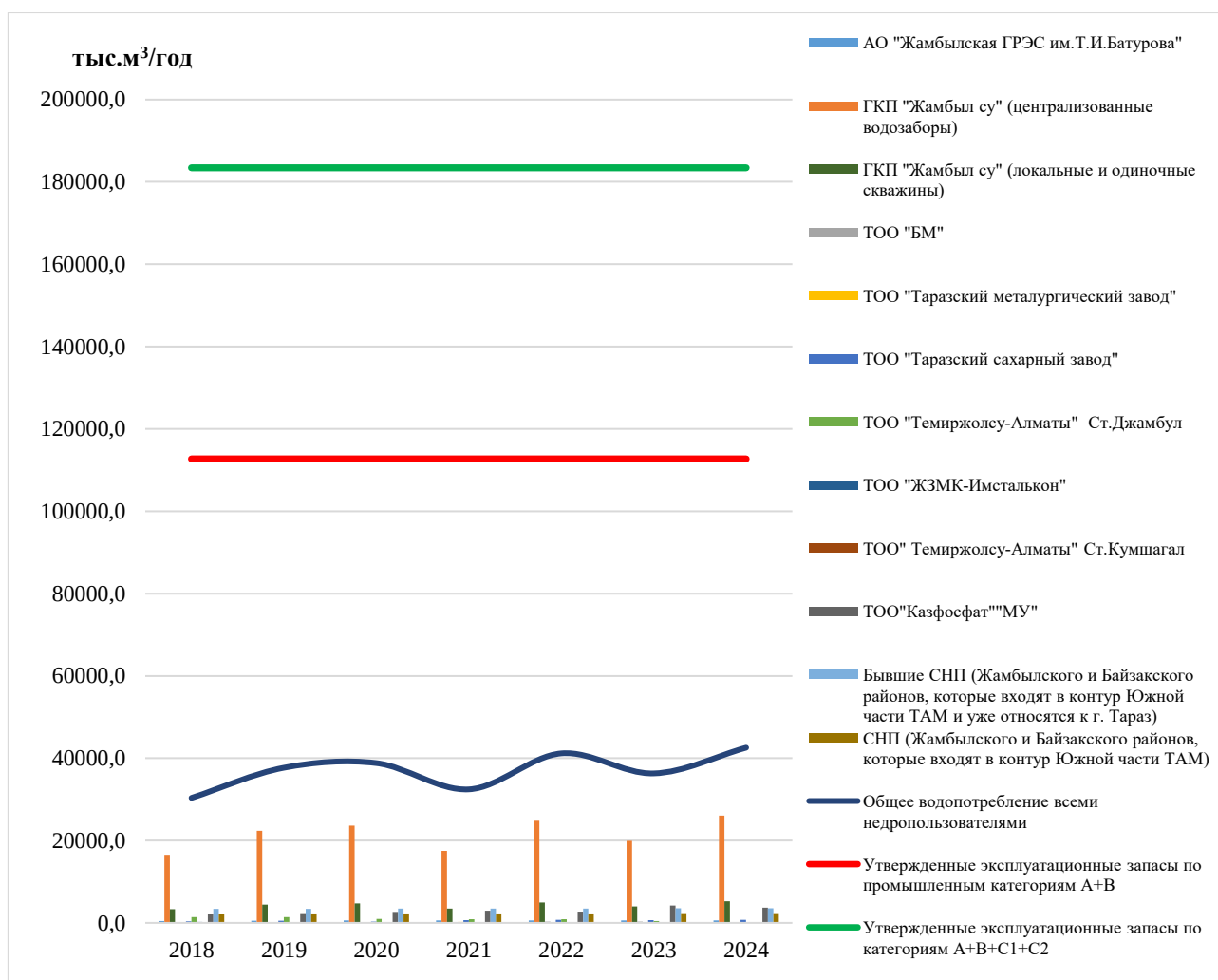


Рисунок 5 – Фактическое потребление подземных вод основными недропользователями за 2018-2024 г.

Выводы

Проведенный сравнительный анализ показал, что на 2024 год фактическое потребление основных недропользователей и близлежащих СНП Жамбылского и Байзакского районов, которые находятся в контуре месторождения составляет 42 564,9 тыс. м³/год или 116,62 тыс. м³/сутки, что составляет 37,8% эксплуатационных запасов, которые были утверждены по промышленным категориям А+В.

По результатам анализа выявлено, что ГКП "Жамбыл су" использует в среднем за 7 лет 25 855,8 тыс. м³/год, что составляет 69,8% от общего использования воды по всему месторождению.

А если брать эксплуатационные запасы подземных вод месторождения по категориям А+В+С₁+С₂ в количестве 502,5 тыс. м³/сутки, то они больше фактического потребления основных недропользователей и близлежащих СНП Жамбылского и Байзакского районов, которые находятся в контуре месторождения в 4,3 раза.

Эксплуатационные запасы подземных вод месторождения обеспечат водой нужного качества потребность г. Тараз, промышленных объектов и сельских населенных пунктов Жамбылского и Байзакского районов Жамбылской области, которые находятся в контуре Южной части ТАМ подземных вод на ближайшие 100 лет, если даже потребность увеличится в 3 раза [14].

По результатам ранее выполненных и новых санитарно-бактериологических анализов, подземные воды четвертичного водоносного горизонта здоровы и соответствуют «Санитарно-эпидемиологические требованиям к водоемким, местам водозабора для хозяйственно-

питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», Приказ министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26.

Отсутствие загрязнения обуславливается общими геолого-гидрогеологическими условиями формирования подземных вод, благоприятными в санитарном отношении, ввиду наличия интенсивно циркулирующего естественного грунтового потока, создающим хорошие условия водообмена.

Так как вода используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения за качеством воды на каждом водозаборе ведётся особый контроль.

Благодарность. Научно-исследовательская работа проводится в рамках грантового финансирования по теме ИРН АР23489813 «Оценка рисков возникновения трансграничных проблем использования и охраны пресных подземных вод Жамбылской области со стороны Кыргызстана».

Список литературы

1. Молдашев Б.Р., Рахметкалиев А.Н. Отчет о результатах геологоразведочных работ по переоценке запасов подземных вод Талас-Ассинского месторождения (южная часть) для водоснабжения города Тараз Жамбылской области (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2010г.). – Алматы: Фонды «НГС», 2010. – 268 с.
2. Нурабаев Б. У. К., Надырбаев А. А., Тулегенов М. К., Тансыкбаев Ж. Б. Справочник месторождений подземных вод. Том I. Западный и Южный Казахстан. – Алматы: Казгеоакпарат, 2019. – 310 с.
3. Tazhiyev, S.; Murtazin, Ye., Sotnikov, Ye.; Rakhimova, V.; Abdizhalel, M.; Yerezhep, D.; Adenova, D. Geoinformation and Analytical Support for the Development of Promising Aquifers for Pasture Water Supply in Southern Kazakhstan. – *Water*. – 2025. – Vol. 17(9). – P. 1297. <https://doi.org/10.3390/w17091297>.
4. Adenova, D.; Tazhiyev, S.; Sagin, J.; Absametov, M.; Murtazin, Ye.; Trushel, L.; Miroshnichenko, O.; Zaryab, A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan. – *Water*. – 2023. – Vol. 15(3). – P. 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>.
5. Murtazin, E.Zh.; Adenova, D.K.; Tazhiyev, S.R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region. – *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. – 2022. – Vol. 5(455). – P. 143-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170x.223>.
6. Абсаметов М. К, Муртазин Е. Ж. Ресурсный потенциал подземных вод Казахстана как источник устойчивого питьевого водоснабжения. – Алматы: «Print express», 2023. – 304 с.
7. Ауелбек, З., Калыбекова, Е., Сейтасанов, И. ., Онласын, У., Жандияр, Е. Основы рационального использования водных ресурсов Балкаш-Алакольского водохозяйственного бассейна. – *Izdenister Natigeler*. – 2023. – 2 (98). 327-336 с. <https://doi.org/10.37884/2-2023/32>.
8. Tursunova, A.; Medeu, A.; Alimkulov, S.; Saparova, A.; Baspakova, G. Water resources of Kazakhstan in conditions of uncertainty. – *Journal of water and land development*. – 2022. – No. 54 (VII–IX). – P. 138-149. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.141565>.
9. Tleuova, Zh. T.; Mukhamedzhanov M. A. Ecological problems of southern Kazakhstan and pollution of drinking groundwaters. – *Геология и охрана недр*. – 2019. – No. 4(73). – P. 41-45.
10. Angold, Ye.; Zharkov, V.; Kalashnikov, A. Water-saving technologies and irrigation facilities. – *Water Practice and Technology*. – 2015. – Vol. 10 (3). – P. 556-563. <https://doi.org/10.2166/wpt.2015.064>.
11. Куришбаев, А., Атакулов, Т., Рябцев, А. Проблемы и перспективы развития орошаемого земледелия в Казахстане. – *Izdenister Natigeler*. – 2025. – 1(105). – 431-439 с. <https://doi.org/10.37884/1-2025/46>.
12. Yasinskiy, V.; Mironenkov, A.; Sarsembekov, T. Priorities for Cooperation in Transboundary River Basins in Central Asia. – Almaty: Eurasian Development Bank, 2012. <https://ssrn.com/abstract=4095964>.

13. Batykova, A.; Tuleev, T.; Tuleev, B.; Asanaliev, A.; Denisov, V.; Hegay, S.; Sultanbaeva, V.; Babajanov, A. Integrated management of water and land resources of the Kyrgyz Republic and characteristics of their use at the present stage. – *E3S Web Conf.* – 2023. – Vol. 386. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338605001>.

14. Мустафаев С. Т., Смоляр В. А. Территориальное перераспределение запасов пресных подземных вод как возможность улучшения питьевого водоснабжения регионов Казахстана с дефицитом вод питьевого качества. – *Геология и охрана недр.* – 2014. – № 4(53). – 70-77 с.

References

1. Moldashev B.R., Rakhmetkaliev A.N. Otchet o rezul'tatakh geologorazvedochnykh rabot po pereotsenke zapasov podzemnykh vod Talas-Assinskogo mestorozhdeniya (yuzhnaya chast') dlya vodosnabzheniya goroda Taraz ZHambylskoj oblasti (s podschetom zapasov po sostoyaniyu na 01.01.2010g.) [Report on the Results of Geological Exploration for the Reassessment of Groundwater Reserves of the Talas-Assinskoye Deposit (Southern Part) for the Water Supply of the City of Taraz, Zhambyl Region (with Reserve Estimation as of 01.01.2010)]. – Almaty: Fondy «NGS», 2010. – p. 268. [in Russian]

2. Nurabaev B. U. K., Nadyrbaev A. A., Tulegenov M. K., Tansykbaev ZH. B. Spravochnik mestorozhdenii podzemnykh vod. Tom I. Zapadnyj i YUzhnyj Kazakhstan [Handbook of Groundwater Deposits. Volume I. Western and Southern Kazakhstan]. – Almaty: Kazgeoakparat, 2019. – p. 310. [in Russian]

3. Tazhiyev, S.; Murtazin, Ye., Sotnikov, Ye.; Rakhimova, V.; Abdizhalel, M.; Yerezhep, D.; Adenova, D. Geoinformation and Analytical Support for the Development of Promising Aquifers for Pasture Water Supply in Southern Kazakhstan. – *Water.* – 2025. – Vol. 17(9). – P. 1297. <https://doi.org/10.3390/w17091297>.

4. Adenova, D.; Tazhiyev, S.; Sagin, J.; Absametov, M.; Murtazin, Ye.; Trushel, L.; Miroshnichenko, O.; Zaryab, A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan. – *Water.* – 2023. – Vol. 15(3). – P. 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>.

5. Murtazin, E.Zh.; Adenova, D.K.; Tazhiyev, S.R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region. – *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences.* – 2022. – Vol. 5(455). – P. 143-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170x.223>.

6. Absametov M. K, Murtazin E. ZH. Resursnyj potentsial podzemnykh vod Kazakhstana kak istochnik ustojchivogo pit'evogo vodosnabzheniya [Groundwater Resource Potential of Kazakhstan as a Source of Sustainable Drinking Water Supply]. – Almaty: «Print express», 2023. – p. 304. [in Russian]

7. Auelbek, Z., Kalybekova, E., Sejtasanov, I. ., Onlasyn, U., ZHandiyar, E. Osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh resursov Balkash-Alakol'skogo vodokhozyajstvennogo bassejna [Fundamentals of Rational Use of Water Resources in the Balkhash-Alakol Water Management Basin]. – *Izdenister Natigeler.* – 2023. – 2 (98). 327-336 s. <https://doi.org/10.37884/2-2023/32>. [in Russian]

8. Tursunova, A.; Medeu, A.; Alimkulov, S.; Saparova, A.; Baspakova, G. Water resources of Kazakhstan in conditions of uncertainty. – *Journal of water and land development.* – 2022. – No. 54 (VII–IX). – P. 138-149. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.141565>.

9. Tleuova, Zh. T.; Mukhamedzhanov M. A. Ecological problems of southern Kazakhstan and pollution of drinking groundwaters. – *Geologiya i okhrana neдр.* – 2019. – No. 4(73). – p. 41-45.

10. Angold, Ye.; Zharkov, V.; Kalashnikov, A. Water-saving technologies and irrigation facilities. – *Water Practice and Technology.* – 2015. – Vol. 10 (3). – P. 556-563. <https://doi.org/10.2166/wpt.2015.064>.

11. Kurishbaev, A., Atakulov, T., Ryabtsev, A. Problemy i perspektivy razvitiya oroshaemogo zemledeliya v Kazakhstane [Problems and Prospects for the Development of Irrigated Agriculture in Kazakhstan]. – *Izdenister Natigeler.* – 2025. – 1(105). – 431-439 s. <https://doi.org/10.37884/1-2025/46>. [in Russian]

12. Yasinskiy, V.; Mironenkov, A.; Sarsembekov, T. Priorities for Cooperation in Transboundary River Basins in Central Asia. – Almaty: Eurasian Development Bank, 2012. <https://ssrn.com/abstract=4095964>.

13. Batykova, A.; Tuleev, T.; Tuleev, B.; Asanaliev, A.; Denisov, V.; Hegay, S.; Sultanbaeva, V.; Babajanov, A. Integrated management of water and land resources of the Kyrgyz Republic and characteristics of their use at the present stage. – *E3S Web Conf.* – 2023. – Vol. 386. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338605001>.

14. Mustafaev S. T., Smolyar V. A. Territorial'noe pereraspredelenie zapasov presnykh podzemnykh vod kak vozmozhnost' uluchsheniya pit'evogo vodosnabzheniya regionov Kazakhstana s defitsitom vod pit'evogo kachestva [Territorial Redistribution of Fresh Groundwater Reserves as an Opportunity to Improve Drinking Water Supply in the Regions of Kazakhstan with a Deficit of Potable-Quality Water]. – *Geologiya i okhrana nedr.* – 2014. – № 4(53). – p. 70-77. [in Russian]

С.Р. Тажиев^{1*}, Е.Ж. Муртазин¹, А. Ә. Айнаева,² Д.Қ.Аденова¹, В.С.Рахимова¹

¹«У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы қ, Қазақстан Республикасы, sula_tashiev@mail.ru*, ye_murtazin@list.ru, dinara1982_82@mail.ru, salybekova_v@mail.ru,

²«Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ сыртқы байланыстар бөлімінің бастығы, adinaainayevag@gmail.com

ТАРАЗ ҚАЛАСЫН, ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ ЖАМБЫЛ ЖӘНЕ БАЙЗАҚ АУДАНДАРЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК ОБЪЕКТІЛЕРІ МЕН АУЫЛДЫҚ ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ОҢТҮСТІК БӨЛІГІН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Аңдатпа

Тараз қаласын, Жамбыл облысы Жамбыл және Байзақ аудандарының өнеркәсіптік объектілері мен ауылдық елді мекендерін (АЕМ) шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету үшін Талас-Асы кен орнының (ТАК) оңтүстік бөлігінің жер асты суларын пайдаланудың табиғи-климаттық өзгерістерге, сондай-ақ трансшекаралық Талас өзеніне қатысты туындайтын мәселеге байланысты үлкен стратегиялық маңызы бар. Тәуелсіздік алғаннан бері Талас өзені осы зерттеу аймағындағы трансшекаралық өзенге айналды. Бұл жер асты суы кен орны Тараз қаласын және Жамбыл облысының Байзақ, Жамбыл аудандарының елді мекендерін шаруашылық-ауыз сумен және Тараз қаласының өнеркәсіптік нысандарын өнеркәсіптік және ауыз сумен қамтамасыз ету үшін барланған.

Айта кету керек, жер асты суларының ТАК (Оңтүстік бөлігі) Жамбыл облысындағы ең ірі кен орындарының бірі болып табылады. Кен орнының 2010 жылға арналған жер асты суларының пайдаланылатын қорларын қайта бағалауға сәйкес $A+B+C_1+C_2$ санаттары үшін 25 жылдық пайдалану мерзіміне 502,5 мың м³/тәу мөлшерінде қор бекітілген, оның ішінде $A+B+C_1+C_2$ санаттары үшін өнеркәсіптік санаттар бойынша 308,8 мың м³/тәу қорлары бекітілген. Кен орнының контурында орналасқан Жамбыл және Байзақ аудандарының негізгі жер қойнауын пайдаланушыларының және жақын орналасқан ауылдық елді мекендердің нақты тұтынуы жылына 42 564,9 мың м³ немесе 116,62 мың м³/тәулікті құрайды, бұл $A+B$ өнеркәсіптік санаттары бойынша бекітілген пайдалануға болатын қорлардың 37,8% құрайды.

ТАК жер асты суларының Оңтүстік бөлігінің контурында жер асты суларын тұтынудың толық есебі мен талдауын бұрын ешкім жасаған жоқ.

Мақалада «Қазақстан Республикасы Су ресурстары және ирригация министрлігі Су шаруашылығы комитетінің Су ресурстарын пайдалану мен қорғауды реттеу жөніндегі Шу-Талас бассейндік инспекциясы» республикалық мемлекеттік мекемесінің 2018-2024 жылдарға арналған су тұтынуы бойынша егістік контуры шегінде орналасқан негізгі жер қойнауын пайдаланушылар үшін ресми деректері, ҚР Статистика агенттігінің облыстық елді мекендер тұрғындарының ресми деректері пайдаланылды. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің мәліметтері бойынша АЕМ жан басына шаққандағы

су сұранысы туралы мәліметтер ҚР ҚНЖЕ 4.01-02-2009 Сумен жабдықтау, сыртқы желілер мен құрылыстар алынды.

А+В өнеркәсіптік санаттары үшін жер асты суларының пайдалану қоры кен орындарының контурында жатқан Жамбыл және Байзақ аудандарының негізгі жер қойнауын пайдаланушылары мен жақын орналасқан ауылдық елді мекендердің нақты тұтынуынан 2,65 есе артық. Ал егер кен орнының А+В+С₁+С₂ категорияларындағы жер асты суларының пайдалану қорын 502,5 мың м³/тәу мөлшерінде алатын болсақ, онда олар негізгі жер қойнауын пайдаланушылардың және кен орнының контурында орналасқан Жамбыл және Байзақ аудандарының жақын орналасқан ауылдық елді мекендерінің нақты тұтынуынан 4,3 есе көп.

Кен орнының жер асты суларының эксплуатациялық қоры Тараз қаласын, Жамбыл облысы Жамбыл және Байзақ аудандарының өнеркәсіптік нысандары мен ауылдық елді мекендерін ТАК жер асты суларының оңтүстік бөлігінің контурында алдағы 100 жылда, тіпті сұраныс 3 есеге өссе де оңай қамтамасыз етеді.

Кілт сөздер: жер асты сулары, кен орны, пайдалану қорлары, сұраныс, ауылдық елді мекендер, өндірістік категориялар, шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету, өзен, минералдану.

S.R. Tazhiyev^{1*}, E.Zh. Murtazin¹, A. Ainayeva², D.K. Adenova¹, V.S. Rakhimova¹

¹Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience, Almaty, Kazakhstan, sula_tashiev@mail.ru*, ye_murtazin@list.ru, dinara1982_82@mail.ru, salybekova_v@mail.ru,

²JSC "Kazakhstan highway Research Institute", adinaainayevag@gmail.com

PROSPECTS FOR USING THE SOUTHERN PART OF THE TALAS-ASSY GROUNDWATER DEPOSIT FOR DRINKING WATER SUPPLY OF TARAZ CITY, INDUSTRIAL FACILITIES AND RURAL SETTLEMENTS OF THE ZHAMBYL AND BAIZAK DISTRICTS OF THE ZHAMBYL REGION

Abstract

The use of groundwater from the southern part of the Talas-Assy deposit (TAD) of groundwater for domestic and drinking water supply of Taraz city, industrial facilities and rural settlements (RS) of the Zhambyl and Baizak districts of the Zhambyl region is of great strategic importance due to natural and climatic changes and anthropogenic factors, as well as the problem that arises with the transboundary Talas River. Since independence, the Talas River has become a transboundary river in this study area. This groundwater deposit was explored for domestic and drinking water supply of Taraz city and settlements of the Baizak and Zhambyl districts of the Zhambyl region and industrial and drinking water supply of industrial facilities in Taraz city.

It should be noted that the TAD groundwater field (Southern part) is one of the largest fields in the Zhambyl region. According to the revaluation of the field's operational groundwater reserves for 2010, reserves in the amount of 502.5 thousand m³/day for a 25-year exploitation period were approved for categories A+B+C₁+C₂, of which 308.8 thousand m³/day were approved for industrial categories A+B. The actual consumption of the main subsoil users and nearby rural settlements of the Zhambyl and Baizak districts, which are located within the field's contour, is 42,564.9 thousand m³/year or 116.62 thousand m³/day, which is 37.8% of the operational reserves that were approved for industrial categories A+B.

Previously, no one had made a complete calculation and analysis of groundwater consumption in the contour of the Southern part of the TAD groundwater system.

The article used official data from the Republican State Institution "Shu-Talas Basin Inspectorate for Regulation of Use and Protection of Water Resources of the Water Management Committee of the Ministry of Water Resources and Irrigation of the Republic of Kazakhstan" on water consumption for 2018-2024 for the main subsoil users located within the field contour, official data on the population of rural settlements of the Zhambyl region from the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, data on water demand per capita in RS were taken from Construction Directives and Rules of RK 4.01-02-2009 Water supply, external networks and structures.

The operational reserves of groundwater in industrial categories A+B are 2.65 times greater than the actual consumption of the main subsoil users and nearby rural settlements of the Zhambyl and Baizak districts, which are within the contour of the field. And if we take the operational reserves of groundwater of the field in categories A+B+C₁+C₂ in the amount of 502.5 thousand m³ / day, then they are 4.3 times greater than the actual consumption of the main subsoil users and nearby rural settlements of the Zhambyl and Baizak districts, which are within the contour of the field.

If we take the operational reserves of groundwater of the field in categories A+B+C₁+C₂ in the amount of 502.5 thousand m³/day, then they are 4.3 times greater than the actual consumption of the main subsoil users and nearby rural settlements of the Zhambyl and Baizak districts, which are located in the contour of the field.

The operational reserves of groundwater of the deposit will easily provide the city of Taraz, industrial facilities and rural settlements of the Zhambyl and Baizak districts of the Zhambyl region, which are located in the contour of the Southern part of the TAD groundwater for the next 100 years, even if the demand increases by 3 times.

Key words: groundwater, deposit, operational reserves, demand, rural settlements, industrial categories, domestic and drinking water supply, river, mineralization.

Вклад авторов:

Тажиев Султан Рыснязович - формальный анализ, методология, проверка, обзор и редактирование

Муртазин Ермек Жамшитович - курирование данных

Айнаева Адина Әділқызы – обзор, курирование данных

Аденова Динара Киызбаевна - администрирование проекта

Рахимова Валентина Станиславовна - курирование данных

МРНТИ 38.61.05

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/42>

Д.К. Аденова, Е.Ж. Муртазин, О.Л. Мирошниченко, Е.В. Сотников, С.Р. Тажиев*

¹ *Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Алматы, Казахстан, adenovadinara@gmail.com*, ye_murtazin@list.ru, o_mirosh@mail.ru, sotnikov_yevgeniy@mail.ru, sula_tashiev@mail.ru*

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ
ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ШУ-ТАЛАССКОГО
БАССЕЙНА**

Аннотация

Шу-Таласский трансграничный бассейн играет ключевую роль в обеспечении водными ресурсами сельскохозяйственного производства, промышленности и населения приграничных районов Казахстана и Кыргызстана. В условиях обостряющихся климатических изменений, учащающихся засух и неравномерного распределения водных потоков возрастает нагрузка на водные трансграничные ресурсы, что требует внедрения современных методов управления. Одним из наиболее перспективных направлений является применение цифровых технологий, которые позволяют повысить точность, оперативность и прозрачность водного мониторинга. В статье рассматриваются передовые цифровые инструменты, включая геоинформационные системы (ГИС) и цифровое моделирование водного баланса. Особое внимание уделено практикам ГИС-картирования распределения стока, позволяющим наглядно оценить пространственно-временные изменения в бассейне рек Шу и Талас, а также моделям прогнозирования и сценарного анализа. Отдельно анализируются проблемы открытости и

согласованности водных данных между странами, ограничивающие потенциал цифровой трансформации в трансграничном управлении. Представлены предложения по созданию единой цифровой платформы и гармонизации стандартов мониторинга. Целью исследования является обоснование необходимости комплексной цифровизации водного управления как основы устойчивого водопользования и эффективного трансграничного сотрудничества в бассейне рек Шу и Талас.

Ключевые слова: трансграничные подземные воды, водная безопасность, управление ресурсами, ГИС-технологий, Шу-Таласский бассейн.

Введение

Проблема устойчивого управления подземными водами трансграничных бассейнов приобретает всё большую значимость в контексте изменения климата, роста антропогенной нагрузки и увеличения потребления водных ресурсов. Шу-Таласский трансграничный бассейн, расположенный на территории Республики Казахстан и Кыргызской Республики, представляет собой важный гидрогеологический объект, где подземные воды играют ключевую роль в обеспечении водоснабжения населения, промышленности сельского хозяйства, орошения земель и обводнения пастбищ [1-4].

Учитывая высокую зависимость приграничных территорий от емкостных и возобновляемых ресурсов подземных вод, необходима регулярная оценка их состояния и рациональное управление, основанное на объективных, пространственно- и временно-согласованных данных. Однако эффективный мониторинг водоносных горизонтов затруднён в силу слабой развитости сети наблюдательных скважин, фрагментарности данных, а также отсутствия единой межгосударственной цифровой инфраструктуры для обмена гидрогеологической информацией [5-6].

На этом фоне возрастает значение применения цифровых технологий — геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования, автоматизированных станций мониторинга и численного моделирования подземных вод. Эти инструменты позволяют получать комплексную, оперативную и научно обоснованную информацию о динамике водоносных горизонтов, выявлять зоны дефицита, прогнозировать последствия водопользования и обеспечивать прозрачность в трансграничном управлении. В современных условиях цифровизация гидрогеологических наблюдений становится не просто технологической модернизацией, но и необходимым условием устойчивого и координированного водопользования в пределах бассейна [7-9].

В данной статье рассматриваются современные подходы к мониторингу подземных вод с использованием цифровых инструментов, включая геоинформационные системы (ГИС) и численное моделирование. Особое внимание уделяется потенциалу цифровизации в повышении прозрачности, согласованности и научной обоснованности принимаемых управленческих решений в Шу-Таласском трансграничном бассейне.

Методы и материалы

Исследование основано на комплексном междисциплинарном подходе, включающем использование цифровых технологий для сбора, обработки, визуализации и анализа информации о состоянии подземных вод в пределах Шу-Таласского трансграничного бассейна.

1. Анализ фондовых материалов, параметров и проб воды гидрогеологических скважин.
2. Полевые изыскания с установлением географической привязки гидрогеологических скважин и оценкой влияния на состояние окружающей среды.
3. Химический анализ проб воды из скважин для оценки возможности их использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения земель.
4. Геоинформационное сопровождение работ для накопления данных о состоянии гидрогеологических скважин. Использовались программные средства ArcGIS для пространственной привязки и анализа данных гидрогеологических скважин, границ бассейна, зон водозабора и потенциальных источников загрязнения. Создавались тематические карты:

гидрогеологических и геологических условий; распределения уровней подземных вод; участков превышения предельно допустимых концентраций (ПДК).

5. Произведён анализ существующих архивных и оперативных данных наблюдений за уровнем и минерализацией подземных вод, включая данные наблюдательных пунктов, предоставленные государственными водными и экологическими учреждениями Казахстана. Выполнена предварительная гармонизация разрозненных данных с приведением их к единому формату.

Применённые методы направлены на обеспечение объективной оценки емкостных и возобновляемых ресурсов подземных вод, пространственно-временной динамики уровня и качества вод, а также оценку трансграничных рисков истощения и загрязнения водоносных горизонтов.

Результаты и обсуждение

Казахстан граничит с Российской Федерацией, Китайской Народной Республикой, а также Республиками Узбекистан и Кыргызстан, с которыми разделяет ряд трансграничных водных объектов как поверхностных (реки и озёра), так и подземных (водоносные горизонты и гидрогеологические комплексы). Эти водные системы функционально взаимосвязаны с другими экосистемами, формируя единое природное пространство в пределах общих географических зон и геологических структур [10].

По Республики Казахстан выделено 15 трансграничных бассейнов подземных вод (Таб.1).

Таблица 1 – Общая характеристика трансграничных бассейнов подземных вод

№№	Бассейн	Протяженность гос - границы, км	Площадь в пределах РК, тыс.кв.км
А. Граница Республика Казахстан – Российская Федерация			
1	Северо-Казахстанский	1840	147,6
2	Прииртышский	1055	97,3
3	Прикаспийский	1680	75,0
4	Сыртовский	212	2,41
5	Южно-Предуральский	106	9,51
Б. Граница Республики Казахстан – Китайская Народная Республика			
6	Зайсанский	115	30,0
7	Алакольский	240	26,0
8	Жаркентский	115	12,2
9	Текесский	80	1,8
В. Граница Республики Казахстан – Кыргызстан			
10	Шуйский	200	7,3
11	Северо-Таласский	58	0,672
12	Южно-Таласский	54	1,16
Г. Граница Республики Казахстан – Узбекистан			
13	Приташкентский	394	17,0
14	Сырдарьинский	960	189,0
15	Амударьинский	700	122,5
		350*	

Примечание: * Протяженность госграницы с Туркменией

К трансграничным относятся любые поверхностные или подземные воды, которые обозначают, пересекают границы между двумя и более государствами или расположены в таких границах. Такое определение трансграничных вод дается в Хельсинской конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, которая была подписана 17 марта 1992 года и вступила в силу 6 октября 1996 года. В настоящее время в Конвенции участвует 35 государств, включая Европейский Союз. 23 октября 2000 года принят Закон №94-п о присоединении Республики Казахстан к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Водная Конвенция, 2000 г.).

Жамбылская область относится к регионам, не испытывающим дефицита в источниках хозяйственного водоснабжения, только отдельные районы северной и северо-восточной ее части отличаются весьма слабой обеспеченностью водными ресурсами. В связи с благоприятными гидрогеологическими условиями хозяйственно-питьевое водоснабжение населения осуществляется преимущественно за счет подземных вод аллювиально-пролювиальных четвертичных отложений конусов выноса и предгорных равнин Киргизского Алатау, а также аллювиальных отложений долин рек Шу, Талас, Асы, Курагаты, которые широко используются для водоснабжения городов, сельских населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов (рис.1) [11].



Рисунок 1 – Обзорная карта района работ (Кордайский район)

Водный режим рек Шу и Талас характеризуется снеголедниковым питанием. Площадь оледенения в бассейнах рек Шу и Талас составляет 762 км². Ледники накладывают особый отпечаток на гидрологический режим рек: колебания стока горных рек из года в год выровнены, степень оледенения определяет водоносность рек от 50-60% объема годового стока. С уменьшением высоты возрастает доля сезонных снегов до 70 %, дождевая составляющая увеличивается по мере снижения высоты местности от 2 до 11 %. Водные ресурсы бассейнов рек Шу и Талас составляют 4,67 км³, из них 3,36 км³ формируется на территории Республики Кыргызстан, в Казахстане 1,29 км³ [12].

Пространственная визуализация состояния подземных вод

В результате применения ГИС-технологий выполнено пространственное картографирование уровней подземных вод в пределах Шу-Таласского трансграничного бассейна.

Геоинформационная база данных Шу-Таласского трансграничного бассейна включает базу семантических данных и базу графических данных (рис.2). В базе семантических данных информация представлена в табличной форме, в базе графических данных – в виде карт. Элементы, содержащиеся в базах семантических и графических данных, связаны между собой. В качестве атрибутивной информации для графических объектов могут выступать таблицы, принадлежащие базе семантических данных. База графических данных создана средствами ArcGIS, база семантических данных – Excel.

Карты базы графических данных состоят из слоев, выделенных в соответствии с типом представленной информации. Для каждого слоя задаются географическая проекция и структура атрибутивных данных. Данные вводятся путем оцифровки.

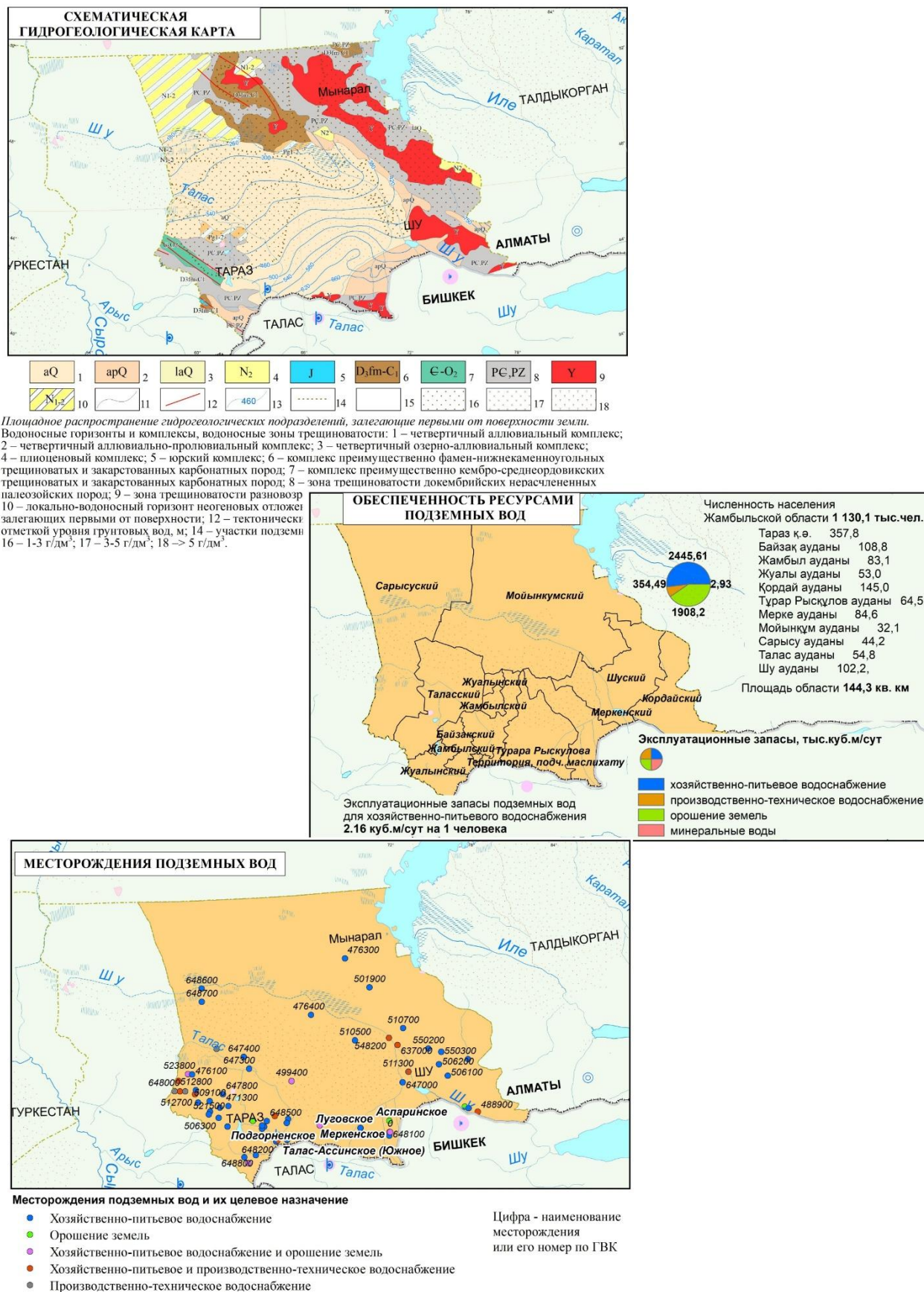


Рисунок 2 – Геоинформационная база данных

Построенные изолинии уровня позволили выявить общие направления фильтрационного потока, подтверждающие существование гидравлической связи между водоносными горизонтами двух стран. Установлены локальные зоны пониженного давления, приуроченные к районам интенсивного водоотбора для ирригационных нужд, особенно на казахстанской стороне бассейна (Жамбылская область) (рис.3).

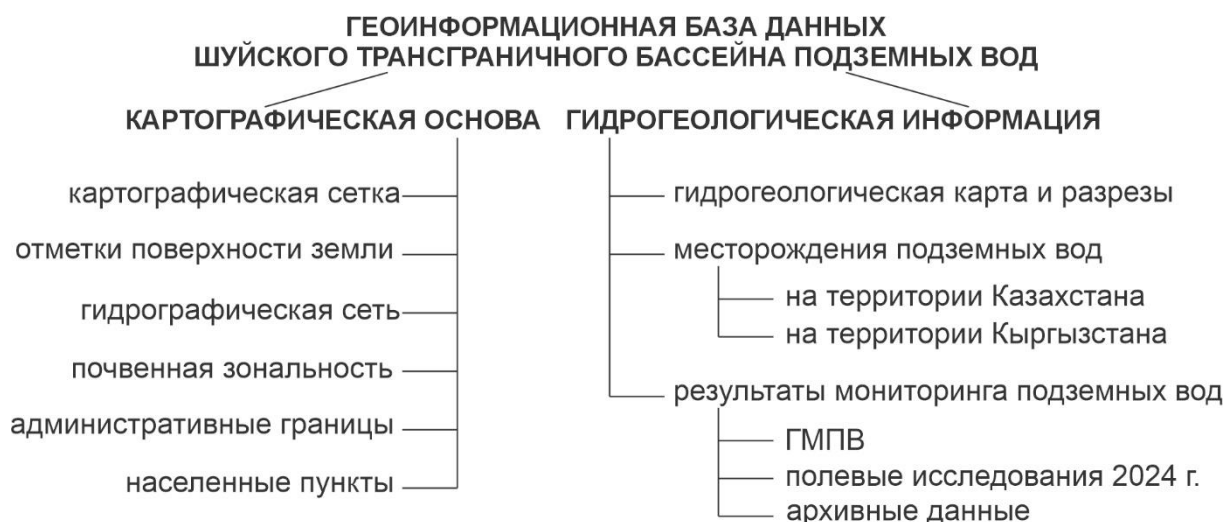


Рисунок 3 – Структура геоинформационной базы данных

Качество подземных вод и риски трансграничного загрязнения

Подземные воды Шу-Таласского бассейна (рис. 4) представляют собой важный компонент водных ресурсов региона, используемых преимущественно для орошения сельскохозяйственных угодий, а также для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Учитывая выраженную гидродинамическую связь водоносных горизонтов на территории Казахстана и Кыргызстана, вопросы качества и рационального использования подземных вод приобретают не только локальное, но и трансграничное значение. Химический состав вод формируется под влиянием природных факторов (геологическое строение, гидрогеохимические условия, климатические особенности) и антропогенных нагрузок (интенсивное земледелие, использование минеральных удобрений, промышленные и коммунальные сбросы). В этой связи проведение оценки химического состава, выявление зон потенциального загрязнения и установление тенденций изменения качества подземных вод являются необходимыми мерами для предупреждения негативных последствий как для экосистем бассейна, так и для здоровья населения обоих государств. Полученные данные могут служить научной основой для разработки совместных программ мониторинга, экологической политики и мер по обеспечению устойчивого водопользования в условиях трансграничного характера бассейна.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ШУЙСКОГО ТРАНСГРАНИЧНОГО БАСЕЙНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД



Гидрогеологические подразделения

- аQ_{III-IV} Водоносный верхнечетвертичный-современный аллювиальный горизонт (гравийно-галечники, разнотернистые пески, супеси и суглинки)
- арQ_{II-III} Водоносный средне-верхнечетвертичный аллювиально-пролювиальный комплекс (валунно- и гравийно-галечники с редкими прослоями грубозернистых песков, галечники, гравий с разнотернистым песчаным заполнителем, суглинки, глины)
- аQ_{II} Водоносный среднечетвертичный аллювиальный горизонт (тонкозернистые пески, с прослоями и линзами слабосцементированных карбонатно-глинистым цементом песчаников, супесей и суглинков)
- N Водоносный неогеновый комплекс (переслаивание песков гравийно-галечников и глин, ниже встречаются прослои слабосцементированных песчаников залегающих среди аргиллитов)

Зоны разломов

- ××××× выходящий на поверхность
- гидрогеологическое значение не выяснено

Естественные водопрооявления (родники)

- восходящий
- нисходящий

Искусственные водопрооявления

- Скважины

- Участки интенсивной разгрузки
- Участки разгрузки
- Участки интенсивной инфильтрации

Химический состав воды

- гидрокарбонатно-сульфатный
- гидрокарбонатный
- сульфатно-гидрокарбонатный
- сульфатно-хлоридный
- сульфатный

Рисунок 4 – Гидрогеологическая карта Шуйского трансграничного бассейна подземных вод

В процессе исследований по каждому водозабору были отобраны пробы воды на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям к водоисточникам (таб.2), местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов, согласно Приказу министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26.

Таблица 2 – Общая характеристика трансграничных бассейнов подземных вод

Катионы					Анионы																														
Na	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Fe _{tot}	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	F	Al ³⁺	Be ²⁺	B	Cd	Co	Si	Li	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Hg	Pb	Se	Ag	Sr ²⁺	Cr	CN	Zn ²⁺			
299	290	88.10	34.00	<0.05	2.5	0.2	350	350	45	3	1.5	0.5	0.0002	0.5	0.001	0.1	10	0.03	1	0.2	0.25	0.05	0.1	0.0005	0.03	0.05	0.7	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
55.00	2.90	88.10	34.00	<0.05	<0.1	<6.0	311.20	25.90	157.80	13.00	<0.005	1.50	<0.001	<0.00001	0.01	<0.0001	0.02	7.14	0.016	0.016	0.025	0.077	<0.0001	0.027	<0.0001	<0.0001	0.014	1.034	0.036	<0.005	0.004				
46.10	1.50	24.00	14.60	<0.05	<0.1	<6.0	189.20	17.70	69.60	4.80	<0.005	1.30	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0004	0.0084	6	0.008	0.0450	0.0130	0.0190	<0.0001	0.0066	<0.0001	0.0200	0.0028	<0.0001	0.1825	0.0098	<0.005	0.0005			
18.40	1.50	64.10	18.20	<0.05	<0.1	<6.0	231.80	11.30	53.10	14.00	<0.005	1.50	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0009	0.0099	7.7	0.005	0.0120	0.0130	0.0330	<0.0001	0.0130	<0.0001	0.03	<0.0001	0.0052	0.4	0.021	<0.005	0.0028			
9.00	1.50	44.00	7.30	<0.05	<0.1	<6.0	152.50	7.10	28.40	6.00	<0.005	1.30	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0009	0.0048	5.3	0.0038	0.0140	0.0180	0.0230	<0.0001	0.0081	<0.0001	0.02	<0.0001	0.0007	0.181	0.0110	<0.005	0.0020			
56.30	2.60	50.10	19.50	<0.05	<0.1	<6.0	219.70	18.80	106.60	8.00	<0.005	1.20	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0009	0.0086	7.3	0.01	0.0160	0.0110	0.0900	<0.0001	0.0120	<0.0001	0.03	0.0055	0.0035	0.509	0.0190	<0.005	0.0023			
85.30	2.40	56.10	23.10	<0.05	<0.1	<6.0	256.30	14.20	151.90	18.00	<0.005	1.30	<0.001	<0.00001	<0.01	0.001	0.010	7.3	0.017	0.016	0.013	0.041	<0.0001	0.014	<0.0001	0.03	0.0055	0.0035	0.601	0.022	<0.005	0.0023			
87.50	3.80	114.10	46.30	<0.05	<0.1	<6.0	244.10	21.30	269.80	35.00	<0.005	1.00	<0.001	<0.00001	0.20	<0.0001	0.019	7.8	0.017	0.0250	0.0230	0.0580	<0.0001	0.0230	<0.0001	0.03	0.0055	0.0035	2.411	0.0380	<0.005	0.0039			
37.4	1.5	30	7.3	<0.05	<0.1	<6.0	122	12.8	53.1	4	<0.005	1.5	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0007	0.004	7	0.006	0.0046	0.0093	0.021	<0.0001	0.0032	<0.0001	0.016	0.0029	<0.0001	0.19	0.02	<0.005	0.0003			
21.5	0.7	16	4.9	<0.05	<0.1	<6.0	109.8	3.2	14	3	<0.005	1.3	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0006	0.0016	6.1	0.0039	0.0035	0.0048	0.0130	0.015	0.0017	<0.0001	0.0046	0.0011	<0.0001	0.123	0.0110	<0.005	0.0004			
17.1	1.2	18	10.9	<0.05	<0.1	<6.0	140.3	2.1	13.2	4	<0.005	1.2	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0009	0.0043	7.8	0.0046	0.0087	0.0099	0.0130	<0.0001	0.0044	<0.0001	0.01	0.0019	<0.0001	0.08	0.0110	<0.005	0.0006			
4.2	0.7	30	7.3	<0.05	<0.1	<6.0	128.1	2.8	9.1	5	<0.005	1.1	<0.001	<0.00001	<0.01	0.0008	0.0026	4.5	0.002	0.0064	0.0092	0.0160	<0.0001	0.0026	<0.0001	0.010	0.0029	<0.0001	0.027	0.0042	<0.005	0.0014			

Отбор проб воды проводился с целью установления соответствия исследуемых водоисточников санитарно-эпидемиологическим нормативам. Дальнейший химический анализ проб показал (рис.5), содержание микро и макрокомпонентов в воде по всем отобраным пробам в пределах ПДК, кроме некоторого превышения общей жесткости, фторидов (2,30 мг/л), лития (0,033 мг/л), мышьяка (0,24 мг/л) и свинца (до 0,035 мг/л).

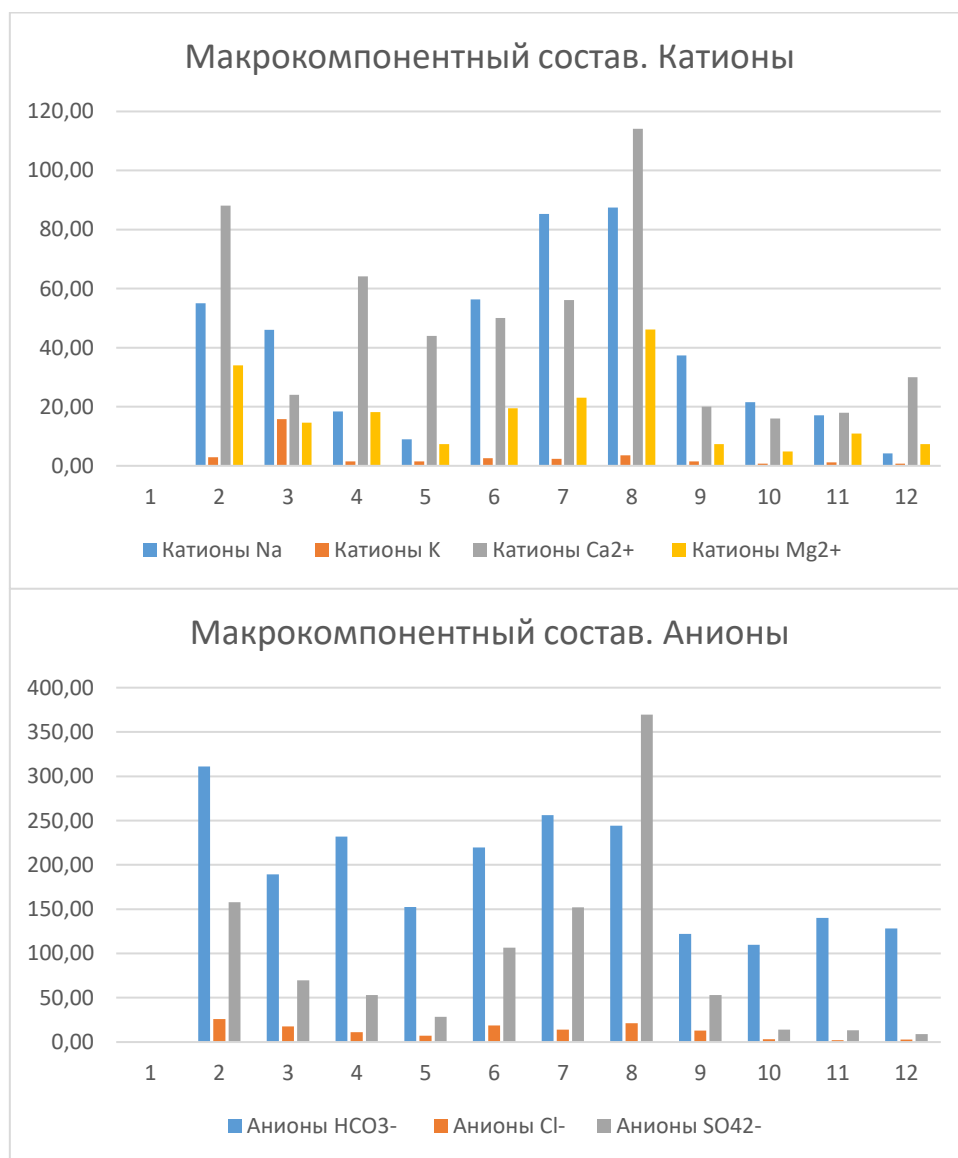


Рисунок 5 – Основной ионный состав воды

Для оценки возможности их использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения земель проведено полевое экспедиционное исследование территории Шуйского трансграничного бассейна с эколого-гидрогеологическим изучением и оценкой состояния использования подземных вод 11 водозаборов Кордайского, Шуского и Меркенского районов Жамбылской области (таб.3).

Таблица 3 – Результаты обследования водозабор

№№ п.п.	Административные районы	Всего обследовано	Название водозабора
1	Кордайский	7	с. Карасу, с. Отеген, с. Аухатты, с. Сортобе (центральная одиночная скважина), с. Кордай, с. Сарыбулак, с. Кайнар.
2	Шуйский	1	с. Аксу
3	Меркенский	3	с. Аспара, с. Кенес, с. Андас батыр
Всего		11	

Анализ гидрохимических данных показал, что использование подземных вод территории исследования не более 10% от общих утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод для целей орошения месторождения Георгиевское, Аспаринское и Меркенское. Проведены химико-аналитические исследования проб воды на соответствие их санитарным требованиям, предъявляемым к питьевым водам. Результаты позволили установить химический состав подземных вод, их минерализацию. В районе села Сарыбулак Кордайского района отмечено повышенное содержания фтора и свинца. На участке Андас батыр Меркенского района зафиксирована высокая концентрация в воде мышьяка. Выявлено что воды не используются для питьевого водоснабжения.

Принимая во внимание фильтрационную связь водоносных горизонтов между сопредельными территориями Казахстана и Кыргызстана, существует риск транзита загрязнённых вод через границу. Усиление сельскохозяйственной деятельности, отсутствие очистных мероприятий и слабая координация мониторинга повышают уязвимость трансграничных ресурсов. Это обосновывает необходимость создания согласованных протоколов химического контроля, обмена данными и интеграции результатов в цифровые ГИС-системы трансграничного водного управления.

Выводы

Проведённый анализ гидрохимических характеристик подземных вод Шу-Таласского бассейна позволил сформулировать следующие обобщения и выводы:

Использование ресурсов. Объёмы эксплуатации подземных вод для целей орошения на исследуемой территории (месторождения Георгиевское, Аспаринское и Меркенское) составляют не более 10 % от утверждённых эксплуатационных запасов. Это свидетельствует о наличии дополнительного потенциала для расширения водопользования, при условии строгого соблюдения экологических нормативов и контроля за устойчивостью водоносных систем.

Общее качество подземных вод. Результаты химико-аналитических исследований подтвердили соответствие большинства проб санитарным требованиям по основным физико-химическим показателям. Минерализация подземных вод варьирует в пределах 0,18–0,93 г/л, что позволяет отнести их к категории слабо- и умеренно-минерализованных вод, пригодных для сельскохозяйственного использования и, в ряде случаев, для хозяйственно-бытовых нужд.

Кислотно-щелочные свойства и жёсткость. Значения pH исследованных вод преимущественно соответствуют нейтральной реакции, что указывает на устойчивость буферных систем. Показатели общей жёсткости варьируют от мягких до жёстких вод, что отражает различия в геохимических условиях формирования и минерализации отдельных водоносных горизонтов.

Загрязнение и локальные аномалии. Выявлены локальные участки превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) отдельных химических компонентов:

- в районе села Сарыбулак (Кордайский район) зарегистрированы повышенные концентрации фтора (до 2,3 мг/л, что составляет 1,53 ПДК) и свинца (до 0,035 мг/л, или 1,17 ПДК);

- на участке Андас Батыр (Меркенский район) установлено превышение концентрации мышьяка (до 2,3 мг/л, что соответствует 4,8 ПДК), что представляет потенциальную экологическую угрозу и требует приоритетного внимания со стороны контролирующих органов.

Социально-экологические риски. Установлено, что данные подземные воды в настоящее время не используются для питьевого водоснабжения, что снижает прямые санитарно-гигиенические риски для населения. Однако сохранение тенденций загрязнения, особенно в районах интенсивного агрохимического воздействия и возможного техногенного влияния, обуславливает необходимость регулярного мониторинга качества вод и принятия профилактических мер по предотвращению дальнейшей деградации ресурсов.

Таким образом, результаты исследования указывают на относительную стабильность гидрохимических характеристик подземных вод Шу-Таласского бассейна в целом, при наличии локальных зон экологического риска, требующих детального изучения и постоянного контроля.

Благодарность. Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант № AP23489813 (2024-2026 гг.).

Конфликты интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Абсаметов, М.К., Мухамеджанов, М.А., Сыдыков, Ж.С., Муртазин, Е.Ж. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс водной безопасности страны. – *Алматы*, 2017. – 220с.

2. A.K. Kurishbaev, R. Amanzholova, D. Adenova, J. Sagin, D. Burlibayeva, D. Sarsekova, K. Alikhanov, A. Serikkanov, R. King., (2024). Comparative Assessment of the Mountainous River Basin in Kyrgyz Kazakh Region of Central Asia with River Basins in Australia, Canada and USA. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 7(1). <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.070106>

3. Саркынов, Е., Яковлев, А., Бейсембин, К., Жакупова, Ж., Рыскулбекова, Л., Жанымхан, Қ., & Қалқабаева, А. (2024). ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ ИЗ ВОДОТОКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТАРАННОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 309–316. <https://doi.org/10.37884/4-2024/32>

4. A.U. Safina, (2023). River runoff resources of the Shu-Talas water management basin in the context of climate change. *Engineering Journal of Satbayev University*, 145(3), 25-30. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.04>

5. Ресурсный потенциал подземных вод Казахстана как источник устойчивого питьевого водообеспечения / Под ред. акад. НАН РК, доктора геол.-мин. наук, проф. М.К.Абсаметова. – *Алматы: «Print express»*, 2023. – 304 с.

6. Abdullaev, I., Rakhmatullaev, S., (2015). Transformation of water management in Central Asia: From state-centric, a hydraulic mission to socio-political control. *Environ. Earth Sci.* 73, 849–861. DOI:10.1007/s12665-013-2879-9.

7. Muhammad, Mizanur Rahaman, (2013). Principles of Transboundary Water Resources Management and Water-related Agreements in Central Asia: An Analysis. *International Journal of Water Resources Development* <https://doi.org/10.1080/07900627.2012.684311>

8. Мухамеджанов, М.А., Арыстанбаев, Я.Ю. Подземные воды аридных регионов Казахстана и их использование в условиях изменения климата и роста водопотребления // Материалы международной конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», *Алматы*, 2016, 1, 122-126.

9. Смоляр, В.А., (2023). Создание Атласа гидрогеологических карт Республики Казахстан на основе геоинформационных систем. *Геол. и охрана недр*, 1(86), 63-79 ISSN: 2414-4282 <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=plxamw&ysclid=mdok99aqhw144744305>

10. Порядин, В.И., Абсаметов, М.К., Аденова, Д.К., (2017). Управление ресурсами подземных вод для решения задач водоснабжения экономики Казахстана на долгосрочный период. *Известие Национальной академии наук Республики Казахстан*, 5(425), С. 93-102 <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20175/93102.pdf>

11. Рациональное использование и охрана подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений / Под ред. акад. НАН РК, доктора геол.-мин. наук, проф. М.К.Абсаметова. – Алматы: «Print express», 2020. – 282с.

12. Смоляр, В. и др. Водные ресурсы Казахстана. *Справочник*. - Алматы: Гылым, 2002. – 595с.

References

1. Absametov M.K., Muhamedzhanov M.A., Sydykov Zh.S., Murtazin E.Zh. Podzemnye vody Kazahstana – strategicheskij resurs vodnoj bezopasnosti strany. – *Almaty*, 2017. – 220s. [in Russian]

2. A.K. Kurishbaev, R. Amanzholova, D. Adenova, J. Sagin, D. Burlibayeva, D. Sarsekova, K. Alikhanov, A. Serikkanov, R. King., (2024). Comparative Assessment of the Mountainous River Basin in Kyrgyz Kazakh Region of Central Asia with River Basins in Australia, Canada and USA. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 7(1). <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.070106>

3. Sarkynov, E., Yakovlev, A., Bejsemin, K., Zhakupova, Zh., Ryskulbekova, L., Zhanymhan, K., & Kalkabaeva, A. (2024). OROSHENIYA ZEMEL' I OBVODNENIYA PASTBISHCH IZ VODOTOKOV I OPREDELENIE TEHNOLOGICHESKIH I TEHNICHESKIH PARAMETROV GIDROTARANNOJ NASOSNOJ USTANOVKI. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 309–316. <https://doi.org/10.37884/4-2024/32> [in Russian]

4. A.U. Safina., (2023). River runoff resources of the Shu-Talas water management basin in the context of climate change. *Engineering Journal of Satbayev University*, 145(3), 25-30. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.04>

5. Resursnyj potencial podzemnyh vod Kazahstana kak istochnik ustojchivogo pit'evogo vodoobespecheniya / Pod red. akad. NAN RK, doktora geol.-min. nauk, prof. M.K.Absametova. – *Almaty: «Print express», 2023. – 304s. [in Russian]*

6. Abdullaev, I., Rakhmatullaev, S., (2015). Transformation of water management in Central Asia: From state-centric, a hydraulic mission to socio-political control. *Environ. Earth Sci.* 73, 849–861. DOI:10.1007/s12665-013-2879-9

7. Muhammad, Mizanur Rahaman, (2013). Principles of Transboundary Water Resources Management and Water-related Agreements in Central Asia: An Analysis. *International Journal of Water Resources Development* <https://doi.org/10.1080/07900627.2012.684311>

8. Muhamedzhanov, M.A., Arystanbaev, Ya.Yu. Podzemnye vody aridnyh regionov Kazahstana i ih ispol'zovanie v usloviyah izmeneniya klimata i rosta vodopotrebleniya // *Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Vodnye resursy Central'noj Azii i ih ispol'zovanie»*, *Almaty*, 2016, 1, 122-126. [in Russian]

9. Smolyar, V.A., (2023). Sozdanie Atlasa gidrogeologicheskikh kart Respubliki Kazahstan na osnove geoinformacionnyh sistem. *Geol. i ohrana nedr*, 1(86), 63-79 ISSN: 2414-4282 <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=plxamw&ysclid=mdok99aqhw144744305> [in Russian]

10. Poryadin, V.I., Absametov, M.K., Adenova, D.K., (2017). Upravlenie resursami podzemnyh vod dlya resheniya zadach vodosnabzheniya ekonomiki Kazahstana na dolgosrochnyj period. *Izvestie Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*, 5(425), S. 93-102 <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20175/93102.pdf> [in Russian]

11. Racional'noe ispol'zovanie i ohrana podzemnyh vod Respubliki Kazahstan v usloviyah klimaticheskikh i antropogennyh izmenenij / Pod red. akad. NAN RK, doktora geol.-min. nauk, prof. M.K.Absametova. – *Almaty: «Print express», 2020. – 282 s. [in Russian]*

12. Smolyar V. i dr. Vodnye resursy Kazakhstana. Spravochnik. - Almaty: Gylym, 2002. – 595s. [in Russian]

**Д.К. Аденова*, Е.Ж. Муртазин, О.Л. Мирошниченко,
Е.В. Сотников, С.Р. Тажиев**

¹У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты, Алматы, Қазақстан, adenovadinara@gmail.com*, ye_murtazin@list.ru, o_mirosh@mail.ru, sotnikov_yevgeniy@mail.ru, sula_tashiev@mail.ru

ШУ-ТАЛАС БАССЕЙНІНІҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ СУЛЫ ГОРИЗОНТТАРЫНЫҢ МОНИТОРИНГ КЕЗІНДЕГІ САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Шу-Талас трансшекаралық су бассейні Қазақстан мен Қырғызстанның шекаралас аймақтарының ауыл шаруашылығы өндірісін, өнеркәсібін және халқын су ресурстарымен қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Климаттың нашарлау салдарынан, құрғақшылықтың жиі болуы және су ағындарының біркелкі бөлінбеуі жағдайында су ресурстарына қысым күшейіп келеді, осының барлығы қазіргі заманғы басқару әдістерін енгізуді талап етеді. Ең перспективалы бағыттардың бірі – су мониторингінің дәлдігін, тиімділігін және ашықтығын арттыруға мүмкіндік беретін сандық технологияларды пайдалану. Мақалада кеңейтілген сандық құралдар, соның ішінде географиялық ақпараттық жүйелер (ГАЗ) және сандық су балансын модельдеу қарастырылады. Ағын суларының таралуының ГАЗ картасын жасау тәжірибесіне ерекше назар аударылады, бұл бассейндегі кеңістіктік-уақыттық өзгерістерді визуалды бағалауға, сондай-ақ болжау модельдері мен сценарийлерді талдауға мүмкіндік береді. Трансшекаралық басқарудағы сандық трансформацияның әлеуетін шектейтін елдер арасындағы су деректерінің ашықтығы мен дәйектілігі мәселелері бөлек талданады. Бірыңғай сандық платформа құру және мониторинг стандарттарын үйлестіру бойынша ұсыныстар айтылды. Зерттеудің мақсаты – Шу және Талас өзендері бассейндеріндегі суды тұрақты пайдалану және тиімді трансшекаралық ынтымақтастықтың негізі ретінде су ресурстарын басқаруды кешенді сандықтандыру қажеттілігін негіздеу.

Кілт сөздер: трансшекаралық жерасты сулары, су қауіпсіздігі, ресурстарды басқару, ГАЗ технологиялары, Шу-Талас бассейні.

**D.K. Adenova*, Ye.Zh. Murtazin, O.L. Miroshnichenko,
E.V. Sotnikov, S.R. Tazhiev**

¹Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M.Akhmedsafin, Almaty, Kazakhstan, adenovadinara@gmail.com*, ye_murtazin@list.ru, o_mirosh@mail.ru, sotnikov_yevgeniy@mail.ru, sula_tashiev@mail.ru

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN MONITORING TRANSBOUNDARY AQUIFERS OF THE SHU-TALAS BASIN

Abstract

The Shu-Talas transboundary water basin plays a key role in providing water resources for agricultural production, industry and the population of the border regions of Kazakhstan and Kyrgyzstan. In the context of worsening climate change, more frequent droughts and uneven distribution of water flows, the pressure on water resources is increasing, which requires the introduction of modern management methods. One of the most promising areas is the use of digital technologies, which can improve the accuracy, efficiency and transparency of water monitoring. The article discusses advanced digital tools, including geographic information systems (GIS) and digital water balance modeling. Particular attention is paid to the practices of GIS mapping of runoff distribution, which allows for a visual assessment of spatiotemporal changes in the basin, as well as forecasting models and scenario analysis. The problems of openness and consistency of water data between countries, which limit the potential of digital transformation in cross-border management, are analyzed separately. Proposals for the creation of a unified digital platform and the harmonization

of monitoring standards have been presented. The aim of the study is to substantiate the need for comprehensive digitalization of water management as a basis for sustainable water use and effective transboundary cooperation in the Shu and Talas River basins.

Key words: transboundary groundwater, water security, resource management, GIS technologies, Shu-Talas basin.

Вклад авторов: Концептуализация – М.Е.Ж.; Курирование данных – С.Е.В.; Формальный анализ – А.Д.К.; Приобретение финансирования – М.Е.Ж.; Расследование – Т.С.Р., М.Е.Ж.; Методология – М.Е.Ж., А.Д.К.; Администрирование проекта – М.Е.Ж.; Ресурсы – С.Е.В., Т.С.Р.; Программное обеспечение – М.О.Л., А.Д.К., С.Е.В.; Надзор – С.Е.В.; Проверка – М.Е.Ж., А.Д.К.; Визуализация – М.О.Л.; Роли/Письмо – первоначальный проект – М.Е.Ж., А.Д.К.; и Написание – обзор и редактирование – М.Е.Ж., А.Д.К., М.О.Л.

МРНТИ 68.41.01

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/43>

¹А.А. Алтаева, ^{1,2*}А.Б. Даркенбаева, ³Б.Б. Садықов

¹ ТОО «Международная образовательная корпорация», Алматы, Казахстан,
a.altaeva@kazgasa.kz

² Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,
Казахстан, darkenbayevaassel@gmail.com*

³ ТОО «Leica Geosystems Казахстан», Алматы, Казахстан, batyrkhan_sadykov@mail.ru

МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

В условиях глобальных климатических изменений и дефицита водных ресурсов возрастает необходимость внедрения современных технологий мониторинга для повышения эффективности ведения сельского хозяйства. Настоящая статья посвящена анализу возможностей применения дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационных систем (ГИС) для мониторинга состояния сельскохозяйственных территорий Кызылординской области. В качестве ключевого инструмента использован индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), позволяющий оперативно оценивать состояние растительности и продуктивность агроценозов. На основе спутниковых данных за вегетационные периоды последних лет были выявлены пространственные и временные изменения состояния сельскохозяйственных угодий, что позволило определить зоны с устойчивым развитием и проблемные участки, требующие дополнительного внимания. В работе представлены тематические карты распределения NDVI, проанализированы факторы, влияющие на снижение вегетационной активности, включая погодные условия, уровень ирригации и деградацию почв. Полученные результаты подтверждают высокую информативность и практическую ценность использования NDVI в агромониторинге, а также подчеркивают необходимость интеграции дистанционных методов в систему управления сельским хозяйством региона. Предложенный подход может быть полезен для органов государственного управления, фермерских хозяйств и научных учреждений при принятии решений по адаптации сельского хозяйства к современным климатическим вызовам.

Ключевые слова: NDVI, дистанционное зондирование Земли, Sentinel-2, ArcGIS Pro, сельское хозяйство, Кызылординская область, агромониторинг, вегетационный индекс, геоинформационные технологии, растительность.

Введение

Сельское хозяйство в XXI веке сталкивается с необходимостью быстрого реагирования на растущие климатические риски, сокращение водных ресурсов и деградацию земель. В этих условиях возрастает значение цифровых технологий, обеспечивающих системный подход к управлению аграрными ландшафтами. Ключевую роль в этом процессе играют методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные системы (ГИС), позволяющие получать достоверную и пространственно детализированную информацию о состоянии посевов, почвенного покрова и водного режима.

Одним из наиболее надёжных и широко применяемых индикаторов оценки состояния растительности является индекс нормализованной разности вегетации (NDVI). Его расчёт основан на соотношении отражательной способности растительного покрова в красной и ближней инфракрасной областях спектра. NDVI позволяет выявлять участки с низкой продуктивностью, зоны риска и отслеживать динамику агроландшафтов в течение всего вегетационного периода.

Зарубежная практика показывает, что NDVI эффективно используется как в крупномасштабных программах государственного мониторинга (например, в Индии и США), так и в системах точного земледелия в Израиле, где с его помощью оптимизируется орошение и управление ресурсами. Эти подходы демонстрируют высокую результативность при адаптации аграрных систем к экстремальным погодным условиям.

Кызылординская область Республики Казахстан является типичным примером региона, испытывающего давление засушливого климата и водных ограничений. Особое внимание в настоящем исследовании уделяется сельскохозяйственным районам области — Кармакшинскому, Казалинскому и Жалагашскому, где в последние годы отмечается активизация агропроизводства. В условиях нестабильного водоснабжения и высокой температуры воздуха применение NDVI позволяет оперативно контролировать состояние посевов и принимать решения, направленные на стабилизацию урожайности.

Целью настоящей работы является анализ динамики вегетационного индекса NDVI на основе спутниковых данных Sentinel-2, а также оценка пространственных изменений растительности за пятилетний период. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования систем мониторинга и адаптивного управления сельскохозяйственными территориями в засушливых регионах.

В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), применяемых в задачах оценки и управления сельскохозяйственными ресурсами. Рост доступности спутниковых данных и развитие программного обеспечения для их обработки способствовали активному внедрению геоинформационных технологий в аграрную отрасль. Данные методы позволяют осуществлять регулярный мониторинг состояния растительности, выявлять стрессовые зоны и прогнозировать урожайность на основе вегетационных индексов.

Среди множества разработанных индексов, нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) остаётся одним из самых широко используемых. Принцип его действия основан на различной способности зелёной растительности поглощать красный свет и отражать ближний инфракрасный (NIR) диапазон. Первые фундаментальные исследования по NDVI были проведены ещё в 1970-х годах [1, 2] после чего индекс получил широкое распространение благодаря своей простоте и высокой информативности. В дальнейшем NDVI использовался в различных климатических зонах мира — от тропических до аридных регионов — для анализа биомассы, отслеживания темпов роста культур, а также мониторинга засух и деградации земель [3, 4].

Международный опыт подтверждает важность этого индекса в государственной политике продовольственной безопасности. Например, в Индии и Китае он используется для наблюдения за урожайностью на национальном уровне. В странах ЕС и США данные NDVI применяются для планирования поливов, определения сроков посева и оценки эффективности

сельскохозяйственного производства. В Израиле он входит в состав цифровых платформ «умного земледелия» с интеграцией в автоматизированные системы управления водными ресурсами.

В научных исследованиях, проводимых в Казахстане, также прослеживается тенденция активного внедрения ДЗЗ и NDVI. В частности, работы Кенжегалиева [5], Рафикова и коллег [6], Айтхожаева и соавторов [7] указывают на эффективность использования спутников Sentinel-2 и Landsat-8 для отслеживания состояния посевов, ирригационной активности и выявления деградированных участков. При этом особое внимание уделяется регионам с повышенной климатической уязвимостью, в том числе Кызылординской области.

Некоторые авторы предлагают комбинировать NDVI с другими индексами (SAVI, EVI), а также использовать метеорологические и почвенные данные для более точного моделирования аграрных процессов [8, 9]. В последние годы большое значение приобретают облачные платформы, такие как Google Earth Engine, позволяющие автоматизировать обработку больших массивов данных и строить пространственно-временные модели вегетации.

Таким образом, обобщённый анализ научной литературы свидетельствует о высокой эффективности NDVI как инструмента агромониторинга. Однако остаётся недостаточно исследований, ориентированных на интеграцию спутникового мониторинга в систему управления сельским хозяйством засушливых регионов Казахстана. Настоящее исследование направлено на восполнение этого пробела.

Методы исследования

Одним из наиболее эффективных инструментов мониторинга сельскохозяйственных территорий является дистанционное зондирование Земли. Спутниковая съёмка позволяет получать данные о состоянии почв, растительности и влажности на больших площадях с высокой периодичностью.

Среди популярных спутников можно выделить программы Sentinel (Европейское космическое агентство) и Landsat (NASA и USGS), обеспечивающие доступ к данным в открытом доступе. Эти данные активно используются для: оценки состояния урожая на разных стадиях вегетации, выявления засух и затоплений, мониторинга деградации почв.

Геоинформационные системы служат важным инструментом пространственного анализа данных, полученных с помощью ДЗЗ и датчиков IoT [10-12]. С помощью ГИС осуществляется: создание тематических карт урожайности, влажности почвы, моделирование процессов эрозии, определение зон риска (засуха, переувлажнение). ГИС-платформы, такие как ArcGIS или QGIS, позволяют агрономам и землевладельцам оперативно визуализировать и анализировать данные для принятия эффективных решений [13-14].

Технологии IoT в сельском хозяйстве включают развертывание сетей датчиков, собирающих информацию в режиме реального времени. Эти системы способны фиксировать: температуру и влажность почвы, уровень освещённости, концентрацию питательных веществ.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение позволяют проводить интеллектуальную обработку больших массивов данных, выявляя скрытые закономерности и делая прогнозы.

Каждая из технологий решает свои задачи и может быть особенно эффективной в комплексе. ДЗЗ обеспечивает глобальный мониторинг, IoT — локальный контроль, ГИС — пространственный анализ, а ИИ — интеллектуальную интерпретацию. Их интеграция даёт возможность построения системы точного земледелия.

Результаты исследований

Для проведения мониторинга состояния сельскохозяйственных территорий Кызылординской области были использованы методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с применением спутниковых данных, а также инструменты геоинформационного анализа. Исследование охватывает вегетационные периоды последних 3 лет (2022–2024 гг.), что позволило выявить динамику изменений в состоянии растительного покрова на исследуемой территории.

В качестве основного индикатора состояния растительности применялся нормализованный относительный вегетационный индекс (NDVI), который рассчитывается по формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

где NIR — отражательная способность в ближнем инфракрасном диапазоне, RED — отражательная способность в красном диапазоне. Значения NDVI варьируются от -1 до +1: отрицательные значения соответствуют водной поверхности, значения от 0 до 0.2 — бесплодным землям, а значения выше 0.3 — активной вегетации.

Источником спутниковых изображений служили данные Sentinel-2 (с разрешением 10 м), предоставляемые Европейским космическим агентством (ESA) через платформу Copernicus Open Access Hub. Обработка данных осуществлялась с использованием открытого программного обеспечения QGIS и инструментария Google Earth Engine (GEE), что позволило проводить расчет NDVI по временным сериям и генерировать карты распределения индекса.

В рамках пространственного анализа были выбраны ключевые сельскохозяйственные районы Кызылординской области, включая участки с различным типом землепользования (рисоводство, пастбища, орошаемые и богарные земли). На этих участках производился расчет среднемесячных значений NDVI с последующим сопоставлением с климатическими и агротехническими данными (температура воздуха, осадки, нормы ирригации и т. д.), полученными из открытых источников и региональных аграрных служб.

Для интерпретации результатов были построены временные ряды NDVI, проведена классификация земель по уровню вегетационной активности, а также выполнен сравнительный анализ вегетационных характеристик между разными сезонами и районами. Это позволило выявить зоны с устойчиво высокой и устойчиво низкой продуктивностью, а также участки, подверженные деградационным процессам.

ArcGIS Pro представляет собой полнофункциональное настольное приложение для работы с географическими информационными системами (ГИС), разработанное компанией Esri. Данное программное обеспечение предоставляет возможности для глубокого анализа, визуализации и интерпретации геопространственных данных. Оно поддерживает создание 2D-карт и 3D-моделей, а также позволяет публиковать результаты работы в онлайн-платформе ArcGIS Online или на корпоративных порталах ArcGIS Enterprise.

Для анализа сельскохозяйственных территорий в исследовании использовались спутниковые данные с помощью каналов B4 (665 нм) и B8 (842 нм) спутников Sentinel-2. Эти каналы были выбраны для анализа растительности, так как спектральные характеристики растительности характеризуются значительным поглощением в видимом спектре красного света и сильным отражением в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR) для здоровых растений. С использованием данных этих каналов возможно рассчитать индекс нормализованной разницы вегетации (NDVI), который эффективно характеризует степень зелёности растительности. Показатель NDVI положительно коррелирует с наличием зелёных растений и является важным индикатором для оценки плотности и состояния растительности на исследуемых территориях.

Формула для Sentinel-2:

$$(B8 - B4) / (B8 + B4)$$

где: B8 = 842 нм, B4 = 665 нм.

Значение диапазона NDVI равно -1 и 1, например:

Исследуемый регион был выбран в связи с активным развитием сельскохозяйственного сектора в Кармакшинском, Казалинском и Жалагашском районах Кызылординской области, что делает их более репрезентативными для анализа в сравнении с другими районами. Для проведения исследования были использованы спутниковые снимки данного региона, загруженные с портала Copernicus Open Access Hub за 2018 и 2023 годы (рисунок 1).

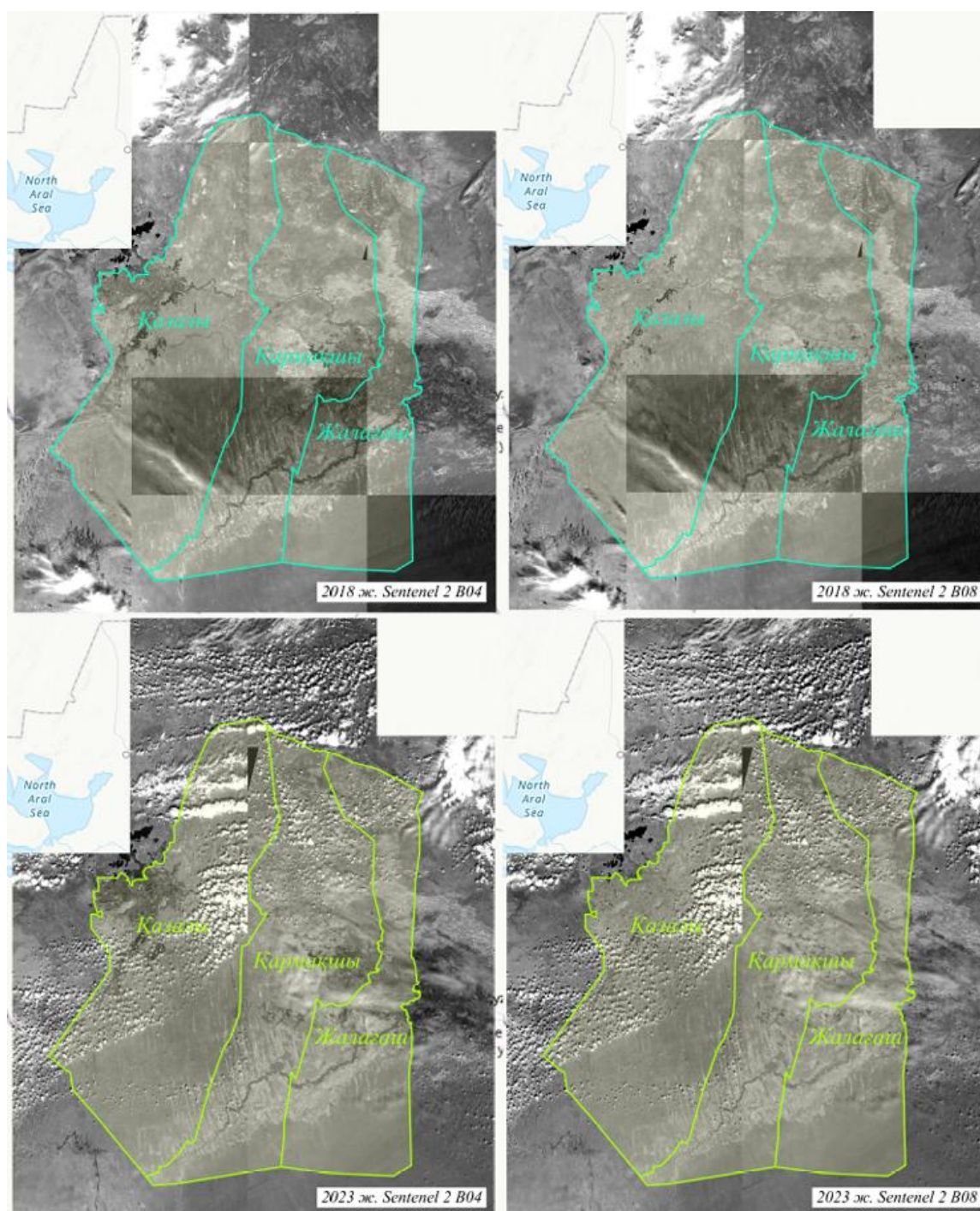


Рисунок 1 - Просмотр снимков Sentinel 2 на каналах B4 и B8 2018 и 2023 годов в ArcGIS Pro

Загруженные спутниковые снимки были объединены в один растровый файл с использованием инструмента «Мозаика для нового растра» (Mosaic To New Raster) в программном обеспечении ArcGIS Pro. Этот инструмент позволяет интегрировать несколько отдельных растровых слоев в единый новый растровый слой. Далее комбинированные изображения были обрезаны с помощью инструмента «Выписка по маске» (Extract by Mask), что позволило выделить интересующие участки, соответствующие границам Кармакшинского, Казалинского и Жалагашского районов Кызылординской области. Инструмент «Выписка по маске» извлекает пиксели из исходного растра, соответствующие пространственно заданным участкам, определяемым маской (рисунок 2).

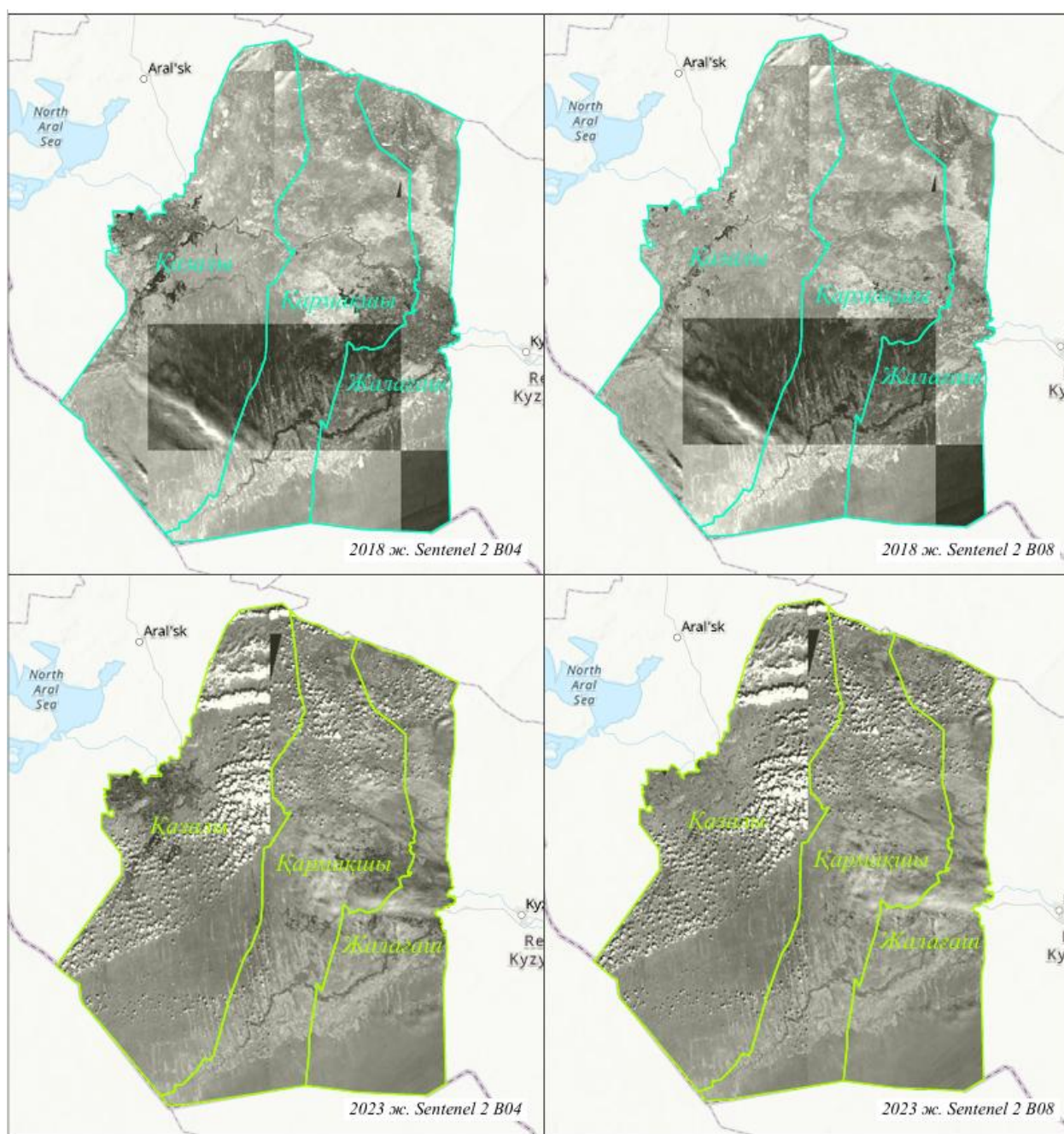


Рисунок 2. - Просмотр съемок Sentinel 2 2018 и 2023 годов на каналах B4 и B8 Кызылординской области по пер. Кармакшинский, Казалинский, Жалағаш в программе ArcGIS Pro

Для оценки показателей растительности в исследуемом районе был рассчитан индекс NDVI. Для этого использовался инструмент «Растровый калькулятор» (Raster Calculator), который позволяет создавать и выполнять выражения алгебры растровых данных. В рамках данного процесса была введена соответствующая формула в окно инструмента с выбором необходимых спутниковых снимков, что обеспечило расчет NDVI на основе данных, представленных в программе (рисунок 3).

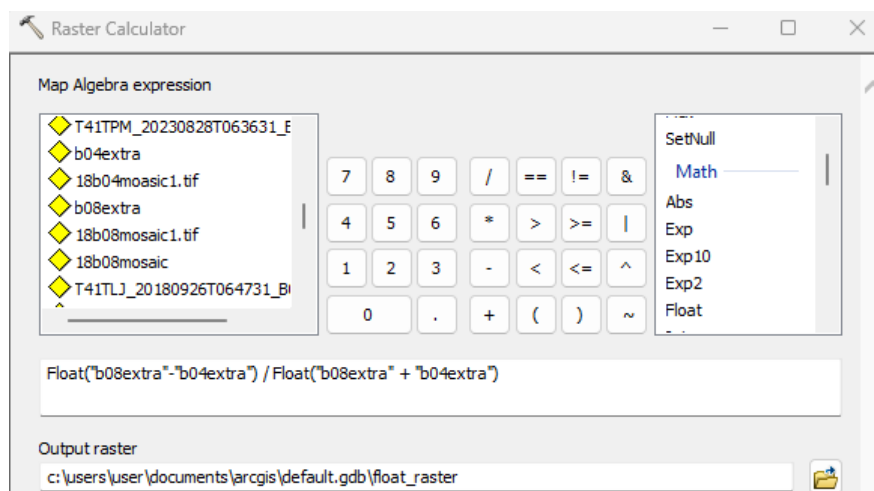


Рисунок 3 - Из съемок Sentenel 2 за 2018 год формула индекса NDVI для нахождения значений показателей растений калькулятор раstra в ArcGIS Pro окно 094 («b04extra» - канал 4 и «b08extra» - канал 8)

Таким же образом рассчитаны значения показателей растительности 2023 года (рисунок 4).

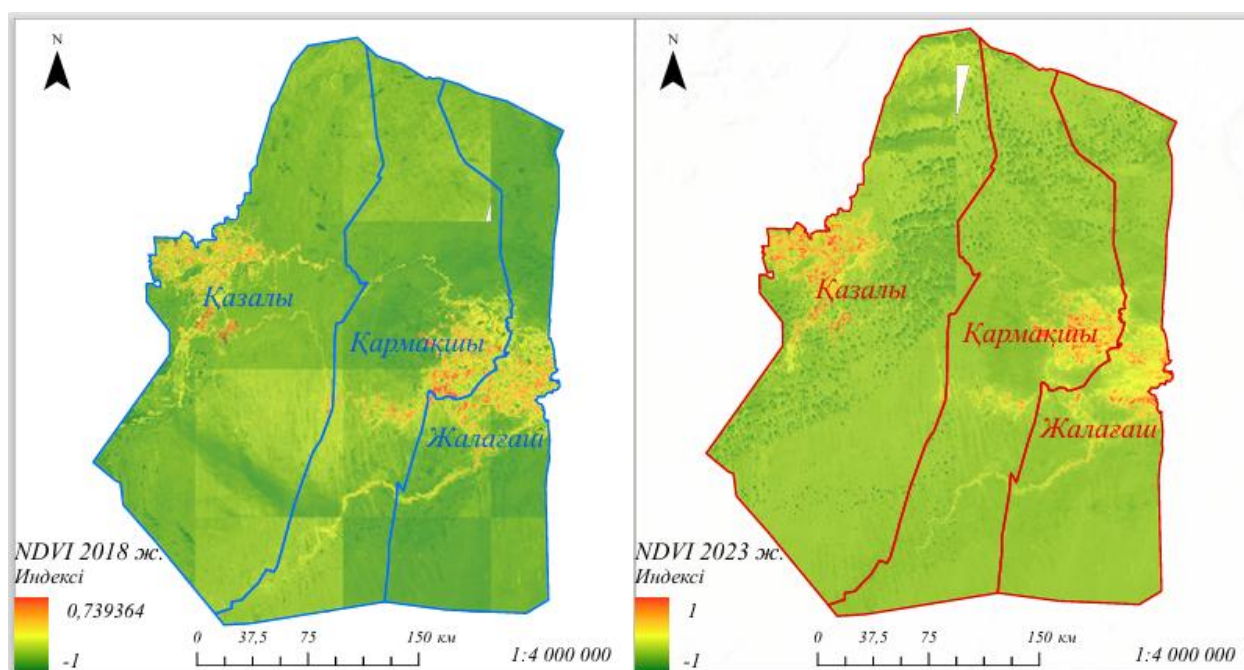


Рисунок 4 - Значения показателей индекса NDVI съемок Sentenel 2 за 2018 и 2023 годы

Отрицательные значения дают поверхности воды, здания, горы, облака, снег; открытая почва обычно соответствует индексу 0,1-0,2. В случае растений это всегда положительные значения от 0,2 до 1. Показатель здоровых, густых растений должен быть выше 0,5; в редких случаях этот показатель составляет от 0,2 до 0,5. Судя по районным показателям, можно увидеть, что индекс NDVI в 2018 году был плотным и здоровым со значением -1 – 0,74, а в 2023 году индекс NDVI был заполнен значением -1 – 1 в 2023 году.

Заклучение

Современные технологии мониторинга сельскохозяйственных территорий играют решающую роль в повышении эффективности сельского хозяйства и адаптации агропроизводства к изменяющимся климатическим условиям.

Применение дистанционного зондирования Земли, беспилотных летательных аппаратов, геоинформационных систем, Интернета вещей и методов искусственного интеллекта позволяет не только получать оперативные данные о состоянии посевов, но и прогнозировать урожайность, оптимизировать использование водных и земельных ресурсов, снижать издержки и минимизировать риски.

В результате проведенного исследования была выполнена оценка состояния растительности на сельскохозяйственных территориях Кармакшинского, Казалинского и Жалагашского районов Кызылординской области с использованием данных спутников Sentinel-2. Применение индекса нормализованной разности вегетации (NDVI) позволило получить количественную характеристику вегетационной активности и выявить изменения состояния растительности за период с 2018 по 2023 год. Использование инструмента ArcGIS Pro для обработки и анализа спутниковых изображений, включая мозаичную сборку данных и применение растрового калькулятора, обеспечило высокую точность и наглядность полученных результатов.

Полученные данные свидетельствуют о значительных изменениях в состояниях сельскохозяйственных угодий, что позволяет сделать выводы о влиянии агротехнических мероприятий и климатических факторов на вегетацию региона. Индекс NDVI стал эффективным инструментом для мониторинга состояния растительности и оценки динамики изменений на основе дистанционного зондирования Земли. Данное исследование может служить основой для дальнейшего мониторинга и разработки рекомендаций по улучшению управления сельскохозяйственными территориями в области.

Благодарность, конфликт интересов. Автор выражает благодарность всем коллегам и исследователям, чьи работы послужили основой для данного исследования. Также благодарим команду Copernicus Open Access Hub за предоставление доступа к спутниковым данным Sentinel-2, без которых невозможно было бы выполнить данное исследование.

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

Список литературы

1. Segarra, J., Buchailot, M. L., Araus, J. L., Kefauver, S. C. Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. *Agronomy*, 10(5), Article 641, 2020. P. 2-18. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050641>.
2. Huang, S. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI). *Journal of Forest Research*, 32(4), 2021. P. 683–698. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>.
3. Liepa, A. et al. Harmonized NDVI time-series from Landsat and Sentinel-2: Capturing phenological patterns. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 29, 2024. P. 100—115. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.1000946>.
4. Rafikov, T., Zhumatayeva, Z., Mukaliyev, Z., & Zhildikbayeva, A. Evaluating land degradation in East Kazakhstan using NDVI and Landsat data. *International Journal of Design Nature and Ecodynamics*, 19(5), 2024. P. 1677–1686. <https://doi.org/10.18280/ijdne.190521>.
5. Кенжегалиев Е.М. Система спутникового мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур. *Международный научный журнал «Вестник науки»*, № 4 (25), том 4, 2020. С. 87–90.
6. Рафиков Т., Ерболкызы М., Жилдикбаева А. Применение данных дистанционного зондирования земли и анализа NDVI в Восточно-Казахстанской области. *Izdenister Natigeler*, (1 (101), 2024. С.183–191. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18>.
7. Айтхожаева, Г., Жилдикбаева, А., Пентаев, Т., Баухан, А., Жумагалиева, Н., Гурскиене В. Современное состояние использования земель сельскохозяйственного назначения в контексте устойчивого развития. *Izdenister Natigeler*, (3(103), 2024. С. 380–387. <https://doi.org/10.37884/3-2024/42>.
8. Rafikov, T., Erbolkyzy, M., Zhildikbayeva, A. Применение данных дистанционного зондирования Земли и анализа NDVI в Восточно-Казахстанской области. *Ізденістер*,

нәтижелер – Исследования, результаты, (1)101, 2024. P. 183–192. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18>.

9. Alpysbay, M. A., & Gapparov, A. Z. Agricultural land monitoring using Sentinel-2 satellite data. Engineering Journal of Satbayev University, 143(2), 2021. P. 14–21. <https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i2.02>.

10. Arystanov, A. Use of indices applied to remote sensing for establishing winter wheat crops in South Kazakhstan. Sustainability, 16(17), 2024. P. 7548. <https://doi.org/10.3390/su16177548>

11. Nugmanov, A. Quantitative assessment of soil condition based on Sentinel-2 for flax productivity in the steppe zone of Kazakhstan. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(3), 2023. P. 55–67. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37971089/>.

12. Farmonov, N., Amankulova, K., Szatmari, J., Urinov, J., Narmanov, Z., Nosirov, J., Mucsi, L. Combining PlanetScope and Sentinel-2 images with environmental data for improved wheat yield estimation. International Journal of Digital Earth, 16(1), 2023. P. 847–867. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2186505>

13. Löw, F. Mapping abandoned agricultural land in Kyzyl-Orda, southern Kazakhstan. Land Use Policy, 48, 2015. P. 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.024>

14. Kabzhanova, G. Remote sensing applications for pasture assessment in Kazakhstan. Agronomy, 15(3), 2025. P. 526–529. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030526>.

References

1. Segarra, J., Buchailot, M. L., Araus, J. L., Kefauver, S. C. Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. Agronomy, 10(5), Article 641, 2020. P. 2–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050641>.

2. Huang, S. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI). Journal of Forest Research, 32(4), 2021. P. 683–698. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>.

3. Liepa, A. et al. Harmonized NDVI time-series from Landsat and Sentinel-2: Capturing phenological patterns. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 29, 2024. P. 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.1000946>.

4. Rafikov, T., Zhumatayeva, Z., Mukaliyev, Z., & Zhildikbayeva, A. Evaluating land degradation in East Kazakhstan using NDVI and Landsat data. International Journal of Design Nature and Ecodynamics, 19(5), 2024. P. 1677–1686. <https://doi.org/10.18280/ijdne.190521>.

5. Kenzhegaliev E.M. Satellite monitoring system for the state of agricultural crops. International scientific journal "Bulletin of Science", No. 4 (25), Vol. 4, 2020. P. 87–90.

6. Rafikov T., Erbolkyzy M., Zhildikbaeva A. Application of remote sensing data and NDVI analysis in the East Kazakhstan region. Izdenister Natigeler, (1 (101), 2024. P. 183–191. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18>.

7. Aitkhozhaeva, G., Zhildikbaeva, A., Pentayev, T., Bauhan, A., Zhumagalieva, N., Gurskiene, V. Current state of agricultural land use in the context of sustainable development. Izdenister Natigeler, (3(103), 2024. P. 380–387. <https://doi.org/10.37884/3-2024/42>.

8. Rafikov, T., Erbolkyzy, M., Zhildikbayeva, A. Primenenie dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli i analiza NDVI v Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti. Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezultaty, (1)101, 2024. P. 183–192. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18>.

9. Alpysbay, M. A., & Gapparov, A. Z. Agricultural land monitoring using Sentinel-2 satellite data. Engineering Journal of Satbayev University, 143(2), 2021. P. 14–21. <https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i2.02>.

10. Arystanov, A. Use of indices applied to remote sensing for establishing winter wheat crops in South Kazakhstan. Sustainability, 16(17), 2024. P. 7548. <https://doi.org/10.3390/su16177548>.

11. Nugmanov, A. Quantitative assessment of soil condition based on Sentinel-2 for flax productivity in the steppe zone of Kazakhstan. Journal of Agricultural Science and Technology, 15(3), 2023. P. 55–67. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37971089/>.

12. Farmonov, N., Amankulova, K., Szatmari, J., Urinov, J., Narmanov, Z., Nosirov, J., Mucsi, L. Combining PlanetScope and Sentinel-2 images with environmental data for improved wheat yield estimation. *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 2023. P. 847–867. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2186505>.

13. Löw, F. Mapping abandoned agricultural land in Kyzyl-Orda, southern Kazakhstan. *Land Use Policy*, 48, 2015. P. 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.024>.

14. Kabzhanova, G. Remote sensing applications for pasture assessment in Kazakhstan. *Agronomy*, 15(3), 2025. P. 526–529. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030526>.

¹*А.А. Алтаева, ^{1,2*}А.Б. Даркенбаева, ³Б.Б. Садықов*

¹ «Халықаралық білім корпорациясы» ЖШС, Алматы, Қазақстан, a.altayeva@kazgasa.kz

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, алмалы қ., Қазақстан, darkenbayevaassel@gmail.com*

³ «Leica Geosystems Казахстан» ЖШС, Алматы, Қазақстан, atyrkhan_sadykov@mail.ru

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ АЙМАҚТАРЫН ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП БАҚЫЛАУ

Аңдатпа

Глобалды климаттық өзгерістер мен су ресурстарының тапшылығы жағдайында ауыл шаруашылығын тиімді жүргізу үшін заманауи мониторинг технологияларын енгізу қажеттілігі артуда. Бұл мақала Қызылорда облысының ауыл шаруашылығы аумақтарының жағдайын мониторингтеу үшін жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) және геоақпараттық жүйелерді (ГАЖ) қолдану мүмкіндіктерін талдауға арналады. Негізгі құрал ретінде NDVI (Нормаланған айырымды өсімдік индексі) индексі қолданылды, ол өсімдік жағдайын және агроценоздардың өнімділігін жедел бағалауға мүмкіндік береді. Соңғы жылдардағы вегетациялық кезеңдердегі спутник деректері негізінде ауыл шаруашылығы жерлерінің кеңістіктік және уақыттық өзгерістері анықталды, бұл тұрақты дамыған аймақтарды және қосымша назар аударуды қажет ететін проблемалық учаскелерді анықтауға мүмкіндік берді. Жұмыста NDVI таралуының тақырыптық карталары ұсынылған, вегетациялық белсенділіктің төмендеуіне әсер ететін факторлар, оның ішінде ауа райы жағдайлары, суару деңгейі және топырақтың деградациясы талданған. Алынған нәтижелер NDVI-дің агромониторингтегі жоғары ақпараттылығы мен практикалық құндылығын растайды және облыстың ауыл шаруашылығын басқару жүйесіне қашықтықтан әдістерді интеграциялау қажеттілігін көрсетеді. Ұсынылған тәсіл мемлекеттік органдарға, фермерлік шаруашылықтарға және ғылыми мекемелерге ауыл шаруашылығын қазіргі климаттық қиындықтарға бейімдеуге шешімдер қабылдауда пайдалы болуы мүмкін.

Кілт сөздер: NDVI, жерді қашықтықтан зондтау, Sentinel-2, ArcGIS Pro, ауыл шаруашылығы, Қызылорда облысы, агромониторинг, вегетациялық индекс, геоақпараттық технологиялар, өсімдіктер.

¹*A.A. Altayeva, ^{1,2*}A.B. Darkenbaeva ³B.B. Sadykov*

¹ LLP "International Educational Corporation", Almaty, Kazakhstan, a.altayeva@kazgasa.kz

² Kazakh national agrarian research university, Almaty, Kazakhstan, darkenbayevaassel@gmail.com*

³ LLP «Leica Geosystems Казахстан», Almaty, Kazakhstan, batyrkhan_sadykov@mail.ru

MONITORING OF AGRICULTURAL AREAS IN KYZYLORDA REGION USING MODERN TECHNOLOGIES

Abstract

In the context of global climate change and water resource scarcity, the need to implement modern monitoring technologies to improve agricultural efficiency is increasing. This article is dedicated to analyzing the potential of Earth remote sensing (ERS) and geographic information systems (GIS) for monitoring the condition of agricultural lands in the Kyzylorda region. The key tool used is the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), which allows for the operational

assessment of vegetation condition and agroecosystem productivity. Based on satellite data from recent years' vegetation periods, spatial and temporal changes in the state of agricultural lands were identified, which made it possible to determine areas with sustainable development and problematic zones requiring additional attention. The paper presents thematic maps of NDVI distribution, analyzes factors affecting the decrease in vegetation activity, including weather conditions, irrigation levels, and soil degradation. The results confirm the high informational value and practical significance of using NDVI in agro-monitoring, and highlight the need for integrating remote sensing methods into the regional agricultural management system. The proposed approach can be useful for government bodies, farming enterprises, and research institutions in making decisions on adapting agriculture to modern climate challenges.

Keywords: NDVI, Earth remote sensing, Sentinel-2, ArcGIS Pro, agriculture, Kyzylorda region, agro-monitoring, vegetation index, geospatial technologies, vegetation.

Вклад авторов:

Алтаева А.А. — методическое сопровождение, сбор и обработка данных, написание основного текста статьи.

Даркенбаева А.Б. — сбор и обработка данных, написание и редактирование текста статьи. Отбор данных; Формальный анализ; Написание статьи. Методология; Отбор данных; Формальный анализ; Написание статьи.

Садыков Б.Б. — постановка исследования, интерпретация результатов, научное редактирование текста. Концептуализация; Валидация; Написание – обзор и редактирование; Руководство.

МРНТИ 38.61.19

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/44>

Е.Ж. Муртазин, Д.К. Аденова, С. Тажиев*

¹ *Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Алматы, Казахстан, ye_murtazin@list.ru, adenovadinara@gmail.com*, sula_tashiev@mail.ru*

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ЛИТИЕНОСНЫХ РАССОЛОВ ШУ-САРЫСУЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

Аннотация

Статья посвящена изучению гидрогеохимических условий формирования литиеносных рассолов в пределах Шу-Сарысуйской впадины, одного из перспективных районов Казахстана по добыче лития из подземных вод. На основе анализа химического состава рассолов, минерализации, ионных соотношений и гидрогеологического строения территории выявлены основные факторы, влияющие на аккумуляцию лития. Выявлены гидрогеохимические зоны и подзоны распространения рассолов с минерализацией от 140 до 272 г/л. Химический состав рассолов в основном хлоридный кальциево-натриевый III-б типа, реже хлоридные магниевонатриевый и натриевый III-а типа. Установлена роль тектонических, климатических и литолого-фациальных условий в формировании геохимических барьеров и концентрации лития в подземных водах. Проведен сравнительный анализ состава рассолов различных горизонтов, дана оценка степени их эволюции и минерализации. Из микрокомпонентов в рассолах содержится стронций от 680.5 до 1648.2 мг/л; литий от 24.46 до 55.11 мг/л; рубидий от 4.3 до 8.4 мг/л; цезий от 0.31 до 0.41 мг/л. Полученные результаты позволяют уточнить механизмы литогенеза и обосновать перспективные участки для дальнейших поисков и рационального освоения литиеносных ресурсов региона.

Ключевые слова: литий, рассолы, Шу-Сарысу́йская впадина, гидрогеохимия, подземные воды.

Введение

В условиях стремительно развивающихся технологий и перехода к альтернативным источникам энергии возрастает потребность в редких и рассеянных элементах, среди которых особое место занимает литий [1]. Этот элемент играет ключевую роль в развитии «зеленых» технологий, особенно в производстве литий-ионных аккумуляторов, используемых в электромобилях, портативной электронике, системах хранения энергии и других отраслях высокотехнологичной промышленности. Учитывая возрастающий мировой спрос на литий, актуальность исследования природных источников этого металла — как в твёрдой, так и в жидкой (рассольной) форме — непрерывно возрастает [2-3].

Особый интерес в последние годы вызывает изучение литиеносных рассолов — природных подземных вод с высоким содержанием лития, представляющих собой стратегически важный источник его промышленной добычи. В отличие от твёрдых руд, извлечение лития из рассолов может быть более экономически выгодным и экологически приемлемым при соответствующих условиях [4-6].

Формирование рассольных вод, обогащенных литием, представляет собой сложный многокомпонентный процесс, обусловленный сочетанием климатических, геологических, гидрогеологических и геохимических факторов. В частности, засушливый климат, наличие замкнутых и слабодренированных впадин, а также особенности минерального состава вмещающих пород создают благоприятные условия для аккумуляции лития в природных рассолах [7-8].

Одним из перспективных регионов по выявлению и изучению литиеносных водоносных комплексов в Центральной Азии является Шу-Сарысу́йская впадина, расположенная на территории Казахстана. Эта крупная тектоническая структура отличается сложным геологическим строением, разнообразием литологических формаций и благоприятными гидрогеохимическими условиями, способствующими формированию рассолов с аномальным содержанием лития и других ценных компонентов. Несмотря на известную солерассольную специализацию впадины, вопросы геохимической эволюции рассолов, механизмов миграции и аккумуляции лития, а также пространственной дифференциации его концентраций остаются недостаточно изученными [9-11].

В этой связи целью настоящего исследования является выявление гидрогеохимических особенностей формирования литиеносных рассолов Шу-Сарысу́йской впадины, оценка влияющих факторов и обоснование перспективных участков для дальнейших поисков и освоения ресурсов лития, также целью является анализ гидрогеохимических условий формирования литиеносных рассолов в пределах Шу-Сарысу́йской впадины с учетом факторов водообмена, минерализации, ионного состава и миграционных характеристик лития. Особое внимание уделяется генетическим типам рассолов, источникам поступления лития и трансформациям его форм в подземных водах в условиях аридного климата.

Методы и материалы

Исследования проводились на территории Шу-Сарысу́йской впадины, охватывающей районы с различной степенью минерализации ионов в подземных водах, включая замкнутые участки с интенсивными процессами испарения. Основной объем полевых работ включал отбор проб подземных рассольных вод из эксплуатационных, разведочных и наблюдательных скважин, а также из естественных источников (колодцев, родников, временных водоемов).

Анализ проб проводился в аккредитованных лабораториях с использованием стандартных методик анализа природных вод. Для определения ионного состава применялись ионометрические, фотометрические, титриметрические и пламенные фотометрические методы. Особое внимание уделялось точному определению концентраций лития, натрия, калия, хлора, сульфатов, а также общему солесодержанию и pH.

Дополнительно использовались следующие методы:

Статистическая обработка данных для выявления закономерностей распределения лития и других элементов;

Геоинформационные технологии для пространственной интерпретации гидрогеохимических данных, включая построение карт распределения минерализации и лития.

В качестве дополнительных источников использовались материалы фондовых геолого-гидрогеологических отчетов, данные космического зондирования, а также результаты ранее выполненных исследований на данной территории. Геолого-структурные и литологические характеристики анализировались на основе существующих стратиграфических разрезов, данных бурения и описаний керна.

Представленные методы позволяют комплексно оценить факторы, влияющие на формирование литиеносных рассолов, и выделить наиболее перспективные участки для дальнейших геолого-гидрогеологических работ.

Результаты и обсуждение

Область исследований. Шу-Сарысуйская впадина представляет собой крупное тектоническое образование, расположенное в южной части Казахстана, характеризующееся сложным геологическим строением и благоприятными условиями для аккумуляции минеральных подземных вод. Формирование литиеносных рассолов в пределах впадины определяется совокупностью литолого-структурных, климатических и гидрогеохимических факторов, способствующих накоплению ионов лития в подземных водах различной степени минерализации (рис.1) [9-10].



Рисунок 1 - Обзорная карта района работ

Литологически водоносные горизонты представлены преимущественно терригенными осадками песками, алевроитами и глинами, чередующимися с линзами карбонатных и эвапоритовых пород. Присутствие гипсо-ангидритовых и хлоридных формаций способствует насыщению вод сульфатами, хлоридами, натрием и литием. Герметичность отдельных горизонтов, обусловленная слабо проницаемыми глинистыми пачками, создает благоприятные условия для длительной изоляции рассольных вод и их эволюции в сторону повышения минерализации [11-12].

По результатам гидрохимических анализов, рассолы Шу-Сарысуйской впадины обладают высокой минерализацией от 140 до 272 г/л. По ионному составу преобладают хлоридный кальциево-натриевый III-б типа; реже хлоридные магниевое-натриевый и натриевый III-а типа, что свидетельствует о развитом процессе испарительной концентрации. Концентрации лития варьируют в пределах от 24.46 до 55.11 мг/л, достигая максимальных значений в межпластовых водах закрытых депрессионных зон с ограниченной циркуляцией. Повышенное содержание лития также наблюдается в рассолах, обогащенных бором, стронцием и бромом, что указывает на общий генетический тип минеральных вод (рис.2).

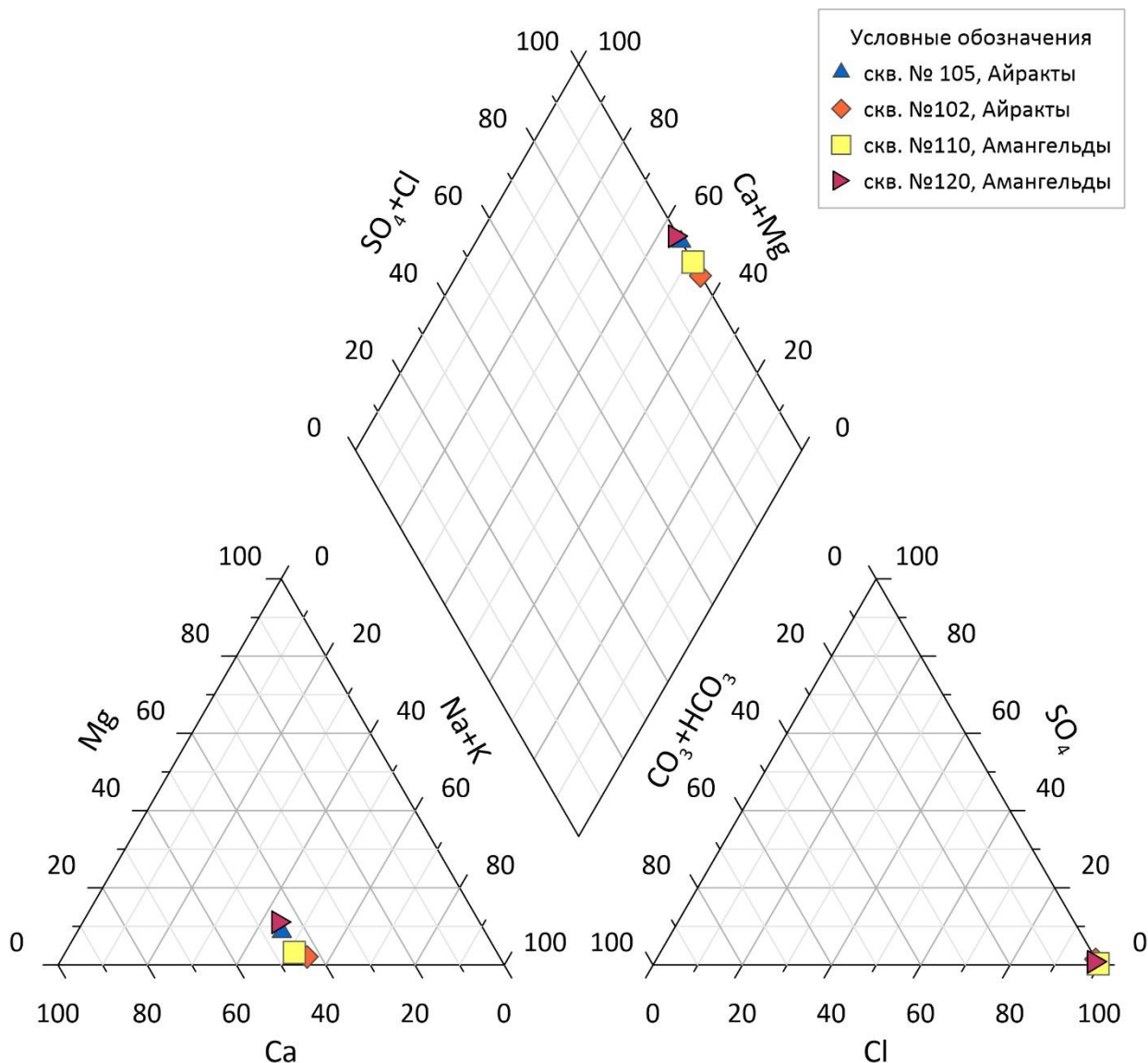


Рисунок 2 - Диаграмма Пайпера – основных химических компонентов

Формирование литиеносных рассолов обусловлено рядом гидрогеохимических процессов: ионным обменом, растворением и переотложением солей, диффузной миграцией, а также действием геохимических барьеров. Особую роль играют окислительно-восстановительные градиенты, способствующие локальной концентрации лития за счёт перехода его из сорбированного состояния в раствор. Условия аридного климата с повышенной испаряемостью также вносят значительный вклад в повышение минерализации подземных вод [10-12].

Гидродинамически наиболее перспективными для накопления лития являются зоны пониженного напора, где ограничена циркуляция вод, а восстановительные условия и застойный режим способствуют длительному концентрированию солевых компонентов.

Современные исследования указывают на наличие в пределах впадины ряда локальных участков, обладающих промышленным потенциалом по литийному содержанию, в особенности в зоне северо-западного борта впадины и центральной части Сарысуйского прогиба [9-10].

Таким образом, гидрогеохимическая специфика Шу-Сарысуйской впадины предопределяет её значимость как потенциального источника литиеносных рассолов. Комплексное изучение литогенеза и водно-солевой эволюции подземных вод региона необходимо для обоснования рационального освоения и промышленной эксплуатации литиевых ресурсов.

Результаты гидрогеохимических исследований показали, что литиеносные рассолы Шу-Сарысуйской впадины характеризуются высокой минерализацией (до 272 г/л) и значительным преобладанием ионов натрия и хлора, что указывает на хлоридно-натриевый тип вод. Концентрации лития варьируются в широком диапазоне — 24.46 до 55.11 мг/л, с наибольшими значениями в наиболее замкнутых и аридных участках впадины (рис.3).

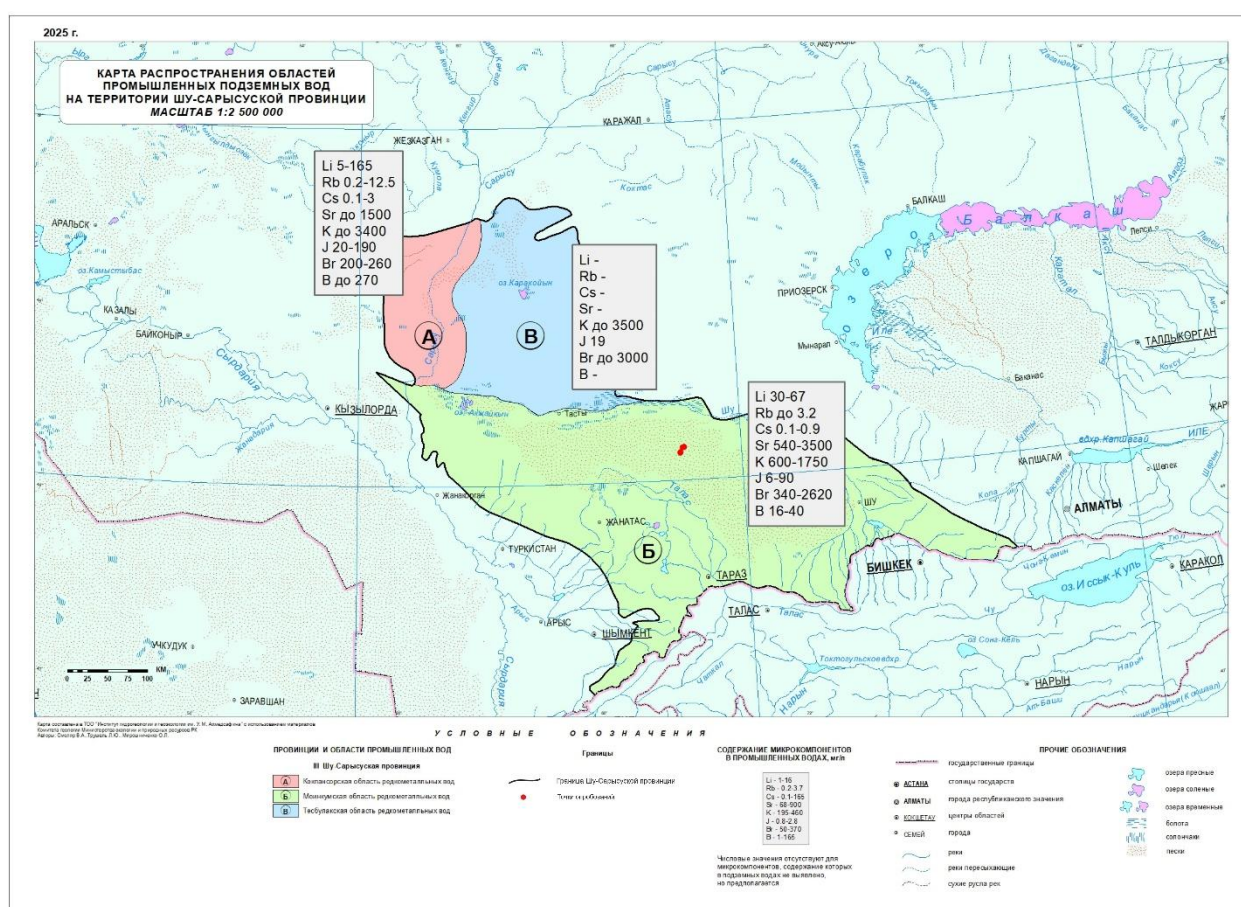


Рисунок 3 - Структура геоинформационной базы данных

Анализ пространственного распределения лития свидетельствует о его аккумуляции в условиях слабого дренажа, активного испарения и наличия вмещающих пород, обогащенных литийсодержащими минералами (в том числе глинистыми и вулканогенными). Ключевым фактором миграции лития является взаимодействие инфильтрационных и глубинных вод, а также процессы ионного обмена и сорбции на глинистых и карбонатных материалах.

Статистическая обработка данных подтвердила наличие устойчивых корреляционных связей между концентрацией лития и показателями минерализации, что свидетельствует о единой эволюционной истории вод. Обнаружено, что литий аккумулируется

преимущественно в системах с замкнутым водообменом, где наблюдается высокая степень испарения и незначительный приток маломинерализованных вод.

Обсуждение полученных результатов в контексте аналогичных аридных бассейнов Центральной Азии (например, Урмийская впадина в Иране, Кызылкумы в Узбекистане) позволяет утверждать, что Шу-Сарысуйская впадина обладает значительным потенциалом для дальнейшей разведки и освоения литиеносных подземных рассолов. Геолого-гидрогеохимическая обстановка региона благоприятствует формированию устойчивых литиевых аномалий в водоносных горизонтах, что делает данную территорию перспективной для промышленного извлечения лития.

Выводы

Шу-Сарысуйская впадина является перспективным регионом для выявления и изучения литиеносных подземных рассолов, что обусловлено сочетанием аридного климата, наличием замкнутых дренажных систем и специфическим литологическим строением вмещающих пород.

Проведенные гидрогеохимические исследования показали, что рассолы впадины характеризуются минерализацией от 140 до 272 г/л. Химический состав рассолов в основном хлоридный кальциево-натриевый III-б типа, реже хлоридные магниевое-натриевый и натриевый III-а типа. Из микрокомпонентов в рассолах содержится стронций от 680.5 до 1648.2 мг/л; литий от 24.46 до 55.11 мг/л; рубидий от 4.3 до 8.4 мг/л; цезий от 0.31 до 0.41 мг/л.

Формирование литиевых аномалий обусловлено преимущественно испарительными процессами, ионным обменом, миграцией лития из осадочных и вулканогенно-осадочных пород, а также ограниченным водообменом в пределах впадины.

Результаты исследования могут быть использованы для выделения наиболее перспективных участков для разведки, а также при разработке технологий извлечения лития из природных рассолов на основе их ионного состава и геохимических условий.

Благодарность. Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант № AP23489898 (2024-2026 гг.).

Список литературы

1. Абсаметов М.К., Мухамеджанов М.А., Сыдыков Ж.С., Муртазин Е.Ж. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс водной безопасности страны. – *Алматы*, 2017. – 220с.
2. Саркынов, Е., Яковлев, А., Бейсембин, К., Жакупова, Ж., Рыскулбекова, Л., Жанымхан, Қ., & Қалқабаева, А. (2024). ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ ИЗ ВОДОТОКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТАРАННОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ. *Izdenister Natigeler*, (4 (104), 309–316. <https://doi.org/10.37884/4-2024/32>
3. Botelho Disu, Roozbeh Rafati, Amin Sharifi Haddad, José Antonio Mendoza Roca, María Isabel Iborra Clar, Sanaz Soleymani Eil Bakhtiari (2024). Review of recent advances in lithium extraction from subsurface brines. *Geoenergy Science and Engineering*, 241, 213189. <https://doi.org/10.1016/j.geoen.2024.213189>
4. Ресурный потенциал подземных вод Казахстана как источник устойчивого питьевого водообеспечения / Под ред. акад. НАН РК, доктора геол.-мин. наук, проф. М.К.Абсаметова. – *Алматы: «Print express»*, 2023. – 304с.
5. Hasan Nikkhah, Andrea Di Maria, Giuseppe Granata, Burcu Beykal (2025). Sustainable process design for lithium recovery from geothermal brines using chemical precipitation. *Resources, Conservation and Recycling*, 107980. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107980>
6. Lena Kölbel, Klemens Slunitschek, Elif Kaymakci, Thomas Kölbel, Rebekka Reich, Joche n Schneider (2024). Lithium recovery from geothermal brines: An investigation into radioactive nuclide uptake on lithium-manganese-oxide (LMO) granules. *Hydrometallurgy*, 224, 106266. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2024.106266>

7. Navid Hosseini Alae, Ardeshir Saadmohammadi, Pooria Kianoush (2025). Innovative approaches to lithium extraction in Iran: Assessing resource potential and sustainable practices for a competitive future. Results in Engineering, 27, 105745. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105745>
8. Mohammad Marza, Grant Ferguson, Jon Thorson, Isabel Barton, Ji-Hyun Kim, Lin Ma, Jennifer McIntosh (2024). Geological controls on lithium production from basinal brines across North America. Journal of Geochemical Exploration, 257, 107383. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107383>
9. Мухамеджанов М.А., Арыстанбаев Я.Ю. Подземные воды аридных регионов Казахстана и их использование в условиях изменения климата и роста водопотребления // Материалы международной конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», Алматы, 2016, 1, 122-126.
10. Смоляр В.А. (2023). Создание Атласа гидрогеологических карт Республики Казахстан на основе геоинформационных систем. Геол. и охрана недр, 1(86), 63-79.
11. Рациональное использование и охрана подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений / Под ред. акад. НАН РК, доктора геол.-мин. наук, проф. М.К.Абсаметова. – Алматы: «Print express», 2020. – 282с.
12. Bernard Sanjuan, Blandine Gourcerol, Romain Millot, Detlev Rettenmaier, Elodie Jean del, Aurélien Rombaut (2022). Lithium-rich geothermal brines in Europe: An up-date about geochemical characteristics and implications for potential Li resource. Geothermics, 101, 102385. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2022.102385>

References

1. Absametov M.K., Muhamedzhanov M.A., Sydykov Zh.S., Murtazin E.Zh. Podzemnye vody Kazahstana – strategicheskij resurs vodnoj bezopasnosti strany. – Алматы, 2017. – 220s.
2. Sarkynov, E., Yakovlev, A., Bejsemin, K., Zhakupova, Zh., Ryskulbekova, L., Zhanyman, K., & Kalkabaeva, A. (2024). OROSHENIYA ZEMEL' I OBVODNENIYA PASTBISHCH IZ VODOTOKOV I OPREDELENIE TEHNOLOGICHESKIH I TEHNICHESKIH PARAMETROV GIDROTARANNOJ NASOSNOJ USTANOVKI. Izdenister Natigeler, (4 (104), 309–316. <https://doi.org/10.37884/4-2024/32> [in Russian]
3. Botelho Disu, Roozbeh Rafati, Amin Sharifi Haddad, José Antonio Mendoza Roca, María Isabel Iborra Clar, Sanaz Soleymani Eil Bakhtiari (2024). Review of recent advances in lithium extraction from subsurface brines. Geoenergy Science and Engineering, 241, 213189. <https://doi.org/10.1016/j.geoen.2024.213189>
4. Resursnyj potencial podzemnyh vod Kazahstana kak istochnik ustojchivogo pit'evogo vodoobespecheniya / Pod red. akad. NAN RK, doktora geol.-min. nauk, prof. M.K.Absametova. – Алматы: «Print express», 2023. – 304s.
5. Hasan Nikkhah, Andrea Di Maria, Giuseppe Granata, Burcu Beykal (2025). Sustainable process design for lithium recovery from geothermal brines using chemical precipitation. Resources, Conservation and Recycling, 107980. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107980>
6. Lena Kölbel, Klemens Slunitschek, Elif Kaymakci, Thomas Kölbel, Rebekka Reich, Joche n Schneider (2024). Lithium recovery from geothermal brines: An investigation into radioactive nuclide uptake on lithium-manganese-oxide (LMO) granules. Hydrometallurgy, 224, 106266. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2024.106266>
7. Navid Hosseini Alae, Ardeshir Saadmohammadi, Pooria Kianoush (2025). Innovative approaches to lithium extraction in Iran: Assessing resource potential and sustainable practices for a competitive future. Results in Engineering, 27, 105745. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105745>
8. Mohammad Marza, Grant Ferguson, Jon Thorson, Isabel Barton, Ji-Hyun Kim, Lin Ma, Jennifer McIntosh (2024). Geological controls on lithium production from basinal brines across North America. Journal of Geochemical Exploration, 257, 107383. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2023.107383>
9. Muhamedzhanov M.A., Arystanbaev Ya.Yu. Podzemnye vody aridnyh regionov Kazahstana i ih ispol'zovanie v usloviyah izmeneniya klimata i rosta vodopotrebleniya // Materialy

mezhdunarodnoj konferencii «Vodnye resursy Central'noj Azii i ih ispol'zovanie», Almaty, 2016, 1, 122-126.

10. Smolyar V.A. (2023). Sozdanie Atlasa gidrogeologicheskikh kart Respubliki Kazakhstan na osnove geoinformacionnyh sistem. Geol. i ohrana nedr, 1(86), 63-79

11. Racional'noe ispol'zovanie i ohrana podzemnyh vod Respubliki Kazakhstan v usloviyah klimaticheskikh i antropogennyh izmenenij / Pod red. akad. NAN RK, doktora geol.-min. nauk, prof. M.K.Absametova. – Almaty: «Print express», 2020. – 282s

12. Bernard Sanjuan, Blandine Gourcerol, Romain Millot, Detlev Rettenmaier, Elodie Jean del, Aurélien Rombaut (2022). Lithium-rich geothermal brines in Europe: An up-date about geochemical characteristics and implications for potential Li resource. *Geothermics*, 101, 102385. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2022.102385>

Е.Ж. Муртазин, Д.К. Аденова*, С. Тажиев

¹ У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты, Алматы, Қазақстан, ye_murtazin@list.ru, adenovadinara@gmail.com*, sula_tashiev@mail.ru

ШУ-САРЫСУ ОЙПАТЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЛИТИЙЛІ

ТҰЗДЫҚТАРЫНЫҢ ТҮЗУІНІҢ ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Мақала жерасты суларынан литийді алу бойынша Қазақстанның перспективті аймақтарының бірі Шу-Сарысу ойпаты шегінде құрамында литий болатын тұзды ерітінділердің пайда болуының гидрогеохимиялық жағдайларын зерттеуге арналған. Тұзды ерітінділердің химиялық құрамын, минералдануын, иондық қатынасын және аумақтың гидрогеологиялық құрылымын талдау негізінде литийдің жинақталуына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. 140-тан 272 г/л-ге дейін минералданған тұзды ерітінділердің таралу аймақтары мен гидрогеохимиялық аймақтары анықталды. Тұзды ерітінділердің химиялық құрамы негізінен III-b типті кальций-натрий хлоридті, сирек магний-натрий хлоридті және III-a типті натрий болып табылды. Жерасты суларында литийдің шоғырлануында және геохимиялық кедергілердің пайда болуында тектоникалық, климаттық және литофациялық жағдайлардың рөлі анықталды. Өртүрлі горизонттағы тұзды ерітінділердің құрамына салыстырмалы талдау жүргізіліп, олардың эволюциясы мен минералдану дәрежесіне баға берілді. Микрокомпоненттердің ішінде тұзды ерітінділерде 680,5-тен 1648,2 мг/л дейін стронций; литий 24,46-дан 55,11 мг/л дейін; рубидий 4,3-тен 8,4 мг/л дейін; цезий 0,31-ден 0,41 мг/л дейін анықталды. Алынған нәтижелер литогенездің механизмдерін нақтылауға және аймақтың литийлі ресурстарын одан әрі барлау мен ұтымды игерудің перспективалық бағыттарын негіздеуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: литий, тұзды ерітінділер, Шу-Сарысу ойысы, гидрогеохимия, жерасты сулары.

Ye.Zh. Murtazin, D.K. Adenova*, S. Tazhiev

¹ Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M.Akhmedsafin, Almaty, Kazakhstan, ye_murtazin@list.ru, adenovadinara@gmail.com*, sula_tashiev@mail.ru

HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF THE FORMATION OF LITHIUM-BEARING BRINES OF THE SHU-SARYSU BASIN

Abstract

The article is devoted to the study of hydrogeochemical conditions for the formation of lithium-bearing brines within the Shu-Sarysu depression, one of the promising regions of Kazakhstan for the extraction of lithium from groundwater. Based on the analysis of the chemical composition of brines, mineralization, ionic ratios and hydrogeological structure of the territory, the main factors influencing the accumulation of lithium were identified. Hydrogeochemical zones and subzones of brine distribution with mineralization from 140 to 272 g/L have been identified. The chemical composition of the brines is mainly calcium-sodium chloride type III-b, less often magnesium-sodium chloride and sodium III-a type. The role of tectonic, climatic and lithofacies conditions in the formation of

geochemical barriers and the concentration of lithium in groundwater has been established. A comparative analysis of the composition of brines of different horizons was carried out, and an assessment of the degree of their evolution and mineralization was given. Of the microcomponents, brines contain strontium from 680.5 to 1648.2 mg/L; lithium from 24.46 to 55.11 mg/L; rubidium from 4.3 to 8.4 mg/L; cesium from 0.31 to 0.41 mg/L. The obtained results allow us to clarify the mechanisms of lithogenesis and substantiate promising areas for further exploration and rational development of the region's lithium-bearing resources.

Key words: lithium, brines, Shu-Sarysu depression, hydrogeochemistry, groundwater.

Вклад авторов: Концептуализация – А.Д.К., М.Е.Ж.; Курирование данных – М.Е.Ж.; Формальный анализ – А.Д.К.; Приобретение финансирования – М.Е.Ж.; Расследование – Т.С.Р.; Методология – М.Е.Ж., А.Д.К.; Администрирование проекта – М.Е.Ж.; Ресурсы – Т.С.Р.; Программное обеспечение – Т.С.Р.; Надзор – Т.С.Р.; Проверка – М.Е.Ж.; Визуализация – Т.С.Р.; Роли/Письмо – первоначальный проект – М.Е.Ж., А.Д.К.; и Написание – обзор и редактирование – А.Д.К.

МРНТИ 87.21.02; 87.21.07; 87.21.05

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/45>

К.А.Оспанова, А.Д.Омарбекова, А.Х.Наушабаев,
Б.А.Рсымбетов, Г.К.Серикбаева*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Казахстан, rada89_08@mail.ru**

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЫ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Аннотация

В статье представлены результаты исследований химического состава засоленных почв орошаемой пашни, которые ранее находились в составе сенокосов и пастбищ в предгорной равнине Алматинской области. Здесь на территории хозяйств нарушение технологии орошения и возделывания сельскохозяйственных культур спровоцировали поднятие солевого раствора в корнеобитаемую зону растений, вызвав таким образом, вторичное засоление почв. Исследования показали, что северные светлые луговые сероземы, преобразованные в солончаки-солонцы отличились хлоридно-сульфатным типом засоления и осолонцеванием всего профиля поглощенным натрием. Содержание солей в срединной части профиля превышало $\geq 1,5\%$. Концентрация доминантного сульфат иона в верхнем горизонте составило 13,75 мг-экв, а с глубиной она возрасла до 19,50 мг-экв. Почва не засолена содой, о чем свидетельствовало отсутствие и низкое содержание карбонат и бикарбонат ионов. В составе поглощенных оснований господствует обменный натрий, который занимает от 34,0 до 40,5% доли от емкости катионного обмена. Полученные данные являются ценными в том плане, что показывают состояние антропогенно-деградированных засоленных земель временных орошаемых угодий, которые требуют всестороннего дальнейшего комплексного изучения на основе наземных и космических методов и подходов.

Ключевые слова: пастбище, вторичное засоление почв, пашня, деградация, плодородие

Введение

Изменения в землепользовании и методы ведения сельского хозяйства оказывают огромное влияние на пахотные земли в Мире [1]. По оценкам, почти 2 миллиарда гектаров почвенных ресурсов в мире были деградированы, а именно примерно 22% от общей площади пахотных земель, пастбищ и остальных массивов [2]. Деградация земель нарушает сельскохозяйственное производство, угрожая производству продуктов питания, усиливает силу засух и оказывает воздействие на биологию почвы и биогеохимический цикл [3]. Изменения в землепользовании за счет более широкого применения веществ и технологий приводит к быстрым изменениям в структуре и функциях ландшафта [4-6]. Например, изменение пастбищ на пахотные земли приводит к появлению новых ландшафтных структур и к изменению ее способности выполнять экосистемные функции [7].

В Республике Казахстан в результате земельных правоотношений ежегодно происходит постоянное перераспределение состава земельного фонда. Изменения в площадях категорий земель объясняются переводом земель из одной категории в другую, в связи с предоставлением земельных участков для различных целей [8].

В структуре земельного фонда Казахстана сильную обеспокоенность вызывают земли сельскохозяйственного назначения. В этой категории земель находятся наиболее ценные в сельскохозяйственном отношении земли Республики. На 1 ноября 2023 года их состав в Алматинской области по видам угодий был следующим от всех сельхозугодий (4471,3 тыс. га): пашня 469,2 тыс. га, залежь 48,2 тыс. га, сенокосы 62,5 тыс. га и пастбища 3872,4 тыс. га [8]. Несмотря на то, что земли сельскохозяйственного значения имеют особый правовой режим и подлежат охране, в конечном счете они стали не рационально использоваться. Последнее наблюдается в предгорной равнине Алматинской области, где, начиная с 2010 года крестьянскими хозяйствами началось постепенное освоение территории сенокосов и пастбищ с засоленными почвами без каких-либо заранее проведенных мелиоративных мероприятий. Нарушение ими технологии орошения и возделывания культур в условиях сухого и жаркого резкоконтинентального климата и близкого уровня залегания грунтовых вод создали большую опасность проявления процессов вторичного засоления почв. Несомненно, расширение орошаемого земледелия имеет первостепенное значение для обеспечения продовольствием растущего населения. Однако, без надлежащего управления, отмеченное расширение может привести к экологическим проблемам, связанным с засолением почв, вызванным орошением [9].

В Республике числится 35,5 млн. га засоленных и 58,2 млн. га солонцовых земель, которые соответственно составляют 16,7 и 27,1% от общей площади сельскохозяйственных угодий. В Алматинской области, где проведены наши исследования, почвы подвержены засолению и осолонцеванию на площади 78,7 и 17,4 тыс. га соответственно [8]. Образование и оценка состояния очагов вторичного засоления почв при изменении категории земель практически никем не изучено. В связи с этим целью наших исследований явилось наземное изучение эколого-мелиоративного состояния засоленных земель предгорной равнины Алматинской области и проблемы деградации их солевого режима при трансформации пастбищных угодий в орошаемую пашню.

Объект и методы

Для оценки эколого-мелиоративного состояния засоленных земель орошаемой пашни, которые ранее были в категориях сенокосов и пастбищ, нами в подготовительный период проведено изучение архивных и картографических материалов, а в полевой период - рекогносцировочное обследование земельных участков крестьянских хозяйств в сазовой полосе предгорной равнины Алматинской области [10].

Характеристика химического состава и физико-химических свойств засоленных почв проводилось на основе изучения почвенного разреза №8, который был заложен на территории крестьянского хозяйства, расположенный в 8км северо-западнее села Казатком в пределах Акшийского сельского округа Енбекшиказахского района Алматинской области (рисунок 1). Закладка разреза осуществлялась с учетом характера микрорельефа и растительности. Для

изучения полного профиля почвы, основным разрезом вскрывались все генетические горизонты и верхняя часть материнской породы при общей глубине разреза 117см.



Рисунок 1 – Местонахождение ключевого участка

Территория землепользования расположена в зоне выклинивания грунтовых вод, где последняя залегает на глубине в пределах от 2 до 6м, и в условиях сухого резкоконтинентального климата оказывает существенное влияние на процессы засоления почв. Например, луговато-сероземные светлые северные сильносолончаковатые почвы, которые занимают 30-50% площади хозяйства до 2011г. использовались как пастбищные угодья, однако весной того же года они были частично распаханы и переведены в пашню. Использование этих почв при капельном орошении привело к растворению солей, которые располагались на глубине 30-80см и движению солевого раствора вверх по капиллярам.

Разрез заложен на солончаковато-солонцеватых северных светлых луговатых сероземах, где смыкание грунтовой воды с орошаемой водой привело к их капиллярному поднятию и засолению поверхностных горизонтов. Из отобранных почвенных образцов определялись ионный состав водной вытяжки и ее pH по Гедройцу (ГОСТ 26426-85) и поглощенные основания (Ca^{2+} , Mg^{2+}) по Шмуку (ГОСТ 26486-85) и на пламенном фотометре (Na^+), а также общее содержание воднорастворимых солей [11].

Результаты и обсуждение

Почвенный покров ключевого участка представлены солончаковыми и солончаковатыми, в разной степени засоленными и солонцеватыми (30-50%) родами луговатых сероземов светлых северных. На их фоне встречаются также солонцы (10%). Они входили в состав земель пастбищного значения и нуждались в проведении мероприятий по их рассолению и рассолонцеванию. Однако, отмеченные почвы без предварительной оценки и проведения мелиоративных работ были переведены в орошаемую пашню, что требовало оценки их эколого-мелиоративного состояния.

Установлено, что рассматриваемые почвы на некоторой глубине (30-80см) имели остаточный солевой горизонт, который был активизирован взаимодействием близкостелегающих грунтовых вод и капельным и напускным орошением, что привело к еще более интенсивному вторичному засолению пахотного горизонта [12]. Поднятие легкорастворимых солей с капиллярной влагой в поверхностный горизонт происходил за счет сильного испарения и транспирации растений. Это привело к выпадению сельскохозяйственных культур и образованию больших пятен с пухлой солевой поверхностью (рисунок 2).



Рисунок 2 – Выходы солей на поверхности солончаков – солонцов орошаемой пашни

Изучение ионного состава почв ключевого участка показало, что они являются практически солончаками (таблица 1). В них содержание воднорастворимых солей по профилю варьирует от 1,154 до 1,504% с максимумом в слое 69-85см (1,763%). В растворе отсутствует свободная сода, о чем свидетельствует содержание нормальных карбонатов (0,00 мг-экв на 100г почвы) и гидрокарбонатов (<0,8 мг-экв на 100г почвы). На незначительность и недейственность отмеченных ионов указывает также нейтральная и слабощелочная реакция среды (рН 7,4). В составе анионов господствует сульфат ион, который достигает значительных величин в метровой толще. В поверхностном слое 0-29см ее содержание составляет 13,75 мг-экв на 100 г почвы, однако, еще глубже (29-85см) концентрация отмеченного иона достигает в среднем 18,00 мг-экв на 100г почвы. Высокое содержание сульфат иона было установлено в грунтовой воде, где ее доля достигало 86% ($M_{0.5} \frac{SO_4^{4-}HCO_3^{2-}Cl_7}{Na_{37}Ca_{31}Mg_{29}K_3}$). Это говорит о том, что в образовании вторично засоленных солончаков несомненно участвует грунтовая вода.

Таблица 1 – Ионный состав водной вытяжки солончаков-солонцов ключевого участка, мг-экв / %

Разрез №	Глубина образца, см	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей, %	рН
		Общая в HCO ₃ ⁻	От нормальных карбонатов CO ₃ ²⁻							
8	0-29	0.40	нет	6.30	13.75	10.00	2.25	8.20	1.323	7.4
		0.024		0.223	0.660	0.200	0.027	0.189		
	29-42	0.24	"	4.00	18.50	13.00	2.25	7.49	1.504	7.4
		0.015		0.142	0.888	0.260	0.027	0.172		
	42-69	0.28	"	4.40	18.00	12.25	1.75	8.68	1.503	7.4
		0.017		0.156	0.864	0.245	0.021	0.200		
	69-85	0.28	"	7.00	19.50	10.75	2.00	14.03	1.763	7.4
		0.017		0.248	0.936	0.215	0.024	0.323		
	85-117	0.44	"	9.20	8.50	1.50	1.75	14.89	1.154	7.6
		0.027		0.326	0.408	0.030	0.021	0.342		

После сульфат иона доминирующую позицию занимает хлор ион, который также токсично влияет на рост и развитие растений. Ее концентрация с глубиной возрастает и в материнской породе достигает максимума (9,20 мг-экв на 100г почвы). В катионном составе резко доминирует ион натрия, который также возрастает с глубиной и в материнской породе достигает в среднем 14,50 мг-экв на 100г почвы. Источником натрия служит грунтовая вода сульфатно-магниево-кальциево-натриевого состава, где доля последней составляет 37%. Таким образом, изучаемые почвы являются солончаками, в составе которой присутствуют в токсичном для растений концентрации хлориды и сульфаты натрия.

Изучение физико-химических свойств солончаков ключевого участка показало, что они являются не только солончаками, но и солонцами. Развитие сильной солонцеватости выражается присутствием значительной доли обменного натрия в составе поглощенных катионов. Так, например, в поверхностном слое (0-29см) доля поглощенного натрия достигает 40,53% от емкости катионного обмена (ЕКО), тогда как еще глубже она снижается до 34,00% от ЕКО (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические свойства солончаков-солонцов ключевого участка

Разрез №	Глубина образца, см	Состав поглощенных катионов, $\frac{\text{мг-экв}}{\%}$			Емкость катионного обмена, мг/100г почвы
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
8	0-29	10.00	1.50	7.84	19.34
		51.71	7.76	40.53	
	29-42	14.00	1.50	8.02	23.52
		59.52	6.38	34.06	
	42-69	14.00	1.50	8.20	23.70
		59.07	6.33	34.60	
	69-85	12.00	2.00	7.32	21.32
		56.30	9.38	34.33	

Несмотря на указанные изменения, величина поглощенного натрия остается существенной в отношении проявления солонцеватости. Таким образом, изучаемые почвы, которые длительное время оставались в состоянии покоя в составе пастбищ в результате реставрации солей при орошении трансформировались в поверхностно засоленные солончаки-солонцы. Отсюда следует тот факт, что при переводе пастбищных угодий в пашню при применении капельного орошения и в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод возрастает опасность вторичного засоления почв. Поэтому, освоение средне- и сильнозасоленных почв и солончаков-солонцов пастбищ или сенокосов сперва должно сопровождаться комплексной наземной и космической оценкой на основе ГИС технологии и на их основе проведением сложных мелиоративных мероприятий. В случае несоблюдения последнего целесообразно вывести их из временного состава пашни и обратно трансформировать в пастбища.

Заключение

Изменение структуры земель сельскохозяйственного назначения предгорной равнины Алматинской области в условиях продолжающихся засух и гидроморфного антропогенного процесса почвообразования приводит к деградации солевого режима почв в сторону развития вторичного засоления. Их современное эколого-мелиоративное состояние требует в первую очередь оценки химического состава раствора и поглощенного комплекса, что было проведено в настоящей работе. Исследованиями установлено, что источником воднорастворимых солей явилась грунтовая вода сульфатно-магниево-кальциево-натриевого состава, залегающая близко к поверхности. В результате освоения пастбищных земель изучаемым хозяйством путем перевода их в пашню, образовались голые участки вторичного засоления почв с выпадами культурных растений. На таких участках изначально пастбищные в разной степени засоленные и солонцеватые почвы в результате смыкания орошаемой воды с грунтовой воды и растворения остаточных солей, на фоне засушливого климата трансформировались в

поверхностно засоленные солончаки-солонцы. В их ионном составе резко преобладает сульфат ион, который увеличивается в глубину от 13,75 до 19,50 мг-экв на 100г почвы. Затем вторую позицию преобладающего иона занимает ион хлора, который содержится в токсичном для растений концентрации (4,00-9,20 мг-экв на 100г почвы). В составе поглощенных катионов значительно преобладает натрий, который участвует в образовании и развитии солонцеватости почв. Ее доля достигает до 40,53% от ЕКО в поверхностном слое (0-29см). Рекомендуются проведение комплексных наземных исследований очагов вторичного засоления почв, вызванного антропогенной деятельностью и разработать совершенные подходы их оценки с помощью ГИС технологии в сопряжении с наземными, перед освоением пастбищных и сенокосных земель аридных территории Республики Казахстан.

Благодарность: выражаю благодарность своему научному руководителю и соавторам статьи за ценные советы при планировании исследования и рекомендации по написанию и оформлению статьи.

Список литературы

1. Olsson, L., Cotrufo, F., Crews, T., Franklin, J., King, A., Mirzabaev, A., ... & Wang, Y. (2023). The state of the world's arable land. *Annual Review of Environment and Resources*, 48(1), 451-475. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112320-113741>
2. Jie, C., Jing-Zhang, C., Man-Zhi, T., & Zi-Tong, G. (2002). Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. *Journal of Geographical Sciences*, 12, 243-252. <https://doi.org/10.1007/BF02837480>
3. Quinton, J. N., & Fiener, P. (2024). Soil erosion on arable land: An unresolved global environmental threat. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 48(1), 136-161. <https://doi.org/10.1177/03091333231216595>
4. Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and urban planning*, 70(1-2), 21-34. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>
5. Bastian, O., & Bernhardt, A. (1993). Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication. *Landscape ecology*, 8, 139-151. <https://doi.org/10.1007/BF00141593>
6. Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., ... & Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current opinion in environmental sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
7. Jongman, R. H. (2002). Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and urban planning*, 58(2-4), 211-221. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00222-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00222-5)
8. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2023 год. (2023) Астана, 109-111. https://cawater-info.net/bk/land_law/files/kz-land2023.pdf
9. Singh, A. (2021). Soil salinization management for sustainable development: A review. *Journal of environmental management*, 277, 111383. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111383>
10. Инструкция по проведению крупномасштабных почвенных изысканий земель Республики Казахстан. (1995), Алматы, 12-19. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031999>
11. Сборник методических указаний по лабораторным исследованиям почв и растительности Республики Казахстан (издание третье, дополненное и переработанное), (1998), Алматы, 19-35.
12. Сарыбаева, Г. М., & Наушабаев, А. Х. (2021). Формирование содово-засоленных полугидроморфных солонцов илийской впадины. *Исследование, результаты*, (2 (90)), 192-204. <https://doi.org/10.37884/2-2021/19>

References

1. Olsson, L., Cotrufo, F., Crews, T., Franklin, J., King, A., Mirzabaev, A., ... & Wang, Y. (2023). The state of the world's arable land. *Annual Review of Environment and Resources*, 48(1), 451-475. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112320-113741>
2. Jie, C., Jing-Zhang, C., Man-Zhi, T., & Zi-Tong, G. (2002). Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. *Journal of Geographical Sciences*, 12, 243-252. <https://doi.org/10.1007/BF02837480>
3. Quinton, J. N., & Fiener, P. (2024). Soil erosion on arable land: An unresolved global environmental threat. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 48(1), 136-161. <https://doi.org/10.1177/03091333231216595>
4. Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and urban planning*, 70(1-2), 21-34. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>
5. Bastian, O., & Bernhardt, A. (1993). Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication. *Landscape ecology*, 8, 139-151. <https://doi.org/10.1007/BF00141593>
6. Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., ... & Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current opinion in environmental sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
7. Jongman, R. H. (2002). Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and urban planning*, 58(2-4), 211-221. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00222-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00222-5)
8. Svodnyj analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan za 2023 god. (2023) Astana, 109-111. https://cawater-info.net/bk/land_law/files/kz-land2023.pdf
9. Singh, A. (2021). Soil salinization management for sustainable development: A review. *Journal of environmental management*, 277, 111383. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111383>
10. Instrukciya po provedeniyu krupnomasshtabnyh pochvennyh izyskanij zemel' Respubliki Kazakhstan. (1995), Almaty, 12-19. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300031999>
11. Sbornik metodicheskikh ukazaniy po laboratornym issledovaniyam pochv i rastitel'nosti Respubliki Kazakhstan (izdanie tret'e, dopolnennoe i pererabotannoe), (1998), Almaty, 19-35.
12. Sarybaeva, G. M., & Naushabaev, A. H. (2021). Formirovanie sodovo-zasolennykh polugidromorfnykh soloncov ilijskoj vpadiny. *Issledovanie, rezul'taty*, (2 (90)), 192-204. <https://doi.org/10.37884/2-2021/19>

**К.А.Оспанова, А.Д.Омарбекова*, А.Х.Наушабаев,
Б.А.Рсымбетов, Г.К.Серикбаева**

*Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан,
rada89_08@mail.ru**

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ТАУ ЕТЕГІ ЖАЗЫҚТЫҒЫНДАҒЫ ТҮЗДАНҒАН ЖЕРЛЕРДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-МЕЛИОРАТИВТІК ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРЛЕРІН ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ ОЛАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ ДЕГРАДАЦИЯЛАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада Алматы облысының тау етегі жазығында бұрын шабындық және жайылымдық алқаптардың құрамында болған суармалы егістік жерлердің тұзданған топырақтарының химиялық құрамын зерттеу нәтижелері берілген. Мұнда шаруақожалықтар аумағында суару мен ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру технологиясының бұзылуы, өсімдіктердің тамыр аймағына тұзды ерітіндінің көтерілуіне себеп болды, осылайша топырақтың екінші реттік сортаңдануды туғызды. Зерттеулер көрсеткендей, сортаң-кебір топыраққа айналған солтүстіктің ашық шалғынды сұр топырақтар хлоридті-сульфатты тұздану типімен және сіңірілген натриймен бүкіл кескіннің кебірленуімен ерекшеленді. Кескіннің ортаңғы бөлігіндегі тұздардың мөлшері $\geq 1,5\%$ асты. Жоғарғы қабаттағы басымдықты сульфат ионының концентрациясы 13,75 мг-экв болды, ал тереңдеген сайын 19,50 мг-экв дейін өсті.

Топырақ содалы тұзданбаған, оны карбонат пен бикарбонат иондарының болмауы және аздығы дәлелдейді. Сіңірілген негіздердің құрамында алмаспалы натрий басым, оның үлесі катион алмасу сыйымдылығынан 34,0-ден 40,5%-ға дейін жеткен. Алынған деректер уақытша суармалы жерлердің антропогендік деградацияға ұшыраған тұзданған жерлердің жағдайын көрсетуімен құнды, ол жерлер жерүсті және ғарыштық әдістер мен тәсілдер негізінде әрі қарай кешенді зерттеуді қажет етеді.

Кілт сөздер: жайылым, топырақтардың екінші реттік сортаңдануы, егістік жер, деградация, құнарлылық

**K.A.Ospanova, A.D.Omarbekova*, A.K.Naushabayev,
B.A.Rsymbetov, G.K.Serikbaeva**

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, rada89_08@mail.ru**

ECOLOGICAL AND RECLAMATION STATE OF SALINE LANDS OF THE FOOTHILL PLAIN OF THE ALMATY REGION AND PROBLEMS OF DEGRADATION OF THEIR CHEMICAL COMPOSITION DURING THE TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL LANDS

Abstract

The article presents the results of studies of the chemical composition of saline soils of irrigated arable land, which were previously part of hayfields and pastures in the foothill plain of the Almaty region. Here, on the territory of farms, violations of irrigation technology and cultivation of agricultural crops provoked the rise of saline solution in the root zone of plants, thus causing secondary salinization of soils. Studies have shown that northern light meadow sierozem soils transformed into solonchaks-solonetzes were distinguished by a chloride-sulfate type of salinization and solonetzization of the entire profile by absorbed sodium. The salt content in the middle part of the profile exceeded $\geq 1.5\%$. The concentration of the dominant sulfate ion in the upper horizon was 13.75 mg-eq, and with depth it increased to 19.50 mg-eq. The soil is not saline with soda, as evidenced by the absence and low content of carbonate and bicarbonate ions. The composition of absorbed bases is dominated by exchangeable sodium, which occupies from 34.0 to 40.5% of the share of the cation exchange capacity. The data obtained are valuable in that they show the state of anthropogenically degraded saline lands of temporary irrigated lands, which require further comprehensive study based on ground and space methods and approaches.

Key words: pasture, secondary soil salinization, arable land, degradation, fertility.

Вклад авторов

1. Оспанова К.А.: Концептуализация; Методология; Проведение исследования, Написание

2. Омарбекова А.Д.: Концептуализация; Методология; Проверка; обзор и редактирование.

3. Наушабаев А.Х.: Верификация данных; Визуализация;

4. Рсымбетов Б.А.: Проведение исследования, Формальный анализ;

5. Серикбаева Г.К.: Методология; Визуализация;

Акижанова Н.Т.^{1.}, Мазаржанова К.М.^{2.}, Сағалиев Н.А.^{3.}, Акимжанов Д.Ш.^{4.}

^{1,2} С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ.,
Қазақстан, kmazarzhanova@mail.ru, nazym_88-88@mail.ru

³ «Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» РММ, Ерейментау ауд., Қазақстан,
sagaliyevnurum76@gmail.com

⁴ Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан, darhan-14@mail.ru

БҰЙРАТАУ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРК АУМАҒЫНДАҒЫ ЖҰПТҰЯҚТЫЛАР САНЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Аңдатпа

Жұптұяқтылар - табиғаттың маңызды элементтерінің бірі. Әртүрлі аңшылық жануарларының қорлары еліміздің табиғат ресурстарының бөлігін құрайды. Сондықтан, жабайы жануарларды қорғаудың маңызы зор. Зерттеудің негізгі мақсаты Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағында жұптұяқтылардың таралуын қыс уақытында бақылауға алып, есепке алу жұмыстарын жүргізу болып табылады. Далалық зерттеу жұмыстары Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи парк территориясында 2023-2024 жж. аралығында жүргізілді. Жабайы жануарлардың қазіргі жағдайы мен таралуы, сандық динамикасы қарастырылған. Далалық зерттеу жұмыстарымызда қысқы маршруттық есепке алу, фототұзақтар орнату, сауалнама алу, көзбен шолу әдістері қолданылды.

Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағында жұптұяқтыларды бақылау кезінде есепке алу қыс мезгілінде жүргізілді. Қысқы маршруттық санақ кезінде 2024 ж. санақ бойынша жануарлардың саны 1532 дана басты құрады. Парк территориясында жануарлардың мекендеу ортасы қайыңды-көктеректі ағаштар өсетін ормандар. Сонымен қатар, орманды алқаптарда және қосымша азықтанатын науалар жанында жануарлардың белсенділігі орнатылған фототұзақтар арқылы байқалды. Жүргізілген ғылыми далалық зерттеудің нәтижесінде жұптұяқтылардың көптеген ерекше биологиялық қасиеттері мен санының динамикасын анықтауға мүмкіндік туды. Зерттеу нәтижесінде жұптұяқтылардың жыныстық және жастық құрылымы есепке алынды және олардың саны анықталды.

Кілт сөздер: жұптұяқтылар, бұлан, марал, елік, арқар, қабан.

Кіріспе

«Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» РММ паркі 2011 жылғы 11 наурызда Қазақстан Республикасы Үкіметінің №247 Қаулысымен Орталық Қазақстан үстірті бірегей дала экожүйелерін сақтау мақсатында ұйымдастырылды. Қазақстан ұлттық мемлекеттік табиғи парктерінің қатарына он екінші парк болып, ҚР Ауылшаруашылығы министрлігі Орман және аң шаруашылығы комитеті «Жасыл Даму 2011-2014» бағдарламасы ауқымында Біріккен Ұлттар Ұйымының Даму Бағдарламасы «Далалық экожүйелерді сақтау мен орнықты басқару» Жобасының қолдауымен құрылды [1]. Олар Ақмола, Қарағанды облыстарының екі аудандарында орналасқан. МҰТП жалпы ауданы 88968 га құрайды. Яғни Ақмола (Ерейментау) және Қарағанды облыстарының (Осакаров) аталмыш ауданында орналасқан. МҰТП-ның өзі екі филиалға бөлінеді, олар: Ерейментау - 60 814 га, ал Белодымовка филиалы - 28 154 га алып жатыр [2,3].

Бұл аумақта жұптұяқты жануарлардан бұғылар тұқымдасынан 4 түрі және қабан, қызыл кітапқа енген арқар мекен етеді. Бұғылар тұқымдасынан кездесетін түрлері: бұлан, марал және елік.

Жұптұяқтылар, атап айтқанда, бұлан, бұғы және елік, қабан, арқар тек орманның жабайы жануар ғана емес, орман экожүйелерінің ажырамас бөлігі болып табылады. Олар орман

қалыптастыру процесіне, зат пен энергияның биологиялық шеңберіне атсалысады деуге болады. Көптеген жылдар бойы бұлан, бұғы, елік сияқты жұптұяқтылар орман шаруашылығы үшін маңызды мәселе тудырмады. Соңғы жылдарда олардың санының азайуына байланысты осы жануарлардың түрлерін сақтау мақсатында елімізде аң аулауды реттеп, ал кейбір жағдайларда тыйым салатын бірқатар заңдар шығарылды. Қабылданған шаралар мен браконьерлікке қарсы жұмыстың нәтижесінде жабайы жануарлардың саны күрт өсті. Орман және аңшылық шаруашылығының мүдделерін біріктіруде жабайы жануарлардың санын ғылыми негізде реттеп отыру керек.

Парк аумағында жануарлар түрлердің сақтау барысында үнемі қорғау шаралары жүзеге асырылуда. Осыған орай жыл сайын жануарлардың есебін жүргізіп, жыныстық жастық құрамын анықтап іс-шараларын жүргізу маңызыды болып табылады.

МҰТП орналасқан аумақтың негізгі бөлігін ұсақ шоқылар, биік - аласа таулы жоталар алып жатыр. Парктың негізгі рөлі құрғақ далалы зонаның оңтүстікке созыла орналасқан қара қандағаш, көктеректі-қайың, қарағайлы ұсақ шоқылы алқаптардың және жануарлар мен өсімдіктер әлемін сақтау, қалпына келтіру болып табылады [4].

Зерттеудің мақсаты: «Бұйратау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі жұптұяқты жануарлардың қазіргі кезде парк территориясында таралуын, жануарларға арналған биотехниялық шаралар кешенін қалыптастырып, сандық көрсеткішін анықтау.

Материалдар мен әдістер

2023-2024 жж. аралығында Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі жұптұяқты жануарларға бақылау жасалынды және қысқы санақ есептері жүргізіліп сандық көрсеткіштері анықталды.

Зерттеу барысында аймақтың климаттық жағдайларының жануарларға әсерін анықтау үшін келесідей факторларды қарастырдық: қыс мезгілінде ауаның орташа температурасы, тұрақты қар жамылғысының түсуі, оның биіктігі, көктем мезгілінде ауаның орташа температурасы, жауын-шашынның түсуі, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, жаз мезгілінде ауаның жоғарғы температурасы, орташа жылдық жауын-шашын, желдің соғуы, күз мезгілінің орташа температурасы, жауын-шашын мөлшері, алғашқы қардың түсуі. Жануарлар жүрген территория орманды және далалы климаттық зонаға жататындықтан, жануарлардың мұнда өсіп көбеюіне және әр маусымның климаттық көрсеткіштеріне төзімділігі бақыланды.

Ұлттық табиғи паркте жануарлардың таралу ерекшеліктерін анықтау үшін далалық бақылау жұмыстарынан басқа арнайы орманшылар мен аңшылар арасына таратылған сауалнамалардың нәтижелері пайдаланылды. Зерттеу барысында аталық жануарлардың мен аналықтардың биотоптарының әр түрлі екендігі көрсетілді. Яғни қыс мезгілінде аталық жануарлар қар жамылғысының биіктігі 20-30 см асатын жерлерде, ал аналықтары төлдерімен қар жамылғысының биіктігі 10-20 см болатын аудандарда тіршілік ететіні анықталды. Сондай-ақ жануарларды ұлттық табиғи паркте таралу ерекшеліктерін анықтау үшін тіршілік ету барысында қалдыратын іздері арқылы зерттеу жұмыстарын жүргіздік [5].

Жануарларды есепке алу жұмыстарын «Белодымовка», «Ерейментау» филиалдарында жүргіздік. Есепке алу жұмыстарын бастау алдында қажетті әдебиет көздерімен танысып, жануарлардың орманды алқапта таралуын жергілікті орманшылармен және аңшылардан сұрастыру арқылы мәліметтер жиналды. Есепке алу жұмыстарына фотокұралдар мен фототұзақтар, ұлттық табиғи парктің картасы, бланкілер, жануарлар есебінің журналдары қолданылды. Есептеу жұмыстарын МҰТП-дегі аңшылық бөлімінің мамандарымен бірлесіп жүргізілді. Жұптұяқты жануарларды есепке алудың бірнеше әдістері бар. Олардың ішінен жануарлады есепке алу төмендегі әдістер қолданылды:

1. Қыс уақытында салыстырмалы соқпақтық іздері арқылы есептеу. Бұл әдіспен есепке алудың негізгі бағыты жануарлардың бір тәуілікте қалдырған іздерінің санын анықтау. Есептеу жұмысын тұрақты қар жамылғысы болған кезде жүргіздік. Соқпақта есепке алу тәсілі болжамға негізделген, әр түрлі алқаптарда жануарлардың тығыздылығы бірдей болған жағдайда, соқпақтың бірлігіне келетін іздердің саны әр түрлі болады. Сол сияқты бір тиіпті алқаптарда есепке алынған іздердің саны бірдей немесе бір-біріне ұқсас келуі мүмкін.

Салыстырмалы соқпақтық есептеуді мекемедегі аңшылықтанушы мамандар, яғни үш есепшімен бірлесе жүргіздік. Жұмыстың нәтижесі нақты болу үшін әр жануарлардың іздері мұқияты суретке түсіріліп, өлшемдері алынып анықталды. Соқпақтық есептің салыстырмалы нәтижесін жазу барысында жануарлардың уақыт және шоқ орман құрайтын мысалы: қайың-көктеректі, қара қандыағашты алаңдардағы кездескен іздеріне сүйене отырып, олардың саны, қозғалыс бағыттары, сонымен қатар жасын және жынысын көрсеттік [6,7].

2. Қоректенетін жерлерінде көзбен бақылап есепке алу. Есепке алудың бұл әдісінде жануарларды тікелей бақылау қиынға соғады, бірақ оның артықшылығы алынған нәтижелерден жануарлар популяциясының жыныстық және жастық құрылымын жорамалдауға болады. Әдетте жануарлардың көпшілігі қыс мезгілінде қар қалың түскенде қосымша азықтандыруды қажет етеді. Осыған байланысты табиғи парктің орманды алқаптарының ашық жерлеріне жабайы жануарларға арналған қосымша азықтар салынатын арнайы орындар жасалынған. Азықтану кезінде жануарлар бір жерге шоғырланады. Осы уақытта жануарларды сыртынан бақылап, жануарлар есебінің журналына жазып отырдық.

Қоректік қорларын анықтау үшін «Ерейментау» филиалында таңғы сағат 7:00 мен кешкі 20:00 аралығында аталық және аналық жануарларды төлімен бақылау жүргіздік. Ол үшін қарындаш, карта, өсімдіктер анықтамасы, журнал және дүрбі қолданылды. Журналға жануарлардың қоректенуге шыққан уақытын белгілеп, қандай азықпен қанша уақыт қоректенгенін толтырып, жұмыс аяқталған соң қортынды есебін шығардық.

Жануарлардың жыныстық құрылымын анықтау үшін науаларға азықтауға келген уақытында бақылауға алдық. Алдымен аналықтары төлдерімен есепке алынды. Себебі аталықтары аналықтарға қарағанда өте сақ келеді. Сондықтан олар бақылау жұмысы басталғанан кейін біраз уақыттан соң шығып, науаларға жақындай бастады. Осы кезде оларды да бланкілерге түсірдік. Популяцияның жастық және жыныстық құрылымы бағдарда, қосымша азықтану барысында көзбен бақылап есепке алу кезінде және тіршілік әрекетінің іздері бойынша анықталды [8,9].

Нәтижелер мен талқылау

Жұптұяқты жануарлар ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың маңызды компоненті. Зерттеу жұмысы Бұйратау МҰТП жүргізілді. Парк Ақмола, Қарағанды облыстар аумақтарында орналасқан. Зерттеу нысаны ретінде парк аумағында орналасқан «Ерейментау» және «Блодымовка» екі филиалын қамтыдық. Парк аумағында жұптұяқтылар отрядына жататын бұғылар тұқымдасы [10], қызыл кітапқа енген арқар [11] және де қабан мекен етеді. Ал, бұғы тұқымдасынан парк аумағында бұлан, марал, елік бар [11, 12]. Жұптұяқты жануарлар парк аумағында қотыр қайың, көктерек, қара қандыағаш және кәдімгі қарағайлар кеңінен таралған жерлерінде мекендейді [13, 14, 15]. Ал қыс мезгілінде қайыңды-көктеректі ұсақ шоқылы орманды алқаптарында тіршілік етіп, күн жылынған кезде жазыққа қарай қары аздау жерлерге жайылымға шыға бастайды. Осы кезде жабайы жануарларға қысқы бақылау жұмыстары жүргізілді.

Жануарлардың биотоптары алуан түрлі. Жыл маусымдары бойынша өзгеріп тұрады. Аталықтары мен аналықтары төлдерімен тіршілік ететін биотоптары әртүрлі. Аналық жануарлар көбіне жаз мезгілінде орманды аймақтың шеткі бөлігінде жүрсе, ал аталықтары топпен орманның жоғары бөлігінде мекендейді. Тек қана күйекке түсер мезгілдерінде аталық жануарлар аналықтардың маңына жинала бастайды. Күйек аяқталған соң аталықтар ізінше орманның жоғары жағына қайтады. Аналық және бір жастан асқан төлдері орманның ашық жерлерінде жиі кездеседі.

Жануарлардың ұлттық табиғи парктің территориясында таралу ерекшеліктерін және жалпы санын анықтау үшін олардың тіршілік ету барысында қалдыратын іздерін білу маңызды. Олардың ішіндегі негізгілері: іздері, тұяқтарының таңбалары, экскременттері және нәжістерінің іздері, жайылған жерлердегі қопарылған қарлардың орындары, еліктер мүйіздерінің әсерінен ағаш қабықтарының сырылуы, түлеу кезінде жоғалтқан жүндерінің қалдықтары, түскен мүйіздері және сүйек қалдықтары (1-сурет).

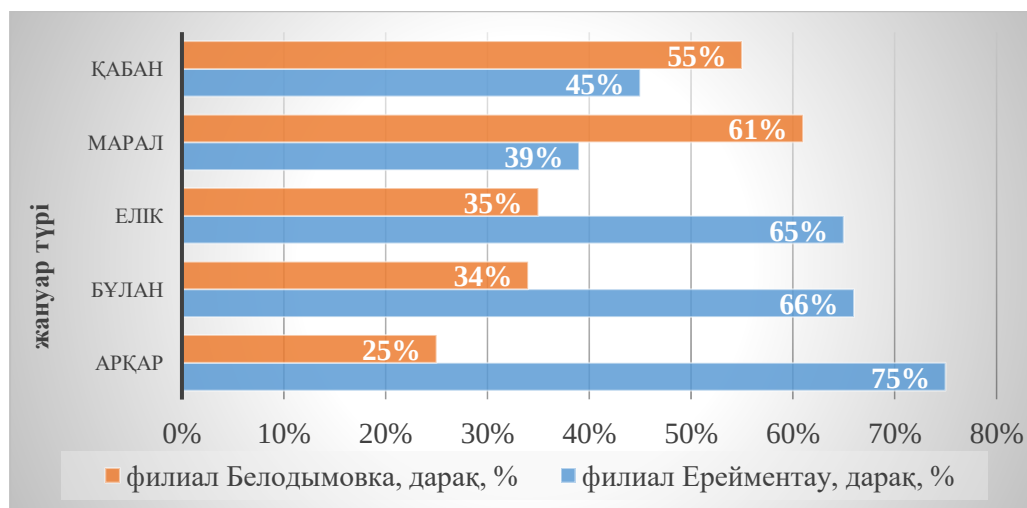


1-сурет. Қыс мезгілінде кездескен жұптұяқты жануарлардың іздері

Суретте жануарлардың парк аумағында жүрген жерлерінен түсірілген іздерді анық көруге болады, олар қайың-көктерек шоғырлана өскен жерлер.

МҰТП-те мекендейтін жұптұяқты жануарларды биологиялық қасиеттері мен ерекшеліктерін білу үшін және оларға есепке алу жұмыстары жүргізілді. Есепке алу жұмыстары парктің филиалдарында жануарлардың жалпы белсенді уақыттары таңғы 7 мен 10-11 арасында және кешке қарай сағат 5-6-да жануарлар тынығып белсенді қоректенуге шыққан уақытта жүргізілді. Есепке алу жұмысы нақты әрі ыңғайлы болу үшін екі түрлі әдіс қолданылды. Олар: қысқы бағдарда есепке алу және көзбен бақылап есептеу әдісі. Қыс уақытында соқпақта іздері арқылы есепке алудың негізгі бағыты жануарлардың бір тәулікте қалдырған іздерінің санын анықтау арқылы жүргізілді.

Қыс уақытында салыстырмалы соқпақтық іздері арқылы есептеу. Жануарлардың бұл әдіспен есепке алудың негізгі бағыты жануарлардың бір тәулікте қалдырған іздерінің санын анықталды.



2-сурет - МҰТП екі филиалдарындағы жануарлардың таралуының сандық көрсеткіштері

Жұптұяқтылар санының динамикасын есептеу 1-ші кестеде көрсетілген. Есептеу жұмысын тұрақты қар жамылғысы болған кезде жүргіздік. Салыстырмалы соқпақтық есептеуді екі есепші жүргізді. Жұмыстың сәтті шығуының басты шарты есепшілердің есептеу жүргізетін ауданда мекендейтін жануарлардың іздерін өте жақсы ажырата алуы. Соқпақтық

есептің салыстырмалы нәтижесін жазу барысында есепке алу күні, ауа райы, қар қалыңдығы, соқпақта кездескен іздердің саны, тәуіліктік жүрісі анықталды.

Ұлттық табиғи парктің климаттық жағдайлары жануарларға жақсы әсер етуі және әр түрлі биотехниялық шараларды жүргізудің нәтижесінде олардың саны жылдан-жылға көбею үстінде.

«Бұйратау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінде есепке алу жұмыстарының нәтижесі бойынша 2023-2024 жж. парк территориясында мекен ететін жануарлардың барлығының жалпы саны марал 703 бас, елік 869 бас, бұлан 147 бас, қабан 163 бас, арқар 1180 басты құрады.

1-кесте - 2023-2024 жылдар аралығындағы жүргізілген есеп бойынша жұптұяқтылардың жалпы сандық көрсеткіштері

Жылдар	Жануардың түрі (саны)				
	Марал	Елік	Бұлан	Қабан	Арқар
2023ж.	280	442	68	89	651
2024ж.	423	427	79	74	529
Барлығы	703	869	147	163	1180

Көзбен бақылап есептеу әдісін арқылыда есепке алу жүргіздік. Қоректенетін жерлерінде көзбен бақылап есепке алу жұмысын «Бұйратау» МҰТП-ның 2 филиалында жүргіздік. Бұл әдісті қолдана отырып жануарлар популяциясының жыныстық және жастық құрылымын анықтадық. Парктің орманды алқаптарының ашық жерлеріне кварталдар бойынша жануарларға арналған қосымша азықтар салатын арнайы орындар жасалынған. Қыс мезгілінде жануарлар көбіне науалардың маңында жиі жүреді. Әсіресе таңертен және кешкі қоректену кездерінде белсенді.

2-кесте - Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі жүргізілген бақылау бойынша жұптұяқтылардың жыныстық және жастық құрылымы, 2024 ж.

Жануардың түрі	Жалпы саны	Ересектер		төлдері
		Аталық	Аналық	
Марал	423	135	170	118
Елік	427	86	187	154
Бұлан	79	24	28	27
Қабан	74	14	31	29
Арқар	529	154	240	155
барлығы	1532	413	656	483

Көзбен бақылап есепке алу әдісі арқылы Ерейментау мен Белодымовкада филиалдарының кварталда орнатылған науалардың жанынан 413 бас аталық, 656 бас аналық және 483 бас бір жасқа толмаған төлдері есепке алынды. Жалпы парк территориясында 1532 бас жануар бланкіге түсірілді.

Қосымша азықтандыру жұмыстарын парктің екі филиалдар арасында жүргіздік. Әр филиалда 3-4 науадан орнатылған. Жазғытұрым бұл жануарлар қосымша азықтандыруды қажет етпейді, өйткені бұл кезде табиғи азықтар жеткілікті болады. Қыстағы қосымша азықтандыруды жануарлар табиғи азықтар аз болғанда, қар қалың немесе қабыршақ мұз пайда болған кезде қажет етеді. Қосымша азықтандыруды дұрыс ұйымдастырғанда жануарлар қолайлы жерде шоғырланады, оларға бақылау жүргізу жеңілдейді.

Жыл мезгілдеріне байланысты жануарлардың қылықтары өзгереді. Осыған орай аңшы мамандар олардың мұндай ерекшеліктерін жақсы білу қажет. Жалпы қандай жануар болмасын көктем уақытында ағзаларында минералды азықтар жеткіліксіз болады. Осыған орай парктің территориясында науалардың жанына арнайы тұз салатын астаулар қойылған. Әр апта бойы 25 кг тұз салынады.

МҰТБ-да қыс уақытында пішенмен, ағаштардың жапырақты сыпыртқыларымен, шүйгін және дәнді дақылдармен қоректендіру нәтижесінде жануарлардың саны көбейді. Парктің

жұмысшылары аптасына екі рет дүйсенбі және жұма күндері жаз бойы жиналған пішенмен науаларды толтырады. Көліктің даусы мен адамдарға әбден үйренген аналық жануарлар мен төлдері бұл уақытта науалардан алыс кете қоймайды. Ерейментау мен Белодымовка филиалдарда жүргізген бақылау жұмыстарымыз бойынша қыс уақытында көбінесе аналық жануарлар мен төлдері сокпақтарға тасталынған шөптермен жиі азықтанатындары байқалды.

Әр түрлі биотехниялық шаралар жүргізудің барысында қыс уақытында көбіне аналық жануарлар мен бір жасқа толмаған төлдердің қосымша азықтандыруды қажет етедіңдігі анықталды. Жануарларды қосымша азықтандыру тек оң нәтижесін берді, осының арқасында олар белгілі бір жерде тұрақтайды, санының өсуіне, ал кейбір жағдайларда алқаптардың табиғи өнімділігін жоғарылатуға өте қолайлы.

Қорытынды

Жүргізілген ғылыми жұмыстар нәтижесінде жабайы жануарлардың таралуының биологиялық және экологиялық ерекшеліктеріне байланысты: парк аумағындағы бақылау жұмыстарында арқар, қабан, марал, бұлан, елік сияқты жануарлардың соңғы 5 жылдықта таралу аймағы айтарлықтай кеңейген.

Жануарлардың парктегі мекендеу ортасы – қайыңды, көктеректі, қандыағашты, қарағайлы шоқ ормандардағы көп жылдық шөптесін өсімдіктер (*Phlomis tuberosa* (L.) Moench, *Artemisia pontica* L. т.б.) және жеміс жидектер (*Fragaria vesca* L, *Vaccinium myrtillus* L, *Rubus idaeus* L т.б.) өсетін жерлері болып табылады.

Жануарлардың аталықтары аналықтарына қарағанда морфо-экологиялық ерекшеліктеріне байланысты қар жамылғысы біршама қалың болатын жерлерде қыстайды, ал аналықтары мен бір жасқа толмаған төлдері қар жамылғысының биіктігі 10-15 см аспайтын орманның ашық жерлерінде кездесті.

Парк территориясында 2023-2024 жж. жүргізілген есепке алу жұмыстарының нәтижесі бойынша жануарлардың жалпы саны 1532 басты құрады.

Жануарлар қыста көбіне ағаш-бұталардың қабықтары және жоғарыда аталған шөптесін өсімдіктермен қоректенеді. Қыс мезгілінде жануарлар өте белсенді, жайылуы орманның ашық жерлерінде таңертеңгі уақытта байқалды. Жазда тәуліктік белсенділігі таңғы 8:00 мен 10:00 аралығында және кешке 19.00 мен 21.00 аралығында көрінді. Қазіргі уақытта паркте жануарлардың популяциясы өсу үстінде оның дәлелі санақ жүргізген уақытта байқалды.

Осы жұптұяқтыларды есепке алу барысында олардың санының динамикасы оң нәтиже көрсетті. Есепке алынған жануарлардың жалпы саны 2023-2024 жж. санақ бойынша 1532 бас тіркелді. Сонымен қатар жыныстық және жастық құрылымының сандық көрсеткіші анықталды.

Арқар, марал, бұлан, елік аязды, суық ауа-райы шарттарында азықсыз қалмау және браконьерлік процеске жол бермей сақтап қалу жолында жүйелі биотехникалық іс-шаралар жүргізу маңызды рөл атқарады.

Алғыс. Мақала «Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардағы («Қарқаралы» және «Бұйратау» МҰТП) жұптұяқтылардың (*Artiodactyla*) орманның табиғи даму үрдісіне әсері» атты докторлық диссертациялық жобасы аясында далалық зерттеу жұмыстар нәтижесінде дайындалған. Авторлар осы зерттеуді жүргізуге көмектескен «Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи парк» қызметкерлеріне алғыстарын білдіреді.

Әдебиеттер тізімі

1 Сәтімбеков, Р., Е. Келемсейіт, Шілдебаев Ж. "Қазақстанда ерекше қорғалатын табиғи аумақтар және биоалуантүрлілік" (2012): 157-160.

2 Минаков А. И. Краткий обзор орнитофауны Государственного национального природного парка «Буйратау» и сопредельной территории//Fundamental and Experimental Biology. – 2015. – Т. 80. – №. 4. – С. 38-44.

3 Оспанова Г. К., Ауезхан С. А. Экологическое состояние Государственного национального природного парка "Буйратау" //экологические проблемы региона и пути их разрешения. – 2018. – С. 260-265.

4 Рахматулин Т. С., Сағындық Т. Ғ., Омарбеков А.Ш., (2023). *План управления РГУ «Государственный национальный природный парк «Буйратау» на 2024-2028 гг. п.Молодежный.* 130.

5 Қазақстан Республикасы Әділет Министрлігінің «Қазақстан Республикасының Заңнама және құқықтық ақпарат институты» ШЖҚ РМК. *Қазақстан Республикасының аумағында жануарлар түрлерін есепке алуды жүргізу жөніндегі нұсқаулық.* -2012. URL:<https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1200007492/links#to>

6 Кузякин В. Учёт численности охотничьих животных. – Litres, 2022. Стр 84-90

7 Кондратов, А. В., Кретинина, Н. С., & Васькович, Е. В. *Учет животных ресурсов: учебное пособие для вузов.* – Иркутск, 2017. Стр 11-14.

8 Машкин, В. И. *Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях: учебное пособие.* Санкт-Петербург. Издательство Лань. 2013. Стр 432 с.

9 Суворов А.П. *Основы полевых наблюдений. Следы жизнедеятельности зверей и птиц:* учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2020. Стр 260.

10 Қарағойшин Ж. М. *Орман аңдарының биологиясы.* Оқу құралы. Астана: С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ 2023. 66-80б.

11 Қазақстан Республикасының Қызыл кітабы. Омыртқалылар. – Алматы, Нұр-Принт «DPS», –І: 1. 2010. 324б.

12 Рашитов С. С., Қарағойшин Ж. М., Нұрғожаева Н. М., Бұршақбаева Л. М. *Кәсіптік аңдар биологиясы.* Оқулық. Нұр-Сұлтан: С.Сейфуллин атындағы ҚАТУ. 2020. 256б.

13 Исмаилова Ф. М. Анализ комплексного многолетнего исследования флоры «ГНПП «Буйратау» //Актуальные проблемы современности. – 2020. – №. 1. – С. 204-209.

14 Kali A. et al. Protected, Rare and Medicinal Plant Species of the Buiratau State National Natural Park (Republic of Kazakhstan). – 2023. DOI:10.20944/preprints202309.0226.v1

15 Исмаилова Ф. М. РАСТЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «БУЙРАТАУ», ЗАНЕСЕННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ //Актуальные проблемы современности. – 2020. – №. 2. – С. 163-166.

16 Мазаржанова К., Акижанова Н., Акимжанов Д. Жабайы қабандардың орманда және далалы алқаптарда таралуы //Izdenister natigeler. – 2025. – №. 1 (105). – С. 248-254. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2025/29>

References

1 Sättimbekov R., Kelemseit E., Şildebaev J.. Qazaqstanda erekşe qorǵalatyn tabiǵı aumaqtar jáne bioaluantırlılık. Oqu quraly. Almaty. Nūr-Print. 2012. 157-160.

2 Minakov, A.I. Kratkij obzor ornitofauny Gosudarstvennogo nacional'nogo prirodnogo parka «Bujratau» i sopredel'noj territorii. Bulletin of the Karaganda university Biology. Medicine. Geography series, 80(4), 2015. 38-44.

3 Ospanova, G., Auezkhan, S. A. Ekologicheskoe sostoyanie gosudarstvennogo nacional'nogo prirodnogo parka" Bujratau". Ekologicheskie problemy regiona i puti ih razresheniya 2018. (260-265).

4 Rahmatulin, TS, Sagyndyq TG., Omarbekov, A. SH. Plan upravleniya RGU «Gosudarstvennyj nacional'nyj prirodnij park «Buiratau» na 2024-2028 gg. 2023.p.Molodezhnyi. 130

5 Qazaqstan Respublikasy Ädilet ministrліginiñ «Qazaqstan Respublikasynyñ Zañnama jáne qūyqytyq aqparat instituty» ŞJQ RMK. Qazaqstan Respublikasynyñ aumaǵynda januarlar türlerin esepke aludy жүrgizu jönińdegi nūsqaulyq. 2012.

6 Kuzyakin, V. Uchyot chislennosti ohotnich'ih zhivotnyh. Litres.Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK Moskva. 2022. 84-90

7 Kondratov, AV, Kretinina, NS, Vashukevich, EV. *Uchet zhivotnyh resursov: uchebnoe posobie dlya vuzov.* Irkutsk, 2017. 11-14.

8 Mashkin, VI. *Metody izucheniya ohotnich'ih i ohranyaemyh zhivotnyh v polevyh usloviyah:uchebnoe posobie.* Sankt-Peterburg. Izdatel'stvo Lan'. 2013. 432.

9 Suvorov, AP. *Osnovy polevyh nablyudenij. Sledy zhiznedeyatel'nosti zverej i ptic: uchebnik dlya vuzov*. Sankt-Peterburg: Lan', 2020. 260.

10 Qarağoişhin, JM. *Orman aňdarynyň biologiasy. Oqu qūraly*. Astana: S.Seifullin atyndağy QATU. 2023. 66-80.

11 *Qazaqstan Respublikasynyň Qyzyl kitabı*. Omyrtqalylar. Almaty, Nūr-Print «DPS», I: 1, 2010.324.

12 Raşitov, SS, Qarağoişhin, JM, Nūrğojaeva, NM, Būrşaqbaeva, LM. *Käsiptik aňdar biologiasy. Oqulyq*. Nūr-Sūltan: S.Seifullin atyndağy QATU. 2020. 256.

13 Ismailova, FM. Analiz kompleksnogo mnogoletnego issledovaniya flory «GNPP «Buratau». *Aktual'nye problemy sovremennosti*, 1, 2020. 204-209.

14 Kali, A., Kenzhina, KD, Turlybekova, G., Tulegenova, SE, Dukenbayeva, A., Rustemova, A., Beisenova, R.. *Protected, Rare and Medicinal Plant Species of the Buiratau State National Natural Park (Republic of Kazakhstan)*.. 2023090226. 2023. DOI:10.20944/preprints202309.0226.v1.

15 Ismailova, FM. Rasteniya gosudarstvennogo nacional'nogo prirodnogo parka «Bujratau», zanesennye v krasnuyu knigu. *Aktual'nye problemy sovremennosti*, 2, 2020. 163-166.

16 Mazarjanova K., Akijanov N., Akimjanov D. JABAÏY QABANDARDYŇ ORMANDA JÄNE DALALY ALQAPTARDA TARALUY //Izdenister natigeler. – 2025. – №. 1 (105). – S. 248-254. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2025/29>

Акижанова Н.Т. ^{*1}, Мазаржанова К.М.², Сағалиев Н.А.³ Акимжанов Д.Ш.⁴

^{1,2} *Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан, kmazarzhanova@mail.ru, nazym_88-88@mail.ru*

³РГУ «Государственный Национальный Природный Парк «Буйратау», р. Ерейментау, Казахстан, sagaliyevnurum76@gmail.com

⁴Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, darhan-14@mail.ru

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПАРНОКОПЫТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА БУЙРАТАУ **Аннотация**

Парнокопытные являются одним из важнейших элементов природных экосистем. Запасы различных охотничьих животных составляют значительную часть природных ресурсов страны. Поэтому важно обеспечивать охрану диких животных. Основная цель исследования — проведение работ по контролю и учёту распространения парнокопытных на территории государственного национального природного парка «Буйратау» в зимний период. Полевые исследования на территории государственного национального природного парка «Буйратау» проводились в зимние периоды 2023–2024 годов. В рамках работы изучались современное состояние и распределение диких животных, а также динамика их численности. Для исследований применялись методы зимнего маршрутного учёта, установка фотоловушек, анкетирование и визуальный обзор.

На территории государственного национального природного парка «Буйратау» контроль численности парнокопытных проводился в зимний период. По данным зимней маршрутной переписи 2024 года численность парнокопытных составила 1532 особи. Основной средой обитания животных в парке являются леса, представленные берёзово-осиновыми деревьями. Активность животных фиксировалась в лесных массивах, а также вблизи мест подкормки, что подтверждено данными, полученными с помощью фотоловушек. В ходе полевых исследований удалось выявить динамику численности и биологических особенностей парнокопытных. Был проведён учёт половой и возрастной структуры популяции и определено их общее количество.

Ключевые слова: парнокопытные, лось, олень, косуля, архар, кабан.

Akizhanova N.T. ^{*1}, Mazarzhanova K.M.², Sagaliyev N.A. ³, Akimzhanov D.Sh.⁴

^{1,2} S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,
kmazarzhanova@mail.ru, nazym_88-88@mail.ru

³"Buiratau State National Natural Park" RSI, Yereymentau District, Kazakhstan,
sagaliyevnurum76@gmail.com

⁴ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, darhan-14@mail.ru

DYNAMICS OF THE NUMBER OF UNGULATES ON THE TERRITORY OF THE BUIRATAU STATE NATIONAL NATURE PARK

Abstract

Ungulates are one of the most important elements of natural ecosystems. Stocks of various game animals constitute a significant part of the country's natural resources. Therefore, it is important to ensure the protection of wild animals. The main objective of the study is to carry out works on control and accounting of the distribution of ungulates on the territory of the state national natural park "Buiratau" in the winter period. Field studies on the territory of the state national natural park "Buiratau" were conducted in the winter periods of 2023-2024. The current state and distribution of wild animals, as well as the dynamics of their numbers were studied. Methods of winter route counting, installation of photo traps, questionnaires and visual survey were used for the research.

On the territory of the state national natural park "Buiratau" the control of the number of ungulates was carried out in winter period. According to the data of the winter route census in 2024, the number of park ungulates amounted to 1532 individuals. The main habitat of animals in the park is forests represented by birch and aspen trees. The activity of animals was recorded in forest areas, as well as near feeding sites, which was confirmed by the data obtained using camera traps. In the course of field studies it was possible to reveal the dynamics of population size and biological characteristics of ungulates. The sex and age structure of the population was recorded and their total number was determined.

Keywords: artiodactyls, moose, deer, roe deer, argali, wild boar.

Авторлардың қосқан үлесі

Мазаржанова К.М. зерттеудің ғылыми тұжырымдамасын әзірледі (тұжырымдамалау), жиналған мәліметтерді саралап, олардың ғылыми негізделуін қамтамасыз етті (формалды талдау), мақаланың алғашқы нұсқасын дайындауға белсенді атсалысты (бастапқы нұсқаны жазу), сондай-ақ қолжазбаның құрылымын жетілдіріп, мәтіннің соңғы редакциясын жасауға үлес қосты (шолу және редакциялау).

Акижанова Н.Т. зерттеудің ғылыми тұжырымдамасын әзірледі (тұжырымдамалау), жиналған мәліметтерді саралап, олардың ғылыми негізделуін қамтамасыз етті (формалды талдау), далалық зерттеу жұмыстарын жүргізіп, қажетті мәліметтерді жинады (зерттеу), деректерді алдын ала өңдеп, жүйелеу жұмыстарын атқарды (деректерді жинау және өңдеу), мақаланың алғашқы нұсқасын жазуға белсенді қатысты (бастапқы нұсқаны жазу), әрі соңғы мәтінді ғылыми және тілдік тұрғыдан қарап, редакциялауға қатысты (шолу және редакциялау).

Акимжанов Д.Ш. зерттеу бағыты мен құрылымын қалыптастыруға қатысып (тұжырымдамалау), алынған нәтижелерді математикалық және логикалық тұрғыдан талдады (формалды талдау), қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындауға қатысып (бастапқы нұсқаны жазу), оның соңғы редакциясын тексеріп, ғылыми деңгейін арттыруға үлес қосты (шолу және редакциялау).

Сағалиев Н.А. далалық зерттеулер мен бақылау жұмыстарын жүргізіп (зерттеу), бастапқы мәліметтерді жинау және жүйелеумен айналысты (деректерді жинау және өңдеу).

Барлық авторлар осы мақаланың соңғы редакциясын қарап шығып, оның журналда жариялануына келісім берді.

М.А. Иманбаев¹, Н.В. Сидорова¹, Н.Ж.Демеукулова^{*2}

¹ «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті» КЕАҚ, Алматы қ-сы, Қазақстан, pko05@mail.ru sidorova3112@bk.ru

² «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы қ-сы, Қазақстан, nazykesh44@gmail.com*

ҚҰС ФАБРИКАЛАРЫНЫҢ АҒЫНДЫ СУЛАРЫН ХИМИЯЛЫҚ ФЛОТАЦИЯЛАУ ӘДІСІМЕН ТАЗARTU ПРОЦЕСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа

Құс шаруашылығы ауқымының өсуі жағдайында құс фабрикаларында пайда болатын ағынды суларды тиімді тазартудың өзектілігі артып келеді. Бұл ағынды сулар органикалық және бейорганикалық ластаушы заттардың жоғары концентрациясымен ерекшеленеді, олардың ішінде майлар, тоқтатылған заттар, азот және фосфор қосылыстары, сондай-ақ дезинфекциялық заттардың қалдықтары бар [1]. Бұл мақалада ағынды суларды одан әрі өңдеу немесе қайта пайдалану алдында алдын ала тазарту үшін коагулянт (темір (III) хлориді) және флокулянт (Praestol 2540) қолданылатын химиялық флотация әдісін пайдалану қарастырылады.

Зертханалық сынақтар жүргізілді, оның барысында реагенттердің оңтайлы мөлшерлері анықталды: 300 г/м³ коагулянт және 5 г/м³ флокулянт. Нәтижелер технологияның жоғары тиімділігін көрсетті: суспензияланған заттардың концентрациясы – 96,64%-ға дейін, ОХТ және ОБТ₅ – 89%-ға дейін, фосфор – 96%-ға дейін, ал беттік белсенді заттар – 89%-ға дейін төмендеді.

Коагулянт мөлшерінің жоғарылауы әрдайым тазарту сапасының жақсаруына әкелмейтіні анықталды. Зертханалық сынақтар нәтижесінде реагенттердің оңтайлы дозалары айқындалды: коагулянт – 300 г/м³, флокулянт – 5 г/м³. Нәтижелер технологияның жоғары тиімділігін көрсетті: суспензияланған заттардың концентрациясы 96,64% - ға дейін, ОХТ және ОБТ₅ - 89%-ға дейін, фосфорды - 96% - ға дейін, ал беттік белсенді заттарды-89% - ға дейін төмендеген. Коагулянт мөлшерінің жоғарылауы әрдайым тазарту сапасының жақсаруына әкелмейтіні анықталды.

Техникалық аспектілермен қатар, тазартылған суды қайта пайдаланудың экономикалық тиімділігіне есеп жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша тәулігіне 400 м³ көлеміндегі техникалық суды қайталай пайдалану шамамен 88 000 теңге мөлшерінде күнделікті таза экономикалық тиімділікті қамтамасыз етеді, бұл айына 2,64 млн теңгеге тең. Химиялық флотацияны қолдану тек қана тиімді технологиялық шешім ретінде емес, сонымен қатар су тапшылығы тән Қазақстан өңірлерінде тұрақты су пайдалануды қамтамасыз етудің экономикалық тұрғыдан ұтымды тетігі ретінде бағаланады.

Кілт сөздер: Ағынды сулар, құс фабрикасы, химиялық флотация, коагулянттар, флокулянттар, тазарту, экономикалық тиімділік, суды қайта пайдалану.

Кіріспе

Қазіргі құс шаруашылығы агроөнеркәсіптік кешеннің ең қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады, ол халықты сапалы ақуыз өнімдерімен қамтамасыз етеді. Алайда, өндіріс көлемінің өсуімен қатар қоршаған ортаға экологиялық жүктеме де артып отыр, ең алдымен, ағынды сулардың едәуір көлемде түзілуі есебінен. Құс фабрикаларының ағынды сулары күрделі әрі тұрақсыз құрамымен ерекшеленеді, оның ішінде: жоғары концентрациядағы қалқымалы заттар, органикалық қосылыстар, майлар, жем қалдықтары, дезинфекциялаушы және жуғыш құралдар, сондай-ақ азот пен фосфор қосылыстары бар.

Тиісті тазартусыз мұндай ағынды сулар су экожүйелеріне және қоршаған ортаның санитарлық жағдайына үлкен қауіп төндіреді.

Қолданыстағы биологиялық тазарту әдістері әрдайым ластаушы заттардың жоғары жүктемесіне төтеп бере бермейді [2], әсіресе бастапқы алдын ала тазарту сатысында. Осыған байланысты, биологиялық қосымша тазартуға дейінгі негізгі ластаушы заттардың басым бөлігін тиімді түрде жоя алатын физика-химиялық әдістерге қызығушылық артып келеді.

Перспективті әдістердің бірі — коагулянттар мен флокулянттарды енгізуге және кейіннен ластанған флокулаларды су бетінде түзілетін қабат арқылы кетіруге негізделген химиялық флотация [3]. Бұл әдіс тазарту тиімділігін едәуір арттыруға, төгілетін ағынды сулардың көлемін азайтуға және суды технологиялық үдерісте қайта пайдалануға мүмкіндік береді.

Әдістер мен материалдар

Зерттеу құс фабрикаларының ағынды суларын алдын ала тазарту үшін химиялық флотация әдісін қолданудың тиімділігін бағалау мақсатында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде құрамы құс фабрикаларының нақты ағындарының сипаттамалық көрсеткіштеріне сәйкес келетін және органикалық заттардың, майлардың, тоқтатылған бөлшектердің, азот пен фосфор қосылыстарының жоғары концентрациясын, сондай-ақ жуғыш заттар мен дезинфекциялау құралдарының қалдық мөлшерін қамтитын модельдік ағынды сулар пайдаланылды.

Эксперименттік бөлім микрокеуекті диффузорлар арқылы ауамен қамтамасыз етілген зертханалық флотациялық қондырғыда орындалды. Процесс екі дәйекті кезеңде жүргізілді: суды реагенттермен 2-3 минут ішінде оларды біркелкі тарату үшін қарқынды араластыру, содан кейін флокулалардың пайда болуын және бетіне көтерілуін қамтамасыз ететін ауа беру және баяу араластыру арқылы флотация жүргізілді.

Эксперименттердің шарттары нақты тазарту қондырғыларының пайдалану көрсеткіштеріне сәйкес келді. Тазарту тиімділігін аналитикалық бағалау үшін ластаушы заттардың концентрациясын өңдеуге дейін және одан кейін өлшеу жүргізілді. Суспензиялық заттардың концентрациясы, оттегінің химиялық тұтынылуы (ОХТ), бес тәуліктегі оттегінің биохимиялық тұтынылуы (ОБТ₅), жалпы азот пен фосфордың, анионды және катионды беттік белсенді заттардың, жалпы темірдің құрамы, сондай-ақ минералдану, хлоридтер мен сульфаттар сияқты көрсеткіштер анықталды.

Нәтижелердің дұрыстығын қамтамасыз ету үшін заманауи аналитикалық кешен қолданылды. Зерттеуде қолданылған барлық реактивтер тиісті сертификаттауға және аналитикалық тазалыққа ие болды.

Техникалық бөлімнен басқа, зерттеу әдеттегі құс фабрикасы жағдайында химиялық флотация әдісін қолданудың экономикалық тиімділігін есептеуді қамтыды. Талдау үшін мынадай бастапқы деректер пайдаланылды: өңірдегі техникалық судың тарифі 1 м³ үшін орта есеппен 120 теңгені құрады; флотациялық тазартуға арналған шығындар (реагенттерді, электр энергиясын және қызмет көрсетуді қоса алғанда) 1 м³ үшін 200 теңге деңгейінде бағаланды; тазартылмаған сарқынды суларды төгу үшін экологиялық төлемдердің шамасы – 1 м³ үшін 300 теңге; ықтимал тазартылған суды қайта пайдалану көлемі тәулігіне 400 м³ құрады. Экономикалық тиімділік техникалық суды сатып алуға үнемдеу және тазарту шығындарын шегергендегі экологиялық төлемдердің азаюы есебінен анықталды.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеу аясында құс фабрикаларының ағынды суларын алдын ала тазарту үшін химиялық флотация әдісін қолданудың тиімділігін бағалау мақсаты қойылды. Жұмыс әдістемесі ағынды сулардағы зертханалық сынақтарды да, өндірістің техникалық циклдарында тазартылған суды қайта пайдалану мүмкіндігін бағалай отырып, техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеуді де қамтыды [7].

Химиялық флотацияның тиімділігін бағалау үшін құс фабрикаларының жағдайына тән ағынды суларда зертханалық сынақтар жүргізілді. Массалық концентрациясы 40 % болатын темір (III) хлориді коагуляциялық реагент ретінде пайдаланылды, ал 0,1 % концентрацияда

флокуляциялық агент – Praestol 2540 (SOLENIS). Реагенттердің әртүрлі мөлшерлері зерттелді: 300–500 г/м³ коагулянт және 4–7 г/м³ флокулянт.

Тазартуға дейінгі және кейінгі суды талдау мынадай көрсеткіштер бойынша жүргізілді: өлшенген заттар (мг/л) – гравиметриялық әдіспен; оттегінің химиялық тұтынуы (ОХТ, мг О₂/л) – дихроматометриялық әдіспен; 5 тәуліктегі оттегінің биохимиялық тұтынуы (ОБТ₅, мг О₂/л) – микробиологиялық белсенді ортамен инкубациялау әдісі бойынша; жалпы азот және жалпы фосфор (мг/л) – фотометриялық әдіспен; АББЗ және КББЗ (мг/л) – титриметриялық әдіспен; жалпы темір (мг/л) – спектрофотометриялық әдіспен; минералдану, хлоридтер мен сульфаттар – ионометриялық және титриметриялық әдістермен.

Әрбір өлшеу орташа арифметикалық мәндерді есептеу және стандартты ауытқуды анықтау арқылы үш рет қайталанды. Өлшеу қателігі ±5% - дан аспады.

Барлық эксперименттердегі судың температурасы 20-220С деңгейінде сақталды, бұл тазарту қондырғыларының нақты жұмыс жағдайына сәйкес келеді. РН мәндері 6,5-7,5 диапазонында, қажет болған жағдайда NaOH немесе HCl ерітінділерін қосу арқылы түзетілді.

Тәжірибе жүргізу үшін қолданылған заттар: микрокеукті диффузорлар арқылы ауамен қамтамасыз етілетін зертханалық флотациялық қондырғылар; қарқынды және баяу араластыруға арналған араластырғыштар; Nach DR 3900 фотометрі; РН, электр өткізгіштік және иондарды өлшеуге арналған Ні 5221 иономері; зертханалық таразылар, термостаттар, инкубаторлар және аналитикалық өлшеуге сертификатталған химиялық реактивтер жиынтығы.

Құс фабрикаларының ағынды сулары токтатылған заттардың (1000 мг/л дейін), ОБҚ (оттегінің биохимиялық қажеттілігі - 5000 мг/л дейін), майлардың, сондай-ақ азот пен фосфор қосылыстарының жоғары концентрациясымен сипатталады. Олардың құрамы тұрақсыз, сондықтан тазалау әдісін таңдау қиынға соғады. Ластану деңгейінің жоғары болуын және биологиялық немесе физика-химиялық кезеңдерге дейін алдын ала тазалау қажеттілігін ескере отырып, флотация әдісін қолдану ерекше өзекті болып табылады.

Химиялық флотация ағынды суға коагуляциялық және флокуляциялық реагенттерді енгізуге негізделген. Олар ауа көпіршіктерінің әсерінен бетіне көтерілетін ірі флокулалардың түзілуіне және ұсақ бөлшектердің агрегациясына ықпал етеді. Әдіс майлар мен майлы заттарды, оллоидты және қалқып жүрген бөлшектерді, сондай-ақ жартылай еріген органикалық заттарды жою үшін тиімді болып табылады [4, 5].

Флотацияның жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін мынадай реагенттер таңдалды: темір (III) хлориді (40%) коагулянты — 210–350 г/м³ (150–250 мл/м³) мөлшерінде; флокулянт Praestol 2540 (SOLENIS) 0,1% ерітіндісі — 4–7 г/м³ немесе 4–7 мл/м³ көлемінде.

Кесте 1 - Тазартудың физика-химиялық әдісінен кейін реагенттердің мөлшерлерімен ағынды тазартудың тиімділігі.

№	Көрсеткіштің атауы	Коагулянт 300г(215 мл) FeCl ₃ + 5 г флокулянт, (%)	Коагулянт 500г(355 мл) FeCl ₃ + 5 г флокулянт, (%)
1.	Өлшенген заттар	96,64	95,31
2.	ОХТ	89,67	70,46
3.	ОБТ ₅	89,84	70,88
4.	Жалпы азот	31,46	50,57
5.	Жалпы фосфор	96,29	88,53
6.	АББЗ	50,60	39,33
7.	КББЗ	89,28	84,68
8.	Жалпы темір	76,71	54,88
9.	Сульфаттар	65,43	63,83
10.	Минералдану	3,35	-10,05
11.	Хлоридтер	-53,85	-62,94



Сурет 1 – Тазартудың алдындағы ағынды су.



Сурет 2 – Тазартудан кейінгі ағынды су.

Тәжірибелер көрсеткендей, коагулянттың комбинациясы, содан кейін флокулянтты енгізу ағынды суларды ағарту дәрежесін 85-96% дейін арттырады.

Реагенттер қосылған химиялық флотация құс фабрикаларының ағынды суларын тазартудың тиімді және технологиялық негізделген әдісі болып табылады. Реагенттерді дұрыс тандау, мөлшерлері мен процестің көрсеткіштерін оңтайландыру тазарту тиімділігін едәуір арттыруға, кейінгі кезеңдердегі жүктемені азайтуға және экологиялық зиянды азайтуға мүмкіндік береді [6,11].

Құс фабрикаларында химиялық флотацияны қолдану ағынды суларды тазарту дәрежесін арттырып қана қоймай, оларды қайта пайдалану арқылы айтарлықтай экономикалық тиімділікті қамтамасыз етеді. Бұл әсіресе су ресурстары шектеулі өңірлерде, мысалы, Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде орналасқан кәсіпорындарға қатысты.

Құс фабрикаларында судың едәуір мөлшері үй-жайларды санитарлық өндеуге, жабдықты салқындатуға, дезинфекциялық ерітінділерді дайындауға және басқа да көмекші процестерге жұмсалады. Флотациялық өндеуден кейін алынған тазартылған суды қайта пайдалану тұтынылатын техникалық судың 40–50%-ын алмастыруға мүмкіндік береді. Бұл, өз кезегінде, кәсіпорынның суға жұмсалатын шығындарын едәуір төмендетіп, экологиялық төлемдердің азаюына ықпал етеді.

Құс фабрикасының ағынды суларын қайта пайдалануы бойынша экономикалық тиімділік есептелді.

Экономикалық тиімділіктің есебі.

1. Өңірдегі техникалық судың тарифі орта есеппен $C=120$ теңге/м³ құрайды.

2. Флотациялық тазартуға арналған шығындар (реагенттерді, электр энергиясын, қызмет көрсетуді қоса алғанда): $C_{\text{шығындар}} = 200$ теңге/м³.

3. Ластанған ағынды суларды төгу үшін экологиялық төлемдер $p = 300$ теңге/м³.

4. Техникалық циклде тазартылған судың пайдалануы $q = 400$ м³/тәулігіне.

Экономикалық әсер.

Су сатып алудың үнемі:

$$\mathcal{E} = c \cdot q; \quad (1)$$

$$\mathcal{E} = 120 \cdot 400 = 48\,000 \text{ тг/тәулігіне.}$$

Экологиялық төлемдердің азайуы:

$$C = p \cdot q; \quad (2)$$

$$C = 300 \cdot 400 = 120\,000 \text{ тг/тәулігіне.}$$

Тазалау шығындары:

$$\mathcal{I} = C_{\text{шығындар}} \cdot q; \quad (3)$$

$$\mathcal{I} = 200 \cdot 400 = 80\,000 \text{ тг/тәулігіне.}$$

Таза экономикалық әсер:

$$\mathcal{E}_T = (\mathcal{E} + C) - \mathcal{I}; \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_T = (48\,000 + 120\,000) - 80\,000 = 88\,000 \text{ тг/тәулігіне немесе } 2\,640\,000 \text{ тг/айына.}$$

Кесте 2 - Тазартылған ағынды суларды қайта пайдаланудың экономикалық тиімділігі.

№ п/п	Көрсеткіш	Мәні (тг)
1.	Су сатып алу үнемі	48 000
2.	Экологиялық төлемдердің азайуы	120 000
3.	Тазалау шығындары	80 000
4.	Тәулігіне экономикалық таза әсері	88 000
5.	Айына экономикалық таза әсері (30 күн)	~2 640 000

Экономикалық тиімділікті арттыратын қосымша факторлар:

- ағызылатын ағынды сулар көлемінің азайуы және соның салдарынан су бұру және қоршаған ортаның ластануы үшін төлемдердің азайуы;

- ластаушы заттардың негізгі көлемін алдын ала жою есебінен кейінгі тазарту сатыларына (биологиялық, мембраналық) жүктеменің азайуы;

- айналымдағы судағы майлар мен ілінген заттардың құрамын төмендету есебінен құбыр және сорғы арматурасының қызмет ету мерзімін ұлғайту.

Жалпы алғанда, бұл шаралар экологиялық, экономикалық орындылықты ғана емес, сонымен қатар аймақтың тұрақты дамуының негізгі шарттарын орындауды қамтамасыз етеді [10].

Зерттеу нәтижелері реагенттердің оңтайлы мөлшерлері (300 г/м³ FeCl₃ және 5 г/м³ флокулянт) қолданылған жағдайда келесі тазалау көрсеткіштеріне қол жеткізуге болатынын көрсетті: токтатылған заттарды – 96,64%-ға дейін жою; ОБТ₅ пен ОХШ – 89,84% және 89,67%-ға дейін төмендету; жалпы фосфорды – 96,29%-ға дейін жою; беткі-белсенді заттарды (ББЗ) – 89,28%-ға дейін төмендету; жалпы темір құрамын – 76,71%-ға дейін азайту.

Коагулянт мөлшерін 500 г/м³-ке дейін арттыру қосымша тиімділікке қол жеткізбеді, керісінше кейбір көрсеткіштер бойынша тазарту сапасының төмендеуіне әкелді. Бұл жағдай реагенттердің оңтайлы арақатынасын дәл таңдаудың маңыздылығын айқындайды. Экономикалық талдау нәтижелері бойынша, ағынды суларды өңдеу көлемі тәулігіне 400 м³ болған жағдайда келесі үнемдеулерге қол жеткізіледі: техникалық су сатып алуда – тәулігіне 48 000 тг, экологиялық төлемдерді азайтуда – тәулігіне 120 000 тг. Тазалау шығындары тәулігіне 80 000 тг құрайды. Нәтижесінде таза экономикалық тиімділік тәулігіне 88 000 тг немесе айына шамамен 2,64 млн теңгені құрайды.

Қорытынды

Жүргізілген зертханалық зерттеулердің нәтижесінде темір (III) хлориді коагулянты мен praestol 2540 флокулянтын қолданатын химиялық флотация әдісі құс фабрикаларының

сарқынды суларын алдын ала тазартудың тиімді және технологиялық негізделген әдісі болып табылатыны анықталды.

Реагенттердің оңтайлы мөлшерін қолдану (300 г/м^3 коагулянт және 5 г/м^3 флокулянт) жоғары тазарту көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді: тоқтатылған заттарды – 96,64%-ға дейін жою, ОХШ мен ОБТ₅ деңгейін – 89%-ға дейін төмендету, жалпы фосфорды – 96%-ға дейін жою, сондай-ақ ББЗ мен жалпы темір концентрациясын айтарлықтай төмендету.

Нәтижелерді талдау коагулянт мөлшерін 500 г/м^3 -ке дейін арттыру қосымша тазарту тиімділігін қамтамасыз етпейтінін, керісінше, жекелеген көрсеткіштер бойынша оның төмендеуіне әкелуі мүмкін екенін көрсетті. Бұл жағдай реагенттердің оңтайлы қатынасын дұрыс таңдаудың маңыздылығын дәлелдейді [9]. Химиялық флотация әдісі құс фабрикаларының ағынды суларына тән құрам өзгерістеріне тұрақтылық танытады және биологиялық немесе мембраналық тазартудың келесі сатыларымен тиімді үйлеседі.

Техникалық тиімділіктен бөлек, жүргізілген зерттеу технологияның экономикалық орындылығын да растады. Тәулігіне 400 м^3 тазартылған суды қайта пайдалану жағдайында кәсіпорын үшін үнемдеу көлемі сумен жабдықтау шығындарының төмендеуі мен экологиялық төлемдердің азаюы есебінен айына 2,64 млн теңгеге дейін жетуі мүмкін. Бұдан бөлек, су бұру жүйелері мен тазарту құрылыстарына түсетін жүктеменің азаюы қосымша артықшылық болып табылады.

Химиялық флотация алдын ала тазартудың тиімді әдісі ғана емес, сонымен қатар агроөнеркәсіптік кешенде суды тұрақты пайдалануды қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылады. Бұл технология, әсіресе, су ресурстарын ұтымды пайдалану негізгі басымдыққа айналған Қазақстанның су тапшылығы бар өңірлері үшін ерекше өзекті. Құс фабрикаларында флотациялық қондырғыларды енгізу өндірістің экологиялық қауіпсіздігін арттыруға, су тұтынуды қысқартуға және кәсіпорындардың жалпы экономикалық тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Streit, A. F. M., Grassi, P., Drumm, F. C., et al. (2023). Preparation of carbonaceous materials from flotation-sludge of the poultry industry and its application in the methylene blue adsorption. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 78139–78151. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27756-x>
2. El-Ghany, E. T. A., & Baker, R. M. (2020). Advanced technologies for poultry slaughterhouse wastewater treatment: A systematic review. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 42(6), 880–899. <https://doi.org/10.1080/01932691.2020.1721007>
3. Khemila, B., & Lafi, R. (2022). Numerical optimization of the physico-chemical process used in the treatment of real poultry slaughterhouse wastewater for water quality improvement. *International Journal of Environmental Research*, 16, Article 78. <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00451-4>
4. K Meiramkulova, M. Userbayev, K. Aubakirova, K. Saiyabayev & B. Suleimenova. (2018). Electrochemical treatment of poultry industry wastewater. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(10), 1249–1257. <http://rep.enu.kz/handle/enu/16443>
5. Мейрамкулова, К. С., Аубакирова, К. М., & Сағындыков, У. З. (2018). Характеристика и состав сточных вод убойного цеха птицефабрик Акмолинской области. *Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, серия «Химия. География. Экология»*, № 4 (125). <https://rep.enu.kz/handle/enu/5172>
6. Mustari Khanaum, M. S. B. (2023). Electrocoagulation: An overview of the technology for livestock farm wastewater treatment. *Waste Technology*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.14710/11.1.1-16>
7. Dlangamandla, C., Ntwampe, S., & Basitere, M. (2018). A bioflocculant-supported dissolved air flotation system for the removal of suspended solids, lipids and protein matter from poultry slaughterhouse wastewater. *Water Science & Technology*, 78(2), 452–458. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.324>

8. Mbulawa, S. et al. (2018). Bio-delipidation of dissolved air flotation pre-treated poultry slaughterhouse wastewater. *Conference Proceedings*, 10th ASETH-18. <http://hdl.handle.net/11189/7178>
9. Ауланбергенов, А. А. et al. (2021). Сооружения физико-химической очистки сточных вод (включая флотацию) для отраслей животноводства. *Учебное пособие / Eikos-KZ*. <https://studylib.ru/doc/2272586/>
10. Иванов, П. В., & Смирнова, Т. Ю. (2019). Современные технологии очистки сточных вод птицефабрик. *Водные ресурсы и экология*, 8(3), 67–74. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-tehnologii-ochistki-stochnyh-vod-ptitsefabrik>
11. Иманбаев М.А, Сидорова Н.В., Бирюков А., Джуринская И.(2024). Комплексная очистка шахтных вод. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 4(104), 290–297. <https://doi.org/10.37884/4-2024/30>

References

1. I.Streit, A. F. M., Grassi, P., Drumm, F. C., et al. (2023). Preparation of carbonaceous materials from flotation sludge of the poultry industry and its application in the methylene blue adsorption. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 78139–78151. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27756-x>
2. El-Ghany, E. T. A., & Baker, R. M. (2020). Advanced technologies for poultry slaughterhouse wastewater treatment: A systematic review. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 42(6), 880–899. <https://doi.org/10.1080/01932691.2020.1721007>
3. Khemila, B., & Lafi, R. (2022). Numerical optimization of the physico-chemical process used in the treatment of real poultry slaughterhouse wastewater for water quality improvement. *International Journal of Environmental Research*, 16, Article 78. <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00451-4>
4. K Meiramkulova, M. Userbayev, K. Aubakirova, K. Saiyabayev & B. Suleimenova. (2018). Electrochemical treatment of poultry industry wastewater. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(10), 1249–1257. <http://rep.enu.kz/handle/enu/16443>
5. Mejramkulova, K. S., Aubakirova, K. M., & Sagyndykov, U. Z. (2018). KХarakteristika i sostav stochnykh vod ubojnogo tsekha ptitsefabrik Akmolinskoj oblasti. *Vestnik ENU im. L. N. Gumileva, seriya «KHimiya. Geografiya. EHkologiya»*, № 4 (125). <https://rep.enu.kz/handle/enu/5172> [in Russian].
6. Mustari Khanaum, M. S. B. (2023). Electrocoagulation: An overview of the technology for livestock farm wastewater treatment. *Waste Technology*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.14710/11.1.1-16>
7. Dlangamandla, C., Ntwampe, S., & Basitere, M. (2018). A bioflocculant-supported dissolved air flotation system for the removal of suspended solids, lipids and protein matter from poultry slaughterhouse wastewater. *Water Science & Technology*, 78(2), 452–458. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.324>
8. Mbulawa, S. et al. (2018). Bio-delipidation of dissolved air flotation pre-treated poultry slaughterhouse wastewater. *Conference Proceedings*, 10th ASETH-18. <http://hdl.handle.net/11189/7178>
9. Aulanbergenov, A. A. et al. (2021). Sooruzheniya fiziko khimicheskoy ochistki stochnykh vod (vklyuchaya flotatsiyu) dlya otraslej zhivotnovodstva. *Uchebnoe posobie* <https://studylib.ru/doc/2272586/> [in Russian].
10. Ivanov, P. V., & Smirnova, T. YU. (2019). Sovremennye tekhnologii ochistki stochnykh vod ptitsefabrik. *Vodnye resursy i ehkologiya*, 8(3), 67–74. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-tehnologii-ochistki-stochnyh-vod-ptitsefabrik>[in Russian].
11. Imanbaev M.A, Sidorova N.V., Biryukov A., Dzhurinskaya I.(2024). Kompleksnaya ochistka shakhtnykh vod. *Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 4(104), 290–297. [in Russian].

М.А. Иманбаев¹, Н.В. Сидорова¹, Н.Ж.Демеукулова^{2*}

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И. Сатпаева», г.Алматы, Республика Казахстан, pko05@mail.ru, sidorova3112@bk.ru

*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», г.Алматы, Республика Казахстан, nazykesh44@gmail.com**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОЙ ФЛОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ПТИЦЕФАБРИК

Аннотация

В условиях роста масштабов птицеводства возрастает актуальность эффективной очистки сточных вод, образующихся на птицефабриках. Эти стоки характеризуются высокой концентрацией органических и неорганических загрязнителей: жиров, взвешенных веществ, соединений азота и фосфора, остатков дезинфицирующих средств [1]. В данной статье рассматривается применение метода химической флотации с использованием коагулянта (хлорида железа (III)) и флокулянта (Praestol 2540) для предварительной очистки сточных вод перед их дальнейшей переработкой или повторным использованием.

Проведены лабораторные испытания, в ходе которых определены оптимальные дозировки реагентов: 300 г/м³ коагулянта и 5 г/м³ флокулянта. Результаты показали высокую эффективность технологии: снижение концентрации взвешенных веществ до 96,64%, ХПК и БПК₅ - до 89%, фосфора - до 96%, а поверхностно-активных веществ - до 89%. Установлено, что увеличение дозы коагулянта не всегда приводит к улучшению качества очистки.

Кроме технических аспектов, был проведен расчет экономической эффективности повторного использования очищенной воды. При повторном использовании 400 м³/сутки технической воды достигается чистый экономический эффект около 88 000 тенге в сутки (2,64 млн тенге в месяц). Химическая флотация представляет собой не только эффективное технологическое решение, но и экономически выгодный инструмент устойчивого водопользования, особенно в вододефицитных регионах Казахстана.

Ключевые слова: Сточные воды, птицефабрика, химическая флотация, коагулянты, флокулянты, очистка, экономическая эффективность, повторное использование воды.

М.А.Imanbaev, N.V.Sidorova, N.Zh.Demeukulova^{2*}

NPJSC «K.I.Satbayev Kazakh National Research Technical University», Almaty, Kazakhstan, pko05@mail.ru, sidorova3112@bk.ru

NPC «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan, nazykesh44@gmail.com

OPTIMIZATION OF THE TREATMENT PROCESSES BY CHEMICAL FLOTATION OF POULTRY FARM WASTEWATER

Abstract

In the context of the growing scale of poultry farming, the relevance of effective wastewater treatment generated at poultry farms is increasing. These drains are characterized by a high concentration of organic and inorganic pollutants: fats, suspended solids, nitrogen and phosphorus compounds, and residues of disinfectants [1]. This article discusses the application of a chemical flotation method using coagulant (ferric(III) chloride) and flocculant (Praestol 2540) for pretreatment of wastewater before further processing or reuse.

Laboratory tests were conducted to determine the optimal dosages of reagents: 300 g/m³ of coagulant and 5 g/m³ of flocculant. The results showed that the technology is highly effective, reducing the concentration of suspended solids by up to 96.64%, chemical oxygen demand and biological oxygen demand by up to 89%, phosphorus by up to 96%, and surface-active substances by up to 89%. It was also found that increasing the dose of coagulant does not always lead to improved treatment quality.

In addition to the technical aspects, the economic efficiency of the reuse of treated water was calculated. By reusing 400 m³/day of technical water, a net economic effect of approximately 88,000 tenge per day (2.64 million tenge per month) is achieved. Chemical flotation is not only an effective

technological solution, but also a cost-effective tool for sustainable water management, especially in water-scarce regions of Kazakhstan.

Keywords: Wastewater, poultry farm, chemical flotation, coagulants, flocculants, treatment, economic efficiency, and water reuse.

Авторлардың қосқан үлесі:

Иманбаев Марат Аширалыұлы: ағынды суларды физикалық-химиялық тазартудың әдістемелік тәсілдерін әзірледі, жұмыстың орындалу барысын ұйымдастырды және үйлестірді. Кіріспе мен қорытындыларды қоса алғанда, мақаланың негізгі мәтінін дайындады. Сидорова Наталья Васильевна: эксперименттік деректерді өңдеді және жүйеледі, нәтижелердің қайталануын тексерді және өлшеу сапасын бақылады, мәтінді өңдеуге, деректерді тексеруге және нәтижелерді үйлестіруге қатысты.

Демеукулова Назыкеш Женисовна: экономикалық деректерді талдады, тазарту тиімділігін есептеді, кестелер мен иллюстрацияларды дайындады, аналитикалық деректер мен есептеулерді тексерді, нормативтік құжаттар мен әдеби көздерге қолжетімділікті ұйымдастырды, сілтеме және әдеби шолу жасады.

FTAXP 68.01.11

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/48>

Б.Б. Арынов^{*1}, Б.А. Кентбаева¹, В.П. Бессчетнов³ Р.Е. Қапарбай²,
Ш. Қапар¹, М.К. Шыныбеков¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, kapar.sh@kaznaru.edu.kz,
murat.shynybekov@mail.ru

²«Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Саты, Қазақстан,
raushan.kaparbay@mail.ru

³Нижний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университеті,
Нижний Новгород қ., Ресей, lesfak@bk.ru

«КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ» ҰЛТТЫҚ ПАРКІНДЕ ӨСЕТІН *HIPPORHAE RHAMNOIDES* ӨСІМДІГІНІҢ ПИГМЕНТТІК ҚҰРАМЫНЫҢ ЖЫНЫСТЫҚ ЖӘНЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аңдатпа

Hipporhæ rhamnoides L. (шырғанақ) — Elaeagnaceae тұқымдасына жататын, Қазақстан аумағында кең таралған реликті және жоғары бейімделгіштік қасиеттерге ие өсімдік түрі. Ол негізінен тау бөктерлерінде, өзен аңғарларында, жартасты беткейлерде және өзен-көл маңдарында кездеседі. Бұл зерттеуде мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағындағы әртүрлі тау учаскелерінде өсетін *Hipporhæ rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері анықталып, олардың жыныстық ерекшеліктеріне байланысты өзгерістері қарастырылды. Өсімдіктің аталық және аналық дарақтарындағы пигмент мөлшерінің айырмашылықтары көрсетіліп, жеке даралар арасындағы көрсеткіштердің вариация деңгейі зерттелді. Аталық дарақтардың жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшері жоғары әрі тұрақты болып, аналық дарақтарда бұл көрсеткіштің сәл төмен және ауытқымалы болатыны анықталды. Әр түрлі учаскелерде тіркелген пигмент мөлшерінің шамалас деңгейде болуы шырғанақтың тау экожүйелерінің жағдайына жақсы бейімделетінін дәлелдейді. Хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* мөлшерінің бірдей деңгейде сақталуы өсімдіктің фотосинтетикалық аппаратының үйлесімді жұмыс істейтінін және жарықты сіңіру мен энергияға айналдыру процестерінің тиімді жүретінін

көрсетеді. Зерттеу нәтижелері шырғанақтың жыныстық ерекшеліктеріне байланысты физиологиялық күйін анықтауға және биік таулы экожүйелер жағдайында бейімделу механизмдерін түсіндіруге маңызды мәліметтер береді.

Кілт сөздер: *Hippophae rhamnoides*, хлорофилл-а, хлорофилл-в, фотосинтетикалық пигменттер, фотосинтез, вариация коэффициенті, физиологиялық бейімделу

Кіріспе

Қазіргі таңда биік таулы экожүйелерде өсетін өсімдіктердің физиологиялық бейімделу механизмдерін зерттеу экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету және биоресурстарды ұтымды пайдалану тұрғысынан өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қазақстанның тау экожүйелерінде кең таралған *Hippophae rhamnoides* өсімдігі топырақ қорғау, экожүйелік қызмет атқару және дәрілік мақсатта пайдаланылуымен ерекшеленеді [1]. Сонымен қатар жыныстық тұрғыдан дара жынысты өсімдік болып саналатындықтан, оның аталық және аналық дарақтарының физиологиялық ерекшеліктерін зерттеу маңызды болып табылады.

Өсімдіктердің фотосинтетикалық қызметін бағалауда хлорофилл-а және хлорофилл-в пигменттерінің мөлшерін анықтау арқылы олардың жарықты сіңіру қабілеті мен фотосинтез процесінің тиімділігін бағалау мүмкіндігі туады [2]. Бұл бағыттағы зерттеулер өсімдіктердің физиологиялық күйін, олардың стресс факторларға төзімділігін және өсу жағдайларына бейімделу деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. *Hippophae rhamnoides* фотосинтетикалық пигменттер құрамын зерттеу арқылы оның тау жағдайларында таралу заңдылықтарын және қоршаған орта факторларына жауап қайтару ерекшеліктерін нақтылауға болады [3].

Шырғанақтың хлорофилл-а және хлорофилл-в пигменттері бойынша зерттеулер жүргізу арқылы аталық және аналық дарақтардағы физиологиялық көрсеткіштердің айырмашылықтарын анықтау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды. Әсіресе биік таулы аймақтардағы климаттық және топырақтық факторлардың әсерін ескере отырып, өсімдіктің фотосинтетикалық аппаратының жұмыс жасау ерекшеліктерін айқындау экологиялық мониторинг жүргізу барысында маңызды деректер ұсынады [4].

Әдістер мен материалдар

Зерттеу нысаны ретінде Шелек өзенінің жайылмасында теңіз деңгейінен әртүрлі биіктікте орналасқан үш популяция құрамына кіретін *Hippophae rhamnoides* түрінің репродуктивті жетілген аталық және аналық дарақтары таңдалды.

Далалық зерттеу жұмыстары 2021-2024 жж. орман учаскелерінде далалық экспедициялық әдіспен жүргізілді, жиналған биологиялық үлгілер Нижний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университетінің орман селекциясы зертханасында камералдық кезеңде өңделді. Жұмыс әдістемесі жалғыз логикалық айырмашылық принципін сақтай отырып, тәжірибе ұйымдастырудың негізгі талаптары – типтілік, жарамдылық, орындылық және оңтайлылық қағидаттарына негізделді [5,6]. Жапырақ үлгілерінен хлорофилл-а, хлорофилл-в мөлшерін анықтау үшін спектрофотометриялық әдіс қолданылды [7,8].

Бұл әдісте 96%-дық этанол экстрагенті пайдаланылып, пигменттердің оптикалық тығыздығы СФ-2000 спектрофотометрінде GRASS GIS 7.6.1/QGIS 3.4 бағдарламалық жасақтамасы арқылы 665 нм (хлорофилл-а), 649 нм (хлорофилл-в), 452,5 нм (каротиноидтар) толқын ұзындықтарында өлшенді [9]. Экстрагенттің оптикалық қасиеттеріне байланысты түзету эталоны дайындалды [10]. Пигменттердің мг/г шикі массадағы концентрациясы Ветштейн мен Хольм теңдеулері бойынша 100% ацетон мен 96% этанолға сәйкестендіріліп есептелді [11]. Суспензия массасы 0,001 г дәлдікпен VIC-300d3 аналитикалық таразыларында өлшенді [6]. Әр үлгі HS 61 А кептіру шкафтарына салып абсолютті құрғақ күйге жеткізіліп, соңғы құрғақ заттың пайыздық үлесі есептелді [12,13].

Сонымен қатар, зерттеу барысында хлорофиллдің әртүрлі формаларының мөлшері мен арақатынасы, хлорофилл-а және хлорофилл-в-нің каротиноидтарға қатынасы, олардың пигменттік құрамдағы үлесі және жалпы пигменттер мөлшері анықталды [14,15]. Бұл тәсіл өсімдіктердің фотосинтетикалық кешенін зерттеуде жиі қолданылып, әдістемелік тұрғыдан

негізделген тәжірибе болып саналады [16]. Алынған мәліметтер Excel электрондық кестелерінде қолданыстағы статистикалық алгоритмдер және әдістемелік схемалар негізінде өңделіп, негізгі статистикалық көрсеткіштер есептелді және зерттеу нәтижелері жүйелендірілді [17].

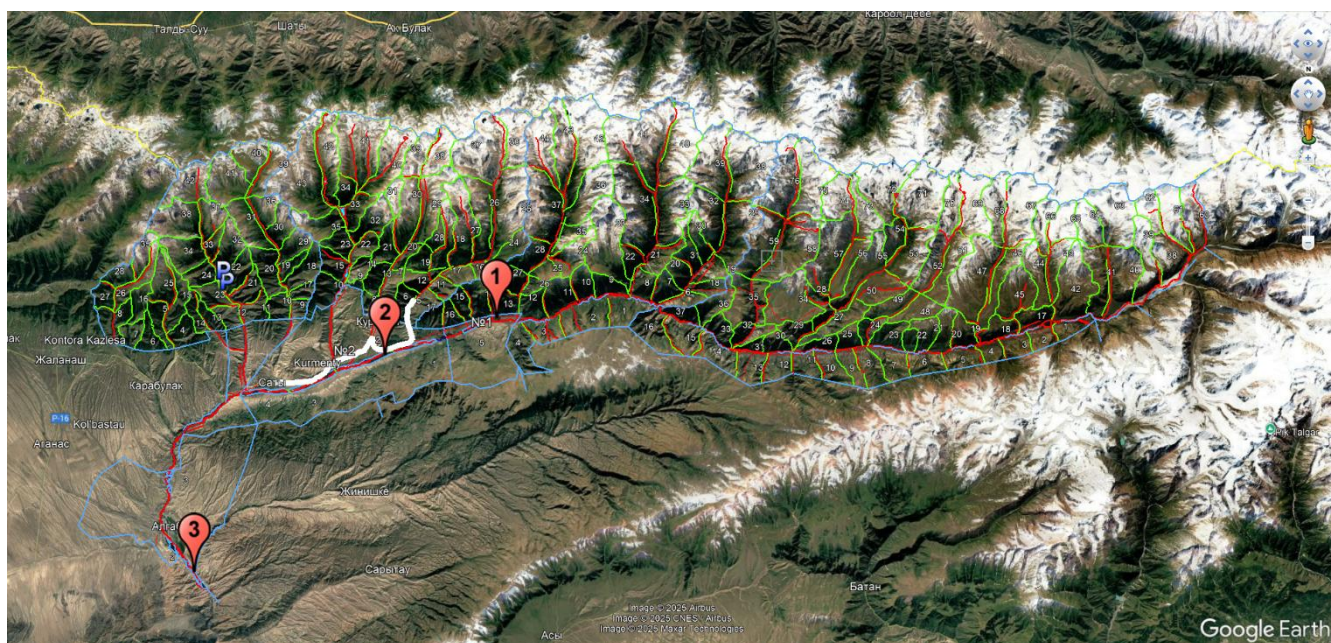
Нәтижелер және талқылау

Зерттеу барысында «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің үш түрлі биік таулы учаскесінде өсетін шырғанақ (*Hipporpha rhamnoides* L.) жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері анықталып, олардың жыныстық және даралық ерекшеліктеріне байланысты өзгерістері қарастырылды (Кесте 1).

Кесте 1 – *Hipporpha rhamnoides* L. жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің статистикалық көрсеткіштері (мг/г)

№	Учаске	Пигмент	Жынысы	М (мг/г)	Cv (%)	Δlim (мг/г)	min (мг/г)	max (мг/г)	±m (мг/г)
1	1-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,90	2,81	0,13	0,83	0,96	0,03
			Аналық	0,91	5,57	0,23	0,77	1,00	0,05
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,12	12,95	0,57	0,89	1,46	0,07
			Аналық	0,94	33,77	1,11	0,48	1,60	0,13
2	2-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,94	8,91	0,29	0,79	1,08	0,04
			Аналық	0,90	5,07	0,17	0,71	0,88	0,02
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,05	24,22	0,70	0,67	1,37	0,10
			Аналық	1,03	30,24	0,90	0,58	1,48	0,14
3	3-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,91	3,43	0,17	0,82	0,99	0,02
			Аналық	0,90	3,35	0,18	0,78	0,96	0,02
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,21	15,22	0,60	0,89	1,49	0,09
			Аналық	1,16	18,36	0,67	0,84	1,51	0,10

Кесте түсіндірмесі: М (мг/г) — орташа арифметикалық мән, Cv (%) — вариация коэффициенті (пайызбен), Δlim — минимум мен максимум арасындағы диапазон, min / max — тіркелген ең төмен / ең жоғары мәндер, ±m — орташа мәнің статистикалық қатесі



Сурет 1 – «Көлсай көлдері» МҰТП шекарасы мен ішкі учаскелері көрсетілген. Итшомырт шырғанақтың табиғи таралуын зерттеуге арналған үш негізгі бақылау нүктесі (№1, №2, №3) белгіленген

Аталық дарақтардың жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшері барлық учаскелерде аналық дарақтарға қарағанда жоғары болып тіркелді. Аталық дарақтарда орташа

көрсеткіштер 1,05–1,21 мг/г аралығында, аналық дарақтарда 0,94–1,16 мг/г аралығында болды. Орташа арифметикалық мәндер барлық учаскелерде 1,03–1,19 мг/г диапазонында орналасты.

Хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* мөлшерінің шамалас болуы шырғанақ жапырақтарында пигменттердің теңдестірілгендігін және фотосинтез процесінде екі пигменттің үйлесімді жұмыс істейтіндігін көрсетеді. Бұл көрсеткіш жарық энергиясын тиімді сіңіру және оны фотохимиялық реакцияларға бағыттау процестерінің дұрыс жүруін қамтамасыз етеді [18].

Кесте 1 деректері бойынша вариация коэффициенті (C_v) аталық дарақтарда барлық учаскелерде төмен (12,95–18,32%), ал аналық дарақтарда жоғары (22,62–33,77%) болып тіркелді. Бұл аталық дарақтарда фотосинтетикалық пигменттердің мөлшері даралар арасында тұрақтырақ екенін, ал аналық дарақтарда мөлшердің өзгергіштігі жоғары екенін көрсетті. Аналық дарақтардағы жоғары вариация коэффициенттері репродуктивтік процестерге байланысты физиологиялық және биохимиялық ауытқулардың бар екенін көрсетеді.

Хлорофилл мөлшерінің 3-учаскеде салыстырмалы түрде жоғары деңгейде болуы табиғи жағдайлардың қолайлығымен (жарық түсу деңгейі, топырақ-ылғалдылық жағдайлары) байланысты болуы мүмкін. Алайда учаскелер арасында хлорофилл мөлшері көрсеткіштері бойынша жалпы алғанда үлкен айырмашылықтар анықталған жоқ, бұл шырғанақтың әртүрлі биіктіктегі тау жағдайларына жақсы бейімделетіндігін дәлелдейді.

Жалпы нәтижелер шырғанақтың жыныстық ерекшеліктері фотосинтездік пигменттердің мөлшері мен тұрақтылығына ықпал ететінін көрсетті. Аталық дарақтарда пигмент мөлшері жоғары және тұрақты болып сақталып, фотосинтездік белсенділіктің бірқалыптылығын қамтамасыз етеді. Аналық дарақтарда пигмент мөлшері біршама төмен және өзгергіш болып, олардың физиологиялық күйінің ауытқымалы сипатын сипаттайды.

Осы зерттеу нәтижелері шырғанақтың фотосинтетикалық аппаратының құрылымы мен қызметін зерттеуде, оның жыныстық дарақтарының физиологиялық ерекшеліктерін анықтауда, сондай-ақ тау жағдайларында бейімделуін бағалауда маңызды дерек болып табылады.

Негіздеу:

1-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

1-учаскеде жүргізілген зерттеу нәтижелері шырғанақтың аталық және аналық дарақтарының жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің өзара салыстырмалы деңгейі мен вариация дәрежесінің ерекшеленетінін көрсетті.

Хлорофилл-*a* мөлшері. Аталық дарақтарда хлорофилл-*a* мөлшерінің орташа мәні 1,12 мг/г, аналық дарақтарда 0,94 мг/г, жалпы орташа арифметикалық мән 1,03 мг/г деңгейінде тіркелді. Вариация коэффициенті (C_v) бойынша аталық дарақтарда 12,95%, аналық дарақтарда 33,77% болды. Таңдамалы орташа қате аталық дарақтарда 0,026 мг/г, аналық дарақтарда 0,058 мг/г деңгейінде анықталды. Бұл аталық дарақтарда хлорофилл-*a* мөлшерінің тұрақты, ал аналық дарақтарда ауытқымалы екенін көрсетеді.

Хлорофилл-*b* мөлшері. Хлорофилл-*b* көрсеткіштері де ұқсас деңгейде анықталды: аталық дарақтарда – 1,12 мг/г, аналық дарақтарда – 0,94 мг/г, орташа мән – 1,03 мг/г.

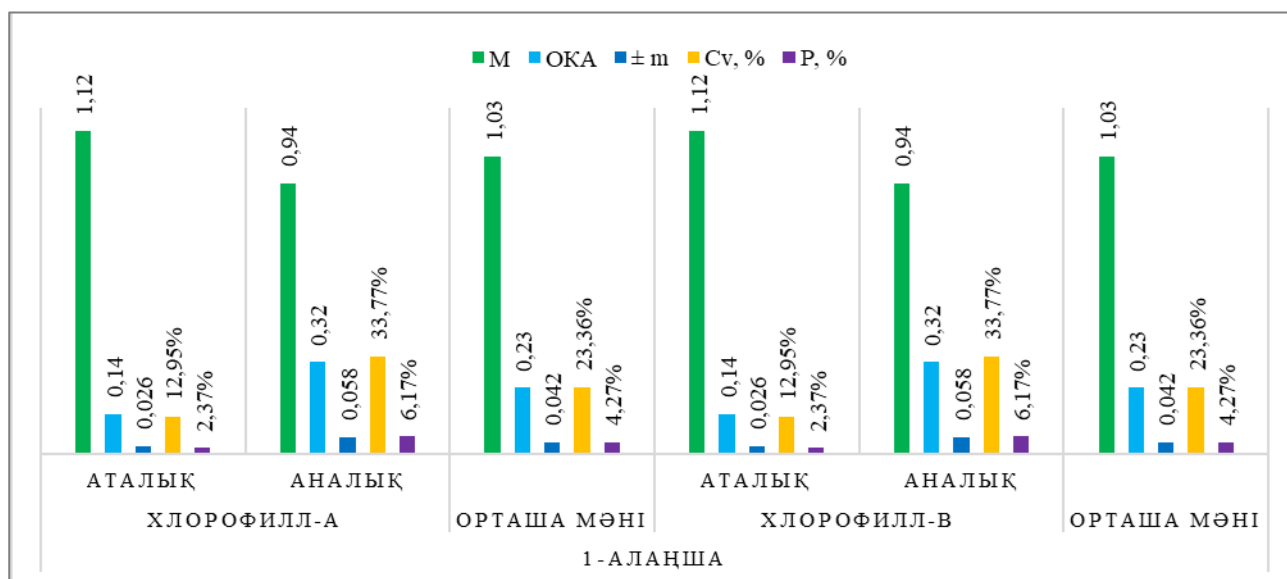
Вариация коэффициенттері мен салыстырмалы қателіктер де дәл сондай. Бұл дерек 1-учаскеде хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері шамалас екенін растайды (Сурет 2).

Пигменттер қатынасының маңызы

Фотосинтез процесінде хлорофилл-*a* негізгі рөл атқарып, реакция орталықтарында жарық энергиясын тікелей химиялық энергияға айналдыруға қатысады, ал хлорофилл-*b* антенналық рөл атқарып, қосымша жарық жинап, оны хлорофилл-*a* молекулаларына береді. Әдетте табиғи жағдайларда олардың арақатынасы 3:1 немесе 4:1 шамасында болуы мүмкін [17].

Алайда бұл учаскеде олардың мөлшері бірдей деңгейде (1,12 және 0,94 мг/г) тіркелуі өсімдіктің фотосинтездік аппаратының бейімделу механизмінің ерекшелігіне байланысты

болуы мүмкін. Бұл теңгерімділік *Hipporphae rhamnoides* өсімдігінің жарық режимі өзгермелі тау экожүйесінде толық спектрлі жарықты тиімді пайдалану қабілетін қамтамасыз етеді.



Сурет 2 – 1-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

Жыныстық айырмашылықтың интерпретациясы

Аталық дарактарда пигменттер мөлшері жоғары әрі өзгергіштік деңгейі төмен болуы олардың физиологиялық белсенділігінің бірқалыпты екенін көрсетеді. Ал аналық дарактарда пигмент мөлшерінің төмен әрі өзгергіш болуы репродуктивтік мүшелердің түзілуі мен даму кезеңдерінде қоректік заттардың қайта бөлінуімен тікелей байланысты. Бұл нәтиже *Hipporphae rhamnoides* өсімдігінің косүйлі өсімдік ретіндегі ерекшелігін толық растайды.

1-учаскеде шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің деректері аталық дарактарда фотосинтетикалық аппараттың тұрақты және белсенді жұмыс істейтінін, ал аналық дарактарда фотосинтетикалық пигмент мөлшерінің ауытқымалы екенін көрсетті.

Бұл айырмашылық шырғанақтың жыныстық ерекшелігіне тән морфо-физиологиялық бейімделу стратегиясының көрінісі болып табылады.

2-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

2-учаскеде жүргізілген зерттеу нәтижелері *Hipporphae rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жыныстық ерекшелікке тәуелділігін және деректердің таралу сипатын көрсетті.

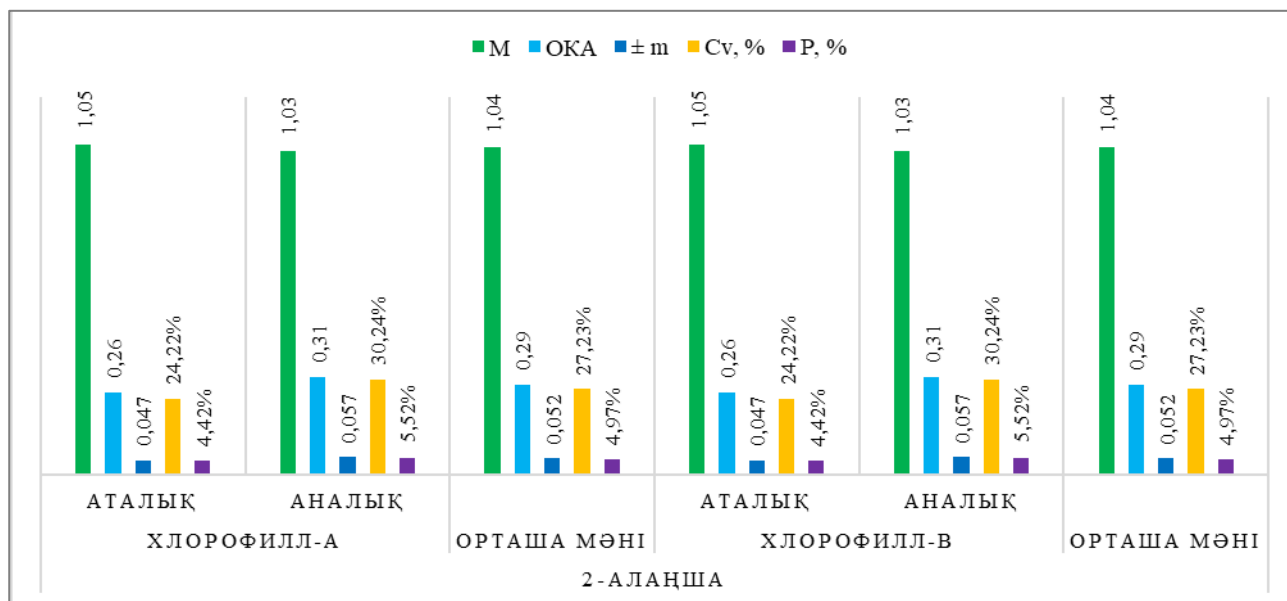
Хлорофилл-а мөлшері аталық дарактарда 1,05 мг/г, аналық дарактарда 1,03 мг/г, орташа мәні 1,04 мг/г деңгейінде анықталды. **Вариация коэффициенті (Cv)** аталық дарактарда 18,32%, аналық дарактарда 30,24% болып, аналық дарактарда ауытқу деңгейі жоғары екенін көрсетті. Таңдамалы орташа қате ($\pm m$) аталық дарактарда 0,044 мг/г, аналық дарактарда 0,057 мг/г болды. Бұл деректер аналық дарактарда репродуктивтік кезеңге байланысты физиологиялық процестердің өзгергіштігі жоғары екенін көрсетеді. Аталық дарактардағы төмен вариация олардың фотосинтетикалық пигменттер құрамының тұрақтылығын, аналық дарактардағы жоғары вариация генеративтік процестерге байланысты ауытқымалы сипатты дәлелдейді.

Хлорофилл-в мөлшері бойынша көрсеткіштер толық сәйкес келді: аталық дарактарда 1,05 мг/г, аналық дарактарда 1,03 мг/г, орташа мәні 1,04 мг/г. Вариация коэффициенті мен таңдаулы орташа қате мәндері де хлорофилл-а көрсеткіштеріне ұқсас болды, бұл 2-учаскеде хлорофилл-а мен хлорофилл-в мөлшерінің теңдестірілген деңгейде екенін және олардың

арақатынасының шамамен 1:1 екенін көрсетті. Әдетте өсімдіктерде бұл арақатынас 3:1 немесе 4:1 аралығында болады, ал тау жағдайындағы шырғанақ жапырақтарында пигменттердің теңдей болуы жарықтың спектралды құрамын тиімді пайдалануға және фотосинтездің бейімделу механизмдерінің жүзеге асуына мүмкіндік береді.

Бұл деректер *Hipporhae rhamnoides* түрінің биік таулы экожүйелерге бейімделу стратегиясының маңызды көрсеткіші болып табылады және оның жарыққа қатысты пластикалық қасиеттерін сипаттайды.

Қорытындылай келе, хлорофилл-а мен хлорофилл-в мөлшерінің тең болуы өсімдік жапырақтарының жарық энергиясын жинау және оны фотохимиялық реакцияларға бағыттау механизмінің үйлесімділігін көрсетеді және биік таулы жағдайда бейімделуінің тиімділігін дәлелдейді (Сурет 3).



Сурет 3 – 2-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

3-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

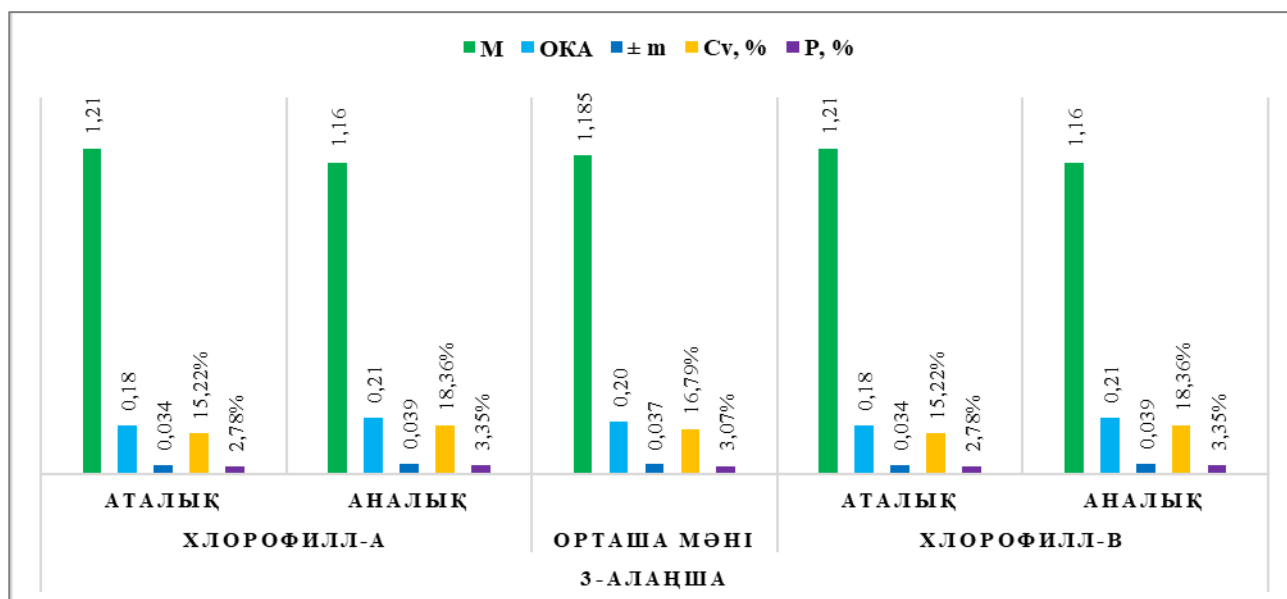
3-учаскеде жүргізілген зерттеу *Hipporhae rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жоғары деңгейде екенін және жыныстық айырмашылықтарды нақты көрсеткенін анықтады.

Хлорофилл-а мөлшері аталық дарактарда 1,21 мг/г, аналық дарактарда 1,16 мг/г, орташа мәні 1,185 мг/г деңгейінде тіркелді. Вариация коэффициенті аталық дарактарда 14,70%, аналық дарактарда 22,62%, орташа мәні 18,66% болды. Таңдамалы орташа қате ($\pm m$) аталық дарактарда 0,051 мг/г, аналық дарактарда 0,066 мг/г болып, аналық дарактарда даралар арасындағы өзгергіштіктің жоғары екенін көрсетті.

Хлорофилл-в мөлшері де ұқсас болып, аталық дарактарда 1,21 мг/г, аналық дарактарда 1,16 мг/г, орташа мәні 1,185 мг/г деңгейінде анықталды. Вариация коэффициенттері мен таңдаулы орташа қате көрсеткіштері де хлорофилл-а деректерімен сәйкес келіп, екі пигмент мөлшерінің тепе-теңдігін және динамикасының бір бағытта өзгеретінін көрсетті.

Пигменттердің жоғары және теңгерімді деңгейде болуы шырғанақтың фотосинтетикалық аппаратында жарық энергиясын тиімді жинау мен пайдалану механизмінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Аталық дарактарда пигмент мөлшерінің сәл жоғары және тұрақты болуы фотосинтездік белсенділіктің жоғары екенін, ал аналық дарактардағы өзгергіштік репродуктивтік процестерге байланысты қоректік заттардың қайта бөлінуімен түсіндірілетінін көрсетеді.

Хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің шамалас деңгейде (1,21 және 1,16 мг/г) болуы фотосинтетикалық аппараттың үйлесімділігін қамтамасыз етіп, өсімдік жапырақтарының жарық энергиясын тиімді пайдаланатынын және фотосинтез процесінің белсенді жүріп жатқанын көрсетеді (Сурет 4).



Сурет 4 – 3-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

Жыныстық айырмашылықтың интерпретациясы.

Аталық дарақтарда хлорофилл мөлшерінің жоғары болуы (1,21 мг/г) және вариация коэффициентінің төмен болуы (14,70%) фотосинтездік белсенділіктің тұрақтылығын және физиологиялық процестердің үйлесімді жүріп жатқанын көрсетеді.

Аналық дарақтарда мөлшердің сәл төмен болуы (1,16 мг/г) және вариация коэффициентінің жоғары болуы (22,62%) аналық дарақтар арасында физиологиялық күйдің біркелкі еместігін және генеративтік процестерге ресурстардың жұмсалыуына байланысты пигмент мөлшерінің өзгергіштігін дәлелдейді.

3-учаскеде *Hipporhae rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жоғары деңгейде анықталуы өсімдіктердің фотосинтездік белсенділігінің жоғары екенін көрсетті. Аталық және аналық дарақтар арасындағы айырмашылық аз болғанымен, аналық дарақтарда пигмент мөлшерінің өзгергіштік дәрежесі жоғары болып шықты. Сонымен қатар, хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің теңдестірілуі жапырақтың жарықты сіңіру және фотосинтездік процестерді тұрақты жүргізу қабілетін көрсетеді.

Қорытынды

Hipporhae rhamnoides жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерін зерттеу олардың аталық дарақтарда жоғары әрі тұрақты, аналық дарақтарда салыстырмалы төмен және вариациясы жоғары екенін көрсетті. Бұл аналық дарақтардағы физиологиялық тұрақсыздықтың репродуктивтік функциялармен, ал аталық дарақтардағы фотосинтетикалық белсенділіктің бірқалыптылығымен байланысты екенін дәлелдейді.

Зерттеу нәтижелері шырғанақтың биік таулы экожүйе жағдайларына жоғары бейімделгіштігін және пигменттік құрам тұрақтылығын көрсетті. Биіктік белдеулер арасында үлкен айырмашылықтар болмағанымен, 3-учаскедегі көрсеткіштердің жоғары болуы қолайлы экологиялық факторлармен байланысты болуы мүмкін. Бұл нәтижелер өсімдіктердің фотосинтетикалық аппаратының құрылымын, жыныстық ерекшеліктерге байланысты физиологиялық айырмашылықтарды және биік таулы экожүйелердегі бейімделу деңгейін бағалауда маңызды ғылыми негіз болып табылады. Ғылыми жаңалығы – шырғанақтың жыныстық дарақтарындағы пигмент мөлшерінің тұрақтылығы мен өзгергіштігінің биік таулы

жағдайда алғаш рет жүйелі дәлелденуінде. Практикалық тұрғыда алынған деректер экожүйелік мониторинг, шырғанақ плантацияларын ұйымдастыру және селекциялық жұмыстарда дарақтардың физиологиялық әлеуетін бағалау үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Алғыс. Зерттеу жұмыстарының далалық кезеңін ұйымдастырудағы қолдауы үшін «Көлсай көлдері» МҰТП әкімшілігі мен қызметкерлеріне алғыс білдіреміз. Физиологиялық және биохимиялық деректерді өндеуге ғылыми кеңес және әдістемелік көмек көрсеткені үшін б.ғ.к. Н.Н. Бессчетноваға ризашылығымызды білдіреміз. Хлорофилл мөлшерін анықтау жұмыстары Ресей Федерациясы, Нижегород мемлекеттік ауылшаруашылық академиясының Орман шаруашылығы факультетінде жүргізіліп, зертхана ұжымына ғылыми-техникалық қолдауы үшін алғыс айтамыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Бессчетнов, В.П., Бессчетнова, Н.Н., Кентбаев, Е.Ж., Қапарбай, Р.Е. (2024). Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы популяциялардағы кәдімгі шырғанақ жапырақтарындағы пластидті пигменттердің құрамымен балансы. Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми-практикалық журналы, 2(75), б. 51–61. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2024-2-2-51-61>
2. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Бессчетнов, В.П., Қапарбай, Р.Е., Тургамбаев, Д.Г. (2021). Современное состояние естественных популяций облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.) в ГНПП «Кольсай көлдері». Молодежный агрофорум – 2021: материалы международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 11–12 февраля 2021 г. Нижний Новгород, стр. 130–134.
3. Бабаев, Р. Н., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2022). Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.). Лесной вестник/Forestry bulletin, 26(3), стр. 29–38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-3-29-38>
4. Арынов, Б.Б., Абаева, К.Т., Кентбаева, Б.А., Қапарбай, Р.Е. (2022). Особенности популяции *Hipporhae rhamnoides* L. в ГНПП «Кольсай көлдері». Аграрная наука – сельскому хозяйству: XVII Международная научно-практическая конференция. Сборник материалов, Книга 1, Барнаул, стр. 317–319.
5. Арынов, Б.Б., Кентбаев, Е.Ж., Мухитдинов, Н.М., Қапарбай, Р.Е. (2022). «Көлсай көлдері» МҰТП дендрофлорасы мен сирек орман қауымдастығын сақтаудағы рөлі. Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия: материалы конференции, г. Актау, стр. 255–260.
6. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Кентбаев, Е.Ж., Бессчетнова, Н.Н., Бессчетнов, В.П. (2023). Содержание и баланс пластидных пигментов в листовом аппарате облепихи в популяциях Юго-Востока Казахстана. VESTNIK, 4(40), стр. 5–13.
7. Бессчетнов, В. П., Кентбаев, Е. Ж. (2018). Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, (4 (364)), стр. 56–62. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.56>
8. Бессчетнова, Н. Н. (2011). Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов. Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: сборник научных статей, 1(1), стр. 56–65.
9. Бессчетнова, Н. Н. (2013). Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои. Вестник Марийского государственного технического университета. Серия Лес. Экология. Природопользование, 1(17), стр. 5–14.
10. Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2014). Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 368 с.
11. Кентбаев, Е. Ж., Бессчетнов, В. П., Кентбаева, Б. А., Бессчетнова, Н. Н. (2021). Облепиха в Казахстане. Алматы: ТОО Лантар Трейд, 321 с.

12. Кентбаева, Б. А., Кентбаев, Е. Ж., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П., Кулиев, А. С. (2022). Экологическая устойчивость интродуцированных сортов облепихи в Кыргызстане. Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, 4(36), стр. 15–21.
13. Кулькова, А. В., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2018). Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 1(37), стр. 5–18.
14. Vdovina, T. A., Isakova, E. A., Lagus, O. A., Sumbembayev, A. A. (2024). Selection assessment of promising forms of natural *Hippophae rhamnoides* (Elaeagnaceae) populations and their offspring in the Kazakhstan Altai Mountains. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250451>
15. Dere, Ş., Güneş, T., Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22(1), pp. 13–18.
16. Zulfiqar, R., Fatima, K., Mugabi, R., Sharma, A., Rustagi, S., Singh, R., Nayik, G. A. (2025). The miracle Berry: Unveiling the therapeutic attributes of sea buckthorn – A review. *Human Nutrition & Metabolism*, 41, 200321. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2025.200321>
17. Mutsenko, V., Rubalskii, E., Anastassopoulos, E., Zaragotas, D., Marin, S. L., Sydykov, B., Gryshkov, O. (2025). Study of freezing properties of aqueous leaf homogenates from *Hippophae rhamnoides*. *Cryobiology*, 120, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2025.105281>
18. Zhu, P., Ren, Y., Wei, C., Luo, J., Wu, D., Ye, X., Tian, J. (2025). Compounds from sea buckthorn and their application in food: A review. *Food Chemistry*, 143428. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143428>

References

1. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Kentbaev E.Zh., Kaparbaj R.E. (2024). Kazakhstannyng ontustik-shygyndagy populyatsiyalardagy kadimgi shyrganak zhapyraqтарыndagy plastidti pigmentterdin kuramymen balansy. Zhan'gir khan atyndagy Batys Kazakhstan agrarlyk-tekhnikalik universitetinin gylimi-praktikalik zhurnaly, 2(75), 51–61. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2024-2-2-51-61> [in Kazakh].
2. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Besschetnov V.P., Kaparbaj R.E., Turgambaev D.G. (2021). Sovremennoe sostoyanie estestvennykh populyatsiy oblepikhi krushinovidnoj (*Hippophae rhamnoides* L.) v GNPP «Kolsay koldery». Molodezhnyy agroforum – 2021: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh, Nizhnij Novgorod, 11–12 fevralya 2021 g. Nizhnij Novgorod, 130–134 [in Russian].
3. Babaev R.N., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2022). Pigmentatsiya listovykh plastin predstavitelej roda bereza (*Betula* L.). Lesnoj vestnik/Forestry bulletin, 26(3), 29–38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-3-29-38> [in Russian].
4. Arynov B.B., Abaeva K.T., Kentbaeva B.A., Kaparbaj R.E. (2022). Osobennosti populyatsii *Hippophae rhamnoides* L. v GNPP «Kolsay koldery». Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyajstvu: XVII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Sbornik materialov, Kniga 1, Barnaul, 317–319 [in Russian].
5. Arynov B.B., Kentbaev E.Zh., Mukhitdinov N.M., Kaparbaj R.E. (2022). «Kolsay koldery» MUTP dendroflorasy men sirek orman kauymdastyghyn saktaudagy roli. Introduktsiya, sokhranenie bioraznoobraziya i zelenoe stroitel'stvo v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata i antropogennogo vozdejstviya: materialy konferentsii, Aktau, 255–260 [in Kazakh].
6. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Kentbaev E.Zh., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2023). Soderzhanie i balans plastidnykh pigmentov v listovom apparate oblepikhi v populyatsiyakh YUgo-Vostoka Kazakhstana. Vestnik, 4(40), 5–13 [in Russian].
7. Besschetnov V.P., Kentbaev E.Zh. (2018). Opyt zelenogo cherenkovaniya oblepikhi krushinovidnoj v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Lesnoj zhurnal, (4(364)), 56–62. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.56> [in Russian].

8. Besschetnova N.N. (2011). Pigmentnyj sostav khvoi plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoj v arkhivakh klonov. Trudy fakul'teta lesnogo khozyajstva Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii: sbornik nauchnykh statej, Nizhnij Novgorod, 1(1), 56–65 [in Russian].
9. Besschetnova N.N. (2013). Mnogomernaya otsenka plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) po pokazatelyam pigmentnogo sostava khvoi. Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie, 1(17), 5–14 [in Russian].
10. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2014). Sosna obyknovennaya (*Pinus sylvestris* L.). Morfometriya i fiziologiya khvoi plyusovykh derev'ev. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskaya GSKHA, 368 s. [in Russian].
11. Kentbaev E.Zh., Besschetnov V.P., Kentbaeva B.A., Besschetnova N.N. (2021). Oblepikha v Kazakhstane. Almaty: TOO Lantar Trejd, 321 s. [in Russian].
12. Kentbaeva B.A., Kentbaev E.Zh., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kuliev A.S. (2022). Ekologicheskaya ustojchivost' introdutsirovannykh sortov oblepikhi v Kyrgyzstane. Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii, 4(36), 15–21 [in Russian].
13. Kulkova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2018). Mnogoparametricheskaya otsenka taksonomicheskoy blizosti vidov eli (*Picea A. Dietr.*) po pigmentnomu sostavu khvoi. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie, 1(37), 5–18 [in Russian].
14. Vdovina, T. A., Isakova, E. A., Lagus, O. A., & Sumbembayev, A. A. (2024). Selection assessment of promising forms of natural *Hippophae rhamnoides* (Elaeagnaceae) populations and their offspring in the Kazakhstan Altai Mountains. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250451>
15. Dere, Ş., GÜNEŞ, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and totalcarotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish journal of Botany*, 22(1), 13-18.
16. Zulfiqar, R., Fatima, K., Mugabi, R., Sharma, A., Rustagi, S., Singh, R., & Nayik, G. A. (2025). The miracle Berry: Unveiling the therapeutic attributes of sea buckthorn—A review. *Human Nutrition & Metabolism*, 41, 200321. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2025.200321>
17. Mutsenko, V., Rubalskii, E., Anastassopoulos, E., Zaragotas, D., Marin, S. L., Sydykov, B., ... & Gryshkov, O. (2025). Study of freezing properties of aqueous leaf homogenates from *Hippophae rhamnoides*. *Cryobiology*, 120, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2025.105281>
18. Zhu, P., Ren, Y., Wei, C., Luo, J., Wu, D., Ye, X., & Tian, J. (2025). Compounds from sea buckthorn and their application in food: A review. *Food Chemistry*, 143428. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143428>

**Б.Б. Арынов^{*1}, Б.А. Кентбаева¹, В.П. Бессчетнов³ Р.Е. Қапарбай²,
Ш. Қапар¹, М.К. Шыныбеков¹**

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, , raushan.kaparbay@mail.ru, kapar.sh@kaznaru.edu.kz

²Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері», Саты, Казахстан, murat.shynybekov@mail.ru

³Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород, Россия, lesfak@bk.ru

ПОЛОВЫЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА *HIPPOPHAE RHAMNOIDES*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ»

Аннотация

Hippophae rhamnoides L. (облепиха) — вид растений семейства Elaeagnaceae, являющийся реликтовым и обладающий высокой адаптивностью, широко распространён на

территории Казахстана. В основном он встречается на предгорьях, в долинах рек, на скалистых склонах и в прибрежных зонах рек и озёр. В настоящем исследовании определено содержание пигментов хлорофилл-а и хлорофилл-в в листьях *Hippophae rhamnoides*, произрастающих на различных горных участках территории государственного национального природного парка, и рассмотрены их изменения в зависимости от половой дифференциации растений. Показаны различия в содержании пигментов у мужских и женских особей растения, изучен уровень вариации показателей между отдельными экземплярами. Установлено, что у мужских особей содержание хлорофилл-а и хлорофилл-в в листьях выше и более стабильное, тогда как у женских особей данные показатели несколько ниже и подвержены большему колебанию. Сходные уровни содержания пигментов на различных участках подтверждают высокую адаптацию облепихи к условиям горных экосистем. Сохранение сбалансированного уровня хлорофилл-а и хлорофилл-в свидетельствует о скоординированной работе фотосинтетического аппарата растения и эффективности процессов поглощения света и его преобразования в энергию. Полученные результаты предоставляют важные данные для определения физиологического состояния облепихи в зависимости от половых особенностей и способствуют пониманию механизмов адаптации вида к условиям высокогорных экосистем.

Ключевые слова: *Hippophae rhamnoides*, хлорофилл-а, хлорофилл-в, фотосинтетические пигменты, фотосинтез, коэффициент вариации, физиологическая адаптация.

**B.B. Arynov*¹, B.A. Kentbayeva¹, V.P. Besschetnov³, R.Ye. Kaparbay²,
Sn. Kapar¹, M.K. Shynybekov¹**

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

² Kolsai Lakes State National Nature Park, Saty, Kazakhstan

³ Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia
aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, lesfak@bk.ru, raushan.kaparbay@mail.ru,
kapar.sh@kaznaru.edu.kz, murat.shynybekov@mail.ru

SEXUAL AND MORPHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE PIGMENT COMPOSITION OF *HIPPOPHAE RHAMNOIDES* IN THE «KOLSAI LAKES» NATIONAL PARK

Abstract

Hippophae rhamnoides L. (sea buckthorn) is a plant species belonging to the Elaeagnaceae family, characterized as a relict species with high adaptability, and is widely distributed across the territory of Kazakhstan. It predominantly occurs in foothills, river valleys, rocky slopes, and in the vicinity of rivers and lakes. In this study, the content of chlorophyll-a and chlorophyll-b pigments in the leaves of *Hippophae rhamnoides* growing in various mountainous areas within the territory of a state national nature park was determined, and their variations depending on the sexual differentiation of the plants were examined. Differences in pigment content between male and female individuals of the species were revealed, and the level of variation among individual specimens was analyzed. It was established that the leaves of male individuals contained higher and more stable levels of chlorophyll-a and chlorophyll-b, whereas in female individuals, these indicators were slightly lower and more variable. The similar levels of pigment content recorded across different sites confirm the high adaptability of sea buckthorn to the conditions of mountain ecosystems. The maintenance of balanced levels of chlorophyll-a and chlorophyll-b indicates the coordinated functioning of the plant's photosynthetic apparatus and the efficiency of light absorption and its conversion into energy. The results obtained provide important data for assessing the physiological state of sea buckthorn depending on its sexual characteristics and contribute to understanding the mechanisms of adaptation of the species to high-altitude ecosystem conditions.

Keywords: *Hippophae rhamnoides*, chlorophyll-a, chlorophyll-b, photosynthetic pigments, photosynthesis, coefficient of variation, physiological adaptation.

Авторлардың үлесі:

Б.Б. Арынов – мақаланың бастапқы нұсқасын жазу, әдістеме;

Б.А. Кентбаева – шолу және редакциялау, әкімшілік басқару;
В.П. Бессчетнов – тұжырымдама жасау, деректерді қадағалау;
Р.Е. Қапарбай – қаржыландыруды қамтамасыз ету, ресурстар;
Ш. Қапар – формальды талдау, редакциялау;
М.К. Шыныбеков – визуализация, бағдарламалық қамтамасыз ету.

МРНТИ 10.53.28

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/49>

М.Б. Нурпеисова^{1}, Д.М. Киргизбаева¹, А.Н. Жилдикбаева²,
Э.А.Азизов³, А.К. Утесбаев¹*

*¹Казахский национальный исследовательский технический университет им.
К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан*

*²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы,
Казахстан*

*³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
marzhan-nurpeissova@rambler.ru; a.zhildikbaeva@mail.ru*

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация

В статье рассмотрены и обоснованы практическое использование инновационных технологий (беспилотных летательных аппаратов – БПЛА) для целей мониторинга и картографирования земельных ресурсов, современные и перспективные представления о видах источников данных для сельскохозяйственного картографирования, приведены примеры подбора исходных материалов и картографических документов для создания карт различной направленности, включая подготовку единой электронной картографической основы, данных дистанционного зондирования Земли и беспилотных летательных аппаратов.

В результате проведенных научных работ, изучены и усовершенствованы:

- опыт и методология картографирования сельскохозяйственных комплексов в республике и за рубежом;
- методика и технология геоинформационного картографирования сельскохозяйственных объектов по данным БПЛА.

Разработана усовершенствованная технологическая схема наблюдения и цифрового картографирования земель, принадлежащих кооперативным и приусадебным хозяйствам. Предложена методика формирования трёхмерной модели таких объектов на основе данных дистанционного зондирования Земли. Разработанный подход к созданию геоинформационных карт земель фермерских, кооперативных и приусадебных хозяйств может применяться для задач сельскохозяйственного планирования и рационального землепользования в регионах с аналогичными природными и экономическими условиями в других странах. Полученные результаты исследования могут быть полезны в научных изысканиях, при выполнении магистерских и докторских диссертаций, а также в образовательном процессе университетов.

Ключевые слова: рациональное землепользование, земельные ресурсы, аграрный сектор, информационно-аналитическое обеспечение, тематическая сельскохозяйственная карта, беспилотные летательные аппараты, геоинформационные системы и технологии.

Введение

Аграрный сектор представляет собой многокомпонентную экономическую систему, анализ которой требует применения системного подхода, включающего как аналитические, так и интеграционные аспекты.

В условиях глобализации и изменения экономических механизмов в сельском хозяйстве возрастает значение продовольственных программ, направленных на обеспечение населения качественными продуктами питания, а также сырьём для лёгкой и пищевой промышленности. Одним из приоритетных направлений государственной аграрной политики является повышение продуктивности, качества и устойчивости сельскохозяйственного производства с применением современных технологий [1]. Для реализации этой задачи требуется комплексное картографическое сопровождение, которое позволяет наглядно отразить текущее состояние и структуру агропроизводства, а также результаты сельскохозяйственной инвентаризации.

Сельскохозяйственные карты обеспечивают визуализацию территориальных различий в аграрном производстве, демонстрируют экономические и природные условия ведения хозяйства, а также дают возможность проводить экономическую оценку материальных и трудовых ресурсов отрасли. Наибольшее распространение получили отраслевые карты, отображающие распределение посевных площадей, плотность и численность поголовья скота, показатели урожайности, себестоимости и эффективности животноводства.

Современные технологии позволяют внедрять новые способы графического отображения данных, изменять стили оформления карт, применять анимацию, мультимедийные элементы и средства компьютерного дизайна. Сегодня как в нашей стране, так и за рубежом активно создаются цифровые карты и атласы оперативного назначения с использованием статистической информации. Интеграция ГИС и интернет-технологий предоставляет возможность пользователям находить нужные карты и работать с ними в интерактивном режиме, аналогично настольным геоинформационным системам.

Примером такого продукта могут служить цифровые карты земель сельскохозяйственного назначения, в которых комплексная характеристика земель представлена в пространственном формате с учётом их плодородия и пригодности для различных видов сельхозугодий [2, 3, 4, 5].

Аграрная тематика занимает значительное место в общеэкономических и комплексных атласах. Карты могут быть общесельскохозяйственными, отражающими все отрасли, или отраслевыми – с детализацией по конкретным видам деятельности, а также узкоспециализированными, посвящёнными одной культуре или виду скота. Во многих странах издаются специальные отраслевые атласы сельского хозяйства.

Сельское хозяйство представлено и в ряде компьютерных атласов, например, в ЭВМ-атласе «Урожайность сельскохозяйственных культур» (Тихоокеанский институт географии РАН), «Сельскохозяйственном атласе США» (National Agricultural Statistics Service, www.nass.usda.gov), а также в «Национальном атласе Канады» и «Атласе Китая». Эти ресурсы показывают климатические, почвенные и иные условия, важные для агропланирования. Пользователи атласа США, например, могут изменять оформление, классификацию данных, масштабировать карты и формировать электронные версии в формате PDF, которые можно использовать в любом графическом редакторе. Благодаря цифровым статистическим базам возможно составление карт как для всей страны, так и для отдельных регионов [6, 7].

Изучение международного опыта в сфере эффективного использования фермерских и кооперативных земель имеет важное значение, особенно с учётом необходимости адаптации наиболее действенных методов к реалиям республики. Особое внимание следует уделить внедрению современных геоинформационных технологий для мониторинга и ведения учёта земель, используемых в приусадебных и кооперативных хозяйствах. Применение беспилотных летательных аппаратов, автоматизированных систем сбора информации и ГИС-технологий позволит обеспечить высокую точность в определении посевных площадей и создать предпосылки для их более рационального и эффективного использования [8].

Методы и материалы

В ходе исследования применялись общенаучные методы, основанные на системном подходе. В его рамках использовался широкий спектр инструментов для выявления сути изучаемых явлений, процессов и закономерностей, включая картографический, абстрактно-логический, монографический и статистический методы.

В исследовании использовались как общенаучные методы системного анализа, так и специализированные инструменты цифровой обработки пространственной информации. Работа строилась на междисциплинарном подходе, сочетающем методы геоинформационного анализа, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), фотограмметрии и статистической обработки данных.

Для реализации целей использовались следующие программные средства:

- ArcGIS Pro(версии 3.0–3.2) — для построения электронных карт, пространственного анализа, тематического картографирования;
- QGIS 3.28 — для базовой обработки и визуализации векторных и растровых данных;
- Agisoft Metashape Professional — для построения ортофотопланов, цифровых моделей рельефа и 3D-моделей по данным БПЛА;
- ENVI 5.6 — для обработки спутниковых изображений и расчёта вегетационных индексов (NDVI, NDWI и др.);
- GDAL/OGR — для пакетной конвертации форматов и автоматизированной работы с геоданными;
- Scikit-learn (Python) — для объектно-ориентированной классификации землепользования с использованием алгоритма Random Forest.

Результаты и обсуждение

На современном этапе особую значимость приобретает формирование единой базы данных по кооперативным и приусадебным хозяйствам в контексте их землепользования, внедрение мониторинга с использованием геоинформационных технологий (ГИС), применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного наблюдения, а также разработка электронных карт хозяйств.

Проведённые исследования показывают, что большинство кооперативных и приусадебных хозяйств реализуют на рынке значительную часть выращенной продукции, тогда как остальная используется для удовлетворения собственных потребностей. В последние годы прослеживается тенденция трансформации таких хозяйств от натурального типа к товарному производству. Это обуславливает необходимость создания актуальных баз данных в системе землепользования с применением современных ГИС-технологий, мониторинга посредством дронов и формирования интерактивных карт хозяйств [9, 10].

В Алматинской области насчитывается около 10 000 сельхозпредприятий, из которых примерно 4 500 относятся к кооперативным хозяйствам. Комплексное научно-практическое исследование вопросов использования земель в этих хозяйствах становится важной составляющей процесса глубокой модернизации экономики региона. В рамках работы был проведён сбор данных о текущем состоянии землепользования кооперативных и приусадебных хозяйств, а также организованы социологические опросы в различных районах области.

Кооперативные и приусадебные хозяйства региона не имеют чёткой специализации, выращивая большинство основных сельхозкультур. При этом они производят около 70% всей продукции, что подчёркивает актуальность выделения земель и их рационального использования. Для этого необходимы ГИС-мониторинг, дроны и цифровые карты [11].

Авторами были разработана технологическая схема формирования цифровых карт, ориентированная на повышение эффективности землепользования в кооперативных и приусадебных хозяйствах региона. При создании схемы:

- Проведён анализ существующих проблем в аграрной сфере региона, связанных с отсутствием специализации и необходимостью рационального использования земельных ресурсов;

- Определена актуальность применения современных цифровых инструментов (ГИС, БПЛА, цифровых карт) для мониторинга и управления землепользованием;
- Разработана структурированная методология, включающая четыре ключевых этапа: предварительная подготовка, сбор и обработка данных, картографирование и финальная интеграция в ГИС-среду;
- Учтены международные практики (методологии FAO и NASA), что повысило прикладную значимость и универсальность предложенного подхода;
- Обоснована необходимость каждого этапа и обеспечена логическая последовательность действий, минимизирующая потери данных и повышающая точность конечных картографических материалов.

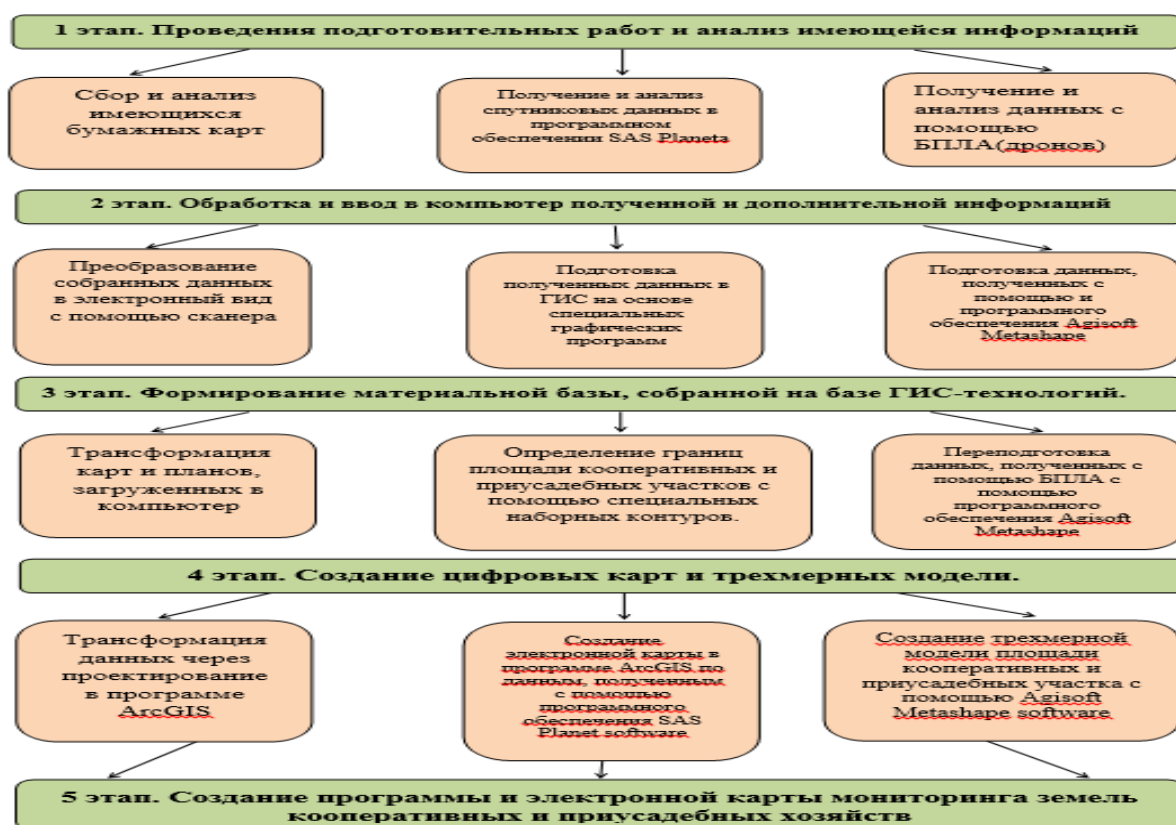


Рисунок 1. Основные этапы технологического процесса формирования электронных цифровые карты для мониторинга земель кооперативных и приусадебных хозяйств.

На рисунке 1 показан технологический процесс, где нами предложено эффективное решение, способствующее принятию обоснованных управленческих решений на основе пространственного анализа.

На базе ранее разработанной технологической схемы авторы реализовали её практическое применение путём создания электронной карты землепользования садоводческого кооператива в Алматинской области. В рамках этой работы:

- Была выбрана типичная для региона территория с комплексной структурой землепользования (приусадебные участки, фермерские земли, инфраструктура);
- Проведена интеграция различных источников пространственных данных: аэрофотосъёмка с БПЛА высокого разрешения, спутниковые снимки Sentinel-2, кадастровые и топографические данные;
- Выполнена векторизация границ землепользования с последующим созданием тематических слоёв, включающих участки, угодья, инфраструктуру, ирригационные объекты и дорожную сеть;

- Используются функциональные возможности ГИС-платформы ArcGIS (в том числе инструменты «Digitize Feature», «Attribute Join», «Symbolization») для создания полной, визуально понятной и аналитически полезной электронной карты;

- В карту включены атрибутивные данные о площади, назначении, собственности и состоянии участков, что позволяет использовать её для пространственного анализа, мониторинга и планирования.



Рисунок 2. Создание в программном комплексе ArcGIS электронная карта земель кооперативных и приусадебных хозяйств Алматинской области.

Выбор территории для создания электронной карты был обусловлен её типичностью для региона: садоводческий кооператив в Алматинской области характеризуется смешанной структурой землепользования, включающей приусадебные участки, фермерские земли и инженерную инфраструктуру.

В качестве исходных данных использовались:

- материалы аэрофотосъёмки с БПЛА (разрешение – 5 см/пиксель);
- данные дистанционного зондирования Земли Sentinel-2 (пространственное разрешение – 10 м);
- цифровая кадастровая карта (векторный формат SHP);
- топографическая основа масштаба 1:25 000.

Таким образом, продемонстрирована успешная реализация предложенной методики на практике, с подтверждением её применимости и эффективности в условиях конкретного регионального объекта. Работа представляет собой значимый вклад в цифровизации земельного управления и развитие геоинформационных подходов в сельском хозяйстве.

В процессе мониторинга земель кооперативных и приусадебных хозяйств необходимо комплексно оценивать их состояние с применением современных геоинформационных технологий. Результаты системного анализа показали, что в настоящее время отсутствует унифицированный регламент проведения таких работ. Разработка единого порядка мониторинга позволит своевременно выявлять проблемы и внедрять эффективные меры по улучшению технологического и хозяйственного состояния земель.

Мы предлагаем порядок проведения мониторинговых мероприятий по оценке и управлению земельными ресурсами сельскохозяйственных угодий, что включает:

- Формирование комплексной схемы мониторинга земель, охватывающей весь цикл от первичной инвентаризации до принятия управленческих решений, с учётом международных рекомендаций FAO и национальных нормативных документов;

- Разработку логичной и последовательной структуры этапов мониторинга, включающей фиксацию текущего состояния земель, выявление динамики изменений, оценку факторов деградации и выработку предложений по улучшению земельного фонда;

- Внедрение использования ключевых геоинформационных индикаторов, таких как NDVI, плотность вегетационного покрова, показатели плодородия и пространственный анализ временных рядов спутниковых данных для объективной оценки состояния и трендов изменений земель;

- Применение современных технологий, включая обработку данных БПЛА и создание высокоточных трёхмерных моделей хозяйств в программной среде Agisoft Metashape, что расширяет возможности визуализации и анализа пространственной информации (рисунок 3).



Рисунок 3. Комплекс мероприятий по мониторингу земель кооперативных и приусадебных хозяйств с применением геоинформационных технологий и последовательность их выполнения.

Внесён значительный вклад в методологию мониторинга земельных ресурсов, объединив современные геоинформационные технологии и аналитические подходы для повышения качества управления сельскохозяйственными землями. Эта работа способствует более точному выявлению проблем и разработке эффективных мер по поддержанию и улучшению плодородия и устойчивости земельных угодий [12].

Полученные 3D-модели дают возможность не только визуально оценить размеры и конфигурацию земельных участков, но и с высокой точностью определить их фактическую площадь, особенности рельефа, динамику изменений почвенного покрова, а также расположение ключевых объектов инфраструктуры — каналов орошения и дорожной сети.

Это позволяет выявлять и анализировать организационно-технические факторы, негативно влияющие на объёмы сельскохозяйственного производства.

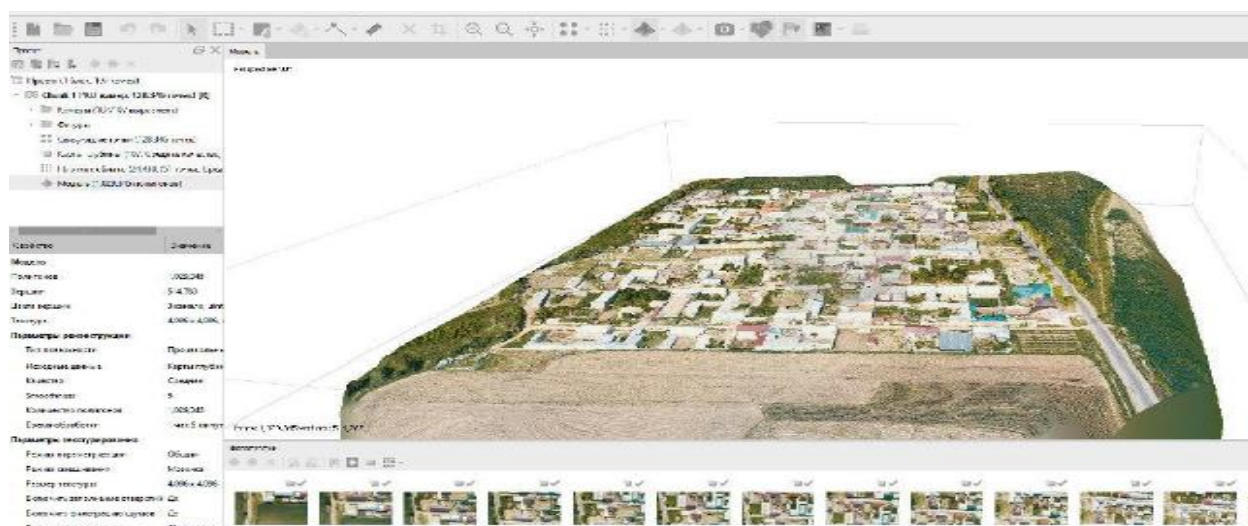


Рисунок 4. Создание трёхмерной цифровой модели земельных участков мелких землепользователей, включая кооперативные и приусадебные формы хозяйствования.

Внедрение данного подхода существенно повышает качество и полноту пространственной информации, что упрощает и ускоряет процесс принятия управленческих решений в сфере землепользования. Кроме того, наличие детализированных и структурированных данных открывает новые возможности для привлечения инвестиций, предоставляя потенциальным инвесторам доступ к прозрачной и достоверной информации о состоянии и перспективах развития кооперативных хозяйств (рисунок 4).

Таким образом, мы внесли значительный вклад в применение современных цифровых технологий для повышения эффективности управления сельскохозяйственными земельными ресурсами и развития аграрного сектора региона [13].

Выводы

1. Изучен международный опыт в области мониторинга использования земель малых хозяйств – фермерских, кооперативных и приусадебных. Результаты исследования подтверждают, что совершенствование системы мониторинга с применением инновационных технологий позволит значительно повысить эффективность землепользования.

2. Разработана технологическая схема мониторинга и цифрового картографирования земель кооперативных и приусадебных хозяйств с использованием данных дистанционного зондирования и методов их обработки. Особое внимание уделено построению взаимосвязанной пятиступенчатой системы.

3. Определены этапы создания электронных цифровых карт (на базе ArcGIS) и последовательность работ по их разработке. Итоговые карты позволяют оперативно определять состояние земель и предоставлять точные рекомендации по оптимальному размещению сельскохозяйственных культур.

4. Сформирован комплекс мероприятий по мониторингу земель фермерских, кооперативных и приусадебных хозяйств с применением геоинформационных технологий, включая алгоритм их реализации. Это создаёт основу для оценки состояния земель, повышения их плодородия, отслеживания изменений в угодьях и устранения негативных факторов, снижающих продуктивность.

5. Разработана методика построения трёхмерных моделей кооперативных и приусадебных хозяйств на основе данных дистанционного зондирования, полученных с беспилотных летательных аппаратов. Такой подход обеспечивает возможность детального анализа площади, рельефа, состояния почв и выявления факторов, препятствующих эффективному сельхозпроизводству.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№ AP26100471).

Список источников

1. Земельный кодекс Республики Казахстан. от 20 июня 2003 года № 442 (с и изменениями и дополнениями 2022 года.). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442>
2. Цекоева Ф.К. Мониторинг земель на основе новых технологий / Ф.К. Цекоева // Московский экономический журнал, №1, 2017. – С 67-71.
3. Ковальчук И.Н. Земельный мониторинг и кадастр: современный инструментарий. Москва: КНОРУС, 2018. ISBN 978-5-406-06295-1.
4. Вдовенко А.В. и др. Использование инновационных технологий в целях мониторинга земель // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 1. –С. 172-177.
5. Тимур Рафиков, Мәлдир Ерболқызы, Айжан Жилдикбаева. Применение данных дистанционного зондирования земли и анализа NDVI в Восточно-Казахстанской области // Журнал «Исследования и результаты». – КазНАУ. – Алматы, 2024.– № 1.– С.183-191. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18>.
6. Полухина В.С., Цораева Э.Н. Использование современных информационных технологий в проведении мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности. – 2022. – С. 230-233.
7. Иванников Д.И., Жабин А.А., Молодцов Д.С. Инновации в космическом мониторинге земель сельскохозяйственного назначения // Международный электронный журнал European Researcher. – 2018. – С. 367-370.
8. Хоанг З.Х. Разработка содержания и технологии создания электронных сельскохозяйственных карт Северного Вьетнама на основе ГИС и ДЗЗ: дисс. канд. наук: 25.00.33/ З.Х. Хоанг. – Иркутск. – 2016. – 148 с.
9. Nurpeissova M., Mingzhasarov B., Burkhanov B., Kyrgyzbaeva D. Influence of meteorological factors on the accuracy of monitoring results// News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences.– №5, 2023.– С.102-108. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.292>
10. Касымғалиев С.К., Келинбаева Р.Ж., Ыдырыс А.Б., Утесбаев А.К. Геоинформационное обеспечение использования земельных ресурсов Кызылординской области// Сборник МеждунНПК «Географические основы устойчивого развития». – Алматы: КазНУ, 2000. – С.233-238.
11. Nurpeisova M., Dzhangulova G., Kurmanbaev O., Sarsembekova Z., Ormanbekova A. Creation of geodetic reference network for monitoring transport interchanges in seismic//NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan series of geology and technical. – 2024. – No.4. – pp.209-223. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.4364>
12. Утесбаев А.К. Совершенствование технологии геоинформационного обеспечения в создании цифровых сельскохозяйственных карт //Труды МНК молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы: КазНУ, 2024.– С.88-90.
13. Киргизбаева Д.М., Утесбаев А.К., Мадимарова Г.С. Инновационные технологии создания цифровых карт // Международная научно-техническая конференция “Перспективы применения цифровых технологий в рациональном и безопасном недропользовании”. – Ташкент: ТашГТУ, 2024.– С.43-45.

References

1. Adilet. (2003). Zemel'nyi kodeks Respubliki Kazakhstan (No. 442, 20 iyunya 2003 goda, s izmeneniyami i dopolneniyami 2022 goda). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442> [in Russian].
2. Tsekoeva, F. K. (2017). Monitoring zemel' na osnove novykh tekhnologii. Moskovskii ekonomicheskii zhurnal, (1), 67-71. [in Russian].
3. Koval'chuk, I. N. (2018). Zemel'nyi monitoring i kadastr: sovremennyi instrumentarii. Moskva: KNORUS. ISBN 978-5-406-06295-1. [in Russian].
4. Vdovenko, A. V., et al. (2022). Ispol'zovanie innovatsionnykh tekhnologii v tselyakh monitoringa zemel'. Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal, (1), 172-177. [in Russian].

5. Rafikov, T., Yerbolkyzy, M., & Zhildikbayeva, A. (2024). Primenenie dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli i analiza NDVI v Vostochno-Kazakhstanskoi oblasti. Zhurnal "Issledovaniya i rezul'taty", KazNAU, (1), 183–191. <https://doi.org/10.37884/1-2024/18> [in Russian].
6. Polukhina, V. S., & Tsoraeva, E. N. (2022). Ispol'zovanie sovremennykh informatsionnykh tekhnologii v provedenii monitoringa zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya. In Matematicheskoe modelirovanie i informatsionnye tekhnologii pri issledovanii yavlenii i protsessov v razlichnykh sferakh deyatel'nosti (pp. 230-233). [in Russian].
7. Ivannikov, D. I., Zhabin, A. A., & Molodtsov, D. S. (2018). Innovatsii v kosmicheskom monitoringe zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya. European Researcher: Mezhdunarodnyi elektronnyi zhurnal, 367–370. [in Russian].
8. Hoang, Z. H. (2016). Razrabotka soderzhaniya i tekhnologii sozdaniya elektronnykh sel'skokhozyaistvennykh kart Severnogo V'etnama na osnove GIS i DZZ (PhD diss., specialty 25.00.33). Irkutsk, 148 p. [in Russian].
9. Nurpeissova, M., Mingzhasarov, V., Burkhanov, V., & Kyrgyzbaeva, D. (2023). Influence of meteorological factors on the accuracy of monitoring results. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences, (5), 102-108. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.292>
10. Kasymgaliev, S. K., Kelinbaeva, R. Zh., Ydyrys, A. B., & Utesbaev, A. K. (2000). Geoinformatsionnoe obespechenie ispol'zovaniya zemel'nykh resursov Kyzylordinskoi oblasti. In Sbornik Mezhdunarodnoi NPK "Geograficheskie osnovy ustoichivogo razvitiya" (pp. 233-238). Almaty: KazNU. [in Russian].
11. Nurpeissova, M., Dzhangulova, G., Kurmanbaev, O., Sarsembekova, Z., & Ormanbekova, A. (2024). Creation of geodetic reference network for monitoring transport interchanges in seismic zones. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences, (4), 209–223. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.4364>
12. Utesbaev, A. K. (2024). Sovershenstvovanie tekhnologii geoinformatsionnogo obespecheniya v sozdanii tsifrovyykh sel'skokhozyaistvennykh kart. In Trudy MNK molodykh uchenykh "Farabi alemi" (pp. 88-90). Almaty: KazNU. [in Russian].
13. Kyrgyzbaeva, D. M., Utesbaev, A. K., & Madimarova, G. S. (2024). Innovatsionnye tekhnologii sozdaniya tsifrovyykh kart. In Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya "Perspektivy primeneniya tsifrovyykh tekhnologii v ratsional'nom i bezopasnom nedropol'zovanii" (pp. 43-45). Tashkent: TashGTU. [in Russian].

**М.Б.Нұрпейісова^{1*}, Д.М.Кыргызбаева¹, А.Н.Жилдикбаева²,
Э.А.Азимов³, А.К.Утесбаев¹**

¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., Қазақстан;

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Алматы қ., Қазақстан;

³Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
marzhsn-nurpeissova@rambler.ru; a.zhildikbaeva@mail.ru

ЖЕР РЕСУРСТАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ КЕЗІНДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ

Аңдатпа

Мақалада жер ресурстарын мониторингтеу мен картографиялау мақсатында инновациялық технологияларды (ұшқышсыз ұшу аппараттары – ҰҰА) практикалық қолдану мәселелері қарастырылып, негіздемесі берілген. Ауыл шаруашылығын картографиялау үшін мәлімет көздерінің заманауи және келешектегі түрлері туралы көзқарастар ұсынылып, әртүрлі бағыттағы карталарды жасау үшін бастапқы материалдар мен картографиялық құжаттарды іріктеу мысалдары келтірілген. Сондай-ақ, біртұтас электрондық картографиялық негіз, Жерді қашықтықтан зондтау деректері және ұшқышсыз ұшу аппараттары бойынша мәліметтерді дайындау қарастырылған.

Жүргізілген ғылыми жұмыстар нәтижесінде төмендегілер зерттеліп, жетілдірілді:

– республикада және шетелде ауыл шаруашылық кешендерін картографиялау тәжірибесі мен әдістемесі;

– ҰҰА деректері негізінде ауыл шаруашылық нысандарын геоақпараттық картографиялау әдістемесі мен технологиясы.

Кооперативтік және үй маңындағы шаруашылықтардың жерлерін мониторингтеу және цифрлық картографиялау технологиялық схемасы әзірленіп, қашықтықтан зондтау деректері негізінде олардың үшөлшемді моделін құру әдістемесі жасалды. Фермерлік және кооперативтік шаруашылықтардың жерлеріне арналған геоақпараттық карталарды жасау әдістемесі ауыл шаруашылығын жоспарлау мен ұқсас жағдайлардағы басқа республикаларда жер пайдалануды ұйымдастыру кезінде пайдалануға болады. Сондай-ақ зерттеу нәтижелері ғылыми ұйымдардың зерттеу жұмыстарына, магистранттар мен докторанттардың диссертациялық зерттеулерінде, университеттің оқу процесінде қолданыс табады.

Кілт сөздер: жер пайдалану, жер ресурстары, ауыл шаруашылығы, ақпараттық қамтамасыз ету, ауыл шаруашылық картасы, ұшқышсыз ұшу аппараттары, геоақпараттық технологиялар.

M.Nurpeissova¹, D.Kirgizbayeva¹, A.Zhildikbayeva²,

E.Fzimov³, A.Utesbayev¹

¹Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan

²Kazakh National Agrarian Research University; Almaty; Kazakhstan

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

marzhsn-nurpeissova@rambler.ru, a.zhildikbaeva@mail.ru

IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN LAND RESOURCES MONITORING

Abstract

The article examines and substantiates the practical use of innovative technologies (unmanned aerial vehicles – UAVs) for the purposes of land resources monitoring and mapping. It presents current and prospective concepts of data sources for agricultural mapping and provides examples of the selection of initial materials and cartographic documents for the creation of maps with various purposes, including the preparation of a unified electronic cartographic base, remote sensing data, and UAV-derived data.

As a result of the conducted scientific work, the following have been studied and improved:

– the experience and methodology of mapping agricultural complexes in the Republic and abroad;

– the methods and technology of geoinformation mapping of agricultural objects using UAV data.

A technological scheme for monitoring and digital mapping of cooperative and household plots has been developed, along with a methodology for constructing a three-dimensional model of these areas based on remote sensing data. The proposed methodology for creating geoinformation maps of lands of farming and cooperative enterprises can be used for agricultural planning and land management in territories with similar conditions in other republics. Furthermore, the results of this research can be applied in research activities of scientific organizations, in master's and doctoral dissertations, and in the university educational process.

Key words: land use, land resources, agriculture, information support, agricultural map, unmanned aerial vehicles (UAVs), geoinformation technologies.

Вклад авторов:

Администрирование проекта; Концептуализация; Курирование данных; Приобретение финансирования, Ресурсы – Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Д.М.

Методология; Программное обеспечение; Проверка; Визуализация; Написание – обзор и редактирование – Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Д.М., Жилдикбаева А.Н., Азизов Э.А., Утесбаев А.К.

МРНТИ 10.55.41

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/50>

Е.О.Жусупов, А.Н.Жилдикбаева, Т.К.Рафигов, А. А.Қанатбек*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г.Алматы, Казахстан, a.zhildikbaeva@mail.ru**

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ NDVI И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

Статья посвящена исследованию динамики растительного покрова Алматинской области с использованием геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено применению индекса NDVI на основе спутниковых снимков Sentinel-2 для оценки состояния и изменений растительности в 2015, 2020 и 2023 гг. Методологическая схема исследования включала предварительную обработку данных, расчёт вегетационного индекса, классификацию территорий по уровням продуктивности, а также картографическую визуализацию результатов в среде QGIS и ArcGIS. Проведённый анализ показал сокращение площадей земель с высоким NDVI и одновременный рост территорий с низкими значениями индекса, что отражает деградационные процессы в сельскохозяйственных угодьях региона. Полученные результаты позволяют более детально оценить пространственные особенности динамики растительности, выявить зоны экологического риска и определить территории с потенциалом восстановления. Исследование подтверждает значимость использования NDVI и ГИС-технологий для организации мониторинга и принятия решений в области устойчивого управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, землепользование, Алматинская область, NDVI, пространственный анализ, мониторинг земель.

Введение

Рациональное использование земельных ресурсов является одной из ключевых задач устойчивого развития, особенно в условиях возрастающих глобальных вызовов: роста численности населения, изменения климата, деградации земель и усиления урбанизационного давления. Земли сельскохозяйственного назначения играют важную роль в экономике Казахстана, однако их неэффективное использование и деградация приводят к снижению продуктивности аграрного сектора и росту экологических рисков [1].

Алматинская область обладает высоким аграрным потенциалом и разнообразными природно-ландшафтными условиями: здесь сосредоточены как плодородные равнинные территории, так и горные земли, используемые в животноводстве и садоводстве. Вместе с тем регион сталкивается с рядом проблем — деградацией почв, дефицитом водных ресурсов, распахиванием неустойчивых земель и сокращением пастбищ. Существенное влияние на систему землепользования оказала административно-территориальная реформа 2022 года, в результате которой бывшая Алматинская область была разделена на Алматинскую и Жетысускую области. Это вызвало перераспределение земельного фонда, изменения в категориях земель и актуализировало необходимость комплексного анализа пространственной структуры землепользования [2].

Современные цифровые инструменты, в частности геоинформационные системы (ГИС) и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяют интегрировать статистическую информацию, спутниковые снимки и картографические материалы в единую аналитическую платформу. Это открывает возможности для оценки изменений землепользования, выявления зон экологических рисков, моделирования сценариев пространственного развития и подготовки научно обоснованных рекомендаций для органов государственного управления [3].

Целью данного исследования является анализ динамики землепользования Алматинской области на основе ГИС-технологий и данных ДЗЗ с учётом административного деления региона. Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Провести оценку изменений структуры земельного фонда в 2000–2024 гг.;
2. Выявить динамику сельскохозяйственных угодий и земель запаса;
3. Выполнить NDVI-анализ по территории области для оценки состояния растительного покрова;
4. Предложить практические рекомендации по совершенствованию системы мониторинга и управления земельными ресурсами.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть использованы при разработке региональных программ устойчивого землепользования, в работе кадастровых служб и при реализации проектов цифровизации земельных ресурсов Казахстана.

Материалы и методы

Исследование охватывает территорию Алматинской области в её современных административных границах, сформированных после административно-территориальной реформы 2022 года. Анализ проводился за период 2000–2024 гг., что позволило выявить как долгосрочные тенденции, так и последствия административного деления региона.

Исходные данные:

1. Статистические материалы.
 - данные Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства РК за 2000–2024 гг.;
 - материалы Агентства по стратегическому планированию и реформам РК [4].
2. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
 - использовались мультиспектральные снимки Sentinel-2A/B, загруженные через Copernicus Open Access Hub [5];
 - применялись продукты Level-2A (с атмосферной коррекцией) [6];
 - для каждого периода (2010, 2015, 2023 гг.) подбирались сцены за летние месяцы (июнь–август) с облачностью <10%;
 - пример: Sentinel-2A, сцена T43WCN, 15 июня 2023 г.
3. Картографические и инфраструктурные материалы.
 - слои из OpenStreetMap (дорожная сеть, водные объекты, населённые пункты);
 - топографические подложки масштаба 1:200 000;
 - актуальные административные границы;
4. Программное обеспечение.
 - QGIS 3.22, ArcGIS 10.8 — для обработки и визуализации данных;
 - SNAP (Sentinel Application Platform) – для подготовки спутниковых снимков.

Методологическая основа исследования была построена на комплексном применении методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. Работа с исходными данными начиналась с предварительной обработки снимков Sentinel-2. Использовались продукты уровня **Level-2A**, которые уже прошли атмосферную коррекцию и были приведены к значению отражения от поверхности. В отдельных случаях, при необходимости работы с данными уровня **Level-1C**, дополнительно применялась процедура атмосферной коррекции в модуле *Sen2Cor*, что обеспечивало сопоставимость полученных результатов. Все материалы были приведены к единой проекционной системе координат

WGS-84 / UTM зона 43N, что позволило интегрировать разнородные источники данных и исключить пространственные искажения [6].

Ключевым инструментом анализа стал расчёт нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), который широко используется для оценки состояния растительного покрова. Индекс вычислялся по стандартной формуле:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED},$$

где **NIR** соответствует ближнему инфракрасному диапазону (канал B8 Sentinel-2, 842 нм), а **RED** – красному диапазону (канал B4, 665 нм) [7]. На основе полученных значений индекс был классифицирован на три основных категории. Значения выше 0,4 интерпретировались как участки с плотными и устойчивыми насаждениями, диапазон от 0,2 до 0,4 указывал на наличие разреженной растительности или деградированных пастбищ, а показатели ниже 0,2 соответствовали землям без растительного покрова — застройке, открытым почвам и скальным выходам. Такая классификация позволила не только выделить продуктивные сельскохозяйственные угодья, но и зафиксировать зоны деградации, требующие внимания [8].

Дополнительно была проведена классификация земельного фонда региона на основе статистических и картографических данных. В рамках этого этапа анализировались земли сельскохозяйственного назначения (пашни, пастбища, сенокосы), территории населённых пунктов, земли промышленности и транспорта, особо охраняемые природные территории, а также земли лесного и водного фонда и земель запаса. Это обеспечило возможность сопоставления официальных сведений с результатами дистанционного анализа и выявления возможных расхождений [9, 10].

Для оценки пространственно-временных изменений был применён метод сравнительно-динамического анализа, позволивший проследить трансформацию площадей различных категорий земель в период 2000–2024 гг. Особое внимание уделялось изменениям, произошедшим после административного разделения области в 2022 году.

Пространственные операции в среде ГИС использовались для выявления факторов, оказывающих влияние на состояние земель. Так, буферный анализ проводился вокруг автомобильных дорог республиканского значения с радиусом 500 м, что позволило оценить воздействие транспортной инфраструктуры и процессов урбанизации на прилегающие сельскохозяйственные угодья. Аналогичные процедуры выполнялись вокруг водных объектов, где были заданы зоны шириной 1 км, что дало возможность оценить риски деградации в условиях дефицита влаги и изменения гидрологического режима. Кроме того, результаты NDVI были сопоставлены с кадастровыми данными с помощью операций пересечения. Это позволило выявить случаи, когда земли официально относились к сельхозугодьям, но фактически имели признаки деградации ($NDVI < 0.2$) [11].

Сопоставление статистических материалов и данных ДЗЗ дало возможность оценить точность официального учёта и определить случаи несоответствия между кадастровой документацией и фактическим состоянием земель. Подобный подход усиливает аналитическую ценность исследования и позволяет рассматривать выявленные расхождения как индикаторы неэффективного использования территории или недостатков в системе кадастрового мониторинга [12].

Для визуализации результатов были подготовлены тематические карты, выполненные в едином стиле. Все карты содержали обязательные элементы оформления: легенду с расшифровкой диапазонов NDVI, масштабную линейку, указатель севера и административные границы. Такой подход обеспечил наглядность представления информации и сделал результаты доступными для интерпретации специалистами.

Методологическая последовательность исследования представлена в виде блок-схемы (Рисунок 1), которая отражает все этапы работы – от сбора статистики и обработки спутниковых снимков до классификации земель, проведения пространственного анализа и интерпретации результатов [13, 14].

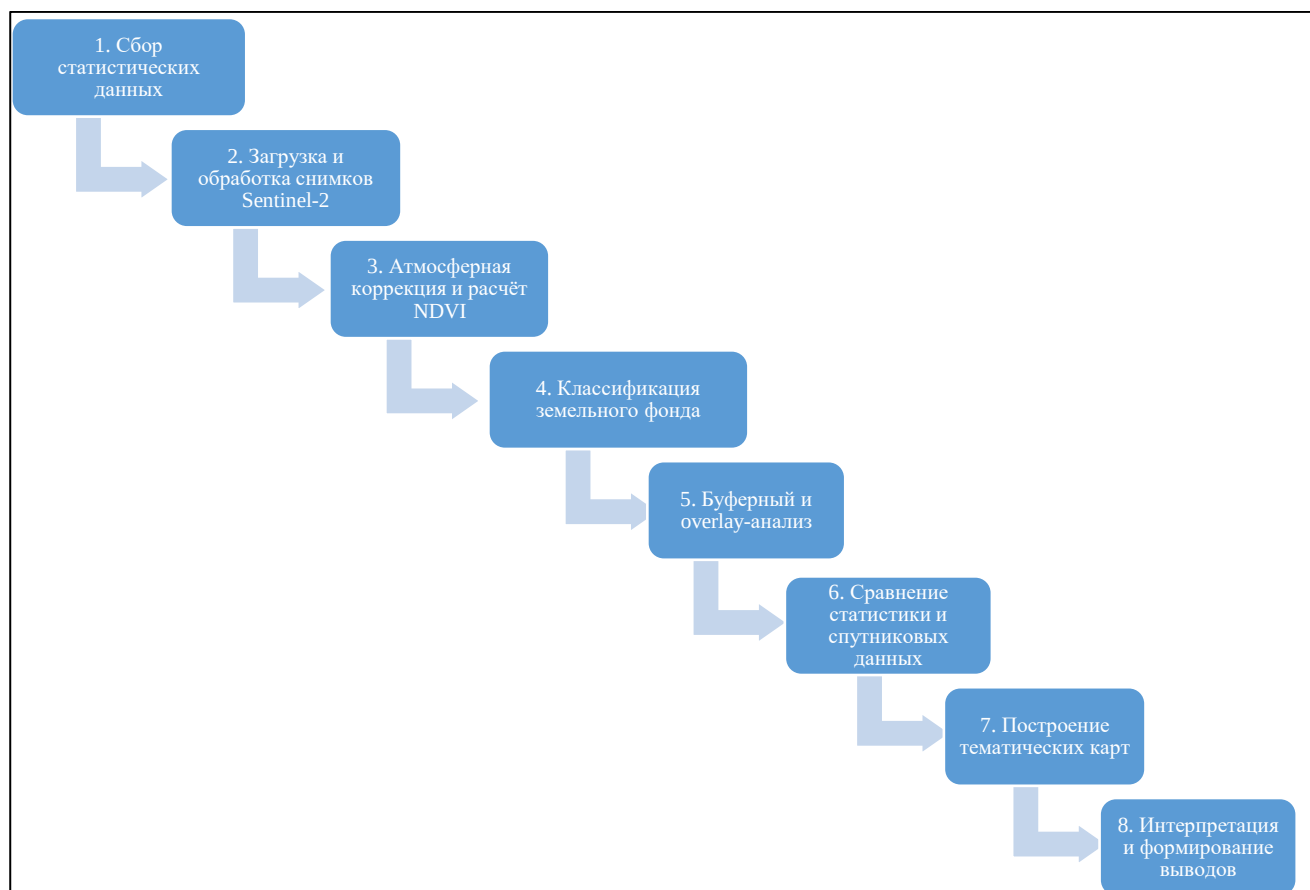


Рисунок 1. Блок-схема методологической последовательности исследования

Результаты и обсуждения. На основании официальной статистики выявлены значительные изменения в структуре земельного фонда за рассматриваемый период (Таблица 1). До 2022 г. Алматинская область имела свыше 8 млн га сельскохозяйственных земель, однако после административного раздела их площадь сократилась более чем в два раза, составив около 4,3 млн га. В 2023 г. наблюдалось частичное восстановление площадей до 4,5 млн га, что связано с перераспределением земель между категориями.

Особое внимание заслуживает категория **земель запаса**, которая в разные годы колебалась от 7,4 млн га (2020 г.) до 2,1 млн га (2023 г.). Этот факт указывает на значительный потенциал вовлечения земель в экономический оборот при условии проведения землеустроительных мероприятий [15, 16].

Таблица 1. Динамика земельного фонда Алматинской области в 2000–2024 гг. [4]

Год	Земли							
	Сельскохозяйс- твенного назначения	Населен- ных пунктов	Промышл., транспорта, связи и иного не с/х назначения	Особо охраняем- ых природ- ных терри- торий	Лесного фонда	Водного фонда	Запаса	Итого, тыс. га
2023	4526,7	291,7	147,7	962,3	2253	187,5	2140	10508,9
2022	4310,7	291,7	151	962,3	2253	187,5	2352,8	10509
2021	8623,8	723	251,8	1642,7	3750,6	192,1	7173,2	22357,2
2020	8332,5	722,6	257,1	1642,7	3752,2	192,1	7458	22357,2
2019	8007,4	722,6	252,2	1642,7	3695,8	192	7844,5	22357,2

Анализ спутниковых данных Sentinel-2 позволил более детально рассмотреть динамику состояния растительного покрова региона. В исследовании были проанализированы снимки за 2015, 2020 и 2023 годы, что дало возможность проследить изменения на временных интервалах до и после административного раздела области. На построенных NDVI-картах выделены зоны плотной растительности, территории с разреженными пастбищами и земли, практически лишённые растительного покрова (Рисунок 2).

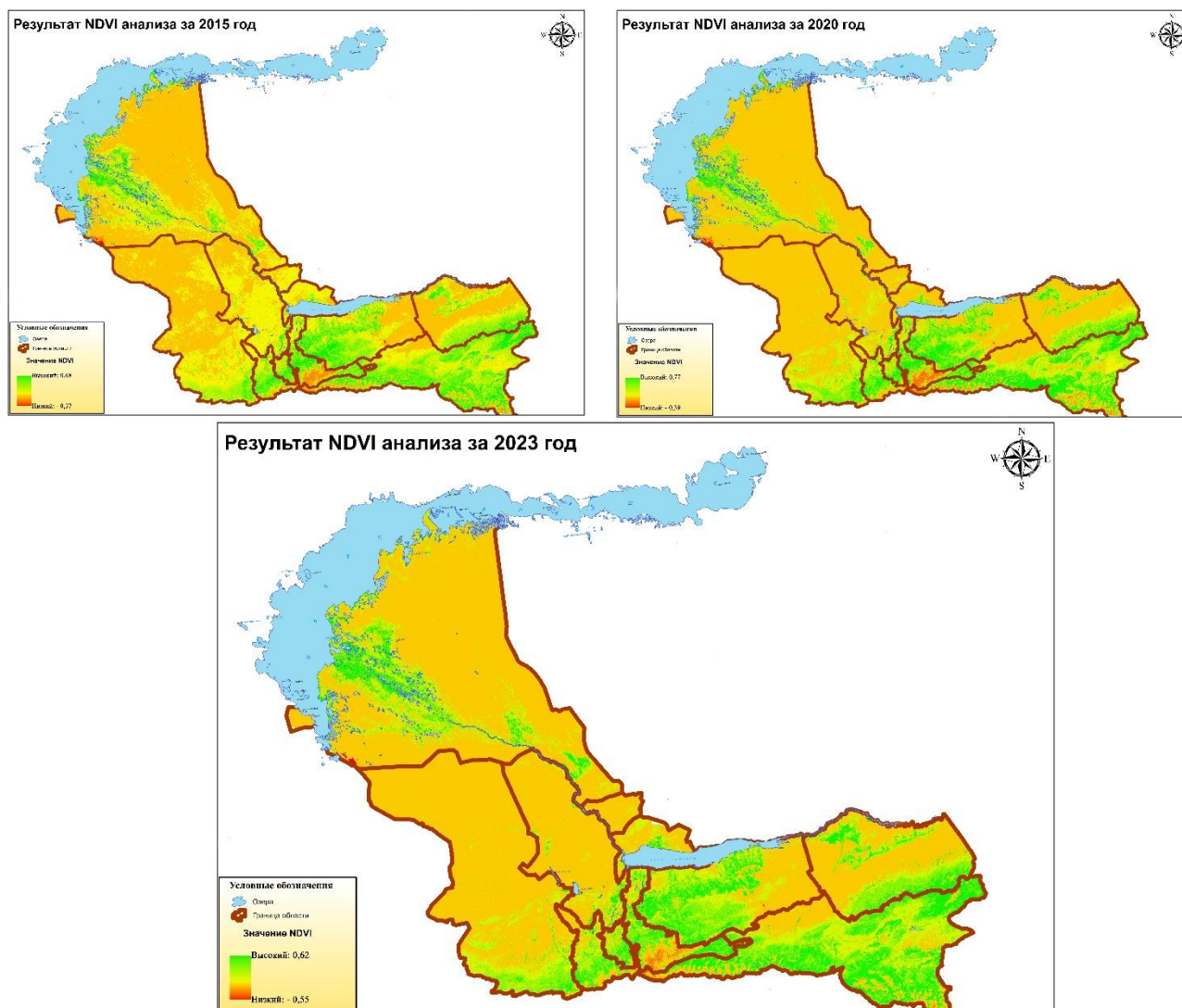


Рисунок 2. NDVI Алматинской области за 2015 год.
Примечание: Составлено автором в программе Arcgis

В 2015 году ещё сохранялись значительные площади с высоким NDVI, однако уже к 2020 году фиксируется сокращение продуктивных угодий и увеличение участков с пониженными значениями индекса. К 2023 году эти процессы усилились: площади земель с высоким NDVI ($>0,4$) сократились до минимальных значений, тогда как доля территорий с $\text{NDVI} < 0,2$ заметно возросла. Подобная динамика отражает как деградацию сельскохозяйственных угодий, так и воздействие урбанизационного давления на предгорные и пригородные зоны.

Таким образом, полученные статистические данные были дополнены NDVI-анализом, что позволило выявить не только общие изменения по категориям земель, но и фактическое состояние растительного покрова [18]. Количественные результаты анализа представлены в Таблице 2, где сопоставлены площади земель различных классов NDVI за три ключевых года.

Наибольшая деградация наблюдается в предгорных районах и в зонах интенсивного хозяйственного использования, тогда как лесные массивы и особо охраняемые территории сохранили относительно стабильные показатели.

Таблица 2. Динамика площадей по классам NDVI в Алматинской области

Год	NDVI < 0,2 (без растительности), тыс. км ²	NDVI 0,2–0,4 (разреженная растительность), тыс. км ²	NDVI > 0,4 (плотные насаждения), тыс. км ²
2015	8,575	1,973	0,193
2020	6,161	1,339	0,178
2023	6,841	1,444	0,158

Сравнение статистических данных с результатами NDVI показало расхождения, особенно в категории «сельскохозяйственные земли». В ряде районов земли официально числятся пашнями, однако фактически имеют NDVI < 0,2, что указывает на их заброшенность или деградацию.

Напротив, часть территорий, отнесённых к землям запаса, демонстрируют высокие значения NDVI (>0,4), что свидетельствует о сохранении продуктивного растительного покрова и возможности их вовлечения в аграрное использование.

Полученные результаты подтверждают наличие **структурных проблем в землепользовании региона:**

- значительные площади сельхозугодий либо деградированы, либо используются неэффективно;
- земли запаса остаются резервом для расширения сельхозпроизводства, но требуют предварительного обследования и кадастровой корректировки;
- урбанизационное давление в пригородах Алматы проявляется в локальном снижении NDVI, особенно вблизи транспортных магистралей.

Сопоставление с международными исследованиями показывает, что аналогичные процессы деградации и фрагментации землепользования наблюдаются и в других регионах Центральной Азии [17, 18, 19]. Это подтверждает актуальность внедрения систем мониторинга на основе ГИС и ДЗЗ [19, 20].

- NDVI-анализ выявил сокращение площадей с плотным растительным покровом в Алматинской области в 2010–2022 гг.;
- карты деградации могут использоваться как инструмент для управления земельным фондом и планирования мероприятий по его рационализации.

Выводы

Проведённое исследование показало, что использование геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования является эффективным инструментом для анализа динамики растительного покрова в Алматинской области. Анализ статистических материалов и результатов NDVI выявил существенные изменения в структуре землепользования, а также зафиксировал рост площадей с низкими значениями индекса, что указывает на деградационные процессы в сельскохозяйственных угодьях региона.

В первой половине исследуемого периода наблюдалось сокращение площадей деградированных земель, однако в последние годы тенденция изменилась: увеличились территории с низким NDVI и сократились площади с высокой продуктивностью. Эти результаты подтверждают снижение экологической устойчивости агроландшафтов и необходимость регулярного мониторинга.

Особое значение имеют практические выводы. Полученные данные позволяют рекомендовать использование NDVI-анализа как основы для оперативного мониторинга состояния угодий, выявления участков с признаками деградации и их последующего восстановления. Сопоставление спутниковых данных с официальной статистикой может служить инструментом контроля достоверности кадастрового учёта. Для повышения эффективности управления земельными ресурсами целесообразно внедрять автоматизированные системы мониторинга, расширять использование ГИС в органах

государственного управления и развивать комплексные программы по восстановлению пастбищных и сельскохозяйственных земель.

Таким образом, результаты исследования не только отражают текущие тенденции в динамике растительного покрова, но и задают практическое направление для совершенствования системы мониторинга и управления земельными ресурсами региона.

Список литературы

1. Иванов В.П. Устойчивое землепользование: вызовы XXI века. – Москва: ГеоПресс, 2020. ISBN 978-5-94038-177-2.
2. Petropoulos, G. P., & Srivastava, P. K. GIS and Remote Sensing Applications in Land Management. – Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00261-4>
3. Кожамбетов Е.К. Анализ деградации земель сельскохозяйственного назначения в юго-восточном Казахстане. – Алматы: КазНИИЗиР, 2021. ISBN 978-601-7202-58-4.
4. Агентство по стратегическому планированию и реформам РК. Официальная статистика. – 2023. <https://stat.gov.kz>
5. Mukhamediyeva, G., et al. Remote sensing and GIS in agricultural monitoring: Case studies from Central Asia. – In: Geospatial Applications for Sustainable Development. Springer, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9_6
6. European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook. – ESA Publications, 2020. https://doi.org/10.5270/S2_USER_HANDBOOK
7. Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science. – 4th ed. Wiley, 2021. <https://doi.org/10.1002/9781119549857>
8. Жаксылыков А.Б. Современные методы кадастрового учета земельных ресурсов. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. ISBN 978-601-04-4112-5.
9. FAO. Land resources planning for sustainable land management. – FAO Land and Water Discussion Paper 14. Rome: FAO, 2017. ISBN 978-92-5-109604-2. <https://www.fao.org/3/i5937e/i5937e.pdf>
10. Тлеужанов Ж.Т. Геоинформационные системы в управлении природными ресурсами. – Астана: Фолиант, 2020. ISBN 978-601-302-655-3.
11. Weng, Q. Remote sensing and GIS integration: Theories, methods, and applications. – New York: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0071606547. <https://doi.org/10.1036/0071606548>
12. Ковальчук И.Н. Земельный мониторинг и кадастр: современный инструментарий. – Москва: КНОРУС, 2018. ISBN 978-5-406-06295-1.
13. Copernicus Land Monitoring Service. High resolution vegetation phenology and productivity. – 2021. <https://land.copernicus.eu>
14. Юсупов М.Т. Пространственное планирование и управление развитием территорий. – Ташкент: Университет, 2021. ISBN 978-9943-7150-45-1.
15. United Nations. The Sustainable Development Goals Report 2022. – New York: UN Publications, 2022. ISBN 978-92-1-101456-7. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022>
16. Zhang, C., & Kovacs, J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. – Precision Agriculture, 2012, 13(6): 693–712. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>
17. Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. – Journal of Plant Ecology, 2008, 1(1): 9–23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>
18. Forkuor, G., et al. Mapping irrigated agriculture in West Africa using Sentinel-1 and Sentinel-2 data. – Remote Sensing, 2020, 12(3): 413. <https://doi.org/10.3390/rs12030413>
19. Liu, L., et al. Monitoring crop growth cycles with multi-source satellite data. – Remote Sensing of Environment, 2021, 256: 112322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112322>
20. FAO & UNEP. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at Breaking Point. – Rome: FAO, 2021. ISBN 978-92-5-135327-5. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>

References

1. Ivanov, V. P. (2020). *Ustoichivoe zemlepolzovanie: vyzovy XXI veka* [Sustainable land use: Challenges of the 21st century]. Moscow: GeoPress. ISBN 978-5-94038-177-2.
2. Petropoulos, G. P., & Srivastava, P. K. (2020). *GIS and remote sensing applications in land management*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00261-4>
3. Kozhakhmetov, E. K. (2021). *Analiz degradatsii zemel' sel'skokhoziaistvennogo naznacheniiia v iugo-vostochnom Kazakhstane* [Analysis of agricultural land degradation in southeastern Kazakhstan]. Almaty: KazNIIZiR. ISBN 978-601-7202-58-4.
4. Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. (2023). *Official statistics*. <https://stat.gov.kz>
5. Mukhamediyeva, G., et al. (2022). Remote sensing and GIS in agricultural monitoring: Case studies from Central Asia. In *Geospatial applications for sustainable development* (pp. 113–128). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9_6
6. European Space Agency. (2020). *Sentinel-2 user handbook*. ESA Publications. https://doi.org/10.5270/S2_USER_HANDBOOK
7. Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119549857>
8. Zhaksylykov, A. B. (2019). *Sovremennye metody kadaastrovogo ucheta zemel'nykh resursov* [Modern methods of cadastral accounting of land resources]. Almaty: Kazakh University. ISBN 978-601-04-4112-5.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). *Land resources planning for sustainable land management* (FAO Land and Water Discussion Paper 14). Rome: FAO. <https://www.fao.org/3/i5937e/i5937e.pdf>
10. Tleuzhanov, Zh. T. (2020). *Geoinformatsionnye sistemy v upravlenii prirodnymi resursami* [Geoinformation systems in natural resource management]. Astana: Foliant. ISBN 978-601-302-655-3.
11. Weng, Q. (2010). *Remote sensing and GIS integration: Theories, methods, and applications*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071606548>
12. Kovalchuk, I. N. (2018). *Zemel'nyi monitoring i kadastr: sovremennyyi instrumentarii* [Land monitoring and cadastre: Modern tools]. Moscow: KNORUS. ISBN 978-5-406-06295-1.
13. Copernicus Land Monitoring Service. (2021). *High resolution vegetation phenology and productivity*. <https://land.copernicus.eu>
14. Yusupov, M. T. (2021). *Prostranstvennoe planirovanie i upravlenie razvitiem territorii* [Spatial planning and territorial development management]. Tashkent: Universitet. ISBN 978-9943-7150-45-1.
15. United Nations. (2022). *The sustainable development goals report 2022*. New York: UN Publications. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022>
16. Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, 13(6), 693–712. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>
17. Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: A review. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 9–23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>
18. Forkuor, G., et al. (2020). Mapping irrigated agriculture in West Africa using Sentinel-1 and Sentinel-2 data. *Remote Sensing*, 12(3), 413. <https://doi.org/10.3390/rs12030413>
19. Liu, L., et al. (2021). Monitoring crop growth cycles with multi-source satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 256, 112322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112322>
20. FAO, & UNEP. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Systems at breaking point*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>

Е.О.Жусупов, А.Н.Жилдикбаева*, Т.К.Рафиков, А.Қанатбек
Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Алматы қ., Қазақстан;
a.zhildikbaeva@mail.ru*

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖАБЫНЫ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ: NDVI ЖӘНЕ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ

Аңдатпа

Бұл мақалада Алматы облысының өсімдік жабыны динамикасын зерттеу үшін геоақпараттық технологиялар мен Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану қарастырылады. Зерттеудің негізгі бөлігі Sentinel-2 спутниктік суреттеріне негізделген NDVI индексі қолданып, 2015, 2020 және 2023 жылдардағы өсімдік жабының жағдайы мен өзгерістерін бағалауға арналды. Әдістемелік схемаға деректерді алдын ала өңдеу, вегетациялық индексті есептеу, аумақтарды өнімділік деңгейлері бойынша жіктеу, сондай-ақ QGIS және ArcGIS орталарында нәтижелерді картографиялық бейнелеу кірді. Жүргізілген талдау жоғары NDVI көрсеткіштері бар жерлердің азайғанын және төмен мәнді аумақтардың артқанын көрсетті, бұл өңірдегі ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялық үрдістерін айқындайды. Алынған нәтижелер өсімдік жабыны динамикасының кеңістіктік ерекшеліктерін неғұрлым егжей-тегжейлі бағалауға, экологиялық қауіп аймақтарын анықтауға және қалпына келтіру әлеуеті бар аумақтарды белгілеуге мүмкіндік береді. Зерттеу NDVI және ГАТ-технологияларын жер ресурстарын тұрақты басқару саласында мониторинг жүргізу мен басқарушылық шешімдер қабылдау үшін пайдаланудың маңыздылығын растайды.

Кілт сөздер: геоақпараттық технологиялар, жер пайдалану, Алматы облысы, NDVI, кеңістіктік талдау, жер мониторингі.

E.Zhusupov, A.Zhildikbayeva*, T.Rafikov, A.Kanatbek
Kazakh National Agrarian Research University; Almaty; Kazakhstan,
a.zhildikbaeva@mail.ru*

ANALYSIS OF VEGETATION COVER DYNAMICS IN ALMATY REGION BASED ON NDVI AND GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract

This article examines the dynamics of vegetation cover in the Almaty Region using geoinformation technologies and Earth remote sensing data. The focus is placed on the application of the NDVI index derived from Sentinel-2 satellite imagery to assess the state and changes of vegetation in 2015, 2020, and 2023. The methodological framework included data preprocessing, calculation of the vegetation index, classification of territories by productivity levels, and cartographic visualization of results in QGIS and ArcGIS environments. The analysis revealed a reduction in areas with high NDVI values alongside an increase in territories with low index values, indicating degradation processes in the region's agricultural lands. The results allow for a more detailed assessment of spatial patterns of vegetation dynamics, identification of ecological risk zones, and determination of areas with restoration potential. The study confirms the importance of NDVI and GIS technologies for organizing monitoring and supporting decision-making in the field of sustainable land management.

Key words: geoinformation technologies, land use, Almaty Region, NDVI, spatial analysis, land monitoring.

Вклад авторов:

Концептуализация; курирование данных; методология – Жилдикбаева А.Н., Рафиков Т.К., Жусупов Е.О.

Программное обеспечение; проверка; визуализация; написание, обзор и редактирование – Жусупов Е.О., Жилдикбаева А.Н., Рафиков Т.К., Қанатбек А. А.

Н.К.Унышева*¹, С.К.Макенова¹, Л.Т.Бабкенова², Р.К.Абельдина¹

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
г. Астана, Республика Казахстан, nurlygul_kosherbayevna@mail.ru*,
saule_makenova@mail.ru, rauza-k12@mail.ru

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация, babkenl@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНОПРИГОДНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Аннотация

В условиях нарастающего давления на сельскохозяйственные угодья и снижения плодородия почв рациональное использование пахотнопригодных земель становится приоритетным направлением аграрной политики. Целью исследования является разработка геоинформационной модели оценки пригодности земель для пашенного использования в пределах Есильского района Акмолинской области. В качестве исходных данных использовались спутниковые снимки Landsat-8, цифровая модель рельефа (SRTM), климатические параметры (CRU) и почвенные характеристики HWSD. Методология включала применение иерархического анализа (АНР), агроэкологического районирования и классификацию земель по шкале ФАО. В результате установлено, что 82 % территории района относятся к категории умеренно пригодных (S2), 15 % — низко пригодных (S3), а 3 % — непригодных (N). Высоко пригодных (S1) земель не выявлено. Карта интегральной пригодности отражает пространственное распределение агроэкономически перспективных участков. Практическая значимость исследования заключается в формировании научно обоснованной основы для принятия решений в сфере рационального землепользования, субсидирования и оценки рентабельности освоения неиспользуемых земель. Полученная геоинформационная модель может быть использована как инструмент поддержки принятия решений при планировании сельскохозяйственного производства, проведении мелиоративных мероприятий, а также адаптирована для применения в других аграрных регионах Казахстана.

Ключевые слова: пахотнопригодные земли, ГИС, метод аналитической иерархии, дистанционное зондирование, рациональное землепользование, цифровая модель рельефа

Введение

С ростом численности населения и усиливающимся дефицитом продовольствия вопрос рационального использования продуктивных земельных ресурсов становится все более актуальным. В условиях сокращения доступных для освоения пахотных земель и деградации существующих сельскохозяйственных угодий особое внимание уделяется сохранению наиболее плодородных территорий.

Пахотнопригодные земли, представляющие собой территориально ограниченный и уязвимый ресурс, требуют научно обоснованного подхода к их вовлечению в сельскохозяйственный оборот. Современные подходы к классификации и оценке пригодности земель всё чаще основаны на использовании геоинформационных технологий (ГИС), дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и методов многокритериального анализа. Применение этих инструментов позволяет комплексно учитывать природные, агротехнические и социально-экономические характеристики территорий, тем самым обеспечивая обоснованную дифференциацию земель по уровню их продуктивности и степени пригодности для сельскохозяйственного использования. Такой интегративный подход

способствует снижению рисков нерационального освоения ресурсов и повышает эффективность планирования землепользования [1, 2].

В условиях Северного Казахстана, характеризующегося чернозёмно-каштановым почвенным покровом, умеренно-континентальным климатом и значительными пространственными различиями в увлажнении, актуальной задачей становится интеграция ГИС-технологий с агроэкологическими и экономическими критериями оценки [3,15]. Такая интеграция позволяет не только выделить приоритетные зоны для землепользования, но и оценить потенциальную рентабельность вовлечения в оборот ранее неиспользуемых или малоэффективных участков

Исследования последних лет подтверждают высокую эффективность применения цифровых методов для пространственного моделирования пригодности земель. Например, использование алгоритма взвешенного наложения (Weighted Overlay Analysis) [5] и метода анализа иерархий (АНР) [6,7] обеспечивает возможность учёта различных факторов — уклона, текстуры почвы, кислотности, содержания гумуса. При этом данные дистанционного зондирования, полученные со спутников Sentinel-2 и Landsat-8, позволяют выявлять текущее состояние растительного покрова, продуктивность и динамику изменений [8]. Дистанционное зондирование позволяет получить актуальную и точную картину состояния сельскохозяйственного сектора, поскольку оно очень удобно для сбора информации на больших территориях с высокой частотой и регулярностью. Полученная информация используется для качественного и количественного анализа в рамках прогнозов производства в режиме, близком к реальному времени, а также для прогнозирования проблем продовольственной безопасности в рамках мониторинга сельского хозяйства [7].

Целью настоящего исследования является разработка и апробация геоинформационной модели оценки пригодности пахотнопригодных земель Есильского района, с последующей оценкой экономической эффективности их вовлечения в сельскохозяйственный оборот. Для достижения поставленной цели была реализована комплексная методология, включающая в себя агроэкологическое районирование, классификацию земель по шкале FAO (1983). Практическая значимость работы заключается в разработке прикладного инструмента поддержки принятия решений в сфере рационального землепользования, а также в формировании научной базы для планирования субсидий, мелиоративных мероприятий и инвестиционной политики в аграрном секторе Северного Казахстана.

Материалы и методы

В исследовании использован комплексный подход, включающий методы дистанционного зондирования, геоинформационного анализа, агроэкологического районирования и многокритериальной оценки пригодности земель [9]. Пространственные и табличные данные обрабатывались с применением программных комплексов ArcGIS 10.4.

Исходные данные включали спутниковые снимки Landsat-8 и цифровую модель рельефа SRTM с разрешением 30 м [10]. Для оценки агроэкологической пригодности земель применялась методология FAO — *Framework for Land Evaluation* [2]. Дополнительно, для определения пригодности земель к пахотному использованию использовались почвенные данные, полученные из международной гармонизированной базы FAO/ISRIC — HWSD [11]. Данный источник предоставляет унифицированные почвенные характеристики на глобальном уровне, что обеспечивает сопоставимость данных при пространственном анализе земельных ресурсов. В рамках настоящего исследования были проанализированы ключевые почвенные параметры: тип почвы, гранулометрический состав (текстура), уровень кислотности (pH), содержание общего азота (N), а также соотношение углерода и азота (C/N). Эти показатели являются важными критериями при оценке потенциальной продуктивности земель и их пригодности к возделыванию сельскохозяйственных культур.

Для интеграции разнородных факторов и построения финальной карты пригодности использовался метод взвешенного наложения критериев в среде ArcGIS Spatial Analyst [1]. Весовые коэффициенты определялись методом парных сравнений АНР [6], с последующей экспертной корректировкой, учитывающей региональные особенности.

Результаты и обсуждение

Результаты пространственного анализа, проведённого с использованием инструментов ГИС и данных дистанционного зондирования, представлены в виде тематических карт. Визуализация и интерпретация карт позволяют комплексно оценить условия, влияющие на продуктивность и пригодность земель к сельскохозяйственному использованию.

Полученные картографические материалы охватывают параметры, такие как распределение осадков, значения вегетационного индекса NDVI, рельеф (уклоны), почвенные свойства и интегральные показатели пригодности. Их сопоставление обеспечивает обоснованную оценку текущего состояния землепользования и выявление территорий с различным потенциалом сельскохозяйственного освоения (рисунок 1).

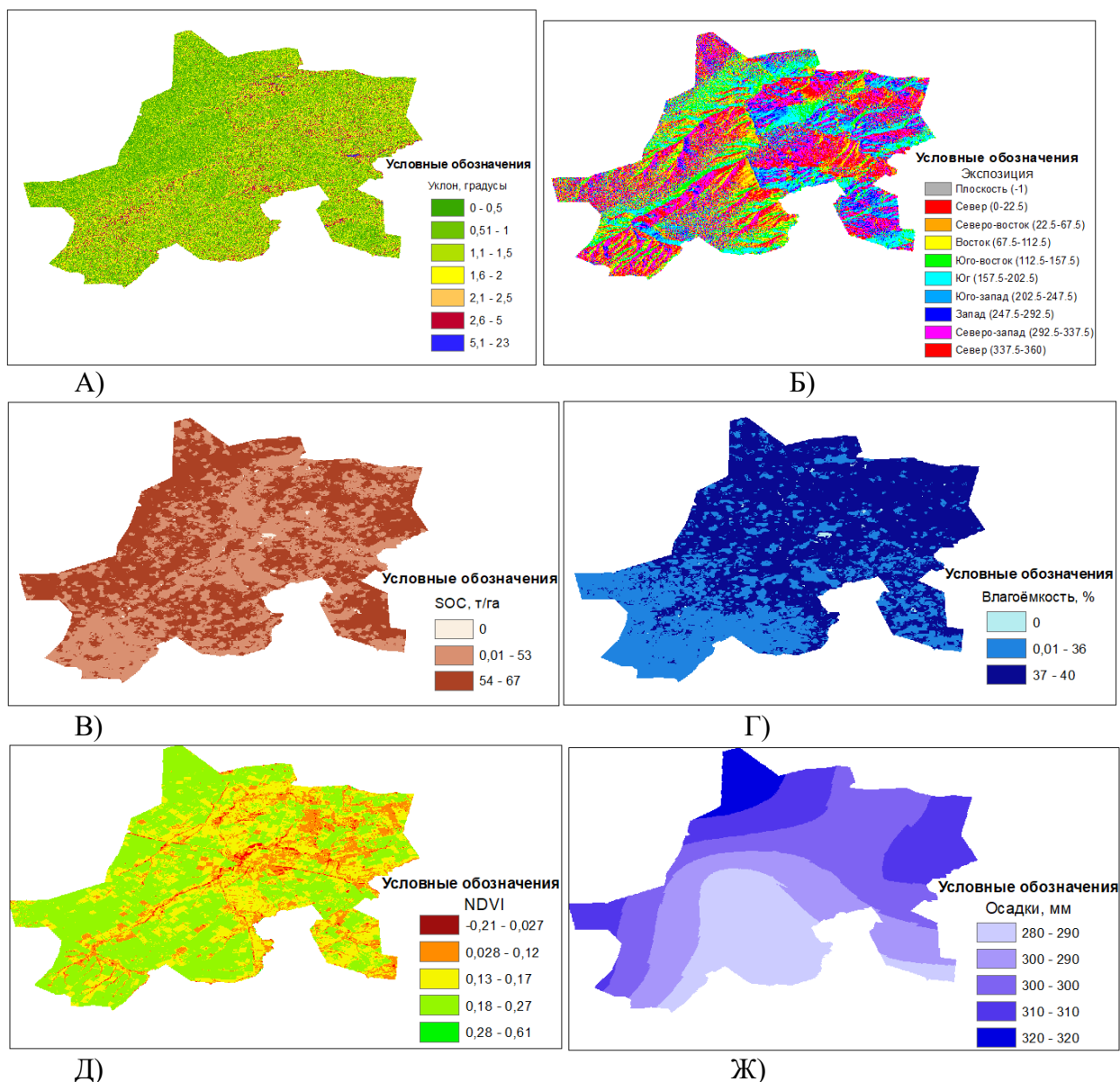


Рисунок 1 - Факторы, используемые при оценке пахотнопригодных земель

А. На основании обработки цифровой модели рельефа (ЦМР) была получена тематическая карта пространственного распределения уклонов поверхности, где уклоны классифицированы по шести интервалам градаций — от почти горизонтальных участков (менее 0.5°) до крутых склонов (свыше 5°) [12]. Значительная часть исследуемой территории (свыше 70%) отличается минимальными уклонами, не превышающими 1.5° . Эти участки характеризуются выровненным и слабоволнистым микрорельефом, что создаёт

благоприятные условия для механизированной обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур. Наибольшую площадь занимают зоны с уклоном от 0 до 1°, которые в агроэкологическом отношении являются наилучшим вариантом для организации пашни. Такие участки обеспечивают равномерное распределение влаги и сниженную подверженность водной эрозии, особенно при соблюдении оптимального севооборота и минимальной обработки почвы.

Склоны умеренной крутизны (в пределах 2.1–5°), преимущественно локализованные в юго-восточной и центральной частях района, имеют ограниченный потенциал для пашенного использования. Для сохранения плодородия на этих участках рекомендуется внедрение почвозащитных технологий — таких как контурное земледелие, чередование культур в зависимости от склонов, а также частичное озеленение.

Наиболее крутые участки с уклонами, превышающими 5°, встречаются эпизодически. Эти земли относятся к категории эрозионно-опасных и непригодны для возделывания культурных растений.

Б. Анализ экспозиции склонов показал значительное преобладание участков с северной, северо-восточной и восточной ориентацией. Данные направления склонов в условиях умеренно-континентального климата способствуют сохранению почвенной влаги и снижению температурного стресса, что положительно сказывается на потенциальной продуктивности земель. Южные и юго-западные склоны встречаются реже, они характеризуются более высокой инсоляцией и, как следствие, ускоренным иссушением почвы, что может ограничивать их использование в качестве пашни без дополнительных агротехнических мероприятий.

В. Анализ пространственного распределения почвенной влаги показал, что основная часть территории характеризуется влажностью до 36%, что соответствует удовлетворительным и близким к оптимальным условиям для большинства сельскохозяйственных культур, приближаясь к значению влагоёмкости почвы (field capacity, FC), достигаемой при водном потенциале –33 кПа. Участки с содержанием влаги в пределах 36–39% оцениваются как хорошо обеспеченные влагой и пригодные для выращивания большинства культур, а зоны с превышением 39% относятся к наивысшей категории — "очень хорошая водоудерживающая способность", что указывает на высокую аграрную потенцию данных почв. Однако на таких участках возможен риск временного переувлажнения. В противоположность этому, зоны с наименьшими показателями влажности требуют внедрения мелиоративных мероприятий и влагосберегающих технологий для стабилизации продуктивности и повышения агроэкологической устойчивости землепользования.

Г. Пространственное распределение органического углерода в почвах (SOC) свидетельствует о том, что основная часть территории обладает показателями от 0,01 до 53 т/га, с локальными участками, где значения превышают 54 т/га. Повышенное содержание SOC является индикатором высокого уровня почвенного плодородия и благоприятных условий для сельскохозяйственного использования. Напротив, зоны с низкими значениями органического углерода требуют внесения органических удобрений и соблюдения севооборота для восстановления почвенного баланса.

Д. NDVI-оценка позволяет выделить участки с различной степенью растительности, отражающей состояние биомассы и продуктивности земель. На основе обработки спутникового снимка Landsat 8 за период с 14 по 22 июня 2023 года была построена пространственная карта распределения значений NDVI (нормализованный относительный вегетационный индекс) по территории исследования.

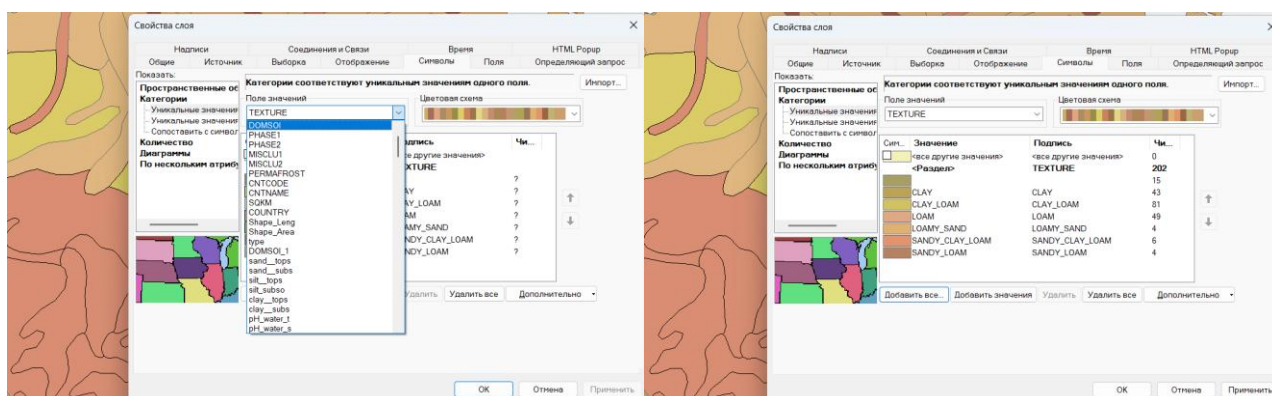
Результаты анализа NDVI выявили выраженную пространственную неоднородность вегетационного покрова. Основная доля территории характеризуется индексом в диапазоне от 0,19 до 0,24, что соответствует участкам со средней биомассой и указывает на наличие сельскохозяйственных культур в фазе активного роста. Зоны с низкими значениями NDVI (0,01–0,14), отображённые на карте оранжевым и красным цветом, сосредоточены преимущественно вблизи транспортной инфраструктуры, населённых пунктов и на участках

с признаками деградации или вторичного зарастания, что свидетельствует об их ограниченной пригодности к пашенному использованию. В то же время, фрагментарно встречаются территории с высокими значениями NDVI (от 0,29 и выше), демонстрирующие высокую степень развития растительного покрова и потенциально высокую агрономическую ценность.

Ж. В результате обработки климатических данных об осадках [16] в среде ArcGIS была построена карта пространственного распределения годовой суммы атмосферных осадков по территории исследования. На основе данной карты установлена чётко выраженная зональность увлажнения, отражающая региональные различия в обеспеченности влагой. Количество осадков варьирует от 280 до 320 мм в год, что свидетельствует о преобладании умеренно засушливых климатических условий.

Распределение осадков оказывает существенное влияние на агроклиматическую пригодность земель и должно учитываться при определении сельскохозяйственной специализации, выборе культур, а также в процессе пространственного моделирования продуктивности и устойчивости землепользования. Полученные данные служат важной основой для зонирования территории и обоснования мероприятий по адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

В Есильском районе по данным HWSO (рисунок 2) преобладают почвы, относящиеся к типам Ch (Chernozem – чернозёмы) и Kh (Kastanozems – каштановые почвы). Данные почвы характеризуются высоким потенциалом плодородия, устойчивостью к деградационным процессам при соблюдении соответствующих агротехнических условий и являются базовыми в структуре землепользования региона.



FID	Shape *	FAOISOIL	DOMSOI	SQKM	COUNTRY	sand	to	silt	tops	clay	top	pH	water	N	topsoil	CaCO3	TEXTURE
24	Полигон	Sm12-3a	Sm	31	KAZAKHSTAN	51.7		31.9		16.4		7.6		0.15		4.2	CLAY LOAM
25	Полигон	Cl8-3a	Cl	1156	KAZAKHSTAN	46.3		24.9		28.8		7.1		0.12		3	CLAY LOAM
26	Полигон	C1-3a	C	140	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
29	Полигон	Sm14-3a	Sm	1535	KAZAKHSTAN	51.7		31.9		16.4		7.6		0.15		4.2	CLAY LOAM
30	Полигон	Ch17-3a	Ch	20670	KAZAKHSTAN	32.2		44.1		23.7		7.1		0.26		0.1	CLAY LOAM
32	Полигон	Ch14-3a	Ch	48713	KAZAKHSTAN	32.2		44.1		23.7		7.1		0.26		0.1	CLAY LOAM
33	Полигон	C1-3a	C	3	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
36	Полигон	C1-3a	C	25	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
39	Полигон	C1-3a	C	182	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
41	Полигон	C1-3a	C	8	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
42	Полигон	C1-3a	C	8	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
45	Полигон	Sm12-3a	Sm	909	KAZAKHSTAN	51.7		31.9		16.4		7.6		0.15		4.2	CLAY LOAM
47	Полигон	Sm12-3a	Sm	147	KAZAKHSTAN	51.7		31.9		16.4		7.6		0.15		4.2	CLAY LOAM
49	Полигон	Ck1-3a	Ck	423	KAZAKHSTAN	41.6		26.6		31.8		7.5		0.18		8.1	CLAY
50	Полигон	C1-3a	C	7	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
53	Полигон	Ch16-3a	Ch	592	KAZAKHSTAN	32.2		44.1		23.7		7.1		0.26		0.1	SANDY CLAY LOAM
54	Полигон	Ch16-3a	Ch	369	KAZAKHSTAN	32.2		44.1		23.7		7.1		0.26		0.1	SANDY CLAY LOAM
55	Полигон	Je12-2a	Je	1812	KAZAKHSTAN	70.8		12.8		16.5		6.6		0.29		0	LOAM
56	Полигон	Ch17-3a	Ch	36	KAZAKHSTAN	32.2		44.1		23.7		7.1		0.26		0.1	CLAY LOAM
57	Полигон	Sm13-3a	Sm	5555	KAZAKHSTAN	51.7		31.9		16.4		7.6		0.15		4.2	CLAY LOAM
58	Полигон	C1-3a	C	1131	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
59	Полигон	C1-3a	C	118	KAZAKHSTAN	42.9		27.6		29.5		7.3		0.18		4.8	CLAY
61	Полигон	Ck7-3a	Ck	11247	KAZAKHSTAN	41.6		26.6		31.8		7.5		0.18		8.1	CLAY LOAM

Рисунок 2 - Почвенные характеристики, полученные на основе базы данных FAO/ISRIC

По текстурному составу в верхнем горизонте преимущественно встречаются супесчаные и суглинистые разновидности, обеспечивающие хорошее водоудержание и благоприятные физико-механические свойства для обработки.

Кислотность почв варьируется в пределах pH 7.5–7.7, что указывает на нейтральную или слабощелочную среду, благоприятную для большинства сельскохозяйственных культур [13]. Содержание общего азота составляет 0.18–0.20%, что соответствует среднему уровню обеспеченности по данному элементу питания. Соотношение углерода к азоту (C/N) составляет около 11, свидетельствуя о нормальном уровне микробиологической активности и удовлетворительном состоянии гумусового горизонта.

Геоинформационная модель была разработана в программной среде ArcGIS с применением инструмента **Weighted Overlay**. Модель обеспечивает автоматизацию ключевых этапов — от предварительной подготовки входных пространственных данных и расчёта интегрального показателя пригодности до формирования итоговых карт (рисунок 3).



Рисунок 3 – Модель классификаций пахотнопригодных земель

Для комплексной оценки всех факторов, влияющих на эффективность использования земель, был применён метод аналитической иерархии (таблица 1). Данный подход позволяет объективно определить вес каждого критерия путём парных сравнений, обеспечивая обоснованную интеграцию данных в рамках многокритериальной модели оценки пригодности.

Таблица 1 - Итоговые веса по АНР

№	Критерий	Почвенные данные	Осадки	Уклон	SOC	pH почвы	FC	N	NDVI	Экспозиция	Нормализованный вес
1	Почвенные данные (тип почвы, мех состав)	1	3	5	3	3	4	5	3	4	0,3056
2	Осадки	1/3	1	2	1	1	2	2	1	1	0,1085
3	Уклон	1/3	1	1	1	2	1/5	2	1	1	0,1046
4	SOC	1/3	1	1/2	1	2	2	3	2	2	0,1085
5	pH почвы	1/5	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0,0600
6	Влагоемкость (FC)	1/4	1/2	1	1/2	2/3	1	1/5	1	1	0,0721
7	Минеральный азот	1/5	1/2	1	1/2	1/2	2/3	1	1	1	0,0625
8	NDVI	1/3	1	2	1	1	1	1	1	1	0,0938
9	Экспозиция	1/4	1	1	1	1	1	1	1	1	0,0844

После нормализации исходных критериев и определения весов с использованием метода АНР, следующим этапом стало построение **интегральной карты пригодности земель**. Эта

карта представляет собой результат **взвешенного наложения** пространственных слоёв в геоинформационной среде.

Модель позволяет формировать **обоснованную пространственную стратегию управления пахотными землями**, выявлять зоны высокой агроэкономической эффективности, а также **оптимизировать планирование субсидий, инвестиций и мелиоративных мероприятий**. Она легко масштабируется и может адаптироваться под другие регионы и культуры.

На финальном этапе геоанализа территория была классифицирована по уровням пригодности: от умеренно пригодных участков до низко пригодных и полностью непригодных земель. Пространственное распределение указанных категорий представлено на рисунке 4.

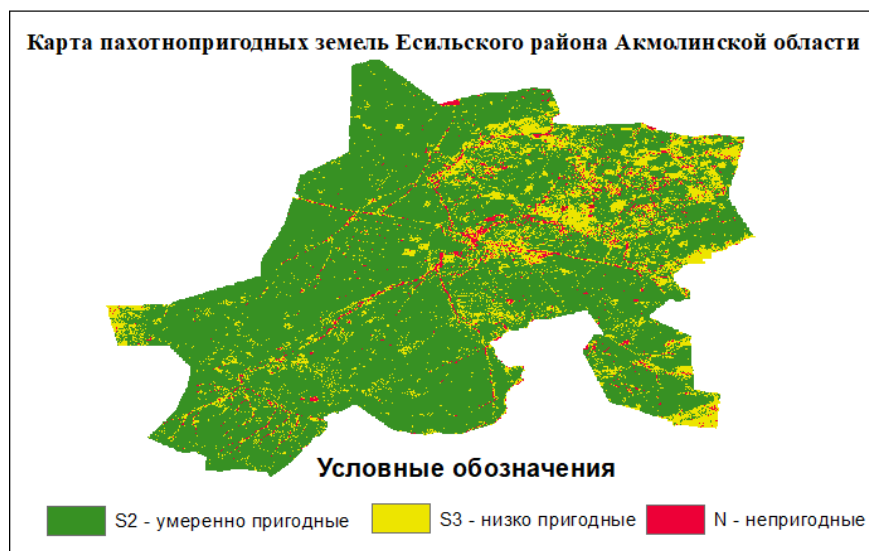


Рисунок 4 - Карта по уровни пригодности пахотных земель

Для комплексной оценки пригодности земель к пашне использовался интегральный индекс пригодности (ИЖИ). Значение ИЖИ отражает степень пригодности территории: более высокие показатели указывают на большую эффективность её использования в сельскохозяйственных целях. Преимущество данного подхода заключается в возможности интеграции различных природных, агрохимических и климатических факторов в единую систему и получения комплексной количественной оценки (рисунок 5).

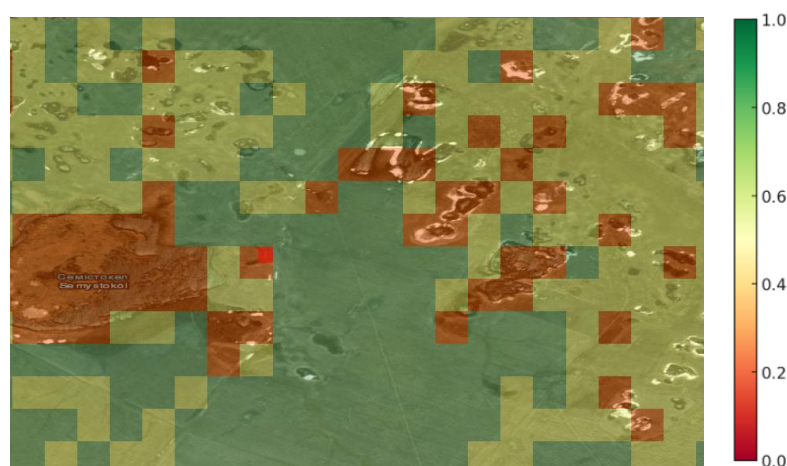


Рисунок 5 - Земельные участки Есильского района по индексу пашенной пригодности

Интерпретация по графической шкале:

- 0,70–1,00 – высоко пригодные земли;

- **0,40–0,69** – умеренно пригодные;
- **0,00–0,39** – непригодные земли.

По результатам классификации пригодности пахотных земель Есильского района Акмолинской области показал, что основная часть территории (82 % от общей площади) относится к категории **умеренно пригодных (S2)**, что свидетельствует о наличии определённых ограничений, но в целом благоприятных условий для сельскохозяйственного использования. Около 15 % земель классифицированы как **низко пригодные (S3)**, что предполагает необходимость проведения дополнительных агротехнических и мелиоративных мероприятий для повышения их продуктивности. Лишь 3 % территории отнесено к категории **непригодных (N)**, нецелесообразных для использования в качестве пашни. Категория **высоко пригодных (S1)** земель в пределах исследуемой территории не выявлена (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты классификации пригодности пахотных земель Есильского района Акмолинской области

№	Классификация пригодности	Площадь, га	% от общей площади
1	S1 - высоко пригодные	-	-
2	S2-умеренно пригодные	649754	82
3	S3-низко пригодные	120188	15
4	N- непригодные	23577	3
Всего		793519	100

На основе анализа данных цифровой карты землепользования (JerKarta) [14] было выявлено наличие неиспользуемых сельскохозяйственных угодий общей площадью **7172,6 га** в пределах Есильского района Акмолинской области (рисунок 6). Проведённая классификация земель по степени пригодности к пашенному использованию, выполненная с применением геоинформационного моделирования, позволила отнести указанные участки к различным категориям по шкале FAO: **S2 (умеренно пригодные)** и **S3 (низко пригодные)**.

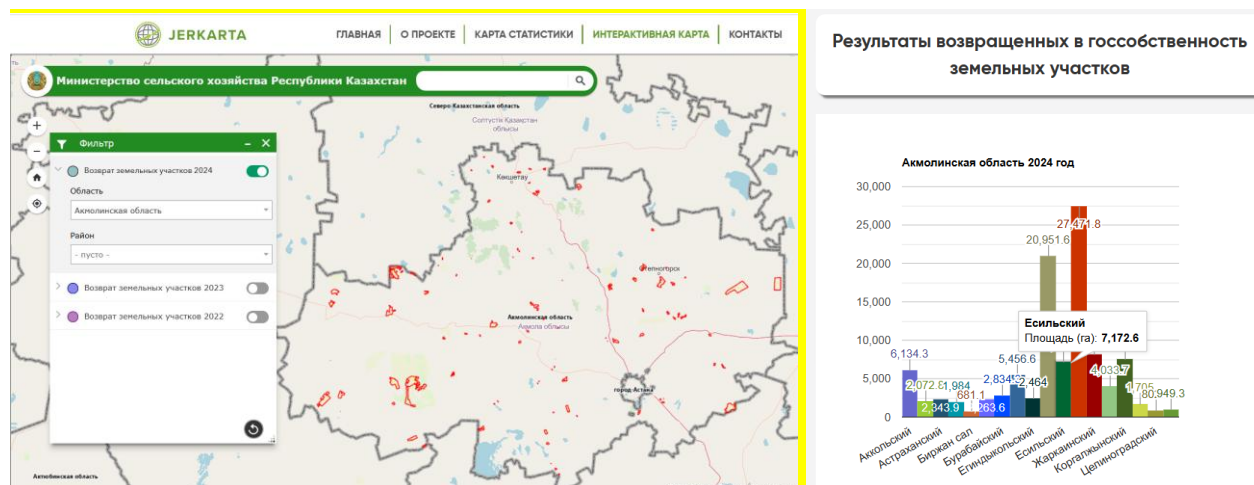


Рисунок 6 – Неиспользуемые сельскохозяйственные земли по данным портала "JerKarta"

Результаты пространственной оценки показали, что значительная часть неиспользуемых земель, относящихся к категориям **S2**, характеризуется удовлетворительными агроэкологическими параметрами и может быть вовлечена в сельскохозяйственный оборот при соблюдении соответствующих агротехнических условий. В то же время, территории, классифицированные как **S3**, демонстрируют низкий производственный потенциал, наличие значительных ограничений (например, неблагоприятные почвенно-физические свойства, повышенная эрозийная опасность), что делает их экономически нецелесообразными для вовлечения в пашню ввиду отсутствия ожидаемой рентабельности.

Таким образом, геоинформационный подход к оценке пригодности земель предоставляет обоснование для **селективного вовлечения в сельхозоборот только продуктивных участков**, что способствует рациональному использованию ресурсов и минимизации финансовых рисков.

Разработанная модель оценки пригодности пахотных земель демонстрирует высокую эффективность, однако имеет ряд ограничений. Прежде всего, точность анализа зависит от качества и актуальности исходных данных: почвенные базы (например, HWSD) имеют обобщённый характер и не всегда отражают локальные агроэкологические особенности. Кроме того, метод АНР, лежащий в основе взвешенного анализа, основан на экспертных оценках, что влечёт потенциальную субъективность при определении весов критериев. В данной модели социально-экономические факторы (инфраструктура, близость к водным ресурсам и др.) не были учтены. Это должно быть учтено в будущих исследованиях и направлено на повышение потенциала модели.

Выводы

1. Проведённый анализ показал, что значительная часть территории Есильского района обладает высоким агроэкологическим потенциалом и может эффективно использоваться для сельского хозяйства при условии применения устойчивых агротехнологий.

2. Сравнительный анализ весов критериев показал приоритетное значение почвенных характеристик, уклона и SOC для формирования сельскохозяйственного потенциала. Климатические параметры, несмотря на меньшую вариативность, задают общий фон и устойчивость агроэкосистем.

3. Проведённая классификация показала, что в Есильском районе 649 754 га земель относятся к категории S2 (умеренно пригодные), 120 188 га — к S3 (низко пригодные) и 23 577 га — к категории N (непригодные). Высоко пригодных (S1) земель не выявлено.

4. Вовлечение около 7,2 тыс. га неиспользуемых земель категории S2 может способствовать расширению пашни без ущерба для экосистем при условии внедрения влагосберегающих и почвозащитных технологий.

5. Использование методологии FAO, интеграция многокритериальной оценки и применение данных дистанционного зондирования обеспечили объективность анализа и позволяют адаптировать предложенную модель для других аграрных регионов Казахстана.

6. Полученные результаты подчеркивают необходимость системного подхода к управлению земельными ресурсами, основанного на пространственных данных, экологических ограничениях и экономической эффективности, что особенно важно в условиях усиливающегося давления на пахотные земли и климатических изменений.

Список источников

- 1 Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3–65. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002>
- 2 Food and Agriculture Organization. (1976). *A framework for land evaluation* (FAO Soils Bulletin No. 32). FAO. <https://www.fao.org/4/x5310e/x5310e00.htm>
- 3 Rau, A., Koibakova, Ye., Balgabayev, N., Nabiollina, M., Kurmanbek, Zh., Issakov, Ye., Zhu, K., & Dávid, L.D. (2023). Increase in productivity of chestnut soils on irrigated lands of Northern and Central Kazakhstan. *Land*, 12(3), 672. <https://doi.org/10.3390/land12030672>
- 4 Al-Taani, A., Al-husban, Y., & Farhan, I. (2019). Land suitability evaluation for agricultural use using GIS and remote sensing techniques: The case study of Ma'an Governorate, Jordan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982319302479>
- 5 Šilc, U., Marušić, D., & Košir, M. (2022). GIS-based evaluation of agricultural land suitability using weighted overlay analysis: A case study from Slovenia. *Sustainability*, 14(3), 1552. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/20.9507>
- 6 Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.

- 7 Otgonbayar, M., Atzberger, C., Chambers, J., Amarsaikhan, D., Böck, S., & Tsogtbayar, J. (2017). Land suitability evaluation for agricultural cropland in Mongolia using the spatial MCDM method and AHP-based GIS. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5(9), 238–263. <https://doi.org/10.4236/gep.2017.59017>
- 8 Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- 9 Ceballos-Silva, A., & López-Blanco, J. (2003). Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use-cover mapping: A case study in Central Mexico. *Agricultural Systems*, 77, 117–136. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00103-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00103-8)
- 10 U.S. Geological Survey. (n.d.). U.S. Geological Survey. Retrieved August 29, 2025, from <https://www.usgs.gov/>
- 11 Food and Agriculture Organization & ISRIC. (2023). *Harmonized World Soil Database (HWSD)*. FAO. <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/hwswd>
- 12 Оспанова, А.А., Озеранская, Н.Л., & Татаринцев, В.Л. (2025). Охрана сельскохозяйственных угодий на основе агроэкологического зонирования. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 1(105). <https://doi.org/10.37884/1-2025/34>
- 13 Оглезнев, А.К. (2003). *Методические рекомендации по оценке качества и классификация земель по их пригодности использования в сельском хозяйстве*. Москва: Институт. ISBN 5-902409-09-8.
- 14 Интерактивная карта «JerKarta». (n.d.). <https://jerkarta.gharysh.kz/ru/>
- 15 Унышева, Н. К., Макенова, С. К., Репников, И. В., & Татаринцев, В. Л. (2024). Оценка экономических возможностей территории засушливой степи для повышения эффективности использования пахотных земель. *Устойчивое развитие горных территорий*, 16(4), 1766–1782. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2024-16-4-1766-1782>
- 16 Climatic Research Unit. (n.d.). *CRU TS v4.08: Climatic Research Unit Time-Series Data – Global Rainfall Erosivity*. Retrieved August 29, 2025, from <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>

References

- 1 Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3–65. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002>
- 2 Food and Agriculture Organization (FAO). (1976). *A framework for land evaluation* (FAO Soils Bulletin No. 32). FAO. <https://www.fao.org/4/x5310e/x5310e00.htm>
- 3 Rau, A., Koibakova, Ye., Balgabayev, N., Nabiollina, M., Kurmanbek, Zh., Issakov, Ye., Zhu, K., & Dávid, L. D. (2023). Increase in productivity of chestnut soils on irrigated lands of Northern and Central Kazakhstan. *Land*, 12(3), 672. <https://doi.org/10.3390/land12030672>
- 4 Al-Taani, A., Al-husban, Y., & Farhan, I. (2019). Land suitability evaluation for agricultural use using GIS and remote sensing techniques: The case study of Ma'an Governorate, Jordan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982319302479>
- 5 Šilc, U., Marušić, D., & Košir, M. (2022). GIS-based evaluation of agricultural land suitability using Weighted Overlay Analysis: A case study from Slovenia. *Sustainability*, 14(3), 1552. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/20.9507>
- 6 Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- 7 Otgonbayar, M., Atzberger, C., Chambers, J., Amarsaikhan, D., Böck, S., & Tsogtbayar, J. (2017). Land suitability evaluation for agricultural cropland in Mongolia using the spatial MCDM method and AHP based GIS. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5(9), 238–263. <https://doi.org/10.4236/gep.2017.59017>
- 8 Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

- 9 Ceballos-Silva, A., & López-Blanco, J. (2003). Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use-cover mapping: A case study in Central Mexico. *Agricultural Systems*, 77, 117–136. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00103-8](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00103-8)
- 10 U.S. Geological Survey. (n.d.). U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/>
- 11 FAO-ISRIC. (2023). *Harmonized World Soil Database (HWSD)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/hwsd>
- 12 Ospanova, A.A., Ozeranskaya, N.L., & Tatarintsev, V.L. (2025). Ohrana sel'skohozyajstvennyh ugodij na osnove agroekologicheskogo zonirovaniya. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 1(105). <https://doi.org/10.37884/1-2025/34> [in Russian]
- 13 Ogleznev, A.K. (2003). *Metodicheskie rekomendatsii po otsenke kachestva i klassifikatsiya zemel' po ih prigodnosti ispol'zovaniya v sel'skom hozjajstve*. Moskva. ISBN 5-902409-09-8 [in Russian]
- 14 Interaktivnaja karta «JerKarta». (n.d.). <https://jerkarta.gharysh.kz/ru/> [in Russian]
- 15 Unysheva, N. K., Makenova, S. K., Repnikov, I. V., & Tatarintsev, V. L. (2024). Ocenka ekonomicheskikh vozmozhnostej territorii zasushlivoj stepi dlya povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya pahotnyh zemel'. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*, 16(4), 1766–1782. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2024-16-4-1766-1782> [in Russian]
- 16 Climatic Research Unit. (n.d.). *CRU TS v4.08: Climatic Research Unit Time-Series Data – Global Rainfall Erosivity*. Retrieved August 29, 2025, from <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>

Н.К. Унышева^{*1}, С.К. Макенова¹, Л.Т. Бабкенова², Р.К. Абельдина¹

¹ С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы, nurlygul_kosherbayevna@mail.ru, saule_makenova@mail.ru, rauza-k12@mail.ru

² Сібір геожүйелер және технологиялар мемлекеттік университеті, Новосібір қ., Ресей Федерациясы, babkenl@yandex.ru

ЕГІСТІКKE ЖАРАМДЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Аңдатпа

Ауыл шаруашылығы алқаптарына түсетін қысымның артуы мен топырақ құнарлылығының төмендеуі жағдайында егістікке жарамды жерлерді ұтымды пайдалану аграрлық саясаттың басым бағытына айналуға. Зерттеудің мақсаты – Ақмола облысының Есіл ауданы аумағында егістікке жарамдылықты бағалау үшін геоакпараттық модель әзірлеу. Бастапқы деректер ретінде Landsat-8 спутниктік суреттері, сандық бедер үлгісі (SRTM), климаттық параметрлер (CRU) және топырақ сипаттамалары (HWSD) пайдаланылды. Зерттеу әдіснамасы иерархиялық талдау әдісін (АНР), агроэкологиялық аудандастыруды және жерлерді FAO шкаласы бойынша жіктеуді қамтыды. Нәтижесінде аудан аумағының 82 %-ы орташа жарамды (S2), 15 %-ы төмен жарамды (S3), ал 3 %-ы жарамсыз (N) санатына жататыны анықталды. Жоғары жарамды (S1) жерлер анықталмады. Интегралды жарамдылық картасы агроэкономикалық тұрғыдан әлеуетті учаскелердің кеңістіктік бөлінісін көрсетеді. Зерттеудің практикалық маңызы – жерді ұтымды пайдалану, субсидиялау және пайдаланылмай жатқан жерлерді игерудің тиімділігін бағалау саласында шешім қабылдауға арналған ғылыми негіз қалыптастыру. Әзірленген геоакпараттық модель ауыл шаруашылығы өндірісін жоспарлау, мелиорациялық іс-шараларды жүзеге асыру барысында шешім қабылдауды қолдау құралы ретінде қолданылып, Қазақстанның басқа аграрлық аймақтарына да бейімделуі мүмкін.

Кілт сөздер: егістікке жарамды жерлер, ГАЖ, аналитикалық иерархия әдісі, қашықтықтан зондтау, жерді оңтайлы пайдалану, жер бедерінің сандық моделі

N.K. Unysheva*¹, S.K. Makenova¹, L.T. Babkenova², R.K. Abeldina¹

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
Astana, Republic of Kazakhstan, nurlygul_kosherbayevna@mail.ru*,
saule_makenova@mail.ru, rauza-k12@mail.ru

²Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation, babkenl@yandex.ru

INCREASING THE EFFICIENCY OF ARABLE LAND USE

Abstract

Under the conditions of increasing pressure on agricultural lands and declining soil fertility, the rational use of arable-suitable lands becomes a priority direction of agrarian policy. The aim of this study is to develop a geoinformation model for assessing land suitability for arable use within the Yesil district of Akmola region. The input data included Landsat-8 satellite imagery, a digital elevation model (SRTM), climatic parameters (CRU), and soil characteristics from the HWSD database. The methodology comprised the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP), agroecological zoning, and land classification based on the FAO framework. The results revealed that 82% of the district's territory belongs to the moderately suitable category (S2), 15% to the marginally suitable category (S3), and 3% to the unsuitable category (N). No highly suitable lands (S1) were identified. The integrated suitability map illustrates the spatial distribution of agro-economically promising areas. The practical significance of the research lies in providing a scientifically grounded basis for decision-making in the field of rational land use, subsidy allocation, and assessment of the profitability of developing unused lands. The developed GIS-based model can serve as a decision-support tool for agricultural production planning, implementation of land reclamation measures, and may also be adapted for use in other agricultural regions of Kazakhstan.

Keywords: arable-suitable land, GIS, Analytic Hierarchy Process, remote sensing, rational land use, digital elevation model

Вклад авторов

Н.К. Унышева: Концептуализация; Методология; Формальный анализ; Визуализация; Написание – первоначальный проект; Программное обеспечение; Расследование; Ресурсы; Написание – обзор и редактирование.

С.К. Макенова: Курирование данных; Проверка; Написание – обзор и редактирование; Надзор.

Л.Т. Бабкенова: Программное обеспечение; Формальный анализ; Визуализация; Проверка.

Р.К. Абельдина: Администрирование проекта; Курирование данных; Проверка.

Авторы выражают искреннюю признательность редактору и двум анонимным рецензентам за их конструктивные комментарии и ценные предложения, которые существенно способствовали улучшению рукописи.

Қ.Т.Қырғызбай^{1,2*}, Т.А.Усманов¹, Э.С. Бөрібай³

¹Казахстанско-Британский технический университет (КБТУ), г. Алматы, Казахстан, kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com*, usmanovt@gmail.com

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

³Университет Нархоз, г. Алматы, Казахстан, elmira.boribay@narhoz.kz

ОЦЕНКА РИСКА НАВОДНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УЛЬБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Аннотация

В условиях изменения климата и учащающихся экстремальных погодных явлений проблема оценки риска наводнений приобретает особую значимость во всём мире. Наводнения ежегодно приводят к человеческим жертвам, разрушению инфраструктуры и серьёзным экономическим потерям, особенно в горных и прибрежных районах. В Казахстане, наряду с засухами, паводки остаются одними из наиболее опасных природных явлений, особенно в восточных регионах страны, где весенние талые воды и интенсивные осадки вносят существенный вклад в формирование паводковой опасности. Река Ульба, протекающая по гористым районам Восточного Казахстана, характеризуется сложным рельефом и высокой водосборной активностью, что делает её бассейн уязвимым к внезапным паводкам. Это обуславливает необходимость применения современных геоинформационных методов для пространственного анализа и моделирования зон потенциального риска.

Впервые на региональном уровне выполнено комплексное геоинформационное моделирование риска наводнений в бассейне реки Ульба с применением методов дистанционного зондирования, многокритериального анализа (MCDA) и взвешенного наложения (Weighted Overlay Analysis) в среде ArcGIS. Новизна работы заключается в адаптации и апробации интегральной модели оценки риска с учётом локальных геоморфологических и климатических особенностей, ранее не рассмотренных в столь детальном пространственном разрешении. В качестве входных факторов использованы цифровая модель рельефа (ЦМР), уклон местности, пространственное распределение атмосферных осадков (TerraClimate), карта типов землепользования (LULC) и евклидово расстояние от водотоков. Каждый из критериев был классифицирован на пять категорий риска с присвоением шкалированных значений от 2 до 10 в зависимости от степени влияния на вероятность затопления: низменности, пологие уклоны, высокая увлажнённость и близость к водотокам получили наибольшие значения риска. Все слои были нормированы и объединены с помощью метода взвешенного наложения. Результатом моделирования стала первая детализированная карта пространственного распределения риска наводнений для бассейна реки Ульбы, позволяющая выделить территории с высокой уязвимостью в границах водосборного бассейна.

Предложенная методика может быть использована как репрезентативная модель для горных территорий Центральной Азии, что подчёркивает её научную и прикладную значимость. Методика обоснована рядом международных исследований и продемонстрировала высокую применимость в условиях ограниченных наблюдательных данных.

Ключевые слова: риск наводнений, геоинформационное моделирование, многокритериальный анализ (MCDA), взвешенное наложение (Weighted Overlay), пространственный анализ, оценка уязвимости, ArcGIS.

Введение

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению частоты и масштабов природных и техногенных катастроф, что связано с изменениями климата как на глобальном, так и на региональном уровнях. Среди природных катаклизмов наводнения считаются одними из наиболее опасных [1]. Причинами наводнений могут быть обильные осадки, таяние снега, заторы и зажоры на реках, а также ветровые нагонные волны [2, 3].

Большая часть территории Казахстана, включая около 750 сельских и 850 городских населённых пунктов с общим населением более 3 миллионов человек, находится в зоне риска затопления [4, 5]. В критические годы половодья подтоплялось до 50 000 га посевных земель, зафиксировано затопление 7 000 домов общей площадью 635 000 м². В результате наводнений было разрушено 875 км автодорог, 718 км ЛЭП, 275 км линий связи, весной 1993 года пострадали 669 населённых пунктов, погибло 6 человек, эвакуировано 12 700 человек. В 2024 году в различных регионах Казахстана наблюдались масштабные весенние паводки [2-4, 6].

В последние годы многие исследователи занимались анализом и управлением рисками наводнений [7, 8]. Эффективность этих исследований значительно возросла при использовании комбинации инструментов геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования и многокритериального анализа решений (MCDA) [9, 10].

Для предотвращения и смягчения последствий будущих наводнений важно проведение анализа и картографирования опасных зон, что позволяет выявить наиболее уязвимые участки, исходя из физико-географических характеристик территории [11].

Основной целью настоящего исследования является определение пространственного распределения зон риска наводнений в бассейне реки Ульба путём применения концепций оценки опасности наводнений с использованием инструментов геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования и методов многокритериального анализа (MCDA).

Объект исследования

Объектом исследования является бассейн реки Ульба (рисунок 1), расположенный в пределах горной системы Восточного Казахстана. От высшей точки Алтая – горы Белуха (4620 м) – всеверо-западном направлении протягивается непрерывная система хребтов Западного Алтая, и с которых берут начало основные правобережные притоки Иртыша [12, 13], в том числе реки Буктырма, Ульба и Оба, отличающиеся высоким уровнем водности. Река Ульба формируется в результате слияния двух горных рек – Тихая (длина 25 км, площадь водосбора 681 км²) и Громотуха (длина 34 км, водосбор 451 км²).

Гидротехническая трансформация бассейна выражена, в частности, в переброске части стока реки Малая Ульба в верховья Левого Громотухи. На реке Малая Ульба в 1936 году было сооружено Малоульбинское водохранилище объёмом 87,7 млн м³. В нижнем течении Ульбы функционируют Хариузовская и Тишинская гидроэлектростанции, входящие в Лениногорский каскад. Устье реки расположено в черте города Усть-Каменогорск, где она впадает в реку Ертіс, являясь её правобережным притоком.

Общая длина реки составляет около 100 км, площадь водосборного бассейна – 4990 км². По данным наблюдений за период 1974-2015 гг., среднемноголетний расход воды в реке составляет 91,2 м³/с, что определяет её как важный гидрологический объект с высоким паводковым потенциалом [14].

Эти гидрографические особенности формируют сложный режим поверхностного стока, что делает бассейн реки Ульба уязвимым к паводковым рискам и требует применения современных подходов к их оценке, включая ГИС-моделирование и многокритериальный анализ.

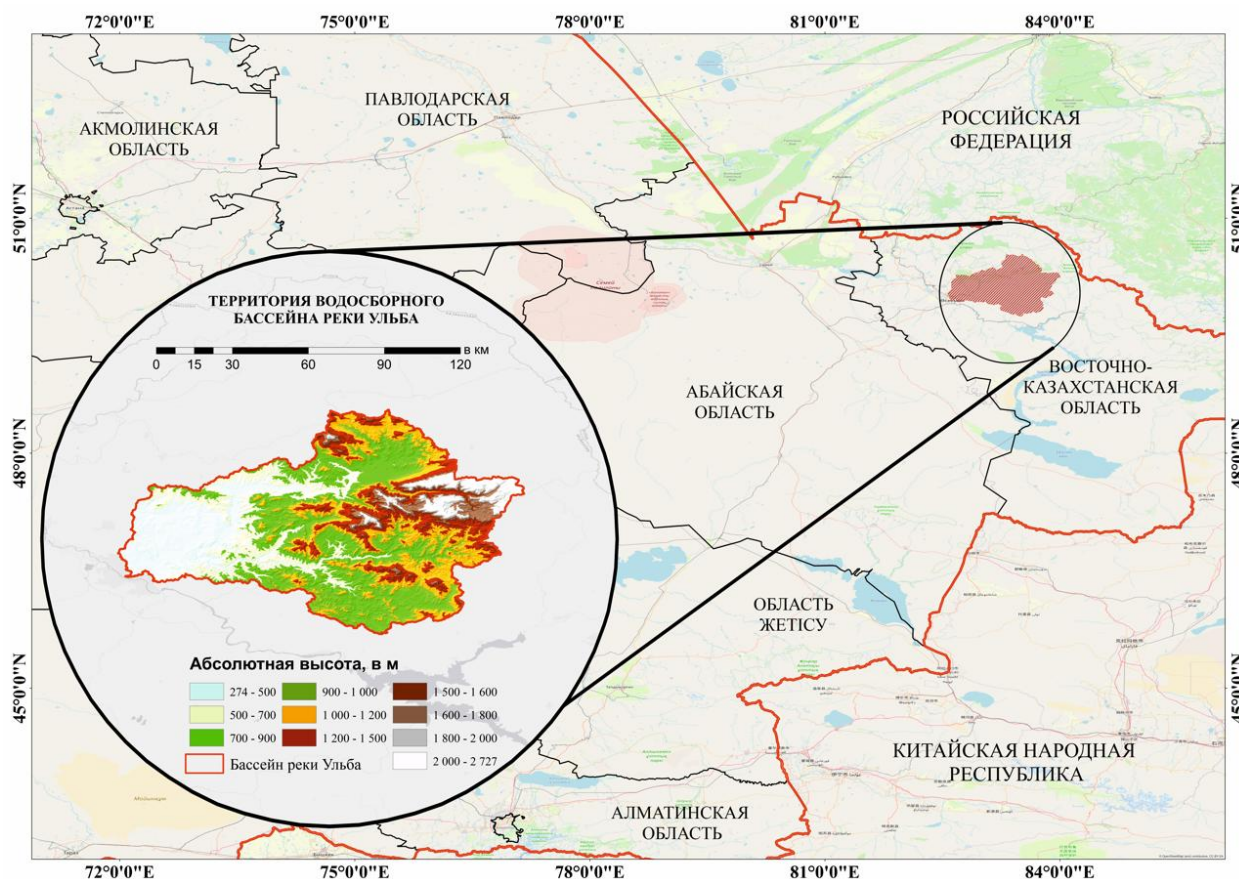


Рисунок 1 – Географическое расположение объекта исследования

Материалы и методы исследования

В данной работе использованы 5 пространственных факторов, влияющих на вероятность возникновения паводков: высота (E), уклон (S), землепользование и покров земной поверхности (LULC), расстояние до рек (DRI) и количество осадков (R). Все слои были созданы с применением программного обеспечения ГИС и технологий дистанционного зондирования на основе различных источников данных.

Данные и программное обеспечение. Все пространственные слои были приведены к единой системе координат и согласованы по разрешению для последующего анализа в среде ГИС. Ниже приведено описание использованных наборов данных и методов их подготовки.

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Карты высоты и уклона были получены из цифровой модели рельефа (ЦМР) с пространственным разрешением 30 м на основе данных Shuttle Radar Topography Mission (SRTM, <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Sentinel-2 10m Land Use/Land Cover Time Series представляет собой глобальную карту землепользования и покрова земной поверхности (LULC), полученную на основе спутниковых изображений ESA Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 метров (<https://www.esa-landcover-portal.org/>).

TerraClimate – это высокодетализированный набор данных, содержащий ежемесячные значения климатических параметров и водного баланса для наземных территорий Земли за период с 1958 по 2020 год [15].

В данном исследовании для анализа рельефа, водосборных характеристик и пространственной уязвимости использовались инструменты модуля *Spatial Analyst Tools* в среде ArcGIS 10.6.

Методы исследования. Оценка риска наводнений в бассейне реки Ульба выполняется с использованием геоинформационного моделирования, основанного на методологии многокритериального анализа (MCDA) и метода взвешенного наложения (Weighted Overlay

Analysis). Основная цель методики – пространственная интеграция разнородных факторов риска с учётом их весовой значимости для построения карты уязвимости.

Первым этапом выступает концептуализация модели оценки риска, включающая выделение факторов, определение критериев оценки и логики присвоения им значимости. Метод MCDA позволяет структурировать оценку на основе различных пространственных критериев, каждый из которых оказывает влияние на вероятность возникновения наводнений.

Одним из широко используемых подходов MCDA является метод *аналитической иерархии (АНР)*. Для определения весов факторов риска наводнений в АНР используется матрица парных сравнений, позволяющая выявить, насколько один фактор превосходит другой по значимости.

Второй этап заключается в построении логики классификации критериев. Методшкалирования отражает степень влияния конкретного параметра на формирование риска: более высокие значения присваивались условиям, способствующим накоплению или направлению стока (например, низкие уклоны, высокая влажность, близость к водотокам).

Третий этап включает *реализацию метода взвешенного наложения (Weighted Overlay Analysis)*. Каждому фактору присваивается вес (в %), отражающий его относительный вклад в итоговое значение риска. Весовые коэффициенты нормируются таким образом, чтобы их сумма составляла 100%, что обеспечивает соблюдение принципов сбалансированной оценки. Суммарный индекс риска рассчитывается по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^n w_i * x_i \quad (1)$$

где, y - итоговая величина риска, n – число факторов, w_i – вес критерия, определенный с помощью АНР., x_i – нормализованное значение критерия i .

Финальный этап заключается в построении карты пространственного распределения риска. Полученные значения классифицируются на пять уровней: очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий риск.

Таким образом, предложенная методика представляет собой воспроизводимую аналитическую схему, основанную на сочетании экспертно-аналитических процедур MCDA и алгоритмов пространственного наложения, и может быть эффективно использована в условиях ограниченности полевых данных [8, 16].

Результаты и обсуждения

В результате геоинформационного моделирования риска наводнений в бассейне реки Ульба были получены ключевые пространственные данные и тематические карты, представленные на рисунках 2-4. Они отражают как исходные геопространственные характеристики, так и результирующее распределение рисков.

Рисунок 2 демонстрирует исходные данные, использованные в модели:

1) 2а - Цифровая модель рельефа (ЦМР) позволяет визуализировать высотную дифференциацию территории: наиболее высокие участки (до 2727 м) сосредоточены в восточной части, а наиболее низменные (274-600 м) — на западе. Эта информация критична для оценки направлений стока и потенциальных зон аккумуляции воды;

2) 2б - Карта уклонов показывает, что значительная часть территории характеризуется пологими склонами (менее 5°), что потенциально увеличивает риск затоплений за счёт замедленного стока;

3) 2в - Земельный покров и землепользование (LULC) указывает на доминирование лесных площадей и сельскохозяйственных угодий, однако вблизи рек наблюдаются застроенные территории, которые подвержены наибольшему риску при паводках;

4) 2г - Распределение атмосферных осадков демонстрирует максимальные значения в восточной части бассейна (до 744 мм), совпадающие с горными районами, что повышает вероятность возникновения паводков в весенний и летний периоды;

5) 2д - Евклидово расстояние от водотоков позволяет выявить наиболее близкие к руслам участки, которые обладают наивысшей уязвимостью к затоплению.

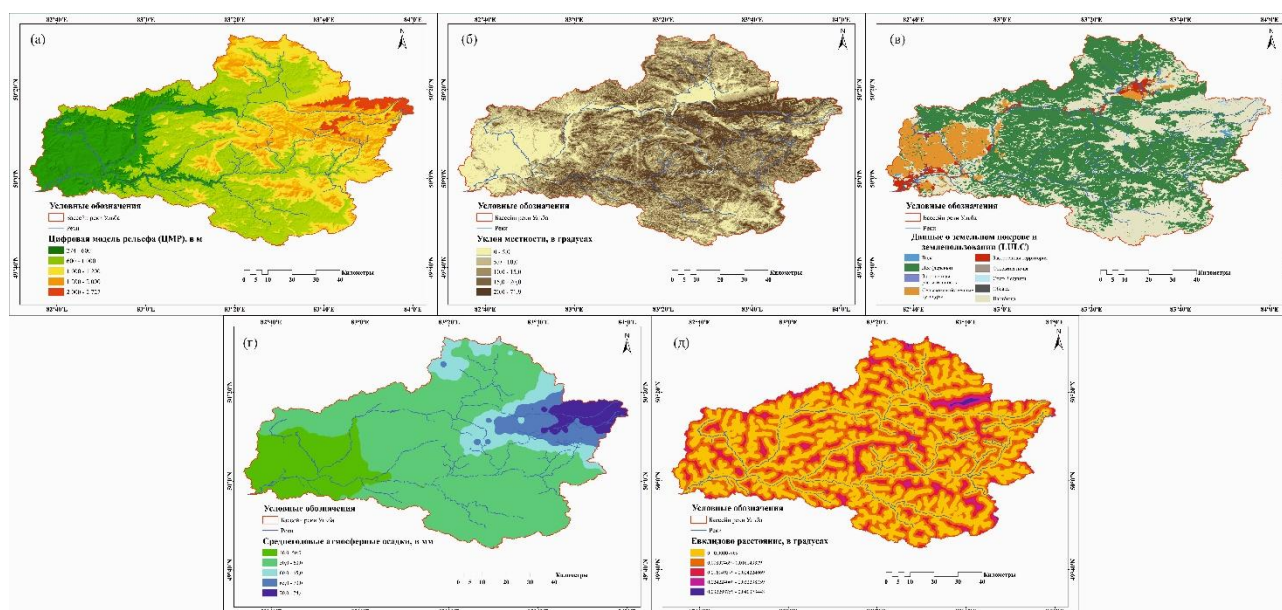


Рисунок2–Геопространственные данные бассейна реки Ульба: а –Цифровая модель рельефа (ЦМР); б –уклон местности; в –земельный покров и землепользование (LULC); г –атмосферные осадки; д –евклидово расстояние.

Пространственные слои были преобразованы в целочисленные растровые карты с пространственным разрешением 30 м. Далее, каждый растровый слой был переклассифицирован с использованием инструмента Reclassify модуля Spatial Analyst в программном обеспечении ArcGIS 10.6 в шкалу оценивания от 2 до 10, где: 2 – очень низкая степень риска, 4 – низкая, 6 – средняя, 8 – высокая и 10 – очень высокая степень опасности (рис-3).

На рисунке 3 представлена классификация указанных факторов по уровням риска:

1) 3а – Классификация по высоте показывает, что зоны с отметками до 600 м отнесены к категории «очень высокий риск», поскольку они располагаются в долинах и аккумулятивных зонах;

2) 3б – Классификация по уклону отражает, что минимальные уклоны (до 5°), особенно в поймах, оказываются в зоне высокого риска из-за накопления поверхностного стока;

3) 3в – Классификация LULC указывает, что застроенные территории и сельхозугодья вблизи рек формируют высокий и очень высокий уровень риска из-за высокой плотности населения и отсутствия дренажа;

4) 3г –Классификация осадков подчёркивает, что районы с осадками выше 700 мм в год преимущественно попадают в категории высокого риска, особенно в сочетании с другими предрасполагающими факторами;

5) 3д – Классификация по расстоянию от водотоков показывает, что участки в пределах 0-0,008 градусов (около 1 км) от русел рек – наиболее уязвимы.

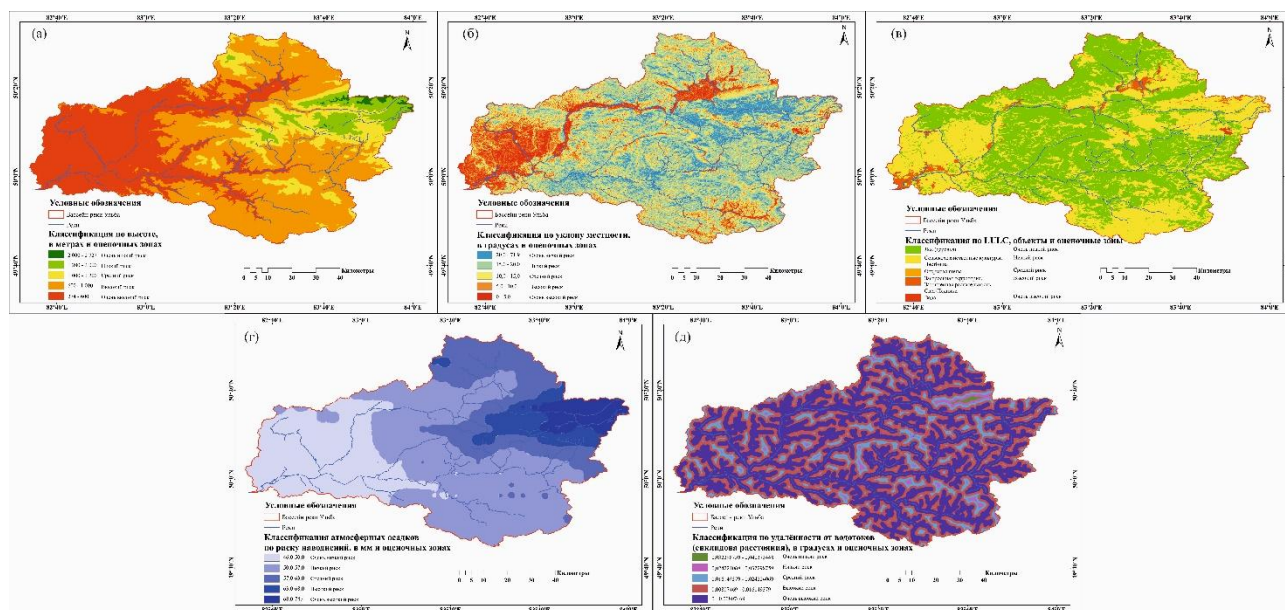


Рисунок3–Классификация данных по риску наводнений на бассейне реки Ульба: а – классификация по высоте; б – классификация по уклону; в – классификация по земельному покрову и землепользованию; г – классификация атмосферных осадков; д – классификация по удаленности от водотоков.

На рисунке 4 представлены итоговая карта риска наводнений и диаграмма распределения площадей по классам:

1) 4а - Интегральная карта риска, полученная путём взвешенного наложения всех критериев, демонстрирует, что значительная часть бассейна отнесена к зонам среднего (58,05%) и низкого риска (27,7%). Однако в восточной части и вдоль долин наблюдаются участки с высоким (12,48%) и очень высоким риском (0,98%);

2) 4б - Диаграмма распределения подтверждает, что совокупная доля территорий с высоким и очень высоким риском составляет около 13,5%, что требует приоритетного внимания в рамках адаптационного водного планирования.

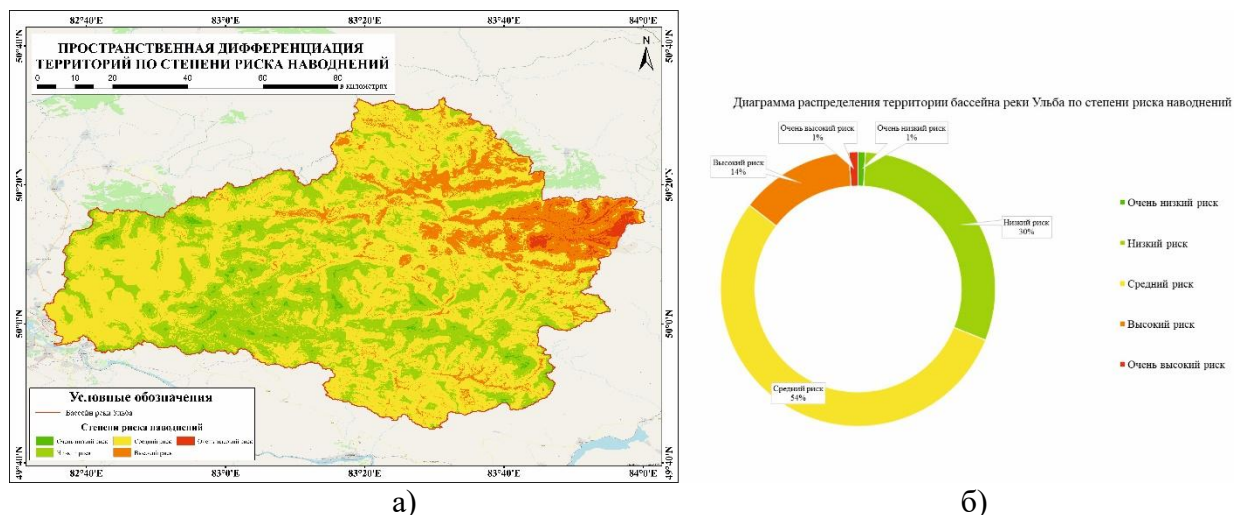


Рисунок4–Карта оценки риска наводнений в бассейне реки Ульба с использованием методов геоинформационного моделирования и многокритериального анализа (а), диаграмма распределения территории по степени риска наводнений (б)

Таблица 1 дополняет визуальные данные, количественно отображая распределение площадей по классам риска. Совокупная площадь бассейна, попавшая в зоны высокого и очень

высокого риска, составляет 683,32 км², что подчёркивает актуальность пространственной дифференциации и необходимость принятия локальных мер защиты.

Таблица 1 – Распределение территории бассейна реки Ульба по риску наводнений

Степени риска наводнений	Площадь, км ²	%
Очень низкий риск	40,26	0,79
Низкий риск	1402,24	27,7
Средний риск	2939,12	58,05
Высокий риск	633,83	12,48
Очень высокий риск	49,49	0,98

В совокупности результаты показывают высокую эффективность интегрального геомоделирования на основе MCDA и Weighted Overlay для оценки паводковой уязвимости. Методика позволила учесть как орографические, так и климатические и антропогенные факторы, адаптируя подход к условиям горного бассейна Центральной Азии.

Выводы

Проведённое исследование продемонстрировало высокую эффективность применения геоинформационных технологий и многокритериального анализа (MCDA) для оценки риска наводнений в сложных природных условиях Восточного Казахстана. Впервые для бассейна реки Ульба была реализована комплексная методика, сочетающая данные дистанционного зондирования, цифрового моделирования рельефа и климатических параметров с современными инструментами пространственного анализа в среде ArcGIS. Разработанная интегральная модель позволила идентифицировать и картографировать участки с различной степенью уязвимости к наводнениям, выделив зоны очень высокого риска.

Новизна и практическая значимость разработанного подхода заключается в его адаптации к локальным геоморфологическим и климатическим условиям, а также в возможности масштабирования на другие горные бассейны Центральной Азии, что обеспечивает его интеграцию в региональные системы мониторинга и управления природными рисками, особенно при дефиците наблюдательных данных.

Таким образом, результаты исследования вносят вклад в развитие прикладной геоинформатики и устойчивого водного управления, а также подтверждают целесообразность использования ГИС и дистанционного зондирования в решении задач оценки и минимизации природных угроз, обусловленных изменением климата.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках проекта программно-целевого финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан «Инновации снижения последствий наводнений-засух с гидрогеологическими стратегиями управляемого пополнения водоносных горизонтов для Жамбылской, Алматинской, Жетысуской, Абайской и Восточно-Казахстанской областей» (ИРН: BR27197639).

Список источников

1 Алагуджаева М.А., Садвакасова С.Р., Елбасиева Б.Б., Аимбетов А.А. Условия формирования наводнений на территории Центрального Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2023. Вып. 4. – С. 61–73.

2 Медеу А.Р., Махмудова Л.К., Мырзахметов А.Б., Загидуллина А.Р., Қанай М.Ә. Паводковая ситуация на реке Жайык (Урал) в 2024 году // География и водные ресурсы. – 2024. Вып. 4. – С. 24-32. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-14-23.35>

3 Турсунова А.А., Мырзахметов А.Б., Баспакова Г.Р., Сайлаубек А.М., Салаватова Ж.Т. Историческая справка о гидрологических характеристиках наводнений на реке Жайык // География и водные ресурсы. – 2024. Вып. 2. – С. 40-51. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-2-40-51.11>

4 Саиров С.Б., Тілләкәрім Т.А., Серікбай Н.Т. Некоторые моменты совершенствования прогнозирования объема половодья в условиях ограниченных гидрометеорологических данных // Гидрометеорология и экология. – 2024. Вып. 3. – С. 7–16.

5 Медеу Н.Н., Бейсенбаева С.Ж. Применение программы Mike-Hydro для моделирования наводнения участка бассейна реки Жабай // Proceedings of the 4th International Scientific Conference: «Progress in Science», Brussels, Belgium, 2023. 216-220 pp. <https://ojs.publisher.agency/index.php/PS/article/view/2465>

6 Терехов А.Г., Саиров С.Б., Абаев Н.Н., Сагатдинова Г.Н., Амиргалиев Е.Н. О возможных причинах исключительно больших весенних паводков 2024 года в Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2024. Вып. 21(3). – С. 331–338.

7 Rincón D., Khan U.T., Armenakis C. Flood risk mapping using GIS and multi-criteria analysis: A Greater Toronto Area case study // Geosciences. – 2018. – Vol. 8, No. 8. – Article 275. – DOI: 10.3390/geosciences8080275.

8 Mohammed Z. T., Hussein L. Y., Abood M. H. Potential Flood Hazard Mapping Based on GIS and Analytical Hierarchy Process // Journal of Water Management Modeling. – 2024. Vol. 32 (C528). DOI: 10.14796/JWMM.C528.

9 Msabi M.M., Makonyo M. Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania // Remote Sensing Applications: Society and Environment. – 2021. – Vol. 21. – Article 100445. – DOI: 10.1016/j.rsase.2020.100445.

10 Kumar V., Sharma K.V., Caloiero T., Mehta D.J., Singh K. Comprehensive overview of flood modeling approaches: A review of recent advances // Hydrology. – 2023. – Vol. 10, No. 7. – Article 141. – DOI: 10.3390/hydrology10070141.

11 Bhatt G.D., Sinha K., Deka P.K., Kumar A. Flood hazard and risk assessment in Chamoli District, Uttarakhand using satellite remote sensing and GIS techniques // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 3, No. 8. – P. 9.

12 Мамырбекова Г.К., Калыбекова Е.М., Саиров С.Б., Шеров А.Г., Анапьянова С.Б., Базарбаева Ж.А. Пространственно-временная характеристика качества поверхностных вод реки Ертис в черте города Усть-Каменогорск // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2025. – №1 (105). – С. 209-219. – DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2025/25>.

13 Мамырбекова Г.К., Калыбекова Е.М., Анапьянова С.Б., Колпакова В., Еремеева Ю., Шевцов М. Влияние притока реки Иртыш–Ульбы на качество воды // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2024. – № 2 (102). – С. 341–351. – DOI: 10.37884/2-2024/33

14 Чигринец А.Г., Жансыкпаев А.Р. Минимальный сток рек в бассейнах рек Ульбы и Обы // Гидрометеорология и экология. – 2019. – № 4. – С 150-170.

15 Abatzoglou J.T., Dobrowski S.Z., Parks S.A., Hegewisch K.C. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015 // Scientific Data. – 2018. – Vol. 5. – Article 170191. – DOI: 10.1038/sdata.2017.191.

16 Капитонова Т.А., Стручкова Г.П., Тихонова С.А., Тарская Л.Е. Оценка опасности наводнений на участке реки Лены с использованием метода аналитической иерархии, ГИС и данных ДЗЗ // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2024. – Т. 50. – С. 63–75. – DOI: 10.26516/2073-3402.2024.50.63.

References

1 Alagudzaeva M.A., Sadvakasova S.R., Elbasieva B.B., Aimbetov A.A. Usloviya formirovaniya navodnenij na territorii Central'nogo Kazakhstana // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2023. – Vyp. 4. – S. 61–73. [in russ].

2 Medeu A.R., Mahmudova L.K., Myrzakhmetov A.B., Zagidullina A.R., Qanaj M.Á. Pavodkovaya situaciya na reke Žajyq (Ural) v 2024 godu // Geografiya i vodnye resursy. – 2024. – Vyp. 4. – S. 24–32. – DOI: 10.55764/2957-9856/2024-4-14-23.35. [in russ].

3 Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Baskpakova G.R., Sajlaubek A.M., Salavatova Ž.T. Istoričeskaja spravka o gidrologičeskikh harakteristikah navodnenij na reke Žajyq // Geografiya i

vodnye resursy. – 2024. – Vyp. 2. – S. 40–51. – DOI: 10.55764/2957-9856/2024-2-40-51.11. [in russ].

4 Sairov S.B., Tilläkärīm T.A., Serikbay N.T. Nekotorye momenty sovershenstvovaniya prognozirovaniya ob"ema polovod'ya v usloviyah ogranichennykh gidrometeorologičeskikh dannyh // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2024. – Vyp. 3. – S. 7–16. [in russ].

5 Medeu N.N., Bejsenbaeva S.Ž. Primenenie programmy Mike-Hydro dlja modelirovaniya navodneniya učastka bassejna reki Žabaj // *Proceedings of the 4th International Scientific Conference: «Progress in Science»*, Brussels, Belgium, 2023. – S. 216–220. – URL: <https://ojs.publisher.agency/index.php/PS/article/view/2465>. [in russ].

6 Terehov A.G., Sairov S.B., Abaev N.N., Sagatdinova G.N., Amirgaliev E.N. O vozmožnyh pričinah isključitel'no bol'sih vesennikh pavodkov 2024 goda v Kazahstane // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. – 2024. – T. 21, № 3. – S. 331–338. [in russ].

7 Rincón D., Khan U.T., Armenakis C. Flood risk mapping using GIS and multi-criteria analysis: A Greater Toronto Area case study // *Geosciences*. – 2018. – Vol. 8, No. 8. – Article 275. – DOI: 10.3390/geosciences8080275.

8 Mohammed Z. T., Hussein L. Y., Abood M. H. Potential Flood Hazard Mapping Based on GIS and Analytical Hierarchy Process // *Journal of Water Management Modeling*. – 2024. Vol. 32 (C528). DOI: 10.14796/JWMM.C528.

9 Msabi M.M., Makonyo M. Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. – 2021. – Vol. 21. – Article 100445. – DOI: 10.1016/j.rsase.2020.100445.

10 Kumar V., Sharma K.V., Caloiero T., Mehta D.J., Singh K. Comprehensive overview of flood modeling approaches: A review of recent advances // *Hydrology*. – 2023. – Vol. 10, No. 7. – Article 141. – DOI: 10.3390/hydrology10070141.

11 Bhatt G.D., Sinha K., Deka P.K., Kumar A. Flood hazard and risk assessment in Chamoli District, Uttarakhand using satellite remote sensing and GIS techniques // *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. – 2014. – Vol. 3, No. 8. – P. 9.

12 Mamyrbekova G.K., Kalybekova E.M., Sairov S.B., Šerov A.G., Anap'janova S.B., Bazarbaeva Ž.A. Prostranstvenno-vremennaja harakteristika kachestva poverhnostnyh vod reki Ertis v cherte goroda Ust'-Kamenogorsk // *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*. – 2025. – № 1 (105). – S. 209–219. – DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2025/25>. [in russ].

13 Mamyrbekova G.K., Kalybekova E.M., Anap'janova S.B., Kolpakova V., Eremeeva Ju., Ševcov M. Vlijanie pritoka reki Irtyš-Ul'by na kachestvo vody // *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*. – 2024. – № 2 (102). – S. 341–351. – DOI: 10.37884/2-2024/33. [in russ].

14 Čigrinec A.G., Žansykpaev A.R. Minimal'nyj stok rek v bassejnah rek Ul'by i Oby // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2019. – № 4. – S. 150–170. [in russ].

15 Abatzoglou J.T., Dobrowski S.Z., Parks S.A., Hegewisch K.C. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958–2015 // *Scientific Data*. – 2018. – Vol. 5. – Article 170191. – DOI: 10.1038/sdata.2017.191.

16 Kapitonova T.A., Stručkova G.P., Tihonova S.A., Tarskaja L.E. Ocenka opasnosti navodnenij na učastke reki Leny s ispol'zovaniem metoda analitičeskoj ierarhii, GIS i dannyh DZZ // *Izvestija Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Nauki o Zemle»*. – 2024. – T. 50. – S. 63–75. – DOI: 10.26516/2073-3402.2024.50.63. [in russ].

Қ.Т.Қырғызбай^{1,2*}, Т.А. Усманов¹, Э.С. Бөрібай³

¹Қазақстан-Британтехникалық университеті (ҚБТУ) Алматы қ., Қазақстан,
kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com*, usmanovt@gmail.com

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Алматы қ., Қазақстан,

³Нархоз университеті, г. Алматы, Қазақстан, Elmira.boribay@narхоз.kz

ҮЛБІ ӨЗЕНІНІҢ БАССЕЙНІНДЕ СУ ТАСҚЫНЫ ҚАУІП-ҚАТЕРІН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ КӨПКРИТЕРИЙЛІ ТАЛДАУДЫҢ НЕГІЗІНДЕ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Климаттың өзгеруі және экстремалды ауа райы құбылыстарының жиілеуі жағдайында су тасқынының қауіпін бағалау мәселесі бүкіл әлемде ерекше маңызға ие болуда. Су тасқындары, әсіресе таулы және жағалау аймақтарда, жыл сайын адамдардың құрбан болуына, инфрақұрылымның бұзылуына және айтарлықтай экономикалық шығындардың пайда болуына кері әсерін тигізеді. Қазақстанда, атап айтқанда шығыс өңірлерінде, құрғақшылықпен қатар, су тасқындары да жойқын табиғи құбылыстардың біріне айналып, көктемгі қар суы мен қарқынды жауын-шашын әсерінен қауіп арттады. Шығыс Қазақстанның таулы аумақтары арқылы ағатын Үлбі өзенінің күрделі геоморфологиялық құрылымы және жоғары су жинау белсенділігі алабының кенеттен болатын тасқындарға осал етеді. Осыған байланысты су тасқыны болуы мүмкін ықтимал аймақтарын кеңістіктік талдау мен модельдеу заманауи геоақпараттық әдістерді қолдану қажеттілігін айқындайды.

Алғаш рет аймақтық деңгейде Үлбіөзені алабында су тасқынының қауіпін кешенді геоақпараттық модельдеу ArcGIS ортасында жерді қашықтан зондтау, көп критерийлі талдау (MCDA) және салмақталған қабаттау (Weighted Overlay) әдістері негізінде жүргізілді. Зерттеудің жаңалығы – кеңістіктік ажыратымдылығы жоғары деректердің негізінде жергілікті геоморфологиялық және климаттық ерекшеліктерді ескеретін интегралды тәуекелді бағалау моделін бейімдеу. Кіріс деректері ретінде жер бедерінің сандықүлгісі, жер бедерінің еңістігі, жауын-шашынның кеңістіктік таралуы (TerraClimate), жер пайдалану түрлері картасы (LULC) және су арналарына дейінгі евклидтік қашықтық қолданылды. Баяндалған критерийлердің әрқайсысы су басу ықтималдығына әсер ету дәрежесіне байланысты тәуекелдің бес санатына бөлініп, 2-ден 10-ға дейінгі шамадағы, атап айтқанда ойпаң, жайпақ еңіс, ылғалдылығы жоғары және су көздеріне жақын аймақтарының мәндері берілді. Кеңістіктік қабаттар салмақталған қабаттау әдісі арқылы нормаланып, біріктірілді. Модельдеу нәтижесінде Үлбі алабы бойынша алғаш рет су тасқыны қауіпінің кеңістіктік таралуының егжей-тегжейлі картасы жасалып, соның негізінде су жиналатын аумақ шегінде осал аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған әдістеме ғылыми және қолданбалы маңыздылығын айқындайтын Орталық Азияның таулы аумақтары үшін репрезентативті модель ретінде қолдануға жарамды. Мақалада қарастырылған әдіс-тәсілдер халықаралық зерттеулермен негізделген және бақылау деректері шектеулі жағдайда жоғары қолданбалы тиімділікті көрсетті.

Кілт сөздер: су тасқыны қауіпі, геоақпараттық модельдеу, көпкритерийлі талдау (MCDA), салмақталған қабаттау (Weighted Overlay), кеңістіктік талдау, осалдықты бағалау, ArcGIS.

K.Kyrgyzbay^{1,2*}, T.Usmanov¹, E.Boribay³

¹Kazakh-British Technical University (KBTU), Almaty, Kazakhstan
kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com*, usmanovt@gmail.com

²Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

³Narxoz University, Almaty, Kazakhstan, Elmira.boribay@narxoz.kz

FLOOD RISK ASSESSMENT IN THE ULBA RIVER BASIN USING GEO- INFORMATION MODELING AND MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA)

Abstract

In the context of climate change and the extreme weather events, flood risk assessment is becoming critically important worldwide. Floods annually result in human casualties, infrastructure damage, and significant economic losses, especially in mountainous and coastal regions. In Kazakhstan, along with droughts, floods remain among the most hazardous natural phenomena, particularly in the eastern regions where spring snowmelt and intense precipitation significantly contribute to flood formation. The Ulba River, flowing through the mountainous areas of Eastern

Kazakhstan, is characterized by complex topography and high catchment activity, making its basin especially vulnerable to sudden floods. This underscores the need for modern geoinformation methods for spatial analysis and modeling of potential flood risk zones.

For the first time at the regional level, comprehensive geoinformation-based flood risk modeling was conducted for the Ulba River basin using remote sensing data, Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), and Weighted Overlay Analysis within the ArcGIS environment. The novelty of this study lies in the adaptation and testing of an integrated risk assessment model that accounts for local geomorphological and climatic conditions, previously not analyzed at such detailed spatial resolution. Input factors included a digital elevation model (DEM), slope, spatial distribution of precipitation (TerraClimate), land use/land cover (LULC), and Euclidean distance from watercourses. Each criterion was classified into five risk categories and assigned scaled values depending on its contribution to flood probability: low elevations, gentle slopes, high moisture levels, and proximity to rivers received the highest scores. All layers were normalized and combined using the weighted overlay method. The result is the first detailed spatial flood risk map of the Ulba River basin, allowing the identification of highly vulnerable areas within the watershed.

The proposed methodology can serve as a representative model for mountainous regions of Central Asia, demonstrating both scientific value and practical applicability in data-scarce environments.

Keywords: flood risk, geo-information modeling, multi-criteria decision analysis (MCDA), weighted overlay, spatial analysis, vulnerability assessment, ArcGIS.

Вклад авторов:

Концептуализация – Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А., Борибай Э.С.; Курирование данных – Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А.; Формальный анализ–Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А., Борибай Э.С.; Приобретение финансирования– Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А.; Расследование–Қырғызбай Қ.Т.; Методология–Қырғызбай Қ.Т.; Администрирование проекта–Қырғызбай Қ.Т.; Ресурсы–Қырғызбай Қ.Т.; Программное обеспечение–Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А.; Надзор–Қырғызбай Қ.Т.; Проверка–Қырғызбай Қ.Т.; Визуализация–Қырғызбай Қ.Т.; Роли/Письмо (первоначальный проект) –Қырғызбай Қ.Т.; Написание (обзор и редактирование) –Қырғызбай Қ.Т., Усманов Т.А., Борибай Э.С..

МРНТИ 70.27.11

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/53>

*Мұқатай А.А. *, Долгополова С.Ю., Айтқалиева А.А., Аблайсанова Г.М.*

«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, aida94mukatai@mail.ru, sveta.dolgopolova.1987@gmail.com, aigerim87a@mail.ru, ablai_gulmira@mail.ru*

ШУ АУДАНЫНДАҒЫ СУ АЙДЫНДАРДЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ МЕН СУ САПАСЫ

Аңдатпа

Мақалада Жамбыл облысы, Шу ауданында орналасқан Тасөткел су қоймасы мен Ақсу, Ақша көлдерінің гидрохимиялық және гидрологиялық жағдайларының зерттеу нәтижелері келтірілген. Аталған су айдындары өңірдің су ресурстарын сақтау, ауыл шаруашылығы қажеттіліктерін қамтамасыз ету және экожүйелік тұрақтылықты қолдау тұрғысынан маңызды рөл атқарады.

Зерттеудің мақсаты – Жамбыл облысы Шу ауданындағы зерттелген үш су айдындарының гидрохимиялық көрсеткіштерін кешенді талдау және олардың гидрологиялық жағдайы мен су организмдері үшін жарамдылығын бағалау.

Далалық зерттеулер мен сынамаларды іріктеу 2024 жылдың сәуір айында географиялық және маусымдық факторлар ескеріле отырып жүргізілді. Жүргізілген далалық жұмыстар кезінде су температурасы, рН, судағы еріген оттегі және оттегінің химиялық тұтынуы (ОХТ) анықталды. Зертханалық жағдайда судағы биогендік элементтер, органолептикалық қасиеттер мен минералдану деңгейі талданды. Су айдындарының қоректену ерекшеліктері мен географиялық орналасуына байланысты түсі, мөлдірлігі және жекелеген иондар мен биогендік элементтердің концентрациялары бойынша айырмашылықтар анықталды. Зерттеу нәтижелері судың тұщы және минералдану деңгейі төмен екенін көрсетті. Су сапасының негізгі көрсеткіштері балық шаруашылығына қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Алынған мәліметтер тұрақты мониторинг пен су ресурстарын тиімді басқару үшін негіз бола алады.

Кілт сөздер: су айдындар, гидрохимиялық сипаттамалар, гидрологиялық сипаттамалар, Тасөткел су қоймасы, Ақсу көлі, Ақша көлі, минералдану, биогендік элементтер, су экожүйесі, балық шаруашылығы, Жамбыл облысы.

Кіріспе

Жамбыл облысы — Қазақстанның оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан, жергілікті маңызы бар су айдындарына ие өңір. Бұл су айдындары өңірді сумен қамтамасыз етуде, ауыл шаруашылығын жүргізуде және биологиялық әртүрлілікті сақтауда шешуші рөл атқарады. Тасөткел су қоймасы, Ақсу және Ақша көлдері су айдындары ретінде егін суару, артық суды сақтау және балық шаруашылығы мақсатында пайдаланылады. Антропогендік факторлардың артуы мен климаттық өзгерістерге байланысты бұл су айдындарының гидрохимиялық жағдайын жүйелі түрде бақылау қажеттілігі туындап отыр.

Тасөткел су қоймасы Жамбыл облысының Шу ауданында орналасқан, оған Шу және Ақсу өзендері құяды. Бұл су қойма өңірдегі ең ірі су айдындардың бірі, ауыл шаруашылығы үшін ғана емес, сондай-ақ климаттың өзгеруі жағдайында су қорларын сақтап қалу үшін де маңызды нысан болып табылады.

Ақсу көлі Жамбыл облысы, Шу ауданында, Батыс Қытай – Батыс Еуропа автомагистралінен 3 км солтүстікте орналасқан. Көл су қорын сақтау мақсатында құрылған және оның негізгі қоректену көзі — Ақсу өзені. Көл негізінен ауыл шаруашылығы және су қорларын сақтау үшін пайдаланылады.

Ақша көлі Жамбыл облысы, Шу ауданында, Еңбекші ауылының маңында орналасқан. Көлдің негізгі толығуы Шу өзенінен бөлінген су арнасы және жерасты суларымен қамтамасыз етіледі. 1-суретте су айдындарының ғарыштық түсірілімі көрсетілген.



Сурет 1 – Су айдындарының ғарыштық түсірілімі және сынама алу нүктелері (а – Тасөткел су қоймасы, б – Ақсу көлі, в – Ақша көлі)

Зерттеу барысында су айдындарының негізгі гидрологиялық параметрлері: толу режимі, тереңдігі, су деңгейінің маусымдық өзгерістері мен судың мөлдірлігі бағаланды. Тасөткел су қоймасы маусымдық динамикамен сипатталады: толығуы негізінен еріген қар суларынан жүзеге асады. Ақсу көлі Ақсу өзенінің сулары есебінен қоректенсе, Ақша көлі – Шу өзені мен жерасты сулары арқылы толығады, бұл олардың гидрологиялық режиміндегі айырмашылықтарды айқындайды.

Зерттелген су айдындарының гидрологиялық сипаттамалары. Тасөткел су қоймасының гидрологиялық сипаттамалары өзен ағысының маусымдық динамикасына тәуелді. Су қойманың негізгі толығуы көктемде қардың еруі нәтижесінде жүзеге асады, ал жаз және күз айларында булану мен ауыл шаруашылығы мақсатындағы су алу есебінен су деңгейі төмендейді. Қыста су деңгейі салыстырмалы түрде тұрақталып, аздаған ауытқулар байқалады [1, 145 б.; 2, 18 б.].

Су қойманың орташа жылдық көлемі шамамен 200 млн м³. Негізгі су жіберу жұмыстары Шу өзенінің төменгі ағысына гидротехникалық құрылыстар арқылы жүргізіледі. Су деңгейі метеожағдайлар мен су тұтыну көлеміне байланысты 3–5 метрге дейін өзгеруі мүмкін [3, 42-47 б.]. Су қойманың бетінен булану жылына 800 мм-ге дейін жетеді, бұл су теңгеріміне айтарлықтай әсер етеді [4, 19-24 б.].

Су қоймадағы су алмасу коэффициенті 0,3–0,5 аралығында, бұл су массасының баяу жаңаруын білдіреді. Су температурасы маусымға қарай өзгереді: көктемде – 15–18 °С, жазда – 24–27 °С, ал қыста 2–4 °С аралығында [5, 96 б.].

Ақсу көлінің су деңгейі негізгі су көзі болып табылатын Ақсу өзеніне байланысты және жауын-шашын мөлшері мен көктемгі қар еруіне тәуелді.

Ақша көлі су арнасы мен жерасты көздері арқылы қоректенеді, ал оның су деңгейі жауын-шашын мен қысқы су көздерінің мөлшеріне байланысты қалыптасады. Көл суының минералдануы төмен деңгейде, суы тұщы болып саналады, бұл су организмдерінің тіршілігіне қолайлы жағдай туғызады [6, 444 б.].

Материалдар мен әдістер

Жұмыс бағдарламасына сәйкес, жергілікті су айдындарға экспедициялық жұмыстар 2024 жылдың сәуір айында жүзеге асырылды. Материалдар зерттеліп отырған су айдындардың географиялық, гидрохимиялық және басқа да ерекшеліктері ескеріле отырып жиналып, талданды.

Материалдарды жинау және барлық зертханалық талдаулар мемлекеттік стандарттар (МемСТ) мен халықаралық талаптарға сәйкес жүргізілді, бұл алынған нәтижелердің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді (ҚР СТ МемСТ Р 51592-2003. Су. Сынамаларды іріктеуге қойылатын жалпы талаптар. – Астана, 2003, 59 б.; мемСТ 26449.1–85. Судың сапасы. – М.: Стандарттар баспасы, 1986, 45 б.; МемСТ 26449.2–85. Тұрақты орнатылған дистилляциялық тұщытқыш қондырғылар. Дистилляттың химиялық талдау әдістері. – М.: Стандарттар баспасы, 1985, 24 б.).

Сутегі иондарының белсенділігі (pH) мен суда еріген оттегі мөлшері сынамаларды іріктеу орындарында Mark-901 және Mark-302 портативті құрылғыларының көмегімен тікелей анықталды. Далалық жағдайда органикалық заттардың мөлшері судың перманганатты тотығу қабілетін анықтау әдісі арқылы анықталды.

Зертханалық зерттеулерге негізгі иондардың мөлшерін титрлеу әдісімен анықтау және биогендік заттардың концентрациясын Nach DR-3900 спектрофотометрі арқылы талдау кірді [7, 5-17 б.].

Нәтижелер мен талқылау

Зерттеу барысында әр су айдындың көлемінің ерекшеліктеріне байланысты 3–4 станциядан гидрофизикалық көрсеткіштер өлшенді және сынамалар іріктелді. Жүргізілген кешенді гидрохимиялық талдау су ортасының балық және басқа да гидробионттардың тіршілігі үшін жарамдылық тұрғысынан бағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Шу ауданындағы су айдындардың гидрофизикалық, гидрохимиялық және органолептикалық көрсеткіштерінің орташа мәндері, 2024 ж.

№	Көрсеткіштердің атауы	Химиялық таңбасы	Өлшем бірлігі	3 сынып бойынша нормасы *	Су айдындарының атауы		
					Тасөткел су қоймасы	Ақсу көлі	Ақша көлі
Оттегі режимінің жағдайы							
1	Еріген оттегі	O ₂	мг/дм ³	≥4	10,2	8,6	9,3
2	Оттегінің химиялық тұтынуы (перманганатты)	OХТ _(перм)	мгО/дм ³	15,0	4,3	-	5,8
3	Көмірқышқыл газы	CO ₂	мг/дм ³	1,0	жоқ	жоқ	жоқ
4	Судың температурасы	T _{су}	°C	Жазда 20-28°C, Қыста 5-8°C	17,1	16,1	16,4
5	Сутегі мәні (рН)	-	-	6,0-9,0	8,51	8,54	8,4
Органолептикалық параметрлер							
6	Судың түсі	-	Градус	30	10,0	10,0	10,0
7	Судың иісі	-	Балл	2,0	1,0	1,0	1,0
8	Мөлдірлігі	-	см	3-10	90,0	70,0	16,0
Минералдануы							
9	Жалпы минералдануы	Мин _{жалпы}	мг/дм ³	1300	670,4	778,0	671,4
10	Сульфат-ионы	SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	500,0	101,0	101,5	101,5
11	Хлорид-ионы	Cl ⁻	мг/дм ³	350,0	23,9	27,3	23,8
12	Гидрокарбонат-ионы	HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	50,0-<100	366,0	417,9	359,9
13	Кальций-ионы	Ca ²⁺	мг/дм ³	170,0	36,7	11,6	29,3
14	Магний-ионы	Mg ²⁺	мг/дм ³	60,0	33,9	8,5	39,4
15	Натрий+ Калий иондары	Na ⁺ + K ⁺	мг/дм ³	250,0	108,9	211,3	108,8
16	Судың кермектілігі	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	мг-экв./дм ³	9,0	4,6	1,28	4,7
Биогенді заттар							
17	Аммоний-ионы	NH ₄ ⁺	мг/дм ³	1,0	0,43	0,30	0,48
18	Нитрат-ионы	NO ₃ ⁻	мг/дм ³	45,0	1,3	2,0	0,6
19	Нитрит-ионы	NO ₂ ⁻	мг/дм ³	3,3	0,008	0,193	0,006
20	Фосфат-ионы	PO ₄ ³⁻	мг/дм ³	0,7	0,38	0,13	0,04
Гидрофизикалық параметрлер							
21	Сынама алу нүктелерінің тереңдігі	-	м	-	11,8	3,5	1,9
22	Нысанның ауданы	-	га	-	5100	5,1	46,0
23	Нысанның ұзындығы	-	км	-	11,0	0,9	1,8
24	Нысанның ені	-	км	-	5,1	0,9	0,7

Суда еріген оттегі су айдындарының экологиялық жай-күйі мен гидробионттардың тіршілік ету ортасының қолайлылығын анықтайтын маңызды параметрлердің бірі болып табылады [8, 316 б.]. Зерттелген су айдындарында еріген оттегінің концентрациясы 8,6–10,2 мг/дм³ аралығында ауытқыды, бұл балық шаруашылық су айдындары үшін ең төменгі

талаптардан ($\geq 4,0$ мг/дм³) едәуір жоғары. Ең жоғары мәндер Тасөткел су қоймасында тіркелді, бұл су қабатының жақсы аэрациясын көрсетеді.

Барлық зерттелген су айдындарында көмірқышқыл газының (CO₂) тіркелмегенін атап өтуге болады, бұл фотосинтетикалық белсенділіктің жоғары деңгейін және су айдындарының биологиялық өздігінен тазару қабілетінің жеткілікті екенін көрсетеді [9, 63-70 б.].

Сәуір айында су айдындарындағы температуралық режим 16,0–17,1 °C аралығында болды, бұл көктемгі кезеңге тән судың жылыну деңгейіне сәйкес келеді. Мұндай температуралық жағдайлар су организмдерінің белсенді метаболизмі басталуы үшін қолайлы болып табылады және негізгі кәсіптік балық түрлерінің тіршілігіне қажетті талаптарға сай келеді.

Барлық зерттелген су айдындарындағы сутек индексі (pH) 8,4 пен 8,54 аралығында ауытқыды, бұл ортаның сілтілі немесе әлсіз сілтілі реакциясын білдіреді. Мұндай pH деңгейі фотосинтез процестері басым және өнімділігі орташа су айдындарына тән. Сілтілі орта гидробионттардың қолайлы жағдайын қамтамасыз етіп, бірқатар ластаушы заттардың уыттылығын төмендетуге ықпал етеді [10, 224 б.].

Судың органолептикалық қасиеттері (түстілік, иіс және мөлдірлік) белгіленген нормативте сәйкес болды. Судың түстілігі платина-кобальт шкаласы бойынша 10 градус деңгейінде бағаланды, бұл гуминдік бояғыш заттардың мөлшері аз су айдындарына тән. Барлық нысандарда судың иісі іс жүзінде сезілмеді (1 балл), бұл оның жоғары сапасын білдіреді. Судың мөлдірлігі 16 см (Ақша көлі) мен 90 см (Тасөткел су қоймасы) аралығында өзгеріп отырды, бұл трофты деңгей мен судың құрамындағы ілмелі заттардың әртүрлі мөлшерін көрсетеді [11, 162 б.].

Су минералдануы еріген тұздардың жиынтық мөлшерін сипаттайды және су айдынының су жануарлары үшін жарамдылығын, сондай-ақ оның экологиялық жағдайын бағалаудың маңызды көрсеткіші болып табылады.

Талдау нәтижесі бойынша ең жоғары минералдану Ақсу көлінде тіркелген, бұл шектеулі су алмасумен, маусымдық буланумен және ауылшаруашылық алқаптарынан еріген заттардың түсуімен байланысты болуы мүмкін [12, 320 б.; 13, 148 б.].

Ақша көлі минералдану деңгейі бойынша Тасөткелмен жақын — 671,4 мг/дм³. Бұл көрсеткіштің тұрақтылығы көлдің аралас қоректенуімен түсіндіріледі — су арнасы мен жерасты көздерінен. Бұл минералдық заттардың тепе-теңдігін сақтауға ықпал етіп, су жануарлары үшін қолайлы жағдай жасайды.

Тасөткел су қоймасында ең төменгі минералдану деңгейі анықталды — 670,4 мг/дм³, бұл оның көлемімен, су алмасуының белсенділігімен және көктемгі кезеңде Шу мен Ақсу өзендерінен келетін ағын сулармен толықтырылуымен байланысты болуы мүмкін. Су қоймасы ауыл шаруашылығы қажетіне пайдаланылатынына қарамастан, судың тұздық құрамы салыстырмалы түрде төмен және тұрақты күйде қалып отыр.

Зерттелген су айдындарындағы судың иондық құрамында гидрокарбонаттар (HCO₃⁻) және натрий мен калий катиондары (Na⁺ + K⁺) басым болды, бұл судың гидрокарбонатты-натрийлік типке жататынын (I тип, гидрохимиялық жіктеу жүйесі бойынша) көрсетеді [14, 318 б.]. Сульфаттар (SO₄²⁻) мен хлоридтердің (Cl⁻) төмен мөлшері су айдындарына антропогендік әсердің аз екенін аңғартады.

Су кермектілігі 4,68–4,78 мг-экв./дм³ аралығында болды, бұл суды «орташа кермек» санатына жатқызады. Мұндай көрсеткіштер гидробионттардың көпшілігі үшін оңтайлы болып табылады және физиологиялық үдерістердің қалыпты жүруіне ықпал етеді.

Судағы аммоний (NH₄⁺), нитрит (NO₂⁻), нитрат азоты (NO₃⁻) мен фосфаттар (PO₄³⁻) концентрациялары балық шаруашылығына арналған су айдындары үшін белгіленген нормативтен төмен болды [15]. Бұл эвтрофикацияның болмауын және табиғи биологиялық қауымдастықтардың қалыпты жұмыс істеуіне қолайлы жағдайлардың бар екенін көрсетеді [16, 312 б.].

Зерттелген су айдындарының көлемдерінде айтарлықтай айырмашылық бар, мысалы, Тасөткел суқоймасының ауданы 5100 га болса, Ақсу көлінікі 5,1 га, ал Ақша көлінің ауданы

46,0 га құрады. Су айдындарының тереңдігі 1,9 м (Ақша көлі) мен 11,8 м (Тасөткел су қоймасы) аралығында болды. Аталған бұл параметрлер жылу режиміне, биогеохимиялық үдерістердің өту жылдамдығына және су айдыны биоценоздарының қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді.

Гидрохимиялық талдау нәтижелері барлық зерттелген су айдындарының параметрлері балық шаруашылығына арналған су айдындарына қойылатын талаптарға сәйкес келетінін көрсетті. Бұл көрсеткіштер су айдындарындағы судың тұщы және минералдануы төмен екенін, соның ішінде су организмдерінің, әсіресе балықтардың тіршілік етуі үшін қолайлы орта екенін айқындайды. Сонымен қатар, су айдындарындағы мөлдірлік пен суда еріген оттегі деңгейі су экожүйелерінің қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін шектерде екенін көрсетеді [17, 196-207 б.; 18, 1-12 б.].

Сонымен қатар, су айдындарында көмірқышқыл газының болмауы және биогендік элементтердің төмен мөлшері олардың экологиялық жағдайының жақсы екенін және айтарлықтай ластанудың жоқтығын білдіреді. Су айдындарының кермектілігі де орташа деңгейде, бұл оларды ауыл шаруашылығы мен балық шаруашылығында тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін оң фактор болып табылады [19, 1-10 б.].

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері Шу ауданының су айдындарының гидрохимиялық жағдайын сипаттап, олардың экологиялық және шаруашылық маңыздылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Талдау нәтижелері судың минералдану деңгейі, рН, еріген оттегі мөлшері және биогендік элементтердің шоғырлануы бойынша ерекшеленетінін көрсетті. Зерттелген су айдындарының барлығы дерлік орташа минералданған су санатына жатады және рН көрсеткіші бейтараптан әлсіз сілтілікке дейінгі аралықта болды, бұл су организмдерінің тіршілігіне қолайлы орта екендігін көрсетеді.

Ең жоғары минералдану деңгейі Ақсу көлінде тіркелсе, бұл су айдынының тұйықталған сипатына және булану үдерістеріне байланысты болуы мүмкін. Судағы еріген оттегі мөлшері барлық су айдындарда балықтардың тіршілік етуі үшін жеткілікті деңгейде.

Зерттеу барысында алынған мәліметтер Шу ауданы су айдындарының қазіргі экологиялық күйін бағалау ғана емес, болашақта су сапасын бақылау, экожүйелерді қорғау және балық ресурстарын тиімді басқару үшін ғылыми негіз бола алады.

Қаржыландыру туралы ақпарат. Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі (№BR23591095 гранты) «Су биологиялық ресурстарын сақтау және орнықты пайдалану үшін олардың әлеуетін бағалау және қорлар динамикасын модельдеу негізінде су айдындарын кешенді зерттеу» бағдарламасы бойынша қаржыландырады.

Әдебиеттер тізімі

1. Исабаев А.Қ., Жұмағұлов Қ.Қ., Тасмағамбетов Д.Т. Қазақстанның оңтүстігіндегі су айдындарының гидрологиялық режимі. — Алматы: Ғылым, 2019. — 145 б.
2. Пасечник Е.Ю., Савичев О.Г., Кузеванов К.И. Су ресурстарын пайдалану және қорғаудың гидрохимиялық негіздері. — Т.: Томск политехникалық университетінің баспасы, 2021. — 18 б.
3. Нұрғалиев Е.Б., Байменов С.Т., Абдрасилова Р.Ж. Шу өзені бассейніндегі су қоймаларындағы су алмасуды бағалау // ҚазҰУ Хабаршысы. Экология сериясы. — 2017. — №2(53). — Б. 42–47.
4. Сейдахметов А.К., Махмутов А.Б. Испарение с поверхности водоемов южного Казахстана // Гидрометеозмерения. — 2020. — №3. — С. 19–24.
5. Алибеков Ж.Т. Температурный режим водохранилищ равнинной зоны Центральной Азии. — Тараз: ТарМУ, 2018. — 96 с.
6. Никаноров А. М. Гидрохимия: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 444 с.

7. Абилов, Б., Асылбекова, С., Булавин, Е., Бараков, Р., Болатбекова, З., & Халелов, А. (2025). КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ. *Izdenister Natigeler*, (2 (106), 5–17. <https://doi.org/10.37884/2-2025/01>.
8. Шпейзер Г. М., Минеева Л. А. Гидрохимия: учебное пособие. — Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. — Ч. 1–2. — 316 с.
9. Toxabayeva B., Isbekov K., Litvinenko A., Assylbekova S., Ablaisanova G., Dolgopolova S., Baibatshanov M. and Bazarbayeva Z. (2025). Rare and endangered populations of Fringebarbel sturgeon, *Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828, in Kapshagai Reservoir and Ili River on the territory of the Republic of Kazakhstan. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 23(1), 63-70. [doi:10.22124/cjes.2025.8538](https://doi.org/10.22124/cjes.2025.8538)
10. Герасимова О. Н. Химия природных вод: монография. — М.: ЛКИ, 2010. — 224 с.
11. Полякова А. В. Гидрохимия: учебник. — М.: МГУ, 2009. — 162 с.
12. Васильев В.В. Тұщы су балықтарының экологиясы. — М.: Агропромиздат, 1998. — 320 б.
13. Гусева Т.В. Қоршаған ортаның жағдайын сипаттайтын гидрохимиялық көрсеткіштер. — М.: Әлеуметтік-экологиялық одақ, 2002. — 148 б.
14. Алекин О.А. Гидрохимия негіздері. — М.: КСРО ҒА баспасы, 1952. — 318 б.
15. Қазақстан Республикасының Су ресурстары және ирригация министрінің «Беткі су объектілеріндегі және (немесе) олардың бөліктеріндегі судың сапасын жіктеудің бірыңғай жүйесін бекіту туралы» 2025 жылғы 4 маусымдағы №111-НҚ бұйрығы (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/G25MA000111>).
16. Хильчевский В. К., Осадчий В. И., Курило С. М. Основы гидрохимии: учеб. пособие. — Киев: Ника-центр, 2012. — 312 с.
17. Лопарева Т.Я., Шаухарбаева Д.С. Гидрохимические параметры и токсикологическое загрязнение водной среды озер нижней дельты реки Или/Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: 2008. – С. 196-207
18. Kucharczyk, D., Nowosad, J., Łubowski, T., Ablaisanova, G., Zeghloul, T., Abdel-Latif, HMR. (2022). Influence of the source of spawners' origin on oocyte maturity stages and suitability for artificial reproduction of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) females during spawning season. *Animal Reproduction Science*, 243: 107025, 1-12.
19. Kucharczyk, Dariusz, Piech, Przemysław, Nowosad, Joanna, Abdel-Latif, Hany M.R., Ablaisanova, Gulmira M., Sikora, Mateusz. Final oocyte maturation (FOM) model and artificial reproduction of burbot spawners (*Lota lota*) originating from the F1 generation of a cultured stock in comparison to wild stock// *Aquaculture* 54815 (2022) 737679. P. 1-10.

References

1. Isabaev A.K., ZHumagulov K.K., Tasmagambetov D.T. Kazakstannyn ontustigindegi su ajdyndarynyn gidrologiyalyk rezhimi. — Almaty: Gylym, 2019. — 145 b.
2. Pasechnik E.YU., Savichev O.G., Kuzevanov K.I. Su resurstaryn pajdalanu zhane korgaudyn gidrokhimiya negizderi. — T.: Tomsk politekhnika universitetinin baspasy, 2021. — 18 b.
3. Nyrgaliev E.B., Bajmenov S.T., Abdrasilova R.ZH. SHu ozeni bassejnindegi su kojmalaryndagy su almasudy bagalau // KazYU KHarbarshysy. EHkologiya seriyasy. — 2017. — №2(53). — B. 42–47.
4. Sejdakhmetov A.K., Makhmutov A.B. Isparenie s poverkhnosti vodoemov yuzhnogo Kazakhstana // *Gidrometeoizmereniya*. — 2020. — №3. — S. 19–24.
5. Alibekov ZH.T. Temperaturnyj rezhim vodokhranilishh ravninnoj zony TSentral'noj Azii. — Taraz: TarMU, 2018. — 96 s.
6. Nikanorov A. M. *Gidrokhimiya: uchebnik dlya vuzov*. — 2-e izd., pererab. i dop. — SPb.: Gidrometeoizdat, 2001. — 444 s.

7. Abilov, B., Asylbekova, S., Bulavin, E., Barakov, R., Bolatbekova, Z., & KHalelov, A. (2025). KOMBINIROVANNYJ METOD VYRASHHIVANIYA FORELI V USLOVIYAKH ALMATINSKOJ OBLASTI. Izdenister Natigeler, (2 (106), 5–17. <https://doi.org/10.37884/2-2025/01>.
8. SHpejzer G. M., Mineeva L. A. Gidrokhiimiya: uchebnoe posobie. — Irkutsk: Izd-vo IGU, 2014. — CH. 1–2. — 316 s.
9. Toxabayeva B., Isbekov K., Litvinenko A., Assylbekova S., Ablaisanova G., Dolgopolova S., Baibatshanov M. and Bazarbayeva Z. (2025). Rare and endangered populations of Fringebarbel sturgeon, *Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828, in Kapshagai Reservoir and Ili River on the territory of the Republic of Kazakhstan. Caspian Journal of Environmental Sciences, 23(1), 63-70. doi:10.22124/cjes.2025.8538.
10. Gerasimova O. N. KHimiya prirodnykh vod: monografiya. — M.: LKI, 2010. — 224 s.
11. Polyakova A. V. Gidrokhiimiya: uchebnyk. — M.: MGU, 2009. — 162 s.
12. Vasil'ev V.V. Tushhy su balyktarynyn ehkologiyasy. — M.: Agropromizdat, 1998. — 320 b.
13. Guseva T.V. Korshagan ortanyn zhagdajyn sipattajty gidrokhiimiya korsetkishter. — M.: Aleumettik-ehkologiyalyk odak, 2002. — 148 b.
14. Alekin O.A. Gidrokhiimiya negizderi. — M.: KSRO GA baspasy, 1952. — 318 b.
15. Kazakstan Respublikasynyn Su resurstary zhane irrigatsiya ministrinin «Betki su ob"ektilderindegi zhane (nemese) olardyn bolikterindegi sudyn sapasyn zhikteudin biryngaj zhujesin bekitu turaly» 2025 zhylgy 4 mausymdagy №111-NK bujrygy (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/G25MA000111>).
16. KHil'chevskij V. K., Osadchij V. I., Kurilo S. M. Osnovy gidrokhiimii: ucheb. posobie. — Kiev: Nika-tsentr, 2012. — 312 s.
17. Lopareva T.YA., SHaukharbaeva D.S. Gidrokhiimicheskie parametry i toksikologicheskoe zagryaznenie vodnoj sredy ozer nizhnej del'ty reki Ili/Ehkologiya i gidrofauna vodoemov transgranichnykh bassejnov Kazakhstana. — Almaty: 2008. — S. 196-207
18. Kucharczyk, D., Nowosad, J., Łubowski, T., Ablaisanova, G., Zeghloul, T., Abdel-Latif, HMR. (2022). Influence of the source of spawners' origin on oocyte maturity stages and suitability for artificial reproduction of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) females during spawning season. Animal Reproduction Science, 243: 107025, 1-12.
19. Kucharczyk, Dariusz, Piech, Przemysława, Nowosad, Joanna, Abdel-Latif, Hany M.R., Ablaisanova, Gulmira M., Sikora, Mateusz. Final oocyte maturation (FOM) model and artificial reproduction of burbot spawners (*Lota lota*) originating from the F1 generation of a cultured stock in comparison to wild stock// Aquaculture 54815 (2022) 737679. P. 1-10.

Мұқатай А.А.*, Долгополова С.Ю., Айтқалиева А.А., Аблайсанова Г.М.

ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Алматы, Республика Казахстан, aida94mukatai@mail.ru*, sveta.dolgopolova.1987@gmail.com, aigerim87a@mail.ru, ablai_gulmira@mail.ru.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И КАЧЕСТВО ВОДЫ ВОДОЁМОВ ШУСКОГО РАЙОНА

Аннотация

В статье приведены результаты исследования гидрохимического и гидрологического состояния Тасоткельского водохранилища, а также озёр Аксу и Акша, расположенных на территории Шуского района Жамбылской области. Эти водоёмы играют важную роль в сохранении водных ресурсов региона, обеспечении нужд сельского хозяйства и поддержании экологической устойчивости.

Цель исследования-комплексный анализ гидрохимических показателей трех исследованных водоемов Шуйского района Жамбылской области и оценка их гидрологического состояния и пригодности для водных организмов.

Полевые исследования и отбор проб проводились в апреле 2024 года с учётом географических и сезонных факторов. В ходе исследований измерялись температура воды, pH, содержание растворённого кислорода и химическое потребление кислорода (ХПК). В лабораторных условиях анализировались содержание биогенных элементов, органолептические свойства и уровень минерализации. В зависимости от условий питания и географического положения водоёмов были выявлены различия по цвету, прозрачности и концентрациям отдельных ионов и биогенных элементов.

Результаты показали, что вода является пресной с низким уровнем минерализации. Основные показатели качества воды соответствуют требованиям для рыбохозяйственных водоёмов. Полученные данные могут служить основой для регулярного мониторинга и эффективного управления водными ресурсами.

Ключевые слова: водоёмы, гидрохимические характеристики, гидрологические характеристики, водохранилище Тасоткель, озеро Аксу, озеро Акша, минерализация, биогенные элементы, водная экосистема, рыбное хозяйство, Жамбылская область.

Mukatai A.A.*, Dolgoplova S.Yu., Aitkaliyeva A.A., Ablaisanova G.M.

LLP «Fisheries Research and Production Center», Almaty, Kazakhstan,
aida94mukatai@mail.ru*, sveta.dolgoplova.1987@gmail.com, aigerim87a@mail.ru,
ablai_gulmira@mail.ru.

HYDROLOGICAL CONDITIONS AND WATER QUALITY IN RESERVOIRS OF SHUSKY DISTRICT

Abstract

This article presents the results of a study on the hydrochemical and hydrological conditions of the Tasotkel Reservoir and lakes Aksu and Aksha, located in the Shu District of Zhambyl Region. These water bodies are important for preserving regional water resources, supporting agricultural needs, and maintaining ecological stability.

The purpose of the study is a comprehensive analysis of the hydrochemical parameters of the three studied reservoirs of the Shuisky district of the Zhambyl region and an assessment of their hydrological condition and habitat for aquatic organisms.

Field studies and sample collection were carried out in April 2024, taking into account geographical and seasonal factors. During fieldwork, water temperature, pH, dissolved oxygen, and chemical oxygen demand (COD) were measured. Laboratory analyses focused on biogenic elements, organoleptic properties, and mineralization levels. Variations in water color, transparency, and concentrations of certain ions and biogenic elements were identified depending on the water bodies' feeding characteristics and geographical locations.

The results showed that the water is fresh with a low level of mineralization. The main water quality indicators meet the standards for fisheries. The obtained data can serve as a basis for continuous monitoring and effective water resource management.

Keywords: water bodies, hydrochemical characteristics, hydrological characteristics, Tasotkel Reservoir, Lake Aksu, Lake Aksha, mineralization, biogenic elements, aquatic ecosystem, fisheries, Zhambyl Region.

Мақалаға қосқан үлесі:

Мұқатай Аида Айғалымқызы - Ғылыми-зерттеу жұмыстарына қатысу, судың гидрохимиялық-гидрологиялық көрсеткіштерін анықтау, зертханалық жағдайда сынамаларға химиялық анализдер жасау (судың тұзды-ионды құрамын анықтау), алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу, мақала мәтінін жазу және алғашқы редакциясын дайындау.

Долгополова Светлана Юрьевна - Сынамаларға зертханалық жағдайда химиялық анализдер жасау (судың биогендік құрамын және органикалық көрсеткіштерін анықтау), нәтижелерді талдау және интерпретациялау, зерттеу жұмысына жалпы ғылыми жетекшілік жасау.

Айткалиева Айгерим Айткалиевна - Сынамаларға жүргізілетін анализдерге арналған әдістемелік-нормативтік құжаттарды дайындау, алынған нәтижелерді хаттамаға рәсімдеу, мәліметтерді статистикалық өңдеу және ғылыми интерпретация жасауға қатысу.

Аблайсанова Гульмира Мухамбеталиевна - Ғылыми-зерттеу жұмыстарына қатысу, гидрохимиялық сынамаларды іріктеу, іріктелген сынамаларды камералды жұмыстарға дайындау және хлороформ ерітіндісінің көмегімен фиксациялау, алынған нәтижелерді талдау және қорытынды жасауға қатысу.

МРНТИ 70.01.77

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/54>

Ж.С.Мустафаев¹, А.Е.Алдиярова^{2}*

¹АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан,
z-mustafa@rambler.ru

²НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, Казахстан; ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИРРИГАЦИОННО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Аннотация

На основе материалистической теории научного познания, включающей моделирование, анализ, синтез и оценку, в работе научно обоснованы теоретико-методологические аспекты оценки ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов. Цель исследования заключается в определении места ирригационно-ресурсного потенциала в системе природно-ресурсного потенциала территории посредством анализа его сущности и разработки методического подхода к его комплексной оценке. На основе анализа подхода, разработанного И.В.Орловой, в рамках которого ирригационно-ресурсный потенциал представлен через взаимосвязанные компоненты: водно-ирригационный, земельно-ирригационный, технико-ирригационный, экономико-ирригационный и ассимиляционный потенциал, учитываются процессы, происходящие внутри природных систем, а также геоэкологические ограничения. Для моделирования и количественной оценки использована функция желательности Харрингтона, которая позволяет производить моделирование с использованием факторов различной размерности и диапазона значений варьируемых переменных. Отсутствие единых алгоритмов анализа и прогнозирования обуславливает необходимость создания новых математических моделей. Предложенный методический подход обеспечивает более точную оценку ирригационно-ресурсного потенциала, что особенно актуально в условиях устойчивого природопользования и повышения эффективности управления водосборными территориями.

Ключевые слова: *природно-ресурсный потенциал, ирригационно-ресурсный потенциал, речной бассейн, функция желательности, оценка, методика, математическое моделирование.*

Введение

Водосборная территория речных бассейнов, выполняющая важные структура-образующие функции природной системы, на протяжении тысячелетий служила мощным стимулом для образования и развития древних цивилизаций. За несколько тысячелетий речной бассейн, выполняющий стокообразующие функции в природной системе, стал пространственным базисом народонаселения и природопользования в аспекте триады: экология (обеспечение качества среды обитания человека), экономика (повышение

покупательной способности общества) и социум (улучшение благосостояния населения). Уникальность территории водосбора речных бассейнов как природных объектов определяется тем, что они формируются в условиях высокой динамичности гидрологического и климатического режима, а также меняющихся в соответствии с законом вертикальной зональности, который является следствием фундаментального закона физической географии – закона географической зональности. Это даёт основание рассматривать их как особые природные системы, требующие оценки природно-ресурсного потенциала для нормирования и дифференциации антропогенной деятельности, а также для сохранения экологической устойчивости природы [1-4].

На основе развития и углубления известной концепции природообустройства водосбора речных бассейнов как особого вида деятельности, подготовленной всей историей взаимодействия человека и природы и обусловленной диалектикой развития философии, которая является отражением закона «отрицания отрицания», И.В. Орловой было сформировано новое направление в оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории с учетом геоэкологических ограничений, которое состоит из четырёх взаимосвязанных блоков [5]: водно-ирригационного, земельно-ирригационного, технико-ирригационного и экономико-ирригационного потенциала.

При этом проведённый анализ исследований по проблеме понятий «природно-ресурсный потенциал» и «ирригационно-ресурсный потенциал» и теоретико-методологических подходов к описанию системообразующих их показателей показал, что отсутствуют специальные общепринятые алгоритмы оценки, анализа и прогнозирования природно-ресурсного потенциала территории, что требует необходимости развития математического инструментария на основе прогнозных моделей, отличающихся высокой точностью.

Однако, несмотря на большое количество работ по вопросу природно-ресурсного потенциала территории, особенно проблема оценки «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов до сих пор остаётся дискуссионной и актуальной для углублённого изучения, а методологическое обоснование на основе построения его математической модели является недостаточным.

Цель работы состоит в исследовании ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов путём построения математической модели на основе среднегеометрического уравнения, позволяющей агрегировать множество факторов в единый показатель с использованием качественных и количественных методов, основанных на диверсификации факторов по характеру влияния, с учетом гипотезы о том, что чем больше показателей ресурсов потенциала, тем выше оценивается состояние природно-ресурсного потенциала.

Методы и материалы

Материалы исследования базируются на концепции ирригационно-ресурсного потенциала, состоящей из четырёх взаимосвязанных компонентов: водно-ирригационного, земельно-ирригационного, технико-ирригационного и экономико-ирригационного потенциала, сформированной И.В. Орловой и дополненной ассимиляционным потенциалом на основе современного эколого-экономического механизма природопользования в водосборе речных бассейнов.

Методологической основой исследований является материалистическая теория научного познания, базирующаяся на моделировании, анализе, синтезе и оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов с применением обобщённой функции желательности (ОФЖ) Харрингтона как математического инструментария перевода реальных значений параметров в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами от 0 до 1 и последующего отображения частных количественных шкал в обобщённые шкалы критериев качества [6].

Результаты и обсуждение

Ирригационно-ресурсный потенциал территории водосбора речных бассейнов, как частный случай природно-ресурсного потенциала, является важной предпосылкой и условием территориальной организации и развития сельскохозяйственного производства.

Основными природными компонентами ирригационно-ресурсного потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов являются:

- водно-ирригационный потенциал (WIP_i), включающий: располагаемые поверхностные ($ASWR_i$) и подземные (AGR_i) водные ресурсы, водные ресурсы, климатические ресурсы (CR_i), водообеспеченность территории (WST_i), и населения (WSP_i);
- земельно-ирригационный потенциал (LIP_i), включающий: располагаемую площадь сельскохозяйственных угодий (AAL_i), в том числе орошаемых земель (AIL_i), пастбищ (PA_i) и сенокосов (HA_i), дефицит водопотребления (оросительная норма) сельскохозяйственных угодий (AWS_i), дефицит водопотребления (оросительная норма) сельскохозяйственных культур ($DWCAC_i$), площадь орошаемых земель по уровню засоления (незасоленные, слабозасоленные, средnezасоленные, сильнозасоленные и солончаки) ($AILSL_i$), глубину залегания грунтовых вод ($AILDG_i$) и минерализацию грунтовых вод ($AILGM_i$), оросительную мощность водосбора речных бассейнов ($ICRBC_i$);
- технико-ирригационный потенциал (TIP_i), включающий: степень замкнутости технологических процессов на орошаемых землях ($CTPIL_i$) оросительных систем ($CTPIS_i$), способы и технику полива ($CTPIE_i$), безотходность технологических процессов на орошаемых землях ($WFTPIL_i$) оросительных систем ($WFTPIS_i$), способы и технику полива ($WFTPIS_i$), экологичность на орошаемых землях ($EFTPIS_i$) оросительных систем ($EFTPIS_i$), способы и техники полива ($EFTPIS_i$), отходоёмкость коллекторно-дренажной системы ($WCCDS_i$);
- экономико-ирригационный потенциал (EIP_i), включающий: агроэнергетическую эффективность (AEE_i), экономическую эффективность (EEE_i) и экологическую эффективность (EE_i);
- ассимиляционный потенциал (AP_i), включающий: качество поверхностных ($GSWR_i$) и подземных ($GUWR_i$) вод, объема изъятия поверхностных ($VWSWR_i$) и подземных ($VWUWR_i$) водных ресурсов, объем сброса сточных вод (VWD_i), качество сточных вод (GWW_i), экологические стоки (EW_i), обеспечивающие сохранение водных экосистем; плотность численности населения (PD_i), плотность промышленного производства (IPD_i), плотность сельскохозяйственных земель (AID_i) и плотность животноводства (ID_i).

Исходя из данного методологического подхода, математическая модель «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов, полученная на основе агрегирования множества его компонентов, может быть представлена в виде многофакторной функции:

$$IRP_i = f(WIP_i, LIP_i, TIP_i, EIP_i, AP_i) \quad (1)$$

Одной из проблем при оценке ирригационно-ресурсного потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов является **вопрос построения функций принадлежности** для компонентов: водно-ирригационного потенциала (WIP_i), земельно-ирригационного потенциала (LIP_i), технико-ирригационного потенциала (TIP_i), экономико-ирригационного потенциала (EIP_i) и ассимиляционного потенциала (AP_i), имеющих многомерные количественные и качественные показатели, отличающиеся по своей природе и размерности.

В свою очередь, **водно-ирригационный** (WIP_i), **земельно-ирригационный** (LIP_i), **технико-ирригационный** (TIP_i), **экономико-ирригационный** (EIP_i) потенциалы **являясь компонентами ирригационно-ресурсного потенциала** (IRP_i), могут быть выражены в виде функции:

$$\begin{aligned} WIP_i &= f(ASWR_i, AGR_i, CR_i, WST_i, WSP_i); \\ LIP_i &= f(LIP_i, AWS_i, DWCAC_i, AILSL_i, AILDG_i, AILGM_i, ICRBC_i); \\ TIP_i &= f(CTPIL_i, CTPIS_i, CTPIE_i, WFTPIL_i, WFTPIS_i, WFTPIS_i, WCCDS_i); \\ EIP_i &= f(AEE_i, EEE_i, EE_i). \end{aligned} \quad (2)$$

При этом, ассимиляционный потенциал (AP_i), делится на две категории:

- ассимиляционный потенциал прямого воздействия ($APDA_i$), включающий: объём изъятия поверхностных ($VWSWR_i$) и подземных ($VWUWR_i$) водных ресурсов, качество поверхностных ($GSWR_i$) и подземных ($GUWR_i$) вод, объём сброса сточных вод (VWD_i), качество сточных вод (GW_i), экологические стоки (EW_i), обеспечивающие сохранение водных экосистем, **представляется в виде функций:**

$$APDA_i = f(VWSWR_i, VWUWR_i, GSWR_i, GUWR_i, VWD_i, GW_i) \quad (3)$$

- ассимиляционный потенциал косвенного воздействия ($APII_i$), **включающий:** плотность численности населения (PD_i), плотность промышленного производства (IPD_i), плотность сельскохозяйственных земель (AID_i) и плотность животноводства (ID_i), описывается характеристической функцией:

$$APII_i = f(PD_i, IPD_i, AID_i, ID_i) \quad (4)$$

При этом каждый частный количественный и качественный показатель анализа и оценки компонентов ирригационно-ресурсного потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов имеет свой физический смысл и свою размерность, что обуславливает необходимость введения для каждого из них некоторой безразмерной шкалы, являющейся единой для всех параметров.

Адекватным способом объединения разнородных показателей в композитные индексы является использование обобщённой функции желательности Харрингтона, в основе которой лежит преобразование натуральных значений частных показателей в безразмерную шкалу желательности (предпочтительности) (Harrington J., 1965) [2]. Это позволяет осуществлять моделирование с использованием факторов различной размерности и диапазонов значений варьируемых переменных.

Значения каждого отдельного показателя компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов, переведённые в безразмерную шкалу желательности (ID_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$), определяются с помощью уравнения логистической функции Е.К. Харрингтона так называемой S-образной «кривой желательности» [6-8]:

$$ID_i = \exp[-\exp(-SPI_i)] \quad (5)$$

где SPI_i – кодированное значение частного показателя компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речного бассейна: $SPI_i = (GVI_i - GVI_{\min}) / (GVI_{\max} - GVI_{\min})$, здесь GVI_i – количественное значение i -ого показателя; $GVI_{\max}$ – максимальное значение i -ого показателя; $GVI_{\min}$ – минимальное значение i -ого показателя.

Одним из комплексных показателей «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов является обобщённая функция желательности, предложенная Харрингтоном, которая представляет собой среднее геометрическое частных функций желательности, имеющих следующий вид:

$$GIIRP_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n PGIIRP_i^{wc}} \quad (6)$$

где $AIAI_i$ – обобщенный показатель «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов; AAC_i – частный обобщенный показатель компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов; wc – значимость или весовой коэффициент видов косвенных антропогенных нагрузок; n – количество компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов.

Частный обобщённый показатель компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов, основанный на функции желательности, предложенной Харрингтоном, представляет собой среднее геометрическое и принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} PGIWIP_i &= \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFWIP_i^{wc}}, \\ PGILIP_i &= \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFLIP_i^{wc}}, \\ PGTIP_i &= \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFTIP_i^{wc}}, \end{aligned}$$

$$PGEIP_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFEIP_i^{wc}};$$

$$PGAP_i = 0.5 \cdot [\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFDIAP_i^{wc}} + \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n DFIEAP_i^{wc}}] \quad (7)$$

где $PGIWIPI_i$ - частный обобщенный показатель водно-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $PGILIP_i$ - частный обобщенный показатель земельно-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $PGTIP_i$ - частный обобщенный показатель технико-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $PGEIP_i$ - частный обобщенный показатель экономико-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $PGAP_i$ - частный обобщенный показатель ассимиляционного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $DFWIPI_i$ – функция желательности для водно-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $DFLIP_i$ – функция желательности для земельно-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $DFTIP_i$ – функция желательности для технико-ирригационного потенциала территории водосбора речных бассейнов; $DFDIAP_i$ – функция желательности для прямого воздействия ассимиляционного потенциала водосбора речных бассейнов; $DFIIEAP_i$ – функция желательности для косвенного воздействия ассимиляционного потенциала водосбора речных бассейнов; WC_i - значимость или весовой коэффициент компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов; n – количество компонентов «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов.

Весовой коэффициент (WC_i) компонентов и показателей компонентов ирригационно-ресурсный потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов, как количественное значение, отражает относительную значимость или важность конкретного показателя по сравнению с другими, сумма которых должна быть ограничена сверху и равняться единице: $\sum_{i=1}^n WC_i = 1,0$ (Д.С. Соловьев. 2023) [9].

Для количественного представления значимости компонентов и показателей компонентов ирригационно-ресурсный потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов может быть использована математическая теория важности критериев, являющаяся одним из направлений теории принятия решений. В качестве меры значимости применяется амплитуда размаха статистических показателей ($ARSI_i$). Амплитуда размаха вариации ($ARSI_i$) представляет собой разность между максимальным (PH_{maxi}) и минимальным (PH_{mini}) значениями компонентов и их показателей в пределах изучаемой совокупности ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов. Формально это выражается следующим образом:

$$ARSI_i = PH_{maxi} - PH_{mini} \quad (8)$$

где $RSIPH_i$ - амплитуда размах статистических показателей здоровья населения; PH_{maxi} , PH_{mini} - соответственно максимальное и минимальное значения i -го показателя, характеризующего здоровье населения.

Для совместной оценки временного ряда всех показателей компонентов ирригационно-ресурсного потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов целесообразно представить данные в относительных единицах в виде коэффициента относительного разброса показателей ($CRDI_i$) по следующей формуле:

$$CRDI_i = (PH_{maxi} - PH_{mini})/PH_{maxi} \quad (9)$$

На основе коэффициента относительного разброса статистических показателей ($CRDI_i$), можно определить весовой коэффициент функция желательности Харрингтона по следующему выражению:

$$WCIRP_i = CRDI_i / \sum_{i=1}^n CRDI_i \quad (10)$$

где $WCIRP_i$ - весовой коэффициент показателей компонентов и показателей компонентов ирригационно-ресурсный потенциала (IRP_i) территории водосбора речных бассейнов; n_i - число показателей компонентов ирригационно-ресурсного потенциала.

Для выявления условий формирования ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов, выполняющих важные средообразующие и

экологические функции, в рамках их оценки можно использовать количественный показатель, аналогичный экологическому понятию «Индекс гидроэкологического благополучия» [10].

«Индекс гидроэкологического благополучия» ($HWBI_i$) территории водосбора речных бассейнов, как интегральный показатель, характеризующий способность водосбора формировать в аспекте триады: экология (обеспечение качества среды обитания человека), экономика (повышение покупательной способности общества) и социум (улучшение благосостояния населения), объединяющий несопоставимые между собой параметры ирригационно-ресурсного потенциала, определяется как отношение частного обобщенного показателя ассимиляционного потенциала ($PGAP_i$) к среднеарифметическому значению частных обобщенных показателей водно-ирригационного ($PGIWIP_i$), земельно-ирригационного ($PGILIP_i$), технико-ирригационного ($PGTIP_i$) и экономико-ирригационного ($PGEIP_i$) потенциалов территории водосбора речных бассейнов:

$$HWBI_i = PGAP_i / (1/n) \cdot (PGIWIP_i + PGILIP_i + PGTIP_i + PGEIP_i) \quad (11)$$

Предложенный интегральный показатель «Индекс гидроэкологического благополучия» ($HWBI_i$) территории водосбора речных бассейнов, характеризующий средообразующие и экологические функции, может быть широко использован для зонирования речных водосборов разного иерархического уровня по степени их экологической нарушенности. Это позволяет не только оценить абсолютные величины показателей, но и выявить, насколько они близки к области ухудшения, с использованием шкалы желательности Харрингтона со строгими интервальными диапазонами: от 0 до 0,20 («очень плохо»); от 0,20 до 0,37 («плохо»); от 0,37 до 0,63 («удовлетворительно»); от 0,63 до 0,80 («хорошо»); от 0,80 до 1,00 («отлично»).

Выводы

На основе существующего подхода к оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории, разработанного И.В. Орловой, сформированы функциональные характеристики его компонентов и показателей, базирующиеся на естественнонаучных представлениях о современных эколого-экономических механизмах использования водных ресурсов речных бассейнов. Рассмотрена система показателей оценки, на основании которых определяется степень прогрессивности и полезности при оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории речных бассейнов. В качестве интегрального показателя оценки ирригационно-ресурсного потенциала территории речных бассейнов использована обобщённая функция Харрингтона, которая позволяет, во-первых, преобразовывать натуральные значения частных показателей в безразмерную шкалу желательности (предпочтительности); во-вторых, производить моделирование с использованием факторов различной размерности и диапазона значений варьируемых переменных; и в-третьих, интерпретировать компоненты «ирригационно-ресурсного потенциала» территории водосбора речных бассейнов в единую безразмерную шкалу желательности. Рассмотренные методические аспекты могут быть использованы в качестве базы для типизации показателей оценки компонентов ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов и разработки современных методов его оценки на базе функции желательности Харрингтона.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №AP25794687 «Разработать научно-прикладные основы оценки ирригационно-ресурсного потенциала территории водосбора речных бассейнов (на примере реки Каратал)»).

Список литературы

1. Кайпбаев Е., Алдиярова А., Калмашова А., Тұрсыналы Д., Муханбет Е. (2024). Методологический подход к формированию исследовательской базы для оценки деятельности речных бассейнов. *Izdenister Natigeler*, 3(103), 340–348. <https://doi.org/10.37884/3-2024/38>
2. Dawit M., Olika B.D., Muluneh F.B., Leta O.T., Dinka M.O. Assessment of surface irrigation potential of the Dhidhessa River Basin, Ethiopia (2020) *Hydrology*, 7 (3), <https://doi.org/10.3390/hydrology7030068>

3. Shaki A.A., Zurqani H.A. Irrigation Water Resources in Libya: Challenges and Potentials (2025) Springer Water, Part F104, pp. 121 – 142. DOI:[10.1007/978-3-031-80920-07](https://doi.org/10.1007/978-3-031-80920-07)
4. Du L., Niu Z., Zhang R., Zhang J., Jia L., Wang L. Evaluation of water resource carrying potential and barrier factors in Gansu Province based on game theory combined weighting and improved TOPSIS model (2024) Ecological Indicators, 166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112450>
5. Орлова И.В. Основные подходы к оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории с учетом геоэкологических ограничений // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Труды Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 25- летию юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН.- Барнаул, 2012.- том 3.- с. 74-78.
6. Harrington, E.C. (1965) The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 21, 494-498.
7. Bikbulatov, E.S., Stepanova, I.E. Harrington's desirability function for natural water quality assessment. *Russ J Gen Chem* 81, 2694–2704 (2011). <https://doi.org/10.1134/S1070363211130111>
8. Nasuhar Abd Aziz, Nurul Awanis AS, Siti Nurliana Noraziman Modified Desirability Function For Optimization of Multiple Responses. *Journal OF Mathematics and Computing Science*, 2018, Volume 1, Number 1, 39-54.
9. Соловьев Д.С. Метод объективизации значений весовых коэффициентов для принятия решений в многокритериальных задачах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2023. Т. 23, № 1. С. 161–168. doi: 10.17586/2226-1494-2023-23-1-161-168.
10. А.В. Чернышев Индекс благополучия водосборных бассейнов рек как интегральный показатель условий формирования гидрологического режима территории. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5(2).

References

1. Каїрбаев Е., Алдиярова А., Калмашова А., Тур сыналы Д., Мукханбет Е. (2024). Metodologicheskiy podkhod k formirovaniyu issledovatel'skoi bazy dlia otsenki deiatelnosti rech nykh basseinov. *Izdenister Natigeler*, 3(103), 340–348. <https://doi.org/10.37884/3-2024/38> [in Russian].
2. Dawit M., Olika B.D., Muluneh F.B., Leta O.T., Dinka M.O. (2020). Assessment of surface irrigation potential of the Dhidhessa River Basin, Ethiopia. *Hydrology*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/hydrology7030068>.
3. Shaki A.A., Zurqani H.A. (2025). Irrigation Water Resources in Libya: Challenges and Potentials. In: *Springer Water*, Part F104, pp. 121–142. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-80920-07>.
4. Du L., Niu Z., Zhang R., Zhang J., Jia L., Wang L. (2024). Evaluation of water resource carrying potential and barrier factors in Gansu Province based on game theory combined weighting and improved TOPSIS model. *Ecological Indicators*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112450>.
5. Orlova I.V. (2012). Osnovnye podkhody k otsenke irrigatsionno-resursnogo potentsiala territorii s uchetom geoekologicheskikh ogranicenii. In: *Vodnye i ekologicheskie problemy Sibiri i Tsentral'noy Azii: Trudy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennoy 25-letnemu iubileiu Instituta vodnykh i ekologicheskikh problem SO RAN*, vol. 3, pp. 74–78. Barnaul. [in Russian].
6. Harrington, E.C. (1965). The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 21, 494–498.
7. Bikbulatov, E.S., Stepanova, I.E. (2011). Harrington's desirability function for natural water quality assessment. *Russian Journal of General Chemistry*, 81, 2694–2704. <https://doi.org/10.1134/S1070363211130111>
8. Nasuhar Abd Aziz, Nurul Awanis A.S., Siti Nurliana Noraziman (2018). Modified Desirability Function For Optimization of Multiple Responses. *Journal of Mathematics and Computing Science*, 1(1), 39–54.
9. Solov'ev D.S. (2023). Metod ob'ektivizatsii znachenii vesovykh koeffitsientov dlia priniatiia reshenii v mnogokriterial'nykh zadachakh. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik*

informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki, 23(1), 161–168. <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2023-23-1-161-168> [in Russian].

10. Chernyshëv A.V. (2011). Indeks blagopoluchiiia vodosbornykh basseĭnov rek kak integral'nyĭ pokazatel' uslovii formirovaniia gidrologicheskogo rezhima territorii. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiĭskoi akademii nauk*, 13(5-2). [in Russian].

Ж.С.Мустафаев¹, А.Е.Алдиярова^{2*}

¹«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,
z-mustafa@rambler.ru

²«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан;
ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

ӨЗЕН БАССЕЙНДЕРІНІҢ СУ ЖИНАУ АЛАБЫНЫҢ ИРРИГАЦИЯЛЫҚ-РЕСУРСТЫҚ ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Бұл жұмыста модельдеуді, талдауды, синтездеуді және бағалауды қамтитын ғылыми танымның материалистік теориясының негізінде өзен бассейндерінің су жинау аумағының ирригациялық-ресурстық әлеуетін бағалаудың теориялық және әдіснамалық аспектілері ғылыми негізделген. Зерттеудің мақсаты кешенді бағалауға әдістемелік тәсілді әзірлеу арқылы аумақтың табиғи-ресурстық әлеуеті жүйесіндегі ирригациялық-ресурстық әлеуеттің орнын анықтау болып табылады. И.В.Орлова әзірлеген тәсілді талдау негізінде және табиғи жүйелер ішінде болып жатқан процестер мен геоэкологиялық шектеулерді ескере келе ирригациялық-ресурстық әлеует өзара байланысты компоненттер арқылы ұсынылған: су-ирригациялық, жер-ирригациялық, техникалық-ирригациялық, экономикалық-ирригациялық және ассимиляциялық әлеует. Модельдеу және сандық бағалау үшін Харрингтонның қалаулылық функциясы қолданылады, ол әртүрлі өлшемдегі факторларды және өзгермелі айнымалылардың мәндер диапазонын қолдана отырып модельдеуге мүмкіндік береді. Бірыңғай талдау және болжау алгоритмдерінің болмауы жаңа математикалық модельдерді құру қажеттілігін тудырады. Ұсынылған әдістемелік тәсіл ирригациялық-ресурстық әлеуетті дәлірек бағалауды қамтамасыз етеді, бұл әсіресе табиғатты тұрақты пайдалану және су жинау алаптарын басқару тиімділігін арттыру жағдайында өзекті.

Кілт сөздер: табиғи-ресурстық әлеует, ирригациялық-ресурстық әлеует, өзен бассейні, қалаулылық функциясы, бағалау, әдістеме, математикалық модельдеу.

Zh.S.Mustafayev¹, A.E.Aldiyarova^{2*}

¹JSC “Institute of Geography and Water Security”, Almaty, Kazakhstan,
z-mustafa@rambler.ru

²NAO “Kazakh National Agrarian Research University”, Almaty, Kazakhstan,
ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE IRRIGATION AND RESOURCE POTENTIAL OF THE CATCHMENT AREA OF RIVER BASINS

Abstract

On the basis of materialistic theory of scientific knowledge, including modeling, analysis, synthesis and evaluation, the theoretical and methodological aspects of assessing the irrigation-resource potential of the territory of the river basin catchment area are scientifically substantiated in the work. The purpose of the study is to determine the place of irrigation-resource potential in the system of natural-resource potential of the territory by analyzing its essence and developing a methodological approach to its comprehensive assessment. Based on the analysis of the approach developed by I.V. Orlova, within the framework of which the irrigation-resource potential is presented through interrelated components: water-irrigation, land-irrigation, technical-irrigation, economic-irrigation and assimilation potential, the processes occurring within natural systems, as well as geo-ecological limitations are taken into account. For modeling and quantitative assessment we used Harrington's desirability function, which allows modeling using factors of different

dimensionality and range of values of varying variables. The lack of unified algorithms for analysis and forecasting necessitates the creation of new mathematical models. The proposed methodological approach provides a more accurate assessment of irrigation and resource potential, which is especially relevant in the context of sustainable environmental management and improving the efficiency of watershed management.

Key words: natural-resource potential, irrigation-resource potential, river basin, desirability function, assessment, methodology, mathematical modeling.

Вклад авторов: Концептуализация, Курирование данных - ЖСМ; Формальный анализ - АЕА; Методология - ЖСМ; Проверка – ЖСМ; Написание – обзор и редактирование - АЕА.

ГТАХР 70.03.07

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/55>

Д.С.Тунгатар, Е.Т.Кайнбаев, Г.К.Исмаилова, А.Н.Калмашова*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
dana.tungatar@kaznaru.edu.kz, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz,
ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz*

ӨЗЕНДЕРГЕ ТҮСЕТІН АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕРДІ БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСНАМАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Мақала су ағындарына түсетін антропогендік жүктемені бағалаудың заманауи әдіснамалық тәсілдерін талдауға арналған, сонымен қатар шағын өзен экожүйелерінің әртүрлі техногендік ықпалдарға осалдылығына ерекше назар аударылған. Гидроэкологиялық мониторинг тәжірибесінде қолданылатын индикаторлық, индекстік, баланстық-массалық, биоиндикациялық, геоақпараттық және модельдік тәсілдер қарастырылған. Олардың артықшылықтары, шектеулері және аймақтық жағдайларға бейімдеу мүмкіндіктері сипатталған. Алматы облысының шағын өзендерінің жағдайын климаттық өзгергіштік пен артып келе жатқан антропогендік қысым жағдайында бағалау үшін біріктірілген әдістерді қолданудың мақсатқа сай екендігі негізделген.

Қосымша түрде жүйелік тәсілді қолдану тек су нысандарының ағымдағы жағдайын ғана емес, сонымен қатар шаруашылық қызметінің ықпалымен болатын өзгерістердің үрдістерін анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Мұндай талдау экожүйелердің деградация қаупін болжауға және алдын алу шараларын әзірлеуге ғылыми негіз береді. Шағын өзендерге антропогендік әсерді кешенді бағалау экологиялық мониторингті жетілдірудің, табиғатты қорғау шараларын әзірлеудің және тиімді су пайдалану стратегияларын негіздеудің маңызды құралы болып табылады. Алынған қорытындылар шағын су ағындарын қорғау мен су пайдалану бойынша тұрақты стратегияларды қалыптастыруға, сондай-ақ климаттық өзгерістер жағдайында аймақтық және ұлттық бейімделу бағдарламаларын жасауға негіз болады.

Кілт сөздер: антропогендік жүктеме, шағын өзендер, экологиялық мониторинг, индикаторлық әдіс, су ластану индексі, ГАЖ-талдау, биоиндикация.

Кіріспе

Адамның шаруашылық қызметінің қарқынды өсуі геожүйелерге антропогендік жүктемені кешенді бағалауды талап етеді, бұл кезде ықпал ету факторларының жиынтығы мен зерттелетін объектілердің табиғи ерекшеліктері ескерілуі тиіс. Қазіргі жағдайда қоршаған

ортаның антропогендік өзгерістерге тұрақтылығын бағалауда өңірлік ерекшеліктерді ескеру ерекше маңызды болып отыр.

Қабылдауға болатын антропогендік жүктеме деп табиғи жүйеге әсерді айтуға болады, ол экожүйелердегі тұрақты биогеохимиялық байланыстардың бұзылуына әкелмейді және табиғи ортаның тозуына не оның сапалық сипаттамаларының нашарлауына себеп болмайды. Антропогендік әсерге ең осал экожүйелер қатарына өздігінен қалпына келу қабілеті шектеулі шағын өзендер жатады [1].

Алматы облысының индустриялық және урбанизацияланған аумағының дамуы жер пайдаланудың өзіндік түрлерімен қатар жүреді: елді мекендер салу мен пайдалану, өндірістік және тұрғын үй құрылысы, көлік пен инженерлік инфрақұрылымды (жолдар, құбырлар және т.б.) жүргізу. Бұл әсерлер, негізінен, сызықты сипатқа ие болып келеді және тек табиғи биоценоздардың бұзылуына, топырақтардың тозуына ғана емес, сонымен бірге микроклиматтың, гидрологиялық режимнің өзгеруіне және кейбір жағдайларда жер бедерінің өзгеруіне де алып келеді.

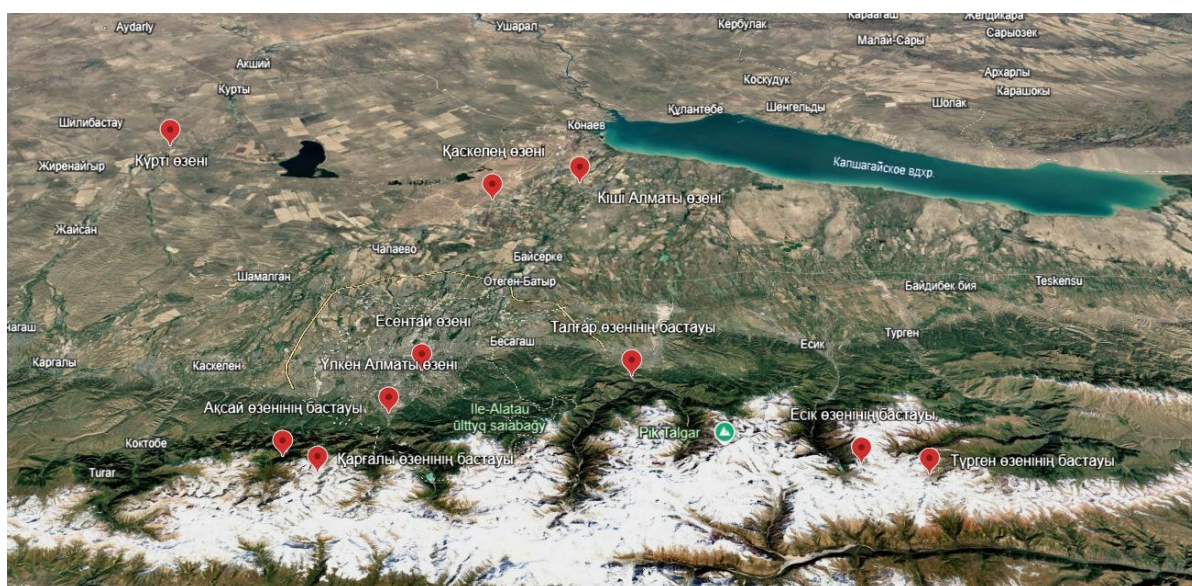
Осы зерттеудің мақсаты – су ресурстарына антропогендік әсерді бағалаудың қазіргі тәсілдеріне талдау жасау, бұл әдістерді Алматы облысындағы шағын өзендердің жағдайына бейімдеу және өңірдің су шаруашылығын орнықты дамыту келешегін негіздеу.

Әдістер мен материалдар

Алматы облысы Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығысында орналасқан және батысында Жамбыл облысымен, солтүстік-батысында Қарағанды облысымен, солтүстік-шығысында Жетісу облысымен шектеседі.

Облыс аумағы географиялық және табиғи тұрғыдан жоғары дәрежеде әртүрлілігімен сипатталады. Өңірдің солтүстік-батыс бөлігін Тауқұм, Бессексеуіл және Мойынқұм құм массивтері орналасқан жартылай шөлді жазық алып жатыр. Бұл аумақтың жер бедері Балқаш көліне қарай сәл еңісті және көне өзен арналары арқылы тілімденген: Іле, Қаратал, Ақсу, Көксу, Лепсі, Аягөз, олардың ішінде ең ұзыны – Бақанас.

Өңірдің оңтүстік және шығыс бөліктерін Тянь-Шань жүйесіне кіретін Іле Алатауы мен Жоңғар Алатауының таулы жоталары құрайды. Бұл жоталардың төмен қарай бағытталған беткейлері арасындағы тауаралық ойыста Іле өзенінің орта ағысы ағып өтеді. Таулы беткейлерде Іле өзенінің салалары – Шарын, Шелек, Алматы, Күрті және басқалар түзген аллювийлік жер бедері формалары – шоғырлану конустары кеңінен дамыған [2-3].



Сурет 1 – Алматы облысы өзендерінің орналасу картасы

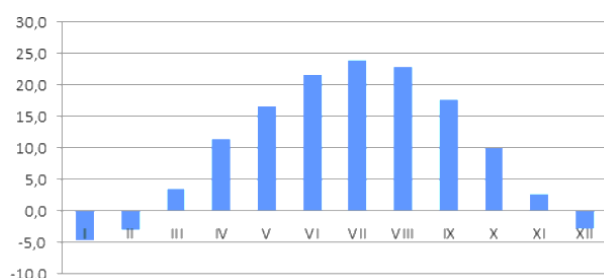
Өңірдің климаты биіктік белдеулерге байланысты әртүрлі. Солтүстіктегі жазықтық аудандар күрт континенталды климатпен ерекшеленеді: температураның тәуліктік және

жылдық ауытқулары жоғары, қысы суық, жазы ұзақ әрі ыстық әрі құрғақ. Оңтүстік баурайлар мен таулы аймақтар, керісінше, жұмсақ климаттық жағдайлармен және ылғалдың мол болуымен сипатталады.

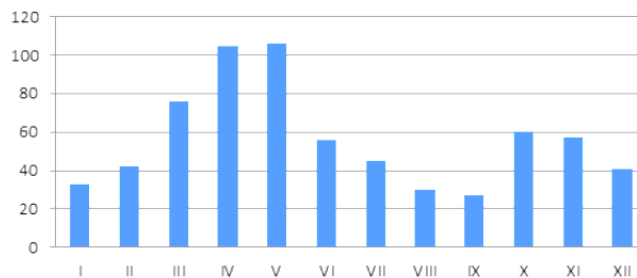
Қаңтар айындағы орташа айлық ауа температурасы солтүстікте $-11...-13^{\circ}\text{C}$, ал оңтүстіктегі таулы баурайларда $-6...-13^{\circ}\text{C}$ аралығында болады. Шілде айында температура солтүстікте $+25^{\circ}\text{C}$ -қа жетеді, тауда $+8^{\circ}\text{C}$, ал баурайларда $+26^{\circ}\text{C}$ шамасында ауытқиды. Температураның абсолютті минимумы $-40...-45^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендейді, ал максимумы $+46^{\circ}\text{C}$ -қа дейін көтеріледі. Орташа тәуліктік температурасы 0°C -тан жоғары болатын жылы кезеңнің ұзақтығы таулы аймақтарда 220 күннен, ал жазықтықта 240 күнге дейін жетеді.

Жылдық жауын-шашын мөлшері солтүстік аудандарда 125 мм-ден, таулы аудандарда 900 мм-ге дейін өзгереді. Жылдық жауын-шашынның 50–75 %-ы жылы маусымда (сәуір–қазан) жауады. Орташа жел жылдамдығы 1,5–3,5 м/с шамасында, алайда кейбір өңірлерде (мысалы, Жалаңашкөлде) 60 м/с-қа дейін жететін екпінді желдер тіркелген. Таулы жерлерде тау-жазық желдері мен фён желдері басым, олар микроклиматқа айтарлықтай әсер етеді.

Геологиялық-геоморфологиялық және климаттық жағдайлардың алуан түрлілігі су объектілерінің жай-күйін зерттеу барысында ландшафтық әркелкілікті есепке алу қажеттігін анықтайды. Алматы облысы жағдайындағы антропогендік жүктемені бағалаудың әдіснамалық негізі табиғи, климаттық, су шаруашылығы және әлеуметтік-экономикалық сипаттамаларды кешенді талдауға сүйенеді.



Сурет 2 – Алматы қаласының орташа айлық ауа температурасы, °C (1994-2024жж.)



Сурет 3 – Алматы қаласының орташа айлық жауын-шашын мөлшері, мм (1994-2024жж.)

Әдістер мен материалдар

Шағын өзендерге антропогендік жүктемені бағалау - су ресурстарын басқару және қоршаған ортаны қорғау саласындағы өзекті әрі басым бағыттардың бірі болып табылады. Шағын су ағындары шектеулі қалпына келу қабілетіне ие болғандықтан, жергілікті әсерлерге аса сезімтал келеді және көбінесе жүйелі экологиялық мониторинг шеңберінен тыс қалып қояды.

Ғылыми әдебиет пен қолданбалы тәжірибеде антропогендік әсерді бағалаудың бірнеше негізгі әдіснамалық тәсілдері ерекшеленеді [4-5]:

Индикаторлық тәсіл. Ең кең таралған әдістердің бірі – су экожүйелерінің ластану және трансформация деңгейін көрсететін гидрохимиялық және биологиялық индикаторлар кешенін қолдану. Бұл әдіс бойынша биохимиялық оттегі тұтыну (БПК₅), нитраттар, фосфаттар, ауыр металдар концентрациясы, судың лайлылығы, сондай-ақ биологиялық сипаттамалар (макрозообентос, фитопланктон және т.б.) сияқты көрсеткіштер талданады. Бұл әдіс салыстырмалы түрде арзандау әрі ақпараттық тұрғыдан тиімді бағалаулар алуға мүмкіндік береді, бірақ жүйелі түрде өлшеулер жүргізуді және аймақтық жағдайларға бейімделген индикаторларды қолдануды талап етеді [6].

Индекстік және интегралдық талдау. Су ресурстарын қорғау тәжірибесінде агрегатталған сандық көрсеткіштер кеңінен қолданылады, мысалы: судың интегралды ластану индексі (ИЗВ), су сапасының индексі (Water Quality Index - WQI), сондай-ақ бұзылу деңгейінің интегралды индексі (Integrated Disturbance Index - IDI). Бұл құралдар ластану деңгейін сандық

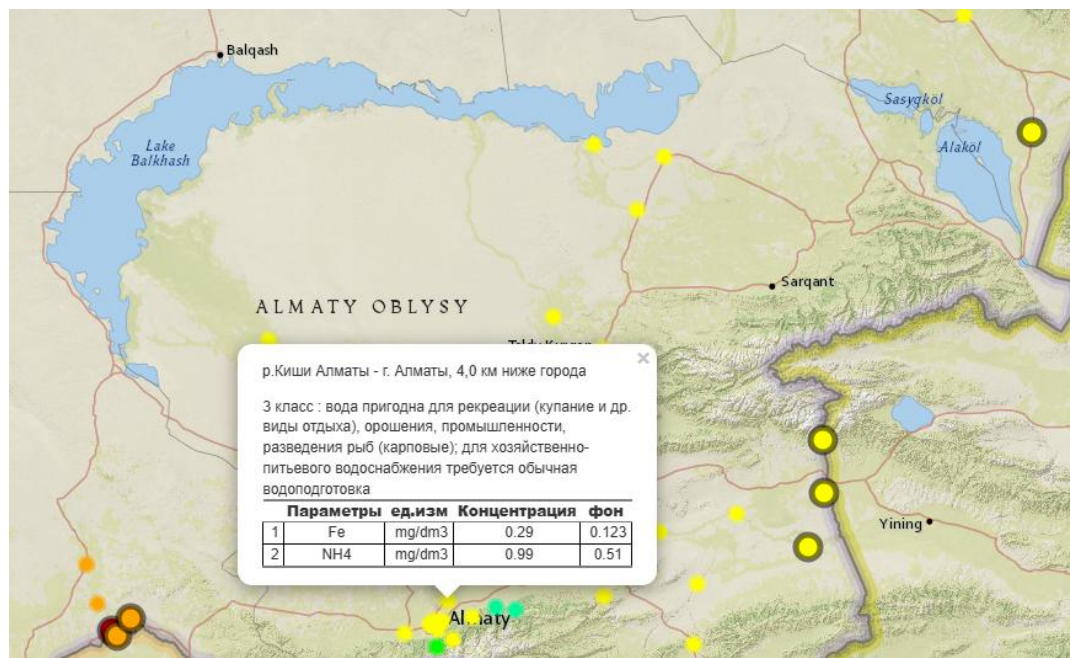
тұрғыдан бағалауға, проблемалық аумақтарды анықтауға және оларды өзара салыстыруға мүмкіндік береді. Мәселен, IDI индексі тек судың сапасын ғана емес, сонымен қатар су жинау алабының ішкі жағдайларын да ескереді [7].

Кеңістіктік (ГАЗ) тәсіл. Геоакпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану антропогендік жүктеменің таралуын кеңістіктік тұрғыдан талдауға, әсердің «критикалық нүктелерін» анықтауға, халық тығыздығын, жер пайдаланудың құрылымын және ластану көздерінің орналасуын модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл шашыраңқы (диффузиялық) ластану түрлерін бағалауда аса тиімді болып табылады және оны қашықтықтан зондау деректерімен (мысалы, Sentinel-2, Landsat) толықтыруға болады [8].

Баланстық-массалық әдіс. Бұл тәсіл өзен жүйесінің шегіндегі ластаушы заттардың түсуі мен шығарылуын есептеуге негізделеді. Әдіс әрбір антропогендік көздің - ауыл шаруашылығының, өнеркәсіп пен тұрмыстық сектордың - үлесін сандық тұрғыда анықтауға мүмкіндік береді. Алайда, бұл әдісті іске асыру үшін көп көлемде бастапқы деректер қажет және ол еңбекті көп қажет ететін тәсіл болып табылады [9].

Биологиялық бағалау. Биоиндикация әдістері, атап айтқанда макрозообентос құрамын және құрылымын талдау, шағын өзендердің экологиялық жағдайын кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсілдер әртүрлі факторлардың жиынтық әсеріне сезімтал келеді және физика-химиялық өлшеулерді толықтырады. Ең жиі қолданылатындар - биотикалық индекстер (IBE, BMWP), сапробтылық индексі және организмдердің функционалдық белгілерін талдау [10].

Модельдеу. Антропогендік жүктеменің салдарын болжау және оңтайлы басқару шараларын таңдау үшін гидрологиялық және экологиялық модельдеу кешендері қолданылады: SWAT, QUAL2K, HSPF және т.б. Бұл модельдер маусымдық өзгерістерді, гидрологиялық режимді, ластаушы заттардың түсу жолдарын ескеріп, әртүрлі табиғатты қорғау сценарийлерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Қолдану үшін кәсіби бағдарламалық қамтамасыз ету және модельдерді калибрлеу қажет [11].



Сурет 4 – Қазгидромет РМК жер беті су ресурстарының сапасы бойынша интерактивті картасынан фрагменті

Нәтижелер мен талқылау

Шағын су ағындарына антропогендік жүктемені бағалаудың заманауи әдіснамалық тәсілдері әртүрлі сипаттағы - химиялық, биологиялық, кеңістіктік және әлеуметтік-экономикалық - деректерді біріктіру бағытында дамып келеді. Ең перспективалы тәсілдер

қатарында ГАЖ-талдауды, индикаторлық мониторингті, интегралды индекстерді есептеуді және сценарийлік модельдеуді біріктіретін кешенді бағалау әдістері танылып отыр.

Қазақстан жағдайында, әсіресе Алматы облысында, аталған тәсілдерді аймақтық ерекшеліктерді ескере отырып бейімдеуге болады - континенталды климат, су тапшылығы, су режимінің маусымдылығы және ластану көздерінің кеңістіктік таралуы. Ең тиімдісі - ГАЖ-бағытталған бағалауды қарапайым әрі бейімделген су сапасы индекстерімен (WQI, ИЗВ) үйлестіре қолдану, бұл тәсілдің тиімділігі аймақтық және халықаралық зерттеулер нәтижелерімен расталған [12].

Су экожүйелеріне антропогендік жүктеме - адамның қызметіне байланысты су нысандарының сандық және сапалық сипаттамаларын өзгертетін ықпалдардың жиынтығымен айқындалады. Шағын өзендердің жағдайын бағалау тұрғысынан алғанда, антропогендік жүктеме тікелей және жанама әсерлерге бөлінеді.

Тікелей жүктеме - бұл су нысанына тікелей араласу әрекеттері: ағынды суларды төгу, шаруашылық-ауызсу және өндірістік қажеттіліктерге су алу, гидротехникалық құрылыстар салу, арналарды канализациялау, мелиорациялық шаралар жүргізу.

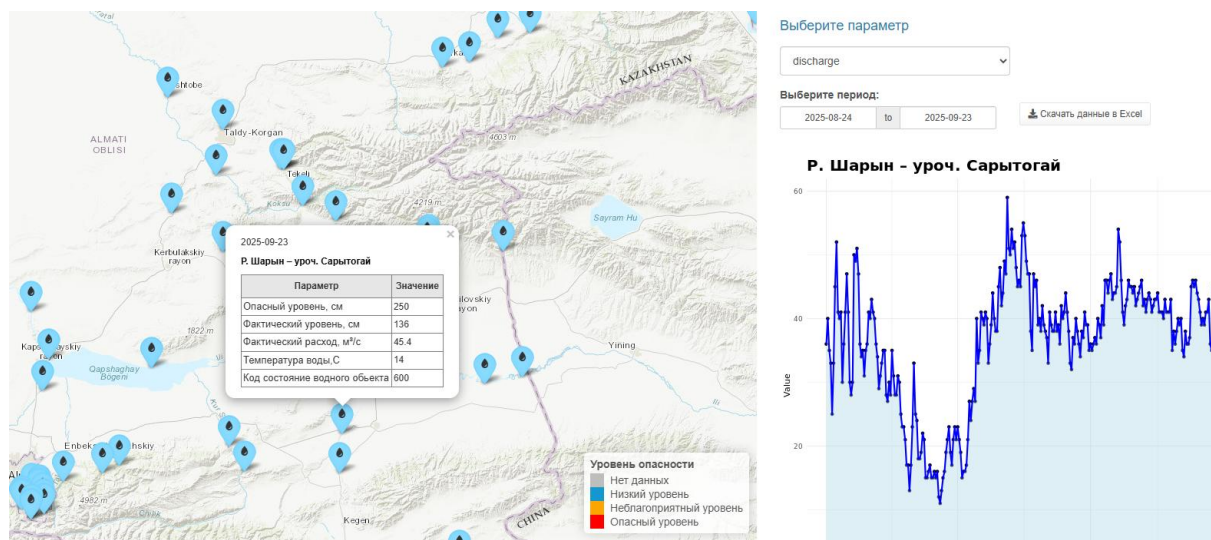
Жанама жүктеме су жинау алабындағы ландшафттық және жер пайдаланудың құрылымдық өзгерістері есебінен қалыптасады. Бұл санатқа беткейлерді жырту, урбанизация, орман кесу, ауыл шаруашылығы қызметі жатады, олардың салдарынан агрохимикаттар мен биогендерге қаныққан үстіңгі ағын сулар өзендерге түседі.

Антропогендік жүктемені бағалау үшін гидрологиялық, климаттық, әлеуметтік-экономикалық, экологиялық және кеңістіктік деректерді қамтитын пәнаралық тәсіл қажет. Төменде әдістемелік базаның негізгі құрамдас бөліктері келтірілген (Сурет 5).



Сурет 5 – Өзен бассейніне түсетін антропогендік жүктемені бағалауға ұсынылған әдістемелік база

Гидрологиялық көрсеткіш: су өтімі (жылдық орташа, ең төменгі, тасқын кезіндегі), су деңгейі мен оның ауытқуы, арнаның морфометриялық сипаттамалары (ені, тереңдігі, еңістігі), су режимі (мерзімділігі, маусымдылығы), су көздері (қар суы, жауын-шашын, жер асты сулары).



Сурет 6 – Қазгидромет РМК өзендердің гидрологиялық сипаттамалары бойынша интерактивті картасынан фрагменті

Климаттық көрсеткіш: жауын-шашын мөлшері (жылдық, маусымдық), температура режимі (орташа, ең жоғары, ең төменгі температура), булану және ылғалдылық, климаттық төтенше құбылыстардың жиілігі (құрғақшылық, су тасқыны).

Экологиялық және гидрохимиялық көрсеткіштер: ластанушы заттардың концентрациясы: БПК₅, ХПК, нитраттар, фосфаттар, ауыр металдар, су сапасының көрсеткіштері (рН, лайлылық, минерализация), биологиялық көрсеткіштер: макрозообентос, фитопланктон, сапробтылық индексі, шекті рұқсат етілген концентрациялармен (ШРК) салыстыру.

Әлеуметтік-экономикалық көрсеткіш: өзен маңындағы елді мекендер және халық тығыздығы, ағынды сулардың көздері (тұрмыстық, өнеркәсіптік, ауыл шаруашылық), жер пайдаланудың түрлері (ауыл шаруашылығы, урбанизацияланған, өнеркәсіптік аймақтар), инфрақұрылым: су тарту пункттері, тазарту құрылыстары;

Кеңістіктік-географиялық база (ГАЗ): цифрлық жер бедері моделі, жерсеріктік суреттер мен ғарыштық мониторинг деректері, ландшафт құрылымы мен топырақ түрлері, су жинау алаптарының карталануы;

Нормативтік-құқықтық база: ҚР Су кодексі (2025 ж.), санитарлық-экологиялық нормалар мен ШРК, су пайдалану және су объектілерін қорғау бойынша өңірлік сұлбалар, экологиялық жағдайды бағалау жөніндегі әдістемелік нұсқаулар.

Қорытынды

Жүргізілген талдау нәтижесінде климаттық, гидрологиялық, ландшафтық және әлеуметтік-экономикалық параметрлерді қамтитын кешенді әдістемелік сұлбаны қолдану антропогендік жүктеме факторларын жүйелеуге және су жинау алаптарын әсер ету дәрежесі бойынша жіктеуге мүмкіндік беретінін анықтады. Геоақпараттық талдау мен су сапасының индикаторлық бағалаулары (WQI, сапробтылық индексі) негізінде экологиялық мониторингті басым жүргізуді және табиғатты қорғау шараларын енгізуді қажет ететін аумақтарды анықтауға болады.

Табиғи жағдайлары әрқелкі - таулы аймақтардан жазықтарға дейін таралған - Алматы облысы үшін интеграцияланған тәсілді қолдану орынды болып табылады, ол өз ішіне келесі құрамдас бөліктерді қамтиды: аспаптық өлшеулер жүргізу, биоиндикация әдістерін қолдану, су жинау алабы аумағындағы жер пайдалануды бағалау, антропогендік жүктеменің өзгеру сценарийлерін модельдеу.

Зерттеу нәтижелері шағын өзендерді басқару бойынша өңірлік бағдарламаларды әзірлеу және іске асыру қажеттігін айғақтайды. Бұл - буферлік аймақтарды нормативтік тұрғыда бекіту, тазарту құрылыстарын жаңғырту, сондай-ақ жасыл инфрақұрылым элементтері мен суды ұстап тұратын табиғи жүйелер секілді табиғи тектес шешімдерді енгізу шараларын

қамтуы тиіс. Мұндай әрекеттер Қазақстанның оңтүстік-шығыс өңірінде орнықты су пайдалануды қамтамасыз ету және климаттық өзгерістерге бейімделу тұрғысынан ерекше маңызды.

Әдебиеттер тізімі

1. Кайпбаев, Е., Алдиярова, А., Калмашова, А., Тұрсыналы, Д., & Муханбет, Е. (2024). Методологический подход к формированию исследовательской базы для оценки деятельности речных бассейнов. *Izdenister Natigeler*, (3(103), 340–348. <https://doi.org/10.37884/3-2024/38>
2. Конуркулжаева Н.З., Алмасбеккызы Э., Зейлгабиден Г. Вопросы рационального использования водных ресурсов Алматинской области. *Современные инновации* № 5(7) 2016 – С.79-82.
3. С.К. Алимкулов, А.А. Турсунова, А.А. Сапарова Ресурсы речного стока Казахстана в условиях будущих климатических и антропогенных изменений. *Гидрометеорология и экология* №1, 2021 – С.57-69. DOI:10.54668/2789-6323-2021-100-1-57-69
4. И.Д.Рыбкина Оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы и эффективности их использования: обзор методологических подходов. *Антропогенная трансформация природной среды* 2023, Т. 9. № 2 – С.55-67. DOI: <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2023-2-55-67>
5. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю., Головин А.В., Седова Е.Ю., Машкина О.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты бессточной области Обь-Иртышского междуречья. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2023;87(2):264-279. <https://doi.org/10.31857/S2587556623020085>
6. Brown R.M., McClelland N.I., Deininger R.A., Tozer R.G. Water quality index – do we dare? // *Water and Sewage Works*. - 1970. - Vol. 117(10). - P. 339-343.
7. Borgmann L., Schmidt-Kloiber A., Graf W., et al. Choice of field and laboratory methods affects the detection of anthropogenic disturbances using stream macroinvertebrate assemblages // *Ecological Indicators*. - 2021. - Vol. 122. DOI:[10.1016/j.ecolind.2020.106382](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106382)
8. Maidment D.R. (ed.) *Handbook of Hydrology*. - New York: McGraw-Hill, 1993.- 1424 p.
9. Rosgidromet. Методика комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод. - М.: Гидрометеиздат, 2002. - 63 с.
10. Wang L., Zhang Y., Yang Y., et al. The impacts of different anthropogenic disturbances on macroinvertebrate community structure and functional traits of glacier-fed streams in the Tianshan Mountains // *Water*. - 2022. - Vol. 14(8). DOI:[10.3390/w14081298](https://doi.org/10.3390/w14081298)
11. Tetzlaff D., Soulsby C., Carey S.K., et al. Catchments on the cusp? Structural and functional change in northern ecohydrology // *Hydrological Processes*. - 2019. - Vol. 33(1). - P. 5–22.
12. Zhumabay A., Zhumanova M., Satayeva A. Assessment of Anthropogenic Load on the Talas River Watershed, Kazakhstan // In: *Environmental Security of the European Cross-Border Energy Supply Infrastructure*. - Springer, 2021. - P. 113–126. DOI:[10.1007/978-3-030-68337-5_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68337-5_8)

References

1. Kajpbaev, E., Aldijarova, A., Kalmasova, A., Tursynaly, D., & Muhambet, E. (2024). Metodologicheskij podhod k formirovaniju issledovatel'skoj bazy dlja ocenki dejatel'nosti rechnyh bassejnov. *Izdenister Natigeler*, (3(103), 340–348. <https://doi.org/10.37884/3-2024/38>
2. Konurkulzhaeva N.Z., Almasbekkyzy E., Zeylgabiden G. Voprosy racional'nogo ispol'zovanija vodnyh resursov Almatinskoj oblasti. *Sovremennye innovacii* № 5(7) 2016 – S.79-82.
3. S.K. Alimkulov, A.A. Tursunova, A.A. Saparova Resursy rechnogo stoka Kazahstana v uslovijah budushhih klimaticheskikh i antropogennyh izmenenij. *Gidrometeorologija i jekologija* №1, 2021 – S.57-69. DOI:10.54668/2789-6323-2021-100-1-57-69
4. I.D. Rybkina Ocenka antropogennoj nagruzki na vodnye resursy i jeffektivnosti ih ispol'zovanija: obzor metodologicheskikh podhodov. *Antropogennaja transformacija prirodnoj sredy* 2023, T. 9. № 2 – S.55-67. DOI: <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2023-2-55-67>

5. Rybkina I.D., Stojashheva N.V., Kurepina N.Ju., Golovin A.V., Sedova E.Ju., Mashkina O.V. Ocenka antropogennoj nagruzki na vodnye ob'ekty bestochnoj oblasti Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ja. Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Serija geograficheskaja. 2023;87(2):264-279. <https://doi.org/10.31857/S2587556623020085>
6. Brown R.M., McClelland N.I., Deininger R.A., Tozer R.G. Water quality index – do we dare? // Water and Sewage Works. - 1970. - Vol. 117(10). - P. 339-343.
7. Borgmann L., Schmidt-Kloiber A., Graf W., et al. Choice of field and laboratory methods affects the detection of anthropogenic disturbances using stream macroinvertebrate assemblages // Ecological Indicators. - 2021. - Vol. 122. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106382
8. Maidment D.R. (ed.) Handbook of Hydrology. - New York: McGraw-Hill, 1993.- 1424 p.
9. Rosgidromet. Metodika kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznennosti poverhnostnyh vod. - M.: Gidrometeoizdat, 2002. - 63 s.
10. Wang L., Zhang Y., Yang Y., et al. The impacts of different anthropogenic disturbances on macroinvertebrate community structure and functional traits of glacier-fed streams in the Tianshan Mountains // Water. - 2022. - Vol. 14(8). DOI:10.3390/w14081298
11. Tetzlaff D., Soulsby C., Carey S.K., et al. Catchments on the cusp? Structural and functional change in northern ecohydrology // Hydrological Processes. - 2019. - Vol. 33(1). - P. 5–22.
12. Zhumabay A., Zhumanova M., Satayeva A. Assessment of Anthropogenic Load on the Talas River Watershed, Kazakhstan // In: Environmental Security of the European Cross-Border Energy Supply Infrastructure. - Springer, 2021. - P. 113–126. DOI:10.1007/978-3-030-68337-5_8

Д.С.Тунгатар*, Е.Т.Кайпбаев, Г.К.Исмаилова, А.Н.Калмашова

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, dana.tungatar@kaznaru.edu.kz, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА РЕКИ

Аннотация

Статья посвящена анализу современных методологических подходов к оценке антропогенной нагрузки на водотоки, с акцентом на уязвимость экосистем малых рек к различным формам техногенного воздействия. Рассматриваются индикаторный, индексный, балансово-массовый, биоиндикационный, геоинформационный и модельный подходы, применяемые в практике гидроэкологического мониторинга. Описаны их преимущества, ограничения и возможности адаптации к региональным условиям. Особое внимание уделено возможностям интеграции данных различной природы (физико-химической, биологической, пространственной) в рамках комплексных оценок. Обоснована целесообразность применения комбинированных методов для оценки состояния малых рек Алматинской области в условиях климатической изменчивости и растущего антропогенного давления.

Дополнительно показано, что применение системного подхода позволяет выявить не только текущее состояние водных объектов, но и тенденции их изменения под воздействием хозяйственной деятельности. Такой анализ обеспечивает научную основу для прогнозирования возможных рисков деградации экосистем и разработки превентивных мер. Комплексная оценка антропогенного воздействия на малые реки является важным инструментом для совершенствования экологического мониторинга, разработки природоохранных мероприятий и обоснования стратегий рационального водопользования. Полученные выводы могут служить основой для формирования устойчивых стратегий водопользования и охраны малых водотоков, а также для выработки региональных и национальных программ адаптации в условиях климатических изменений.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, малые реки, экологический мониторинг, индикаторный подход, индекс загрязнения воды, ГИС-анализ, биоиндикация.

D.S.Tungatar*, Y.T.Kaipbayev, G.K.Ismailova, A.N.Kalmashova
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
dana.tungatar@kaznaru.edu.kz, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz,
ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz
**ANALYSIS OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING
ANTHROPOGENIC IMPACT ON RIVERS**

Abstract

The article is devoted to the analysis of modern methodological approaches to assessing anthropogenic pressure on watercourses, with a focus on the vulnerability of small river ecosystems to various forms of technogenic impact. Indicator, index, balance–mass, bioindication, geoinformation, and modeling approaches applied in the practice of hydroecological monitoring are considered. Their advantages, limitations, and possibilities for adaptation to regional conditions are described. Special attention is given to the integration of data of different nature (physico-chemical, biological, spatial) within the framework of comprehensive assessments. The expediency of applying combined methods for assessing the state of small rivers in the Almaty region under conditions of climatic variability and increasing anthropogenic pressure is substantiated.

It is additionally shown that the use of a systemic approach makes it possible to identify not only the current state of water bodies but also the trends of their changes under the influence of economic activities. Such analysis provides a scientific basis for predicting potential risks of ecosystem degradation and for developing preventive measures. A comprehensive assessment of anthropogenic impact on small rivers is an important tool for improving ecological monitoring, developing environmental protection measures, and justifying strategies for rational water use. The obtained conclusions can serve as a basis for the formation of sustainable strategies for water use and the protection of small watercourses, as well as for the development of regional and national adaptation programs under conditions of climate change.

Keywords: anthropogenic load, small rivers, ecological monitoring, indicator approach, water pollution index, GIS analysis, bioindication.

Авторлардың үлесі: Тұжырымдаманы әзірлеу, деректерді үйлестіру – ЕТҚ; Ресми талдау – ДСТ; Әдістеме – ЕТҚ, ДСТ; Тексеру – ГКИ; Жазу – шолу және редакциялау – АНҚ.

МРНТИ 70.21.15

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/56>

М.Б.Арыстанов, А.Г.Жандияр, Е.Д.Жапаркулова

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, 508291@kaznaru.edu.kz,
yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz*

**АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ОРОШЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Аннотация

В статье рассматриваются источники орошения и текущее состояние оросительных систем междуречья Чилик – Чемолган в Алматинской области. Орошаемые земли междуречья Чилик–Чемолган играют ключевую роль в обеспечении сельскохозяйственной продукцией основной части населения Алматинской области, выступая важной базой продовольственной безопасности региона. Особое внимание уделено гидрографическим и водохозяйственным характеристикам региона, включая роль Бартогайского водохранилища и Большого Алматинского канала (БАК) в перераспределении водных ресурсов. Анализируются площади

орошаемых земель, состояние инженерной инфраструктуры, применяемые методы полива и коэффициенты полезного действия (КПД) оросительных систем. Приведены особенности вододеления между административными районами с учётом многолетнего стока девяти основных горных рек, формирующих водные ресурсы региона. Дальнейшее развитие орошения в рассматриваемом регионе будет осуществляться, главным образом, за счет: переустройства существующих оросительных систем и высвобождения за счет повышения КПД; использования подземных вод, дренажных и возвратных (с массивов орошения); строительства мелких водохранилищ, накопителей и прудокопаний для аккумуляции и регулирования свободного стока горных и источников. Статья подчеркивает важность комплексного подхода к управлению водными ресурсами для устойчивого сельскохозяйственного развития.

Ключевые слова: орошение, оросительные системы, водные ресурсы, коэффициент полезного действия, вододеление, сельское хозяйство, реки.

Введение

Рациональное использование водных ресурсов приобретает особую актуальность в условиях нарастающего дефицита воды и изменения климата. Для аграрных регионов, таких как Алматинская область, эффективное орошение является ключевым фактором обеспечения устойчивого сельскохозяйственного производства. Однако в последние годы наблюдаются значительные изменения в структуре водопользования, техническом состоянии оросительных систем и доступности водных источников.

В качестве исследуемого региона выбрано междуречье рек Чилик и Чемолган, расположенное в юго-восточной части Алматинской области. Границами междуречья являются с севера – предгорья Заилийского Алатау, с юга – долина реки Или, с востока – бассейн реки Чилик, а с запада – бассейн реки Чемолган. Этот район отличается высоким аграрным потенциалом, но также подвержен влиянию как природных, так и антропогенных факторов, влияющих на водообеспечение. Настоящее исследование направлено на анализ источников орошения и оценку текущего состояния оросительной инфраструктуры региона с целью выявления проблемных аспектов и перспектив модернизации.

Орографическая структура рассматриваемой территории представлена предгорной наклонной равниной, системой шлейфов конусов выноса, которые формируют основные морфологические элементы рельефа, и предгорной ступенью хребта Заилийского Алатау, приуроченной к её южной границе.

Территория междуречья, находящаяся в зоне влияния Большого Алматинского канала и Бартогайского водохранилища, охватывает земли сельхозпредприятий пяти административных районов Алматинской области: Чиликского, Енбекшиказахского, Талгарского, Каскеленского и Илийского.

Орошаемые земли междуречья Чилик - Чемолган в значительной степени обеспечивают сельскохозяйственной продукцией столицу республики и основную часть населения Алматинской области.

Основными источниками орошения на данном массиве являются: река Чилик с Бартогайским водохранилищем (общий объем - 320 млн м³, полезный - 250 млн м³) и Большой Алматинский канал (БАК) протяженностью 168 км с головным расходом 87 м³/с. Также важную роль играют реки Тургень, Иссык, Талгар, Малая и Большая Алматинки, Аксай, Каскелен и Чемолган, а также многочисленные мелкие горные источники и река Карасу.

В паводковый период вода из крупных горных источников поступает в оросительные системы, расположенные в пределах конусов выноса, то есть в предгорной зоне. Излишки воды, с учетом пропускной способности каналов, сбрасываются в БАК для переброски в смежные бассейны и подачи на орошаемые земли, расположенные ниже по трассе Большого Алматинского канала [1-3].

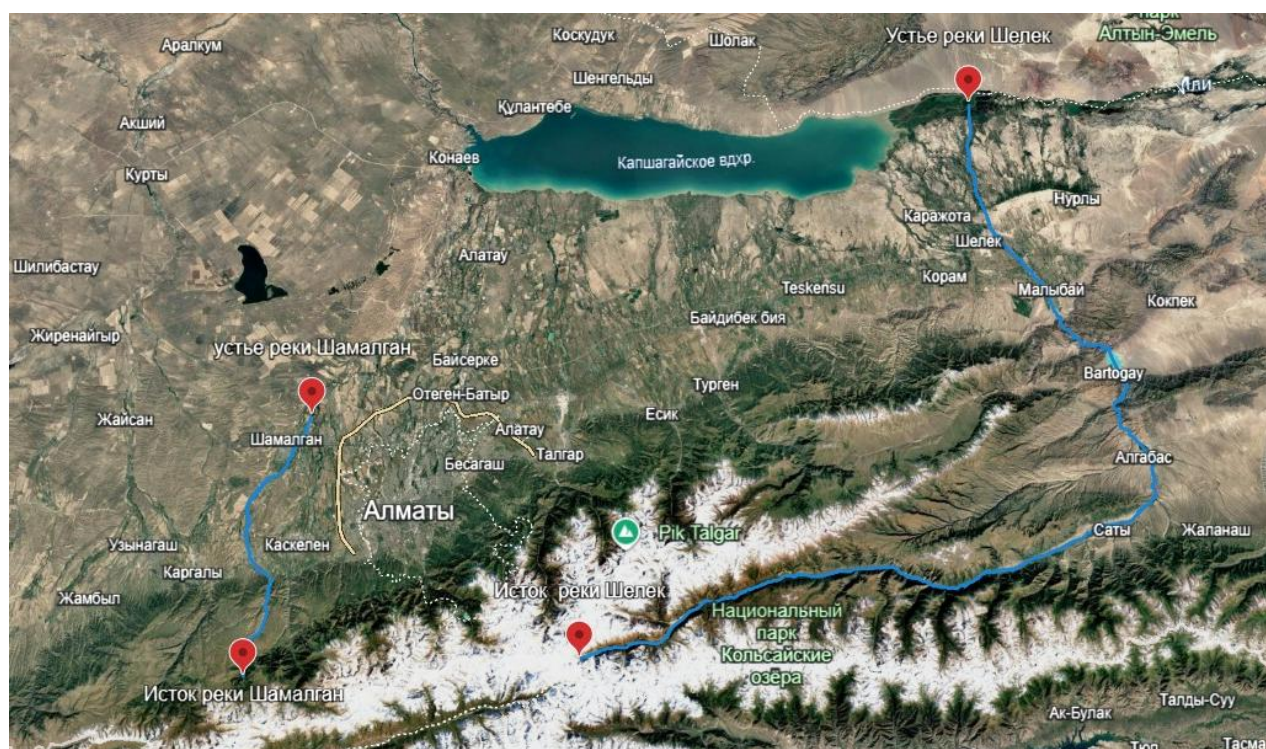


Рисунок 1 – Исследуемый регион (междуречье рек Чилик и Чемолган)

Методы и материалы

Оросительные системы, сформировавшиеся на рассматриваемом массиве, развивались изолированно, в пределах бассейнов отдельных водоисточников, что обуславливало локальный характер водообеспечения и затрудняло координацию водораспределения между хозяйствами. Введение в эксплуатацию Бартогайского водохранилища и Большого Алматинского канала (БАК) стало важным этапом в развитии водохозяйственной инфраструктуры региона. Эти гидротехнические сооружения обеспечили возможность межбассейнового перераспределения водных ресурсов, что, в свою очередь, позволило интегрировать ранее разрозненные оросительные системы в единую водохозяйственную систему междуречья Чилик – Чемолган. Это значительно повысило гибкость управления водоснабжением и способствовало более равномерному обеспечению агроэкосистем влагой в условиях изменчивости водного стока.

Из общей площади орошаемых земель междуречья, составляющей 161,4 тыс. га, лишь 28,0 тыс. га обеспечены инженерной оросительной сетью, что свидетельствует о преобладании традиционных методов орошения с низкой водоотдачей. На равнинных территориях, в бассейнах рек Каскелен и Талгар, функционирует множество малых водохранилищ. Их общее количество достигает 37 единиц, а суммарная полезная ёмкость составляет около 67 млн м³. Эти водохранилища играют значимую роль в локальном регулировании водоснабжения и обеспечении устойчивости аграрного водопользования в условиях сезонной неравномерности речного стока.

Преобладающий способ полива в регионе – бороздковое и полосовое орошение, применяемое на основной площади массивов. Орошение методом дождевания осуществляется на 26,7 тыс. га, что составляет 16,5% от общей площади орошаемых земель. Несмотря на наличие технических средств, уровень внедрения водосберегающих технологий остаётся недостаточным, что отражается на коэффициентах полезного действия (КПД) оросительных систем.

Эффективность водоподачи и распределения воды по системам и полям варьирует в широких пределах: КПД оросительных систем колеблется от 0,40 до 0,70, а КПД на уровне полей – от 0,65 до 0,80. Такие значения указывают на существенные потери воды на пути от источника до сельскохозяйственных культур и подчеркивают необходимость модернизации

оросительной инфраструктуры и повышения уровня технической оснащенности. Средневзвешенные значения КПД по административным районам представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Средневзвешенные КПД оросительных систем по районам

№	Административные районы	Средневзвешенный КПД	в том числе:	
			поля	оросительной сети
1	Чиликский	0,507	0,704	0,72
2	Енбекши-Казахский	0,50	0,704	0,71
3	Талгарский	0,424	0,695	0,61
4	Каскеленский	0,463	0,702	0,66
5	Илийский	0,49	0,70	0,70

С учетом средневзвешенного КПД БАКа, равного 0,866, средневзвешенный среднегодовое КПД междуречья равен 0,413, в том числе: КПД поля – 0,70, КПД оросительных систем – 0,68.

Фонд сельхозугодий хозяйств, расположенных на территории междуречья, составляет 958,2 тыс.га, из них орошается 136,7 тыс.га, что составляет 14,3%.

К орошаемым землям отнесены ирригационно подготовленные земли, т.е. земли пригодные для сельскохозяйственного использования и полива, имеющие оросительную сеть, подкомандные местным источникам или Большому Алматинскому каналу (водные ресурсы которых обеспечивают орошение) [4-6].

Результаты и обсуждение

Почти половина (48,7%) существующих площадей орошения сосредоточена в трех пригородных районах междуречья: Талгарском, Каскеленском и Илийском. Большинство оросительных систем междуречья Чилик-Чемолган построено давно (35-50 и более лет тому назад).

В бассейнах наиболее крупных источников, к которым относятся реки Чилик, Тургень, Иссык, Талгар, Большая и Малая Алматинки, Аксай и Каскелен, имеются оросительные системы в пределах конусов выноса, т.е. предгорной зоне источника, и в равнинной зоне. В предгорной зоне водозаборы в них осуществляются в местах выхода реки из горного ущелья.

В равнинной зоне каждого бассейна имеются многочисленные оросительные системы на базе источников Карасу, в период паводка на горных реках, все они подпитываются горным стоком, а после строительства Большого Алма-Атинского канала, подпитка осуществляется также и из БАКа, что позволило полностью водообеспечить существующие орошаемые площади.

На всех перечисленных выше крупных горных источниках и на части мелких в местах забора воды в оросительные системы, расположенные в предгорной зоне, построены водозаборные сооружения. В равнинной части бассейнов, где в этих источниках сток формируется за счет выклинивающихся вод, водозаборные сооружения имеются в недостаточном количестве и не на всех источниках.

В предгорной зоне бассейнов рек Тургень, Иссык, Талгар, Большая и Малая Алматинки, Каскелен за последние 15-20 лет полностью переустроена сеть магистральных и межхозяйственных каналов, в результате чего КПД систем повысился до 0,65-0,75.

Современное техническое состояние остальных (не переустроенных) оросительных систем в предгорной зоне характеризуется во многих случаях чертами примитивного полуинженерного орошения и неудовлетворительное состояние каналов, врезанность их в галечниковые отложения, недостаточное оборудование сооружениями и водомерными приспособлениями обуславливают неэкономное использование водных ресурсов. КПД большинства таких оросительных систем междуречья до настоящего времени довольно низок и составляет 0,35-0,40.

Оросительные системы в равнинной зоне являются, в основном, не инженерными. Большинство каналов в земляном русле, плановое расположение их, как правило, не обеспечивает требуемых размеров поливных участков.

Переустройство оросительных систем выполнилось только по отдельным их элементам, лишь выборочно производилась планировка орошаемых земель, в основном силами самих хозяйств.

Большое количество воды на всех оросительных системах (инженерных и, тем более, неинженерных) теряется в результате холостых сбросов из каналов всех порядков, в связи с неравномерностью поливов и очень низким использованием для поливов ночного времени.

Все указанные недостатки большинства систем дают основание полагать, что полезное использование оросительной воды сельхоз культурами составляют 30-57% от объема водоподачи.

Режим существующего орошения обусловлена общим техническим уровнем оросительных систем, для которых характерна пока слабая армированность водораспределительными сооружениями, почти полное отсутствие водомерных постов, низкий КПД и примитивная техника полива, а в связи с этими невысокая производительность труда.

КПД существующих оросительных систем характеризуется данными нижеследующей таблицы 2.

Таблица 2 – КПД существующих оросительных систем

№	Наименование бассейна	Коэффициент полезного действия (КПД) систем	
		Предгорная зона	Равнинная (карасучная зона)
1	Чилик	0,59	0,75
2	Тургень	0,62	0,75
3	Иссык	0,66	0,75
4	Талгар	0,70	0,75
5	Малая Алматинка	0,57	0,65
6	Большая Алматинка	0,70	0,65
7	Акса́й	0,70	0,65
8	Каскелен	0,62	0,65
9	Чемолган	0,65	0,65

Вододеление по БАКу между пятью административными районами связано с водностью всех рек этого региона и прежде всего девяти основных горных рек, перечисленных выше. Все они формируют сток в горах Заилийского Алатау. Но, несмотря на это, их водность в одни и те же годы различна по вероятности превышения стока (обеспеченности). Причем, эта разница может достигать 50 и более процентов.

Отправным моментом вододеления по БАКу для указанного года является то, что 75% обеспеченности принимается по суммарному годовому стоку всех 9 рек междуречья, хотя, как уже отмечалось выше, обеспеченность каждой из них самая различная. В то же время, при принятии по каждой из них самая различная. В то же время, при принятии по каждой реке стока 75% обеспеченности ей будут соответствовать различные реальные годы и сумма стока по всем 9 рекам будет фиктивной [7-10].

За каждый реальный год многолетнего ряда (49 лет) подсчитаны суммарные расходы воды по 9 рекам, междуречья, обработаны методом математической статистики и определен расход 75% обеспеченности. Результаты приведены в нижеследующей таблице 3.

Таблица 3 – Расход воды (м³/с) ежегодной 75% вероятности превышения

Наименование стока	Параметры стока			Расход воды (м ³ /с) ежегодной 75% вероятности превышения
	Q, м ³ /с	C, V	C, S	
Годовой	69.0	0.09	0.0	64.9
Вегетационный (IV-X)	101.0	0.116	-0.40	94.6

Из многолетнего ряда суммарного стока рек междуречья подобран реальный год (1968)

близкий по величине к расчетным годовому и вегетационному расходам воды 75% вероятности превышения.

В нижеследующей таблице 4 для подобранного по суммарному стоку в 1968 году приведены средневегетационные расходы воды основных рек междуречья и указана их вероятность превышения P в %.

Приведенная таблица 4 свидетельствует о значительной разнице в водности рек междуречья.

Только р.Талгар имеет средневегетационный расход чуть больше 75% (76,3%), реки Малая и Большая Алматинка более маловодны (88,5%), а остальные 6 рек более многоводны (от 70,2 до 27,8%).

За 1968 год каждой из 9 рек междуречья по кривым распределения определена вероятность превышения годового стока и произведено его распределение внутри года по месяцам.

Таблица 4 – Вероятность превышения лет, P %

№	Река - пост	Вероятность превышения лет, P %	
		1968 год (75%)	
		ср.вег., м ³ /с	P , %
1	р.Чилик – с.Малыбай	45,6	64,2
2	Тургень – с.Тау-Тургень	9,97	70,2
3	Иссык – г.Иссык	7,98	27,8
4	Талгар – г.Талгар	13,7	76,3
5	М.Алматинка – г.Алма-Ата	2,23	88,5
6	Б.Алматинка – г.Алма-Ата	5,12	88,5
7	Аксай – с.Аксай	2,84	68,2
8	Каскелен – г.Каскелен	5,93	58,1

Заклучение

Поливы осуществляются в большинстве по бороздам и полосам. Применение новой поливной техники пока еще не ограничено. Так, орошение с применением гибких шлангов производится на площади около 8 тыс.га. площадь, политая дождевальными установками составила 25,5 тыс.га.

С появлением Капчагайского водохранилища начался процесс подпора грунтовых вод и подъем их уровня, который весьма ощутим в четырех районах междуречья и меньше оказывается в бассейне р.Каскелен, имеющем хорошую естественную дренированность.

Большим недостатком ведения поливного земледелия является несоблюдение агротехники возделывания сельскохозяйственных культур (в том числе и требований, предъявляемых к обработке почвы).

В связи с этим, рекомендуется в междуречье Чилик-Чемолган в будущем проводить переустройство существующих оросительных систем с одновременным, равновеликим по площади, строительством новых.

Благодарность. При подготовке данной статьи были использованы материалы, предоставленные РГП «Казводхоз», Филиалом «БАК им. Д. Кунаева» РГП «Казводхоз» в Алматинской области, бассейновым водохозяйственным управлением, а также фондовые данные РГП «Казгидромет».

Список литературы

1. Байжомартов, А.Ж., Кудайбергенова, С.К. (2021). *Анализ состояния оросительных систем юго-восточного Казахстана*. // Вестник КазНИИВХ, №2, с. 17–24.
2. Сейткалиев, Н.К., Бектурганов, Ж.А. (2020). *Проблемы водообеспечения и пути повышения эффективности использования оросительных систем*. // Вестник аграрной науки Казахстана, №9, с. 45–51.

3. Тлепова, Г.Б., Аманжолов, Е.Ж. (2022). *Ресурсосберегающие технологии в орошаемом земледелии Алматинской области*. // Аграрная наука Евразии, №4(65), с. 102–107.
4. Есжанова, С.К., Абдрахманов, К.Т. (2023). *Устойчивое управление водными ресурсами в условиях изменяющегося климата: опыт Казахстана*. // Вестник КазНАИУ, №3(101), с. 55–63.
5. Рау, А., Калыбекова, Е., Сейтасанов, И., Зулпибекова, С., & Арыстанов, М. (2024). Роль грунтовых вод в культурах хлопкового севооборота Шардаринского массива орошения. *Izdenister Natigeler*, (1 (101), 210–220. <https://doi.org/10.37884/1-2024/21>
6. Tursunov, M., Suleimenov, M., & Kenzhebaev, S. (2021). Water resource management for irrigated agriculture in Kazakhstan: Challenges and policy perspectives. // *Agricultural Water Management*, 248, 106773. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106773>
7. Bekturganov, Z., Mirzabayev, A., & Rakhmatullaev, S. (2016). Hydro-economic modeling of water scarcity under climate change in Central Asia. // *Environmental Earth Sciences*, 75(10), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5604-x>
8. Saparov, A., Shapovalova, A., & Sariyeva, D. (2020). Assessment of irrigation systems' performance in South Kazakhstan. // *Sustainability*, 12(24), 10416. <https://doi.org/10.3390/su122410416>
9. Kuraeva, A., & Tussupova, K. (2022). Water governance and irrigation management in Kazakhstan: Institutional and environmental dimensions. // *Water Policy*, 24(3), 540–553. <https://doi.org/10.2166/wp.2022.024>
10. Abdullaev, I., & Rakhmatullaev, S. (2014). Transformation of water management in Central Asia: From State-centric to stakeholder participation. // *Environmental Earth Sciences*, 73, 849–861. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2889-1>

References

1. Baizhomártov, A.Zh., Kudäïbergenova, S.K. (2021). Analiz sostoianiiâ orositel'nykh sistem iûgo-vostochnoho Kazakhstana. // *Vestnik KazNIIIVKh*, №2, s. 17–24.
2. Seitkaliev, N.K., Bekturganov, Zh.A. (2020). Problemy vodoobespecheniâ i puti povysheniâ effektivnosti ispol'zovaniâ orositel'nykh sistem. // *Vestnik agrarnoi nauki Kazakhstana*, №9, s. 45–51.
3. Tlepova, G.B., Amanzholov, E.Zh. (2022). Resursosberegaiushchie tekhnologii v oroshaemom zemledelii Almatinskoi oblasti. // *Agrarnaia nauka Evrazii*, №4(65), s. 102–107.
4. Eszhanova, S.K., Abdrakhmanov, K.T. (2023). Ustoichivoe upravlenie vodnymi resursami v usloviâkh izmeniaiushchegosia klimata: opyt Kazakhstana. // *Vestnik KazNAIU*, №3(101), s. 55–63.
5. Rau, A., Kalybekova, E., Seïtasanov, I., Zul'pibekova, S., & Arystanov, M. (2024). Rol' gruntovykh vod v kul'turakh khlopkovoho sevooborota Shardarinskogo massiva orosheniâ. *Izdenister Natigeler*, (1 (101), 210–220. <https://doi.org/10.37884/1-2024/21>
6. Tursunov, M., Suleimenov, M., & Kenzhebaev, S. (2021). Water resource management for irrigated agriculture in Kazakhstan: Challenges and policy perspectives. // *Agricultural Water Management*, 248, 106773. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106773>
7. Bekturganov, Z., Mirzabayev, A., & Rakhmatullaev, S. (2016). Hydro-economic modeling of water scarcity under climate change in Central Asia. // *Environmental Earth Sciences*, 75(10), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5604-x>
8. Saparov, A., Shapovalova, A., & Sariyeva, D. (2020). Assessment of irrigation systems' performance in South Kazakhstan. // *Sustainability*, 12(24), 10416. <https://doi.org/10.3390/su122410416>
9. Kuraeva, A., & Tussupova, K. (2022). Water governance and irrigation management in Kazakhstan: Institutional and environmental dimensions. // *Water Policy*, 24(3), 540–553. <https://doi.org/10.2166/wp.2022.024>

10. Abdullaev, I., & Rakhmatullaev, S. (2014). Transformation of water management in Central Asia: From State-centric to stakeholder participation. // Environmental Earth Sciences, 73, 849–861. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2889-1>

М.Б.Арыстанов, А.Ғ.Жандияр, Е.Д.Жапаркулова

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,

arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, 508291@kaznaru.edu.kz,

yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ СУАРУ КӨЗДЕРІ МЕН СУАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Мақалада Алматы облысындағы Шелек - Шамалған арасындағы аймақта орналасқан суару көздері мен суару жүйелерінің қазіргі жағдайы қарастырылды. Шелек – Шамалған аралығындағы суармалы жерлер Алматы облысы халқының негізгі бөлігін ауыл шаруашылығы өнімдерімен қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады және өңірдің азық-түлік қауіпсіздігінің маңызды негізі болып табылады. Негізгі назар аймақтың гидрографиялық және су шаруашылығы сипаттамаларына, соның ішінде су ресурстарын қайта бөлу процесінде Бартогай су қоймасы мен Үлкен Алматы каналының (ҮАК) рөліне аударылған. Оңтайлы суару әдістері, инженерлік инфрақұрылымның жағдайы, суармалы жерлердің көлемі және суару жүйелерінің пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) талданған. Сонымен қатар, өңірдің су ресурстарын қалыптастыратын тоғыз ірі тау өзенінің көпжылдық ағыны ескеріліп, әкімшілік аудандар арасындағы су бөлудің ерекшеліктері көрсетілген. Мақалада ауыл шаруашылығын орнықты дамыту үшін су ресурстарын кешенді басқарудың маңыздылығы атап өтіледі.

Кілт сөздер: суару, суару жүйелері, су ресурстары, пайдалы әсер коэффициенті, су бөлу, ауыл шаруашылығы, өзендер.

M.B. Arystanov, A.G. Zhandiyar, Y.D. Zhaparkulova

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,

arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, 508291@kaznaru.edu.kz,

yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz

ANALYSIS OF IRRIGATION SOURCES AND THE CONDITION OF IRRIGATION SYSTEMS IN THE ALMATY REGION

Abstract

This article examines the sources of irrigation and the current condition of irrigation systems in the Chilik – Chemolgan interfluvial area of the Almaty Region. The irrigated lands of the Shelek–Shamalghan interfluvial play a key role in supplying agricultural products to the majority of the population of Almaty Region, serving as an important foundation for the region's food security. Particular attention is given to the hydrographic and water management characteristics of the region, including the role of the Bartogai Reservoir and the Big Almaty Canal (BAC) in the redistribution of water resources. The paper analyzes the irrigated land areas, the state of engineering infrastructure, irrigation methods used, and the efficiency coefficients (EC) of irrigation systems. It also outlines the specifics of water allocation among administrative districts, taking into account the long-term runoff of nine major mountain rivers that form the region's water resources. The study highlights the importance of an integrated approach to water resource management for sustainable agricultural development.

Keywords: irrigation, irrigation systems, water resources, efficiency coefficient, water allocation, agriculture, rivers.

Вклад авторов: Концептуализация, Курирование данных - МБА; Формальный анализ - ЕДЖ; Методология – МБА, АГЖ; Проверка – ЕДЖ; Написание – обзор и редактирование – МБА, АГЖ.

А.Ф.Жандияр, М.Б.Арыстанов, А.Е.Алдиярова, А.Н.Калмашова*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
508291@kaznaru.edu.kz, arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz,
Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz*

ШЕЛЕК ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Мақалада Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі ең ірі су ағындарының бірі болып табылатын Шелек өзенінің гидрографиялық және гидрологиялық сипаттамасы жан-жақты берілген. Зерттеу барысында көпжылдық бақылаулар негізінде өзен ағыны бағаланды. Бұл ретте корреляциялық әдістерді пайдалану арқылы жетіспейтін деректер қалпына келтіріліп, олардың репрезентативтілігі мұқият тексерілді. Жүргізілген есептеулер нәтижесінде орташа көпжылдық су шығыны 41,8 м³/с деңгейінде екендігі анықталды, ал бақылау қателігі 2–8% аралығында өзгереді. Сонымен бірге, ағынның құбылмалығының айқын белгілері байқалды, олар жылдар арасындағы елеулі ауытқулардан, соның ішінде кейбір кезеңдерде өте төмен мәндерден көрініс тапты. Дегенмен, мұндай ауытқуларға қарамастан, су шаруашылығын жоспарлау ісінде стационарлық тұжырымдаманы қолдану ғылыми тұрғыдан негізделген және тиімді болып қала береді.

Зерттеу нәтижелері су ресурстарын модельдеуде, ирригациялық әлеуетті бағалауда, климаттың өзгеруі жағдайында бейімделу стратегияларын әзірлеуде, сондай-ақ өңірлік экожүйелердің тұрақтылығын талдауда қолдануға болады. Сонымен қатар, жүргізілген есептеулер мен тұжырымдар жерүсті суларын ұтымды пайдалану схемаларын жетілдіру үшін ерекше практикалық маңызға ие және болашақта гидрологиялық режимді болжаудың негізін қалыптастырады. Осылайша, бұл жұмыс су ресурстарын басқару, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету және қоршаған ортаны қорғау саласында шешім қабылдау үшін маңызды ғылыми және қолданбалы база ұсынады.

Кілт сөздер: *гидрология, орташа көпжылдық ағын, сулылығы, корреляциялық әдістер, стационарлық, су ресурстары, климаттық өзгерістер.*

Кіріспе

Шелек өзенінің алабы Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігін қамтиды және күрделі гидрографиялық құрылымымен ерекшеленеді. Таулы бөлігінде өзен, негізінен мұздық және қар сулары есебінен қоректенетін 45-тен астам салаларды қабылдайды. Олардың ішіндегі ең ірілері – Жіңішке, Сарыбұлақ және Ассы өзендері. Төменгі ағысында, гидрометриялық бекеттен шамамен 4 – 5 км төмен орналасқан сағасы бөлігінде, Шелек өзеніне Тереңқара өзенінің сол жақ саласы құяды. Шелек өзенінің Қапшағай су қоймасына құяр тұсындағы сағалық аймағы батпақтануымен сипатталады. Бұл өзен арнасының еңістігінің аздығына және ағынның баяу қалпына байланысты [1].

Гидрологиялық сипаттамаларына сәйкес, Шелек – мұздықпен қоректенетін биік таулы өзендер типіне жатады. Ең мол су өтімі жаз мезгілінде (мамыр–тамыз) байқалады, бұл мұздықтардың қарқынды еруімен байланысты. Осыған орай, өзен жоғары сулылығымен және су өтімінің маусымдық ауытқуларының айқындылығымен ерекшеленеді.

Қарастырылып отырған аумақтың климаты тұтастай континенттік болып табылады, бірақ ол аймақтың едәуір кеңдігіне және рельефтегі айқын айырмашылықтарға байланысты айтарлықтай өзгереді. Жазық және аласа таулы аймақтардың климатының негізгі сипаттамалары жыл бойынша да, күн сайын да температураның ауытқуының жоғары амплитудасы, суық қыс, сондай-ақ ұзақ, ыстық және құрғақ жаз болып табылады.

[1] зерттеу жұмысында негізгі дереккөз ретінде өзен бойындағы екі гидрологиялық бекет қарастырылған: Малыбай ауылы тұстамасындағы және Бартоғай су қоймасындағы. Малыбай бекетінде жүргізілген ұзақмерзімді бақылау (1956–2018 жж., 48 жыл) негізінде өзен ағынының және Бартоғай су қоймасының гидрологиялық сипаттамалары анықталған. Есептеулер нәтижесінде су қоймасының табиғи су ресурстарының орташа жылдық көлемі 971,04 млн.м³ екендігі көрсетілген, бұл мәліметтер оның суармалау, шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктерді қамтамасыз ету және өзен ағынын маусымдық реттеу мақсатында кеңінен пайдаланылатынын дәлелдейді. Сондай-ақ соңғы онжылдықтарда өзен режиміндегі өзгерістердің антропогендік факторлармен, атап айтқанда суармалау үшін су алу, халық шаруашылығының басқа да қажеттіліктері, өзенге қайтарынды сулардың түсуі, су қоймалары мен тоғандардың салынуы сияқты әрекеттермен тікелей байланысты екендігі атап өтілген.

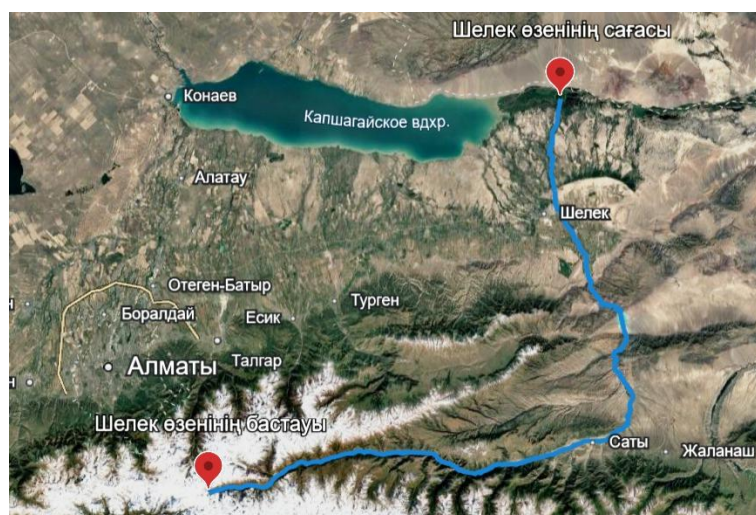
Сонымен қатар, Шелек өзені суының лайлылығының жоғары болуымен де ерекшеленеді. Бұл өзен арнасы мен су жинау алабындағы белсенді эрозиялық үдерістермен түсіндіріледі. Бартоғай су қоймасы салынғанға дейін, Малыбай ауылы маңында өзен суының орташа жылдық лайлылығы 738 г/м³ болған. Су ағынын реттеу және лайларды тұндыру қызметін атқаратын су қоймасы пайдалануға берілгеннен кейін бұл көрсеткіш 12 есе азайып, шамамен 82 г/м³ деңгейіне дейін төмендеді. Бұл өзгеріс суару жүйелерінің жұмыс жағдайына оң әсер етіп, каналдар мен су алу құрылыстарының лайлану қаупін азайтты [2].

Әдістер мен материалдар

Шелек өзені ауыл шаруашылығының қажеттіліктері үшін сумен қамтамасыз етудің маңызды көзі болып табылады және оның гидрологиялық режимі аймақтың суару әлеуетін қалыптастыруға айтарлықтай әсер етеді. Шелек өзенінің қазіргі гидрологиялық жағдайын зерттеу барысында бақылау деректерін жүйелеу, статистикалық талдау және гидрологиялық есептеулер қолданылған.

Кесте 1 – Өзендердің негізгі гидрографиялық сипаттамалары

Су ағынының атауы	Құятын жері	Сағадан қашықтығы, км	Су ағынының ұзындығы, км	Су жинау алаңы, км ²
Шелек өзені	Қапшағай су қоймасы	-	245	4980



Сурет 1 – Шелек өзенінің географиялық орналасу картасы

Өңірдегі ең ірі гидротехникалық құрылыс Үлкен Алматы каналы (ҰАК) болып табылады. Бартоғай су қоймасымен бірге ол Түрген, Есік, Талғар, Үлкен және Кіші Алматы, Қаскелең және Шамалған өзендерінің бассейндері бойынша су тарату мақсатында Шелек өзенінің ағынын реттеу үшін қызмет етеді.

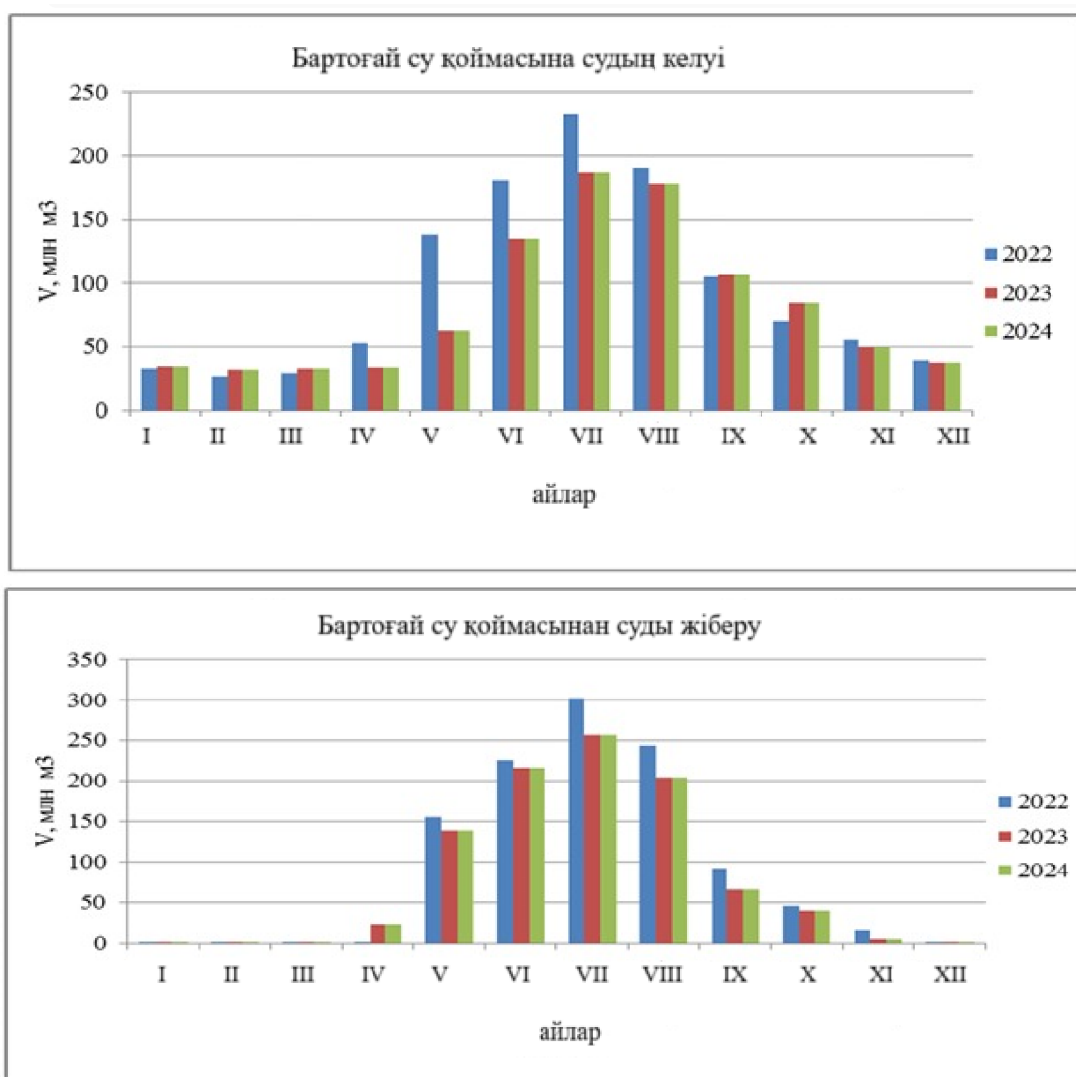
Нәтижелер және талқылау

Суармалау мақсатында судың қарқынды алынуы және тау етегіндегі аудандарда сүзілудің (инфильтрацияның) айтарлықтай шығындарына байланысты, көптеген салалар өз суларын Іле өзеніне дейін жеткізе алмайды. Алаптың табиғи жағдайларының әртүрлілігі мен күрделі жер бедері жыл бойы Іле өзенінің қоректенуі мен су режимінде айтарлықтай айырмашылықтардың болуына әсер етеді. Зерттеліп отырған өзендердің су ағынының негізгі бөлігі көктем-жаз мезгіліне (наурыздан қазанға дейін) тиесілі [3–5]. Өзендердің қоректенуі маусымдық қар қоры, жауын-шашын және жер асты сулары, сондай-ақ мәңгі қар мен мұздықтардың еруі есебінен қамтамасыз етіледі. Жауын-шашынмен келетін ағын, негізінен қар суының тасқыны кезінде қалыптасып, шамамен 10%-ды құрайды. Орта есеппен 30%-ын құрайтын жер асты сулары да өзендердің қоректенуінде маңызды рөл атқарады. Жер бедерінің биіктігіне байланысты климаттық жағдайлар мен топырақ-бедерлік факторлар өзгеріп, бұл өзендердің қоректену түріне әсер етеді. Биік таулы аймақтарда өзендердің негізгі қорек көзі — қазіргі мұздану процесі болып табылады. Ал орташа және аласа таулы өңірлерде маусымдық қар жамылғысының, сұйық жауын-шашынның және жер асты суларының маңызы артады. Бұл аймақ табиғи алуантүрлілігімен ерекшеленеді, Балқаш маңының құмды шөлдерінен бастап, мәңгі қар мен мұздықтарға дейінгі ландшафттар кездеседі [6–7].

Шелек өзені мен Бартоғай су қоймасының құрылысы, сондай-ақ Үлкен Алматы арнасының салынуы Шелек пен Шамалған өзендері аралығындағы өзенаралық аймақтағы бытыраңқы су шаруашылығы жүйелерін біріктіріп, бірыңғай су шаруашылығы құрылымын құруға мүмкіндік берді. Үлкен Алматы арнасы Шелек өзенінің ағысын Түрген, Есік, Талғар және Қаскелең өзендерінің алаптарына бұру үшін қолданылады. Тау өзендерінің ірі және ұсақ су алу орындарында суармалау жүйелері үшін гидротораптар салынған. Өзенаралық аймақтың жазық бөлігінде, атап айтқанда Талғар мен Қаскелең өзендерінің алаптарында, жалпы көлемі 97 млн м³ болатын көптеген су қоймалары мен тоғандар орналасқан. Бұл су қоймалары тау өзендерінің және Қарасу арнасының бос ағынын жинақтап, негізінен суармалау және балық шаруашылығы мақсатында пайдаланылады. Шелек өзенінің бойындағы көпжылдық су алу және су жіберу деректері 1-суретте келтірілген.

2024 жылғы вегетациялық кезеңде Бартоғай су қоймасынан жалпы көлемі 1 282,940 млн м³ су жіберілді. Шелек өзенінің арнасынан суармалау мақсатында алынған су көлемі осы кезеңде 677,264 млн м³ құрады. Оның ішінде: ҰАК-тың жоғары жағында – 77,950 млн м³, ҰАК-тың төменгі жағында – 299,735 млн м³, ҰАК арқылы – 299,578 млн м³ құрады.

Шелек өзенінің (Бартоғай су қоймасынан жоғары бөлігінде) көпжылдық гидрологиялық деректер жиналып, жүйелендірілді. Кейбір бақылау кезеңдерінде деректердің үзілістері анықталып, олар корреляциялық есептеулер арқылы қалпына келтірілді. Кейін бұл деректер айлық негізде қалпына келтіріліп, репрезентативтілігі тұрғысынан тексерілді [8–10]. Статистикалық есептеулердің нәтижелері 2-кестеде ұсынылған.



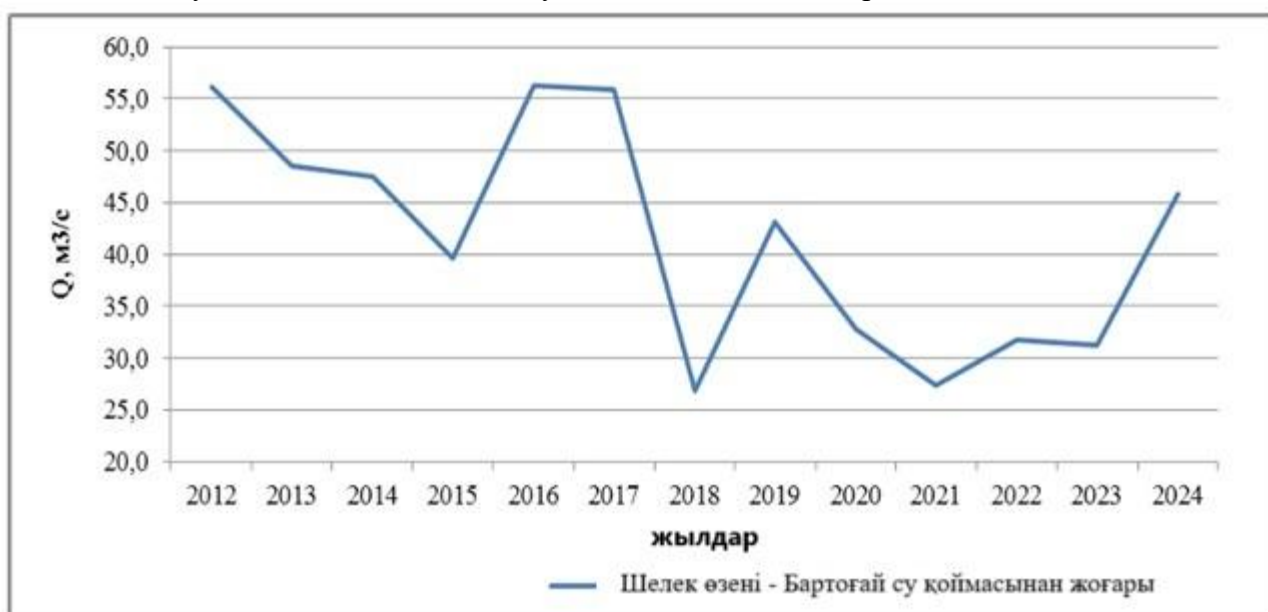
Сурет 1 – Шелек өзені – Бартоғай су қоймасы

Кесте 2 - Шелек өзенінің статистикалық сипаттамалары

Өзен-бекет	Бақылау кезеңі	N	$Q_{ср}$, м ³ /с	$\delta Q_{ср}$, %	C_v	δ_{C_v} , %	C_s
Шелек өзені – Бартоғай су қоймасынан жоғары	2012 - 2024	13	41,77	7,2	0,26	20,26	0,017

Есептеулер үшін бақылау ұзақтығы 10 жылдан асатын деректер пайдаланылды. Шелек өзеніндегі (Бартоғай су қоймасынан жоғары) орташа көпжылдық су шығыны 41,8 м³/сек-ті құрайды. Деректердің репрезентативтілігі 20%-дан аспайды, ал бақылау қатесі 2-ден 8%-ға дейін өзгереді. Бұл олардың өкілділігі мен сапасының қанағаттанарлық деңгейде екенін растайды және гидрологиялық есептеулер үшін жарамды етеді. Қазіргі гидрология ондаған жылдар бойы өзендердің су молшылығы немесе жылдық ағын белгілі бір орташа мәnnің маңында тербеліп тұрады деген қарапайым болжамға негізделген. Бұл мән жылу мен ылғалдылықтың өзен алабы үшін арақатынасы арқылы анықталатын маңызды гидроклиматтық сипаттама болып табылады және ол "орташа көпжылдық ағын" деп аталады. Бұл көрсеткіш гидрологиялық есептеулердегі стационарлық (тұрақтылық) принципіне сәйкес келеді, яғни гидрологиялық үдерістер мен оларды сипаттайтын негізгі параметрлердің тұрақтылығы болжанады. Алайда, шын мәнінде, гидрологиялық үдерістер де басқа табиғи құбылыстар сияқты кеңістікте де, уақытта да бейстационарлы болып табылады. Дегенмен,

гидротехникалық құрылыстардың салыстырмалы түрде қысқа мерзімді (ондаған, сирек жағдайда жүздеген жылдық) пайдалану мерзімін және ағын параметрлерінің (норма, өзгергіштік және асимметрия) нақты деректер бойынша есептелуіндегі үлкен қателіктерді ескере отырып, стационарлық болжамын қолайлы деп есептеуге болады. 2-суретте Шелек өзенінің көпжылдық су ағынының гидрографы көрсетілген. Барлық гидрологиялық деректер 2024 жылғы 20 желтоқсанды қоса алғандағы кезеңге дейін ұсынылған. Шелек өзенінің орташа көпжылдық су ағыны – $41,8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Көпжылдық ағын динамикасын талдау 2015–2016 жылдары салыстырмалы жоғары су молшылығы болғанын, ал одан кейін ағынның күрт ауытқып, оның ішінде елеулі төмендеулер мен шарықтау кезеңдері байқалғанын көрсетті. 2018 жылы, бақылау кезеңіндегі ең төменгі су ағыны – $22,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ тіркелді.



Сурет 2 – Шелек өзенінің көпжылдық гидрографы

Қорытынды

Шелек өзенінің гидрологиялық режиміне жүргізілген талдау (Бартоғай су қоймасынан жоғары учаскеде) Іле Алатауының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі ең ірі су ағынының сулылығы туралы көпжылдық деректерді жүйелеуге және нақтылауға мүмкіндік берді. Ұзақ бақылау кезеңінің деректері негізінде (10 жылдан астам), корреляциялық әдістерді қолдана отырып, репрезентативтілікті тексерумен шамамен $41,8 \text{ м}^3/\text{с}$ құрайтын орташа жылдық су өтімі анықталды. Бақылау қателігі 2-8% аралығында өзгереді, бұл кейінгі гидрологиялық есептеулер үшін ақпараттың қолайлы сапасын растайды.

Гидрологиялық үдерістердің стационарлығын негізге алатын есептік тәсілдердің көпшілігіне қарамастан, Шелек өзенінің көпжылдық гидрографына жүргізілген талдау **ағынның бейстационарлық белгілерін** көрсетеді. Бұл белгілер **жылдар арасындағы су шығынының едәуір ауытқуларымен** сипатталады. Атап айтқанда, **2015–2016 жылдардағы** салыстырмалы түрде су мол жылдардан кейін, **өзеннің су мөлшерінде күрт ауытқулар** байқалды. Олардың ішінде **2018 жылы** тіркелген айқын минимум ерекшеленеді – осы жылы су шығыны $22,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ дейін төмендеп, **бақылау кезеңіндегі ең төменгі мәнді** көрсетті.

Алынған нәтижелер өзен бассейнінің су ресурстарын одан әрі модельдеу, суару әлеуетін бағалау және климаттық өзгерістерге бейімделу шараларын әзірлеу үшін ғылыми негізделген базаны жасауға мүмкіндік береді.

Алғыс. Осы мақаланы дайындау барысында «Қазсушар» РМК, Алматы облысындағы «Д.Қонаев атындағы ҰАК» филиалы, бассейндік су шаруашылығы басқармасы ұсынған материалдар, сондай-ақ «Қазгидромет» РМК-ның қор деректері пайдаланылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Жандияр , А., Алдиярова, А., Муханбет , Е., Амантай, Б., & Муратова , А. (2023). Анализ современного состояния бассейна реки Шелек. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 155–164. <https://doi.org/10.37884/1-2023/18>
2. Асанов, Ш.Ш., Сейсенов, Д.К. (2020). Гидрологические характеристики рек Заилийского Алатау в условиях изменения климата. *Вестник Казахского национального университета им. аль-Фараби. Серия География*, №2(69), с. 34–43.
3. Искакова, Ш.М., Баймурзина, Г.А. (2018). Анализ состояния оросительных систем юго-востока Казахстана. *Известия НАН РК. Серия сельскохозяйственных наук*, №6, с. 56–63.
4. Tursunov, M., & Karimov, A. (2021). Water productivity and irrigation efficiency in Central Asia: A case study of Kazakhstan. *Agricultural Water Management*, 243, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106473>
5. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., et al. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
6. Абдрахманова, Ш.К., Нургалиева, Г.Т. (2022). Малые реки Заилийского Алатау и их роль в водоснабжении Алматинской области. *Вестник Института географии и водной безопасности*, №3(21), с. 12–20.
7. Yilmaz, M., & Eris, E. (2020). Evaluation of the performance of irrigation systems in arid regions using performance indicators. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 724–736. <https://doi.org/10.1002/ird.2449>
8. Жанибеков, Ж.К., Алиев, Б.С. (2019). Влияние климатических изменений на водный сток рек юго-восточного Казахстана. *Труды КазНИИВХ*, №1(85), с. 45–53.
9. Kozhakhmetov, S., & Satayeva, S. (2023). Assessment of hydrological nonstationarity in mountain river basins of Kazakhstan. *Environmental Earth Sciences*, 82(9), 245. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11111-z>
10. Siegfried, T., Bernauer, T., Guiennet, R., et al. (2012). Will climate change exacerbate water stress in Central Asia? *Climatic Change*, 112, 881–899. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>

References

1. Zhandijar, A., Aldijarova, A., Mukhanbet, E., Amantaj, B., & Muratova, A. (2023). Analiz sovremennogo sostojanija bassejna reki Shelek. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 155–164. <https://doi.org/10.37884/1-2023/18>
2. Asanov, Sh.Sh., Sejsenov, D.K. (2020). Gidrologicheskie harakteristiki rek Zailijskogo Alatau v uslovijah izmenenija klimata. *Vestnik Kazahskogo nacional'nogo universiteta im. al'-Farabi. Serija Geografija*, №2(69), s. 34–43.
3. Iskakova, Sh.M., Bajmurzina, G.A. (2018). Analiz sostojanija orositel'nyh sistem jugo-vostoka Kazahstana. *Izvestija NAN RK. Serija sel'skohoz'jajstvennyh nauk*, №6, s. 56–63.
4. Tursunov, M., & Karimov, A. (2021). Water productivity and irrigation efficiency in Central Asia: A case study of Kazakhstan. *Agricultural Water Management*, 243, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106473>
5. Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., et al. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97(4), 528–535. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>
6. Abdrahmanova, Sh.K., Nurgalieva, G.T. (2022). Malye reki Zailijskogo Alatau i ih rol' v vodosnabzhenii Almatinskoj oblasti. *Vestnik Instituta geografii i vodnoj bezopasnosti*, №3(21), s. 12–20.
7. Yilmaz, M., & Eris, E. (2020). Evaluation of the performance of irrigation systems in arid regions using performance indicators. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 724–736. <https://doi.org/10.1002/ird.2449>
8. Zhanibekov, Zh.K., Aliev, B.S. (2019). Vlijanie klimaticheskikh izmenenij na vodnyj stok rek jugo-vostochnogo Kazahstana. *Trudy KazNIIVH*, №1(85), s. 45–53.

9. Kozhakhmetov, S., & Satayeva, S. (2023). Assessment of hydrological nonstationarity in mountain river basins of Kazakhstan. *Environmental Earth Sciences*, 82(9), 245. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-11111-z>

10. Siegfried, T., Bernauer, T., Guennet, R., et al. (2012). Will climate change exacerbate water stress in Central Asia? *Climatic Change*, 112, 881–899. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>

А.Ф.Жандияр, М.Б.Арыстанов*, А.Е.Алдиярова, А.Н.Калмашова

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,

Казахстан, 508291@kaznaru.edu.kz, arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz,

ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ ШЕЛЕК

Аннотация

В работе представлена гидрографическая и гидрологическая характеристика реки Шелек, являющейся одним из крупнейших водотоков юго-восточной части Заилийского Алатау. На основе многолетних наблюдений проведён анализ водоносности, включая восстановление пропущенных данных с использованием корреляционных методов и последующую проверку их репрезентативности. Определено, что среднемноголетний расход воды составляет 41,8 м³/с при погрешности наблюдений от 2 до 8%. Установлены признаки нестационарности стока, выражающиеся в значительных межгодовых колебаниях, включая экстремально низкие значения в отдельные годы. Несмотря на эти отклонения, использование концепции стационарности остаётся оправданным в рамках водохозяйственного планирования. Результаты исследования могут быть использованы для последующего моделирования водных ресурсов, оценки ирригационного потенциала и разработки адаптационных стратегий в условиях климатических изменений.

Дополнительно следует отметить, что проведённые расчёты и выводы представляют практическую ценность для разработки схем рационального использования поверхностных вод, а также могут служить основой для прогнозирования гидрологического режима в будущем. Таким образом, работа формирует научную и прикладную базу для принятия управленческих решений в области водопользования и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: гидрология, среднемноголетний сток, водоносность, корреляционные методы, стационарность, водные ресурсы, климатические изменения.

A.G. Zhandiyar, A.B.Arystanov*, A.E. Aldiyarova, A.N. Kalmashova

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, 508291@kaznaru.edu.kz,

arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz, ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz,

Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

HYDROGRAPHIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SHELEK RIVER

Abstract

The study presents the hydrographic and hydrological characteristics of the Shelek River, one of the largest watercourses in the southeastern part of the Zailiysky Alatau. Based on long-term observations, an analysis of water availability was carried out, including the reconstruction of missing data using correlation methods and subsequent verification of their representativeness. It was determined that the average long-term water discharge is 41.8 m³/s, with an observation error ranging from 2 to 8%. Signs of non-stationarity in runoff were identified, manifested in significant interannual fluctuations, including extremely low values in certain years. Despite these deviations, the use of the stationarity concept remains justified within the framework of water management planning. The results of the study can be applied for further water resource modeling, assessment of irrigation potential, and the development of adaptation strategies under climate change conditions.

In addition, it should be noted that the calculations and conclusions obtained have practical value for the development of schemes for the rational use of surface waters and can also serve as a

basis for forecasting the hydrological regime in the future. Thus, this work provides a scientific and applied foundation for making management decisions in the field of water use and environmental protection.

Keywords: hydrology, mean multi-year runoff, water capacity, correlation methods, stationarity, water resources, climate change.

Авторлардың үлесі: Концептуализация, деректерді қадағалау – АЕА, МБА; Ресми талдау – АЕА, АҒЖ; Өдістеме – МБА, АЕА, АНК; Тексеру – АЕА, АҒЖ; Жазу – шолу және редакциялау – АҒЖ, МБА, АНК.

МРНТИ 68.31.01

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/58>

Н.К.Турманбетов¹, Г.С.Айтхожаева^{1}, А.Зермухамед¹, В.Гурскиене²*

*¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, g.aitkhozhayeva@mail.ru**

²Университет Вирджинии Великого; г. Каунас, Литва, virginija.gurskienelt@gmail.com

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация

Экологическая ситуация, сложившаяся в агропромышленном комплексе Казахстана, несмотря на некоторые позитивные изменения, остается неблагоприятной. В последние годы наиболее пристальное внимание уделяется плодородию земель и устойчивой тенденции уменьшения площадей наиболее ценных сельскохозяйственных угодий без применения мелиоративных мероприятий. Статья посвящена анализу текущего состояния сельскохозяйственных угодий Алматинской области под воздействием техногенных факторов, которые в последние годы усиливаются в связи с ростом промышленной и транспортной активности. Целью данной статьи является выявление масштабов и характера изменений в качестве земель, оценка влияния антропогенной нагрузки на агроэкосистемы региона и предложение путей минимизации негативных последствий. В статье использованы следующие методы: монографический и статистической обработки данных, а также анализ полевых исследований. Полученные результаты показывают нарастание проблем засоления, загрязнения тяжёлыми металлами и снижение биологической активности почв. Особенно подвержены деградации зоны, прилегающие к промышленным кластерам и основным транспортным коридорам. В заключение даны выводы о необходимости корректировки земельной политики, внедрения технологий устойчивого землепользования и усиления межведомственного экологического контроля для обеспечения продовольственной безопасности региона.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, техногенное воздействие, почвенная деградация, земельные ресурсы, экологическая устойчивость, агроэкология, мониторинг земель, устойчивое землепользование.

Введение

Окружающая среда Алматинской области претерпевает в последние десятилетия высокие техногенные нагрузки энергетического характера, добывающий предприятий и агропромышленного комплекса. В некоторых районах сложилась крайне негативная экологическая обстановка. Наиболее опасными проявлениями являются деградация почв, техногенное опустынивание, загрязнение водных ресурсов и сокращение биоразнообразия.

Как показывают исследования многих ученых для районов Алматинской области характерен ряд процессов, приводящих к тому или иному проявлению экологической дестабилизации. Наряду с деградацией пастбищ и почв, вырубкой лесов, также наблюдается тенденция роста численности новых форм хозяйствования, в том числе и крестьянских хозяйств [1,2]. При сложившейся ситуации для изучения и решения всего многообразия техногенных нарушений в Алматинской области требуется тщательный анализ данных и результатов предыдущих исследований. Цель данной статьи – выявление масштабов и характера изменений в качестве земель, анализ текущего состояния использования сельскохозяйственных земель, раскрытие понятия «техногенные нарушения», анализ влияния антропогенной нагрузки на агроэкосистемы области и минимизации последствий.

Методы и материалы

Работы отечественных ученых, таких как Тлеулесова А., Токбергенова А., Айтхожаева Г., Жилдикбаева А., а также ряда зарубежных исследователей в области анализа и оценки состояния сельскохозяйственных земель, а также техногенных нарушений послужили концептуальной и методологической основой данного исследования [1,12,13,14].

Информационной базой исследования стали статистические данные Министерства сельского хозяйства РК и Комитета по управлению земельными ресурсами РК за **2022–2024 годы**, а также сводные доклады научных организаций. Использовались работы отечественных и зарубежных ученых последних десяти лет (2014–2024 гг.). Дополнительно, были проанализированы результаты полевых исследований в Енбекшиказахском, Талгарском и Балхашском районах Алматинской области. В ходе экспедиций произведён отбор проб почв и визуальное обследование сельскохозяйственных угодий.

Результаты и обсуждение

Сельское хозяйство является одним из базовых секторов экономики Алматинской области и оказывает значительное влияние на социально-экономическое развитие региона. В последние годы наблюдается рост сельскохозяйственного производства, что, с одной стороны, способствует укреплению продовольственной безопасности, росту занятости и экспорта, а с другой – сопровождается повышенной нагрузкой на земельные ресурсы, в том числе под влиянием техногенных факторов.

По итогам 2024 года валовый выпуск сельскохозяйственной продукции в области составил 679,2 млрд. тенге, что способствует 7% валового регионального продукта. Регион занимает лидирующие позиции по производству мяса, абрикосов и продукции птицеводства, а также входит в тройку лидеров по выращиванию свеклы, овощей и по численности мелкого рогатого скота [3].

Современное развитие агропромышленного комплекса Алматинской области сопровождается ростом антропогенной нагрузки на земельные ресурсы. Запуск мясокомбинатов, откормочных площадок, тепличных хозяйств и промышленных перерабатывающих заводов — с одной стороны, способствует развитию экономики, но с другой — усиливает давление на почвенный покров, пастбищные и орошаемые угодья.

Техногенные нарушения в сельском хозяйстве представляют собой изменения природных свойств почв, структуры земельного покрова и функционирования агроландшафтов, вызванные деятельностью человека. В отличие от природных процессов, такие изменения являются прямым или косвенным следствием производственной, строительной, инженерной и иной хозяйственной активности [5].

К числу наиболее распространённых форм техногенных нарушений относятся: **уплотнение почвенного слоя** в результате использования тяжёлой сельскохозяйственной техники; **химическое загрязнение почв** остатками минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов и тяжёлых металлов; **нарушение водно-солевого режима** орошаемых земель, приводящее к засолению и вторичному заболачиванию; **разрушение структуры почвы** из-за эрозионных процессов, возникающих при нарушении агротехнических приёмов и отсутствии защитного растительного покрова; **необоснованное изъятие сельскохозяйственных земель** под промышленные объекты, логистику, жилую и инженерную инфраструктуру [6].

Таким образом, техногенные нарушения следует рассматривать как один из ключевых факторов деградации земель, требующий особого внимания при формировании политики устойчивого землепользования и стратегического планирования аграрного развития.

Техногенные факторы — это совокупность воздействий, возникающих в результате деятельности человека и направленных на изменение природной среды, в том числе компонентов агроэкосистем. В сельском хозяйстве под техногенными факторами понимаются физические, химические и биологические воздействия, обусловленные использованием сельскохозяйственной техники, применением удобрений и агрохимикатов, ирригацией, строительством производственной инфраструктуры, транспортных и мелиоративных систем [5].

Эти факторы играют ключевую роль в трансформации почвенного покрова, гидрологического режима и биоразнообразия земель, влияя на их продуктивность, экологическую устойчивость и способность к восстановлению. При отсутствии комплексного мониторинга и регулирования техногенные факторы могут привести к деградации земель, снижению плодородия, нарушению структуры почв и другим негативным экологическим последствиям.

В последние годы отмечается локальное загрязнение почв тяжелыми металлами в пригородных и агропромышленных зонах Алматинской области. Источниками поступления свинца (Pb), кадмия (Cd), меди (Cu) и цинка (Zn) становятся как промышленные предприятия, так и агрохимикаты, используемые при интенсивном овощеводстве и кормовом производстве. Наибольшую уязвимость демонстрируют: почвы тепличных комплексов (в результате накопления остатков удобрений); земли, прилегающие к транспортным артериям и перерабатывающим предприятиям, а также ирригационные участки с недостаточной системой дренажа. Токсичность тяжелых металлов приводит к снижению продуктивности сельхозугодий, нарушению микробиологического состава почвы и накоплению вредных веществ в продукции растениеводства и животноводства [7,8].

Анализ показал, что в последние годы наибольшие проблемы деградации проявляются в районах с интенсивной хозяйственной и транспортной активностью. В частности, **Енбекшиказахский район (окрестности г. Есик), Талгарский район и пригородная зона г. Конаев** характеризуются локальным засолением, накоплением тяжёлых металлов и снижением микробиологической активности почв.

В предгорных и орошаемых зонах выявлены процессы вторичного засоления и эрозии. Вблизи тепличных комплексов и перерабатывающих предприятий зафиксировано накопление свинца (Pb), кадмия (Cd), меди (Cu) и цинка (Zn). Эти изменения подтверждают тенденцию снижения экологической устойчивости агроландшафтов. В Енбекшиказахском районе выявлено локальное загрязнение почв тяжёлыми металлами (Pb, Cd, Cu, Zn) вблизи тепличных комплексов и автодорог. Биологическая активность почв снижена на 15–20 % по сравнению с контрольными участками. В Талгарском районе зафиксировано вторичное засоление орошаемых земель. Площадь деградированных земель составляет около **8–10 %** от общей пашни района. В пригородной зоне г. Конаев выявлено уплотнение почвы от сельхозтехники и локальное накопление нефтепродуктов и тяжёлых металлов вдоль транспортных коридоров. В Балхашском районе уровень засоленности пастбищных почв увеличился на 12 % по сравнению с данными 2020 г. [15,16,17].

Алматинская область, обладая общей площадью 10 508,9 тыс. га, характеризуется высокой степенью освоенности и агропромышленной активности. Земли сельскохозяйственного назначения составляют 4 526,7 тыс. га (43,1 % от общего фонда региона), что несколько ниже республиканского уровня (44,3 %), но отражает специфику региона как зоны с интенсивным развитием инфраструктуры, промышленности и плотной сельской застройки.

Структура сельскохозяйственных угодий представлена преимущественно пастбищами — 3 872,4 тыс. га (86,6 %), что обусловлено животноводческой специализацией и природными условиями региона. При этом пашня занимает лишь 469,2 тыс. га (10,5 %), а площади,

отведённые под многолетние насаждения и залежи, составляют менее 2 %. Такая диспропорция свидетельствует о необходимости рационализации землепользования и диверсификации сельхозпроизводства [4].

Алматинская область характеризуется большим разнообразием почв: от каштановых до сероземов, особенно в юго-западной и предгорной зоне. В условиях растущего техногенного воздействия — расширения промышленных объектов, строительства и интенсивного сельхозпроизводства — наблюдаются следующие тенденции: угрозы эрозии в горных и предгорных районах; повышение уровня засоления и солонцеватости на пастбищах; истощение пахотных почв, особенно без внесения органических удобрений; загрязнение почв минеральными удобрениями и пестицидами.

Таблица 1. Основные почвенные и мелиоративные характеристики сельскохозяйственных земель Алматинской области

Показатель	Характеристика
Преобладающие типы почв	Серо-каштановые, темно-каштановые, луговые
Уязвимые зоны	Орошаемые участки
Основные угрозы	Засоление, эрозия, уплотнение почв
Минерализация грунтовых вод	Средняя до высокой
Глубина залегания грунтовых вод	Менее 1,5 м.
Наличие участков с деградацией	Имеются, особенно в местах интенсивного землепользования

Важным фактором является состояние почвенного покрова, который, согласно данным таблицы 1, имеет высокую экологическую и аграрную неоднородность в пределах региона. Географическое положение Алматинской области определяет широкое разнообразие почвенно-климатических условий, от пустынных до предгорных и среднегорных.

Так, на сухой, жаркой и резко континентальной территории Балхаш-Алакольской впадины и Прибалхашской пустынной равнины, включая песчаные массивы Сары-Ишикотрау, Таукум, Сарытаукум и Мойынкум, сформировались преимущественно северные светлые серозёмы, пески, серо-бурые, такыровидные почвы. Эти ландшафты отличаются низким уровнем естественного плодородия, малой влагоёмкостью и подверженностью к ветровой эрозии при сельскохозяйственном использовании.

В условиях умеренно жаркой Илийской межгорной долины и предгорных пустынных равнин преобладают обыкновенные серозёмы, луговые и пойменные луговые почвы, в том числе засоленные и солонцеватые. Это земли с более высоким агропотенциалом, но и с выраженной мелиоративной нагрузкой. Неправильное орошение и несоблюдение водного режима приводят к вторичному засолению и деградации [10].

В зонах предгорных равнин Заилийского и Джунгарского Алатау, а также на сухих склонах Кетменского хребта, в пределах пустынно-степной зоны, формируются светло-каштановые почвы, в то время как более высокие и умеренно увлажнённые участки предгорий представлены тёмно-каштановыми и горными тёмно-каштановыми почвами. Эти почвы обладают высоким потенциалом, но при этом чувствительны к техногенным нагрузкам — уплотнению, эрозии и химическому загрязнению.

В отдельных районах возможно накопление тяжелых металлов и нефтепродуктов, а также активное освоение территории такие как прокладка автодорог, расширение жилых массивов, строительство теплиц и промышленных объектов приводит к увеличению площади нарушенных земель. Особенно это заметно в пригородной зоне Конаева, Талгара и Каскелена.

Таблица 2. Основные виды техногенного воздействия на сельскохозяйственные земли.

Виды воздействия	Последствия
Чрезмерное применение удобрений и пестицидов	Загрязнение почв, снижение микробиоты
Нарушение режима орошения	Засоление, заболачивание
Уплотнение почвы сельскохозяйственной техникой	Уменьшение водо-воздухопроницаемости
Промышленное загрязнение	Токсичные элементы в почве

По таблице 2 можно увидеть отражение основных техногенных факторов, оказывающих негативное влияние на сельскохозяйственные земли. Среди них:

- чрезмерное и несбалансированное использование агрохимикатов,
- нарушение оросительных систем и режимов,
- механическое уплотнение почв тяжёлой техникой,
- локальное загрязнение почв вблизи промышленных объектов.

За последние два года в Алматинской области было выявлено 612,8 тыс. га неиспользуемых сельскохозяйственных угодий. Это значительная площадь, указывающая на системную проблему нерационального землепользования. К началу 2024 года ситуация улучшилась: показатель сократился до 393,1 тыс. га, из которых 81,4 тыс. га уже возвращены в государственную собственность. Возврат осуществлялся как в судебном порядке (31,9 тыс. га), так и добровольно (49,4 тыс. га). Данная динамика свидетельствует о том, что инструменты государственного контроля и цифрового мониторинга землепользования дают конкретные и измеримые результаты. При этом необходимо учитывать, что неиспользование земель — лишь один из индикаторов неблагополучия.

Анализ текущих инвестиционных процессов в агросекторе региона подтверждает растущую техногенную нагрузку на земельные ресурсы. Так, в Кегенском районе завершён запуск мясокомбината ТОО «Кеген МясПром» мощностью до 3 000 тонн в год, в Балхашском и Енбекшиказахском районах развиваются откормочные площадки на сотни голов крупного рогатого скота, а в Талгарском районе модернизирован тепличный комплекс, что отражает стремление к интенсификации производства и круглогодичному обеспечению продовольственной безопасности [9].

Особое внимание привлекают масштабные проекты с международным участием: строительство завода **PepsiCo Central Asia** по переработке картофеля (21 тыс. тонн в год); проект сахарного завода **Al Khaleej Sugar** мощностью до 5 млн тонн; агропромышленный парк с глубокой переработкой зерна (инвестор — AGRIFARM CO., LTD и Human Capital). Эти инициативы, с одной стороны, способствуют росту валового регионального продукта и занятости, а с другой — усиливают давление на плодородные земли, особенно в предгорных и ирригационных зонах.

В условиях нарастающего техногенного воздействия особую актуальность приобретает **вопрос модернизации ирригационной инфраструктуры**, как один из факторов сдерживания деградации земель. После административного деления области реализуется 12 проектов по восстановлению оросительных сетей. В результате уже на первом этапе планируется вернуть в сельхозоборот 57 тыс. га. Всего в рамках соглашения с Исламским банком развития в 2024 году на проекты в Алматинской области направлено более 260 млрд тенге. Важным направлением борьбы с неэффективным землепользованием стало выявление и возврат в госсобственность **445,5 тыс. га неиспользуемых сельхозугодий**. Это способствует как формированию более устойчивой модели распределения земель, так и недопущению монополизации агроресурсов [8,11].

Наряду с этим, **программа «Ауыл аманаты»** играет значимую роль в вовлечении сельчан в малое производство. За два года в рамках программы выдано свыше 1 360 микрокредитов на сумму 11 млрд тенге, а в 2024 году планируется дополнительно выдать ещё 270 займов. Это не только повышает доход сельского населения, но и способствует более бережному отношению к земле, благодаря вовлеченности в личные подсобные хозяйства [3].

Учитывая доминирование пастбищ и относительно низкую долю пашни, очевидна необходимость внедрения **почвозащитных и пастбищеулучшающих технологий**, развития мелиорации, а также усиления мониторинга состояния земель.

Таким образом, Алматинская область демонстрирует устойчивый вектор развития аграрной отрасли, сочетающий промышленную модернизацию с мерами по восстановлению земельного потенциала. Однако эффективное управление земельными ресурсами требует баланса между экономической отдачей и сохранением природной основы сельского хозяйства.

Выводы

Земельные ресурсы Алматинской области испытывают нарастающее техногенное воздействие, связанное с интенсификацией агропромышленного производства, расширением инфраструктуры и ростом числа перерабатывающих предприятий. Это приводит к значительным изменениям в структуре и качестве сельскохозяйственных угодий.

Наиболее уязвимыми к деградационным процессам являются почвы в предгорных, орошаемых и пригородных зонах, где зафиксированы процессы засоления, уплотнения, водной эрозии и загрязнения тяжёлыми металлами, особенно вблизи тепличных комплексов, транспортных артерий и промышленных объектов.

Основными техногенными факторами, влияющими на деградацию сельскохозяйственных земель, являются нерациональное применение агрохимикатов, нарушение оросительных режимов, механическое воздействие тяжёлой техники, а также промышленное и транспортное загрязнение.

Результаты анализа показывают высокую неоднородность состояния почвенного покрова региона, при этом на значительной части территории преобладают пастбищные угодья (более 86 %), что требует внедрения специализированных технологий пастбищеулучшения и мониторинга устойчивого использования.

Развитие инвестиционных агропроектов в регионе оказывает двойственное воздействие: с одной стороны, способствует росту экономики и занятости, с другой — усиливает нагрузку на экологически чувствительные земли. Это требует учёта экологических рисков при планировании территориального и аграрного развития.

Для минимизации негативных последствий техногенного влияния необходимо усиление государственного контроля и внедрение экологически ориентированных технологий землепользования, включая восстановление ирригационных систем, реинвентаризацию неиспользуемых земель и стимулирование малых сельхозпроизводителей через микрофинансирование и кооперацию.

Благодарность. Статья написана по результатам исследований по проекту: ИРН АР22683489 «Разработка критерия эффективности устойчивого землепользования» по грантовому финансированию фундаментальных и прикладных научных исследований молодых ученых – постдокторантов по проекту «Жас ғалым» на 2024-2026 годы Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- [1]. Тлеулесова А. Оценка состояния окружающей среды Алматинской области // Гидрометеорология и экология. – 2023. – № 3–4. – С. 171–176. – URL: <https://journal.kazhydromet.kz/kazgidro/article/view/1672> (дата обращения: 29.07.2025).
- [2]. Земле нужно внимание // Liter.kz : информационный портал. – URL: <https://liter.kz/zemle-nuzhno-vnimanie-1713869827/> (дата обращения: 29.07.2025).
- [3]. Сельское хозяйство – ключевой драйвер роста: крупные проекты и устойчивое развитие в Алматинской области // GURK.kz : аналитический ресурс. – URL: <https://gurk.kz/news/selskoe-hozyajstvo-klyuchевой-drajver-rosta-krupny-e-proekty-i-ustojchivo-e-razvitie-v-almatinskoj-oblasti> (дата обращения: 29.07.2025).
- [4]. Комитет по управлению земельными ресурсами МСХ РК. Аналитический отчёт об использовании земель за 2023 год. – Астана, 2024. – 52 с.

- [5]. Kozybayeva F. E., Saparov A., Dzhamantikov H., et al. Biotechnological restoration methods of technogenically disturbed soils in Kazakhstan // Mueller L., Saparov A., Lischeid G. (eds.) *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Cham: Springer, 2014. – С. 641–652. – DOI:10.1007/978-3-319-01017-5_37
- [6]. Ma L., Abuduwaili J., Saparov G., et al. Spatial and vertical variations and heavy metal enrichments in irrigated soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2019. – 16(22):4398.
- [7]. Madibekov A., Ismukhanova L., Opp C., et al. Spatial distribution of Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni in the soils of Ili River Delta and state natural reserve “Ili-Balkhash” // *Applied Sciences*. – 2023. – 13(10):5996.
- [8]. Zhakypbek Y., Kossalbayev B. D., Belkozhaev A. M., et al. Reducing heavy metal contamination in soil and water using phytoremediation // *Plants*. – 2024. – 13(11):1534.
- [9]. Tokbergenova A., Skorintseva I., Ryskeldiyeva A., et al. Assessment of anthropogenic disturbances of landscapes: West Kazakhstan Region // *Sustainability*. – 2025. – 17(2):573.
- [10]. Zhyrgalova A., Zhildikbayeva A., Yelikbayev B. K., et al. Assessment of potential ecological risk of heavy metal contamination of agricultural soils in Kazakhstan // *Brazilian J. Biol.* – 2024. – 84(1):1-9.
- [11]. Naimanova, A., Akhmetova, S., Issayeva, A., Vyakhmanova, A., Alipbekova, A. (2024). Phytoaccumulation of heavy metals in South Kazakhstan Soils (Almaty and Turkestan Regions): An evaluation of plant-based remediation potential. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, Vol. 19, No. 2, pp. 451-464. <https://doi.org/10.18280/ijdne.190211>
- [12]. Жумағалиева, Н., Айтхожаева, Г. С., Пентаев, Т., Жилдикбаева, А. Н. Анализ проблем неиспользования земель сельскохозяйственного назначения с учетом их деградации / Жумағалиева Н. и др. // *Izdenister natigeler*. — 2024.
- [13]. Токбергенова, А. А., Калиева, Д. М., Зулпыхаров, К. Б., Бисенбаева, С. Б., Таукебаев, О. Ж. Оценка плодородия почв сельскохозяйственных угодий в Алматинской области с использованием ГИС-технологий / Токбергенова А. А. и др. // *Вестник КазНУ. Серия географическая*. — 2023. — № 4(82). — С. 123–132.
- [14]. Айтхожаева, Г. С., Жилдикбаева, А. Н., Пентаев, Т., Баухан, А., Жумағалиева, Н., Гурскиене, В. Современное состояние использования земель сельскохозяйственного назначения в контексте устойчивого развития / Айтхожаева Г. С. и др. // *Izdenister natigeler*. — 2024.
- [15]. Ismukhanova, L., et al. (2022). Accumulation of Heavy Metals in Bottom Sediment and Aquatic Ecosystem of the Kapshagay (Karchagay) Reservoir, Kazakhstan. *Applied Sciences*
- [16]. Мукашева, М.А.; Тыкежанова, Г.М.; Нугуманова, Ш.М.; Казимова, А.Е. (2013). Состояние почвенного покрова города Балхаша. *Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География»*, выпуск 1(69), 2013
- [17]. Matveyeva I. V., Ponomarenko O. I., Soltangaziyev N. B., Nursapina N. A., Nazarkulova Sh. N., Gurin A. N. "Heavy Metals in Soils of Almaty Region (Kazakhstan)". *Chemical Journal of Kazakhstan*

References

- [1]. Tleulesova, A. (2023). Otsenka sostoyaniya okruzhayushchey sredy Almatinskoy oblasti [Assessment of the environmental condition of the Almaty region]. *Hydrometeorology and Ecology*, (3–4), 171–176. <https://journal.kazhydromet.kz/kazgidro/article/view/1672>
- [2]. Liter.kz. (2024). *Zemle nuzhno vnimanie* [The land needs attention]. <https://liter.kz/zemle-nuzhno-vnimanie-1713869827/>
- [3]. GURK.kz. (2024). *Selskoe khozyaistvo – kliuchevoy draiver rosta: krupnye proekty i ustoichivoe razvitie v Almatinskoy oblasti* [Agriculture as a key driver of growth: major projects and sustainable development in Almaty region]. <https://gurk.kz/news/selskoe-hozyajstvo-klyuchevoy-draiver-rosta-krupny-e-proekty-i-ustojchivoe-razvitie-v-almatinskoy-oblasti>

- [4]. Committee for Land Resources Management of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan. (2024). *Analytical report on land use for 2023*. Astana.
- [5]. Kozybayeva, F. E., Saparov, A., Dzhamantikov, H., et al. (2014). Biotechnological restoration methods of technogenically disturbed soils in Kazakhstan. In L. Mueller, A. Saparov, & G. Lischeid (Eds.), *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia* (pp. 641–652). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_37
- [6]. Ma, L., Abuduwaili, J., Saparov, G., et al. (2019). Spatial and vertical variations and heavy metal enrichments in irrigated soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4398. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224398>
- [7]. Madibekov, A., Ismukhanova, L., Opp, C., et al. (2023). Spatial distribution of Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni in the soils of Ili River Delta and state natural reserve “Ili-Balkhash.” *Applied Sciences*, 13(10), 5996. <https://doi.org/10.3390/app13105996>
- [8]. Zhakypbek, Y., Kossalbayev, B. D., Belkozhaev, A. M., et al. (2024). Reducing heavy metal contamination in soil and water using phytoremediation. *Plants*, 13(11), 1534. <https://doi.org/10.3390/plants13111534>
- [9]. Tokbergenova, A., Skorintseva, I., Ryskeldiyeva, A., et al. (2025). Assessment of anthropogenic disturbances of landscapes: West Kazakhstan Region. *Sustainability*, 17(2), 573. <https://doi.org/10.3390/su17020573>
- [10]. Zhyrgalova, A., Zhildikbayeva A., Yelikbayev, B. K., et al. (2024). Assessment of potential ecological risk of heavy metal contamination of agricultural soils in Kazakhstan. *Brazilian Journal of Biology*, 84(1), 1–9. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.272835>
- [11]. Naimanova, A., Akhmetova, S., Issayeva, A., Vyrakhmanova, A., & Alipbekova, A. (2024). Phytoaccumulation of heavy metals in South Kazakhstan soils (Almaty and Turkestan Regions): An evaluation of plant-based remediation potential. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(2), 451–464. <https://doi.org/10.18280/ijdne.190211>
- [12]. Zhumagalieva, N., Aitkhozaeva, G. S., Pentaev, T., & Zhyldykbaeva, A. N. (2024). Analiz problem neispol'zovaniya zemel' selskokhozyaistvennogo naznacheniya s uchetom ikh degradatsii. *Izdenister natizheler*, 2024.
- [13]. Tokbergenova, A. A., Kaliyeva, D. M., Zulpikharov, K. B., Bisenbayeva, S. B., & Taukebayev, O. ZH. (2023). Otsenka plodorodiya pochv selskokhozyaistvennykh ugodiy v Almatinskoy oblasti s ispol'zovaniem GIS-tekhnologiy. *Vestnik KazNU. Seriya Geograficheskaya*, 4(82), 123–132.
- [14]. Aitkhozaeva, G. S., Zhyldykbaeva, A. N., Pentaev, T., Baukhan, A., Zhumagalieva, N., & Gurskiene, V. (2024). Sovremennoe sostoyanie ispol'zovaniya zemel' selskokhozyaistvennogo naznacheniya v kontekste ustoichivogo razvitiya. *Izdenister natizheler*, 2024.
- [15]. Ismukhanova, L., et al. (2022). Accumulation of Heavy Metals in Bottom Sediment and Aquatic Ecosystem of the Kapshagay (Kapchagay) Reservoir, Kazakhstan. *Applied Sciences*
- [16]. Mukasheva, M.A.; Tykezhanova, G.M.; Nugumanova, Sh.M.; Kazimova, A.E. (2013). The state of the soil cover of the city of Balkhash. *Bulletin of the Karaganda University. Series "Biology. Medicine. Geography"*, issue 1 (69), 2013
- [17]. Matveyeva I. V., Ponomarenko O. I., Soltangaziyev N. B., Nursapina N. A., Nazarkulova Sh. N., Gurin A. N. "Heavy Metals in Soils of Almaty Region (Kazakhstan)". *Chemical Journal of Kazakhstan*

Н.К.Турманбетов¹, Г.С.Айтхожаева^{1*}, А.Зермұхамед¹, В.Гурскене²

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан,
g.aitkhozhayeva@mail.ru*

²Витаутас Магнус университеті, Каунас қаласы, Литва,
virginija.gurskienelt@gmail.com

ТЕХНОГЕНДІК ӨЗГЕРІСТЕРДІҢ ӘСЕРІ ЖАҒДАЙЫНДА АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ АЛҚАПТАРЫНЫҢ ЖАЙ-КҮЙІН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Қазақстанның агроөнеркәсіп кешеніндегі экологиялық жағдай біршама оң өзгерістерге қарамастан, қолайсыз күйінде қалып отыр. Соңғы жылдары жердің құнарлылығына ерекше назар аударылып, мелиорация шараларын қолданбай-ақ аса құнды ауыл шаруашылығы алқаптары алаңының қысқаруының тұрақты тенденциясы байқалуда. Мақалада өнеркәсіптік және көліктік белсенділіктің өсуіне байланысты соңғы жылдары өсіп келе жатқан техногендік факторлардың әсерінен Алматы облысындағы ауыл шаруашылығы жерлерінің қазіргі жағдайы талданады. Бұл мақаланың мақсаты жер сапасының өзгеруінің ауқымы мен сипатын анықтау, антропогендік жүктеменің аймақтың агроэкожүйесіне әсерін бағалау және жағымсыз салдарларды барынша азайту жолдарын ұсыну болып табылады. Мақалада келесі әдістер қолданылады: монографиялық және статистикалық мәліметтерді өңдеу. Алынған нәтижелер топырақтың тұздану, ауыр металдармен ластану проблемаларының артқанын және топырақтың биологиялық белсенділігінің төмендеуін көрсетеді. Өнеркәсіптік кластерлер мен магистральдық көлік дәліздеріне жақын аймақтар әсіресе тозуға бейім. Қорытындылай келе, өңірдегі азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін жер саясатын түзету, жерді тұрақты пайдалану технологияларын енгізу және ведомствоаралық экологиялық бақылауды күшейту қажеттігі туралы қорытындылар берілді.

Кілт сөздер: ауыл шаруашылығы алқаптары, техногендік әсер, топырақ деградациясы, жер ресурстары, экологиялық тұрақтылық, агроэкология, жер мониторингі, тұрақты жер пайдалану.

N.K. Turmanbetov¹, G.S. Aitkhozhayeva^{1*}, A. Zermukhamed¹, V. Gurskiene²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, g.aitkhozhayeva@mail.ru*

²Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania, virginija.gurskienelt@gmail.com

ANALYSIS OF THE CONDITION OF AGRICULTURAL LANDS IN ALMATY REGION UNDER THE INFLUENCE OF TECHNOGENIC FACTORS

Abstract

The ecological situation in Kazakhstan's agro-industrial complex, despite some positive changes, remains unfavorable. In recent years, increasing attention has been paid to soil fertility and the ongoing decline in the area of the most valuable agricultural lands due to the lack of reclamation measures. This article is devoted to analyzing the current condition of agricultural lands in the Almaty region under the influence of technogenic factors, which have been intensifying in recent years due to growing industrial and transport activities. The purpose of this study is to identify the extent and nature of land quality changes, assess the impact of anthropogenic pressure on the region's agroecosystems, and propose measures to mitigate negative consequences. The methods used include monographic analysis and statistical data processing. The results indicate increasing problems of salinization, contamination with heavy metals, and declining biological activity of soils. Zones adjacent to industrial clusters and major transport corridors are particularly prone to degradation. The conclusion outlines the need to adjust land policy, introduce sustainable land-use technologies, and strengthen interagency environmental control to ensure the region's food security.

Keywords: agricultural land, technogenic impact, soil degradation, land resources, environmental sustainability, agroecology, land monitoring, sustainable land use.

Вклад авторов: Н.К. Турманбетов – Концептуализация; Методология; Надзор; Написание – обзор и редактирование, Г.С. Айтхожаева – Концептуализация; Курирование данных; Расследование; Формальный анализ; Роли/Письмо – первоначальный проект; Написание – обзор и редактирование, А. Зермухамед – Сбор данных (Курирование данных); Расследование; Визуализация, В. Гурскене – Методология; Ресурсы; Формальный анализ; Написание – обзор и редактирование, все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION**

IRSTI 55.63.31

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/59>

O.Seipataliyev^{1,2}, T.Abilzhanuly¹, D.Abilzhanov¹, D.Kosherbay², K.Kalym²*

¹*Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, Kazakhstan*

²*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

mr.seipatal@mail.ru; abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru; r16dan@mail.ru;

dauren.d_97@mail.ru; abdirahim_334@mail.ru

**JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF FEED
MIXTURE IN SMALL PEASANT FARMS**

Abstract

The majority of peasant farms engaged in animal husbandry (71–82%) contain between 50 and 100 heads of cattle and up to 500 sheep. To improve feeding efficiency in small farms, a mobile mini-feed plant equipped with a dispenser-mixer with a hopper volume of 3.0 m³, roughage and grain feed grinders is proposed. The novelty of this research lies in the development of a mobile unit that integrates feed preparation and distribution, eliminating the need for separate grinding and mixing equipment. Compared to existing feed dispensers-mixers, the use of the mini-feed plant eliminates hay transportation and loading operations, reducing the total number of operations by 40%, lowering operating costs by 1.5 times, and decreasing capital investments by 3 times. Additionally, there is no need for farms to have stationary feed grinders and compound feed units, making the technology more universal. This study provides a comprehensive analysis of the design, economic benefits, and technological advancements associated with the mini-feed plant, highlighting its potential application in small-scale livestock operations.

Keywords: *feed preparation, roughage grinder, grain feed grinder, cost reduction, mechanization, sustainable farming, agroengineering, feed efficiency.*

Introduction

Kazakhstan possesses significant natural resources but does not fully meet its dairy product needs. The majority of cattle (90.8%) and sheep (95.6%) are concentrated in household and small peasant farms. Most of these farms contain between 50 and 100 heads of cattle and up to 500 sheep. During the winter period, hay is the primary feed for livestock, while dairy and fattening farms are virtually absent. The lack of properly balanced feed mixtures and the use of outdated feeding technologies lead to inefficiencies in livestock productivity and increased production costs. Addressing these challenges requires technological advancements in feed preparation and distribution.

The relevance of this study is based on the need for small farms to mechanize feed preparation processes. Research shows that improving feeding technology directly influences milk yield and weight gain in livestock. The level of development in feed processing technology varies across countries, with developed nations employing automated feeding systems, while small-scale farms often rely on manual or semi-mechanized processes. In Kazakhstan, existing feeding equipment is not optimized for small-scale farms, resulting in higher costs and inefficient operations.

This study aims to develop and justify the technological and economic efficiency of a mobile mini-feed plant that ensures grinding of roughage and grain feeds, component mixing, and feed distribution at the feeding table. The research objectives include: analyzing the current state of feed preparation technologies, determining the optimal design parameters for the mini-feed plant, evaluating its economic feasibility, and assessing its impact on livestock productivity. The structure

of this paper consists of a literature review, a description of the research methodology, results and discussion, and conclusions. Kazakhstan possesses significant natural resources but does not fully meet its dairy product needs. The majority of cattle (90.8%) and sheep (95.6%) are concentrated in household and small peasant farms. Most of these farms contain between 50 and 100 heads of cattle and up to 500 sheep. During the winter period, hay is the primary feed for livestock, while dairy and fattening farms are virtually absent. The lack of properly balanced feed mixtures and the use of outdated feeding technologies lead to inefficiencies in livestock productivity and increased production costs. Addressing these challenges requires technological advancements in feed preparation and distribution.

The relevance of this study is based on the need for small farms to mechanize feed preparation processes. Research shows that improving feeding technology directly influences milk yield and weight gain in livestock. This paper aims to develop and justify the technological and economic efficiency of a mobile mini-feed plant that ensures grinding of roughage and grain feeds, component mixing, and feed distribution at the feeding table. This approach will significantly enhance feeding efficiency, reduce farm maintenance costs, and ensure a more balanced diet for livestock.



Figure 1 – Laboratory testing of the mini-feed dispenser-mixer for uniform feed distribution

Materials and Methods

The justification for the hopper volume of the mobile mini-feed plant was based on an analysis of livestock numbers in Kazakhstan's peasant farms. The integration of feed grinders into the mini-feed plant was determined through research on technological feeding processes at dairy and fattening farms. The economic efficiency of the proposed technology was assessed using a comparative

analysis of operating costs. Additional parameters such as mixing time, feed particle uniformity, and energy consumption were also evaluated to ensure optimal functionality of the mobile mini-feed plant. The experimental setup included trials conducted in various small farms to test the efficiency of feed mixing and distribution processes. Data analysis was conducted using statistical methods, including variance analysis to assess cost-effectiveness and performance efficiency.

Results and Discussion

An analysis of international experience revealed that leading global manufacturers (Italy, Germany, France) produce feed dispenser-mixers with capacities ranging from 4 to 20 m³[1-2]. Russian and Belarusian models, such as KIS-8, AKM-10, ISRK-12, and IRK-145, are available; however, their high cost (15,700 to 60,735 euros) and the necessity for additional grinders limit their adoption in small farms in Kazakhstan. Furthermore, the operation of these machines requires additional investments in infrastructure and labor, making them less accessible for small-scale farmers[2-17].

The proposed mobile mini-feed plant, equipped with a 3.0 m³ hopper, eliminates the need for stationary grinders, compound feed units, and transportation operations. The technological process includes grinding roughage and grain feed, loading them into the hopper, mixing, and distributing the feed mixture. Calculations indicate that specific operating costs decrease by 1.51 times (from 3,035.3 to 2,013.6 tenge per ton), resulting in an annual economic benefit of 613,000 tenge for a farm with 100 heads of cattle. Moreover, a 15% increase in milk productivity could yield an additional 9 million tenge per year, ensuring a payback period of 5.3 months for the mini-feed plant.



Figure 2 – Field testing of the mini-feed dispenser-mixer attached to a tractor

The improved mixing technology ensures that feed components are evenly distributed, reducing feed waste and enhancing nutrient uptake by livestock.

Additionally, the study evaluated the environmental benefits of using the mobile mini-feed plant. The reduction in feed transportation and manual handling contributes to lower carbon emissions and decreased energy consumption. Furthermore, the compact design and mobility of the plant allow it to be efficiently used in remote areas with limited infrastructure.

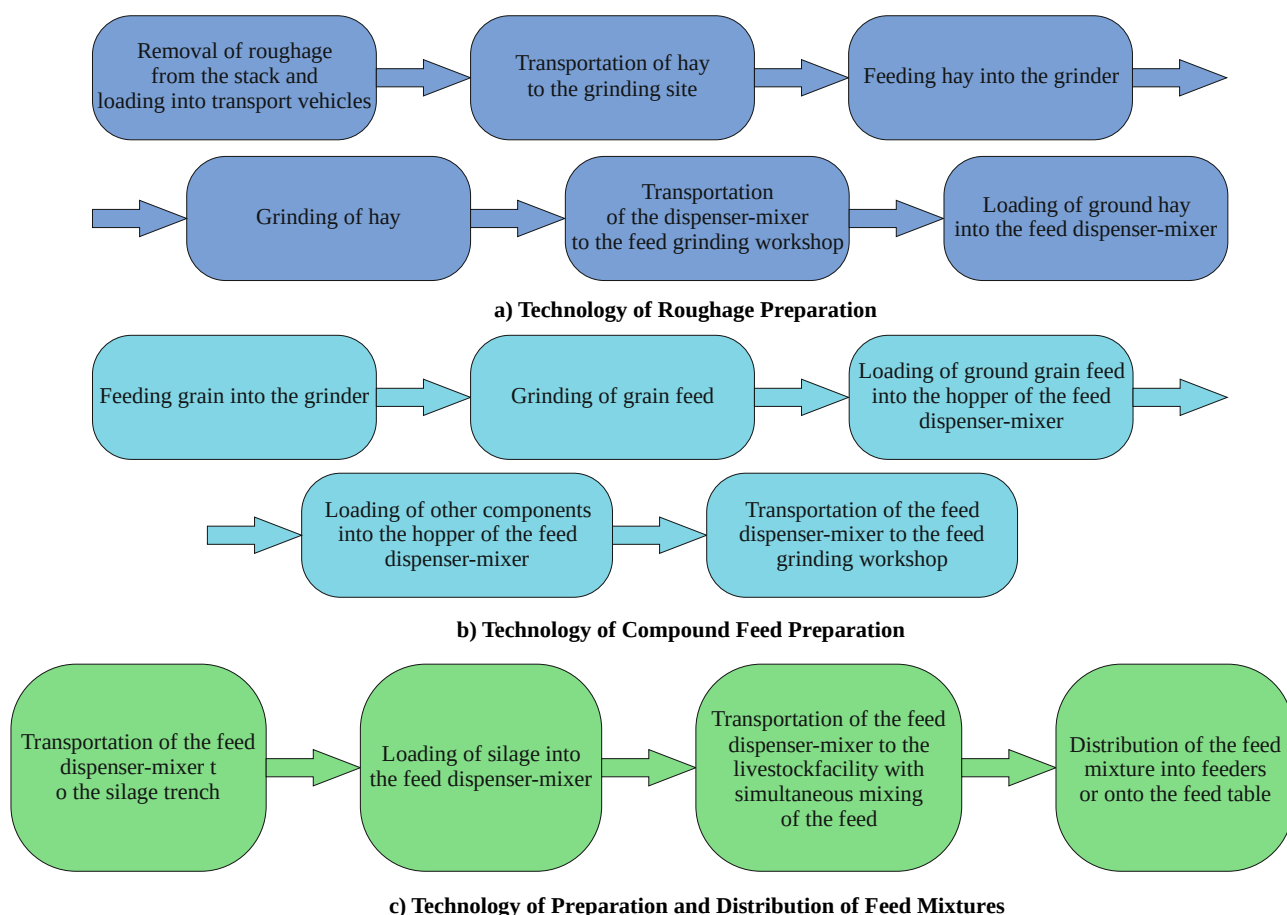


Figure 3 – Technology of feed mixture preparation with existing feed dispensers-mixers (total number of operations: 15, specific operating costs: 3,035.3 tenge/ton).

As shown in Figure 3, the existing feed dispensers-mixers require 15 operations, while the mini-feed plant (Figure 4) reduces this number to 9. (total number of operations: 15, specific operating costs: 3,035.3 tenge/ton).

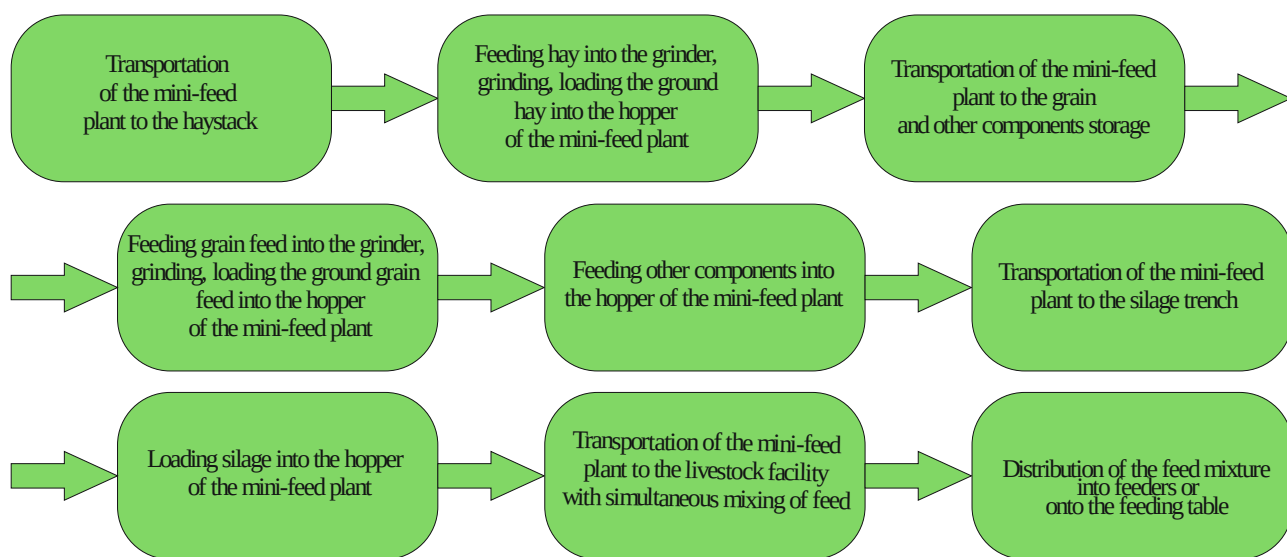


Figure 4 – Technology of feed mixture preparation using the mini feed plant (total number of operations: 9, specific operating costs: 2,013.6 tenge/ton).

The results of the calculations show that when preparing a feed mixture with a dispenser-mixer, the specific operating costs amount to 3,035.3 tenge per ton, whereas with the use of the mini feed plant, they are 2,013.6 tenge per ton. This means that specific operating costs are reduced by 1.51 times, resulting in an annual economic benefit of 613,000 tenge for the farm.

If we consider that many small farms lack mechanized feed preparation and distribution, the economic effect can also be assessed in terms of additional milk yield. It is known that feeding dairy cows with complete feed mixtures increases milk yield by approximately 15%. If the annual milk yield per cow is 3,000 liters, then feeding with complete feed mixtures will provide an additional yield of 450 liters. In this case, the annual economic benefit from the additional milk yield for a farm with 100 cows will be 9 million tenge, and the mini feed plant will pay for itself in 5.3 months.

Conclusions

1. In 71% of peasant farms, there are between 50 and 100 heads of cattle, while 82.5% of farms contain up to 500 sheep. For these farms, a mobile mini-feed plant featuring a 3.0 m³ dispenser-mixer and roughage and grain feed grinders is proposed.

2. The introduction of the mini feed plant reduces the number of technological operations by 1.67 times, lowers operating costs by 1.5 times, and decreases capital investments by 3 times. Furthermore, the need for stationary feed grinders and compound feed units is eliminated, making the feed preparation technology more efficient and accessible for small farms.

3. The improved mixing process enhances the uniformity of feed distribution, leading to better livestock nutrition and productivity. The mobile mini-feed plant also reduces feed waste and optimizes the use of available resources.

4. Environmental benefits include lower energy consumption and reduced carbon emissions, making the mobile mini-feed plant a sustainable solution for small-scale livestock farms in Kazakhstan.

Acknowledgements. This work was carried out with financial support within the framework of program-targeted funding for scientific and scientific-technical programs for 2024–2026 (Ministry of Industry and Construction of the Republic of Kazakhstan), project No. BR23992300 "Development and improvement of technical means and technological equipment to ensure the implementation of scientifically grounded technologies for livestock production.

References

1. Seipataliev O., Kabdyrakhim K., Abilzhanuly T., Abilzhanov D., Espergenova G., Almuğambetova G. Obosnovanie parametrov malogabaritnogo razdatchika-smesitelya kormov // Izdenister Natigeler. – 2025. – № 1 (105). – S. 401–409. – <https://doi.org/10.37884/1-2025/43>
2. Ilin I.V. Tendentsii razvitiya tekhniki dlya zhivotnovodstva i kormoproizvodstva // Traktory i sel'skokhozyaystvennye mashiny. – 1996. – № 8. – S. 1-9.
3. Frolov V.Yu., Sysoev D.P. Optimizatsiya protsessov prigotovleniya kormov razdatchikom-smesitelem // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2011. – № 2. – S. 22-23.
4. Sysoev D.P., Frolov V.Yu. Sovershenstvovanie rabocheho organa razdatchika kormov // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. – 2009. – № 5. – S. 12-15.
5. Sysoev D.P., Frolov V.Yu. Eksperimental'nye aspekty optimizatsii protsessa prigotovleniya kormov izmel'chitelem-smesitelem // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. – 2009. – № 10. – S. 16-18.
6. Tishchenko M.A., Braginets S.V., Klimenko V.I. Kombinirovannaya mashina dlya prigotovleniya i razdachi kormov // Sel'skiy mekhanizator. – 2010. – № 11. – S. 22-23.
7. Mohan D., Kumar A., Patel R., Varghese M. Development of safer feeder-cutter machines: a case study from north India // Safety Science. – 2004. – Vol. 42, Iss. 1. – P. 43-55.
8. Kariuki J.N., Gitau G.K., Gachuri C.K., Tamminga S., Muia J.M.K. Effect of supplementing napier grass with desmodium and lucerne on DM, CP and NDF intake and weight gains in dairy heifers // Livestock Production Science. – 1999. – Vol. 60, Iss. 1. – P. 81-88.

9. Pishgar Komleh S.H., Keyhani A., Rafiee Sh. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran // *Energy*. – 2011. – Vol. 36, Iss. 5. – P. 3335-3341.
10. Khan N.A., Tewoldebrhan T.A., Zom R.L.G., Cone J.W., Hendriks W.H. Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95, Iss. 3. – P. 1472-1483.
11. Ali M., Weisbjerg M.R., Cone J.W., van Duinkerken G., Blok M.C., Bruinenberg M. Postruminal degradation of crude protein, neutral detergent fibre and starch of maize and grass silage in dairy cows // *Animal Feed Science and Technology*. – 2012. – Vol. 177, Iss. 3–4. – P. 172-179.
12. Mohd-Setapar S.H., Abd-Talib N., Aziz R. Review on crucial parameters of silage quality // *APCBEE Procedia*. – 2012. – Vol. 3. – P. 99-103.
13. Konovalov V.V., Vlasov A.A. Raschet smesitel'noy kamery pri vzaimodeystvii potokov sukhikh i zhidkikh komponentov // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2003. – № 9. – S. 29-30.
14. Bakin I.A., Belousov G.N. Stokhasticheskiy podkhod k otsenke kachestva smeshivaniya sypuchikh materialov v tsentrobezhnykh smesitelyakh // *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. – 2010. – № 7. – S. 58-61.
15. Kolobov M.Yu., Sakharov S.E., Kolobova V.V. Smesitel' sukhikh kormov // *Kormoproizvodstvo*. – 2011. – № 5. – S. 46-48.
16. Frolov V.Yu., Priporov I.E., Sysoev D.P. Klassifikatsiya tekhnicheskikh sredstv dlya prigotovleniya i razdachi kormovykh smesey na malykh fer makh KRS // *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2015.
17. T.Abilzhanuly. Justification of parameters of impact-spreading finger shaft for grinder-mixer-dryer using the example of eggshells./ Abilzhanuly, T., Isakov, R., Abilzhanov, D., Gulyarenko, A., & Khan, V. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1 (129), C. 33–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304127>

О. Сейпаталиев^{1,2*}, Т. Әбилжанұлы¹, Д.Абилжанов¹, Д.Кошербай², К.Калым²

¹Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы, Алматы, Қазақстан

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
 mr.seipatal@mail.ru; abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru; r16dan@mail.ru;
 dauren.d_97@mail.ru; abdirahim_334@mail.ru

КІШІ ШАРУАШЫЛЫҚТАРДА КОРМ ҚҰРАМЫН ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН АҚТАРУ

Аңдатпа

Жануарларды бағумен айналысатын шаруашылықтардың көпшілігі (71-82%) 50 мен 100 бас ірі қара мал және 500-ге дейін қой ұстауды құрайды. Шағын шаруашылықтарда азықтандыру тиімділігін арттыру мақсатында 3,0 м³ көлеміндегі бункері бар дозатор-араластырғыш, азық және дәнді азық ұнтақтағыштармен жабдықталған мобильді мини-корм зауыты ұсынылады. Бұл зерттеудің жаңалығы – азық дайындау мен тарату процестерін біріктіретін мобильді қондырғының әзірленуі, бұл ұнтақтау және араластыруға арналған жеке жабдықтардың қажетсіздігін жояды. Қазіргі таңдағы азық дозаторлары мен араластырғыштарымен салыстырғанда мини-корм зауытының қолданылуы шөпті тасымалдау мен жүктеу операцияларын жояды, жалпы операциялардың санын 40%-ға, операциялық шығындарды 1,5 есеге, ал капиталды салымдарды 3 есеге төмендетеді. Сонымен қатар, шаруашылықтарда стационарлық азық ұнтақтағыштар мен қосымша азық қондырғыларын қажет етпейді, бұл технологияны әмбебап етеді. Бұл зерттеу мини-корм зауытының конструкциясы, экономикалық пайдасы мен технологиялық жаңалықтарына жан-жақты талдау жасап, оны шағын мал шаруашылықтарында қолданудың мүмкіндігін көрсетеді.

Кілт сөздер: азық дайындау, азық ұнтақтағыш, дәнді азық ұнтақтағыш, шығындарды азайту, механизация, тұрақты ауыл шаруашылығы, агроинженерия, азық тиімділігі.

О. Сейпаталиев^{1,2*}, Т. Әбилжанұлы¹, Д.Абилжанов¹, Д.Кошербай², К.Калым²

¹Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Казахстан

mr.seipatal@mail.ru; abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru; r16dan@mail.ru;

dauren.d_97@mail.ru; abdirahim_334@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВОЙ СМЕСИ В МАЛЫХ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Аннотация

Большинство крестьянских хозяйств, занимающихся животноводством (71-82%), содержат от 50 до 100 голов скота и до 500 овец. Для повышения эффективности кормления в малых хозяйствах предлагается мобильный мини-кормовой завод, оснащённый дозатором-смесителем с объёмом бункера 3,0 м³, дробилками для грубых кормов и зерновых кормов. Новизна данного исследования заключается в разработке мобильного устройства, которое объединяет процессы подготовки и распределения кормов, устраняя необходимость в отдельном оборудовании для дробления и смешивания. По сравнению с существующими дозаторами-смесителями кормов использование мини-кормового завода исключает транспортировку и погрузку сена, сокращая общее количество операций на 40%, снижая операционные расходы в 1,5 раза и уменьшая капитальные вложения в 3 раза. Кроме того, нет необходимости в стационарных кормовых дробилках и установках для комбикормов, что делает технологию более универсальной. В данном исследовании представлен всесторонний анализ конструкции, экономических преимуществ и технологических новшеств, связанных с мини-кормовым заводом, подчеркивая его потенциальное применение в малых животноводческих хозяйствах.

Ключевые слова: подготовка кормов, дробилка для грубых кормов, дробилка для зерновых кормов, сокращение затрат, механизация, устойчивое сельское хозяйство, агроинженерия, эффективность кормления.

Вклад авторов

Сейпаталиев Олжас Ерланович - Концептуализация; Методология; Администрирование проекта; Надзор; Написание – первоначальный проект; Написание – обзор и редактирование.

Әбилжанұлы Токтар - Приобретение финансирования; Методология; Написание – обзор и редактирование.

Абилжанов Данияр Тохтарович - Курирование данных; Формальный анализ; Визуализация; Проверка.

Кошербай Даурен Мейрамбекулы - Расследование; Ресурсы; Программное обеспечение; Проверка.

А.С. Рзалиев¹, А.У.Серикбаев², Б. Жунусбаев^{1}, А.Б. Жунусбаев¹,
Р.Б. Жунусов¹, Б.К.Сатыбай¹*

*¹ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Казахстан
rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru,
Zhunusov.rustem@internet.ru, batyrkhan.satybay@mail.ru*

*²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы
abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЫ С ВЕРТИКАЛЬНО-РОТОРНЫМ ВАЛОМ ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИСТВОЛЬНОЙ ЗОНЫ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Аннотация

Важнейшей операцией в технологии работ по уходу за плодовыми насаждениями является обработка почвы в приствольной зоне, целью которой является уничтожение сорняков и рыхление верхнего слоя почвы на глубину от 3 до 10 см, накопления влаги, способствует достаточной водопроницаемости, аэрации и прогреву корнеобитаемых почвенных горизонтов.

Традиционные сельскохозяйственные орудия (дисковая борона, культиваторы с горизонтальной осью вращения) не полностью уничтожают сорняки, забиваются растительными остатками, повреждают корневую систему растений, что способствует развитию водной и ветровой эрозии летом и подмерзанию корней зимой.

В последние годы все больше внимания уделяется машинам с вертикально-ротационным валом вращения для обработки почвы, которым в меньшей степени свойственны выше перечисленные недостатки.

Цель работы – разработать фрезу с вертикально-роторным валом вращения, обеспечивающую в процессе обработки приствольной зоны «огибание» рабочим органом штамба плодового дерева, исключив при этом вероятность взаимного повреждения орудия и объекта обработки.

Важной проблемой для предпринимателей и фермеров, занимающихся производством плодовой продукции является отсутствие современных машин для механической обработки междурядий и приствольной зоны. Отсутствие отечественного производства технических средств для обработки почвы в приствольной зоне плодовых культур определяет актуальность и новизну проводимых исследований.

Предложена оригинальная конструктивно-технологическая схема работы фрезы с вертикально-ротационным валом вращения, технический результат - повышение степени крошимости почвы после обработки приствольной зоны.

Приведены теоретическое обоснование параметров работы фрезы для обработки почвы в приствольной зоне. В результате исследований получены аналитические зависимости, позволяющие определить влияние основных конструктивных параметров, а также режимы работы предлагаемой конструкции фрезы на качество выполнения технологического процесса.

На основе теоретических исследований по определению оптимальных конструктивно-режимных параметров фрезы и по результатам экспериментальных исследований будет изготовлен на заводах НППАИ экспериментальный образец фрезы с вертикально-ротационным валом вращения для обработки приствольной зоны плодовых деревьев.

Ключевые слова: плодовые деревья, штамп, приствольная зона, обработка почвы, вертикальная фреза, крошение.

Введение

В настоящее время в плодоводстве наблюдается тенденция перехода от экстенсивных сильнорослых насаждений к интенсивным насаждениям на слаборослых клоновых подвоях. Они раньше вступают в плодоношение, имеют малогабаритную удобную для ухода и сбора урожая крону, формируют высококачественные плоды. В зарубежной практике садоводство полностью переведено на слаборослые насаждения, а нашей стране начинает только развиваться. Одной из причин создавшегося положения является отсутствие современных средств механизации для выполнения технологических операций в слаборослых садах, в том числе при уходе за почвой.

Использование разработанных ранее орудий является малоэффективным. Узкие междурядья, небольшое расстояние между деревьями в ряду, малая величина для свободного прохода машинно-тракторных агрегатов создают дополнительные сложности, особенно при обработке приствольных полос. Засоренность приствольных полос снижает урожайность и приводит к потерям во время уборки. Поэтому обоснование механизированных технологий средств механизации для обработки почвы в приствольной зоне в интенсивных слаборослых садах является актуальной проблемой.

Требования, предъявляемые к средствам механизации - большая маневренность и проходимость, выполнение одновременно нескольких технологических операций, высокая степень измельчения почвы, крошимости, малый вес и высокие эксплуатационные показатели. Они должны гарантированно соблюдать агротехнические требования, повышать эрозионную устойчивость и плодородие почвы, производительность труда и снижать себестоимость плодовой продукции.

В настоящее время ведётся активный поиск новых подходов к внедрению технологических решений и разработке новых конструкций машин для обработки почвы приствольной зоны плодовых деревьев, которые должны обеспечить увеличение производительности, снижение трудовых и энергетических затрат.

Целью статьи является обоснование параметров фрезы с вертикально-роторным валом вращения, обеспечивающей в процессе обработки – высокую степень крошимости почвы.

В соответствии с целью поставлены задачи исследования: провести анализ технических устройств, применяемых для обработки почвы в приствольной зоне плодовых деревьев, теоретически обосновать параметры предлагаемой конструкции устройства и определить закономерности процессов взаимодействия ножа фрезы с обрабатываемой почвой.

Разработанная в ТОО «НПЦ агроинженерии» устройство для обработки почвы приствольной зоны плодовых деревьев, состоит из ротационной фрезы с вертикальным приводом вала вращения, которая равномерно обрабатывает почву на заданную глубину, что повышает степень крошимости почвы. Применение электронного индуктивного датчика и металлического щупа в комплекте с другими механизмами фрезы, позволяют в процессе обработки приствольной зоны «огибать» рабочим органом штаб плодового дерева, исключив при этом вероятность взаимного повреждения орудия и объекта обработки.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена применительно к возделыванию плодовых культур.

Методы исследования – информационный поиск по устройствам для обработки приствольной зоны, теоретические исследования проводились с использованием известных законов математического анализа и теоретической механики.

Результаты и обсуждение

Анализ технических устройств, применяемых для обработки почвы в приствольной зоне плодовых деревьев. При традиционной или минимальной обработке почвы лучшее крошение и большее поступление растительных остатков в обрабатываемый слой способствует некоторому уменьшению плотности почвы. Из-за дефицита количества осадков в летний период наблюдалось уменьшение запасов продуктивной влаги в почве к началу уборки урожая при традиционной обработке 15,9-34,5 мм, при минимальной обработке 20,7-36,7 мм, при нулевой обработке 29,8-54,8 мм [1].

В ходе исследования установлено, что применение нулевой технологии обработки почвы (ресурсосберегающее земледелие), помогает удерживать влагу в почве, и способствовала формированию отличного агрегатного состояния пахотного слоя почвы [2].

Садоводство издавна является наиболее приоритетной отраслью агропромышленного комплекса юга Казахстана, располагающей благоприятными почвенно-климатическими условиями, трудовыми ресурсами, а также необходимым опытом для производства конкурентоспособной продукции.

Важнейшей операцией в технологии работ по уходу за плодовыми насаждениями является обработка почвы в приствольной зоне, целью которой является уничтожение сорняков и рыхление верхнего слоя почвы на глубину от 3 до 10 см, накопления влаги, способствует достаточной водопроницаемости, аэрации и прогреву корнеобитаемых почвенных горизонтов.

Традиционные сельскохозяйственные орудия (дисковая борона, культиваторы с горизонтальной осью вращения) не полностью уничтожают сорняки, забиваются растительными остатками, повреждают корневую систему растений, что способствует развитию водной и ветровой эрозии летом и подмерзанию корней зимой.

Следует отметить, что структура почвы, получаемая при обработке данными рабочими органами, требует дополнительных операций по выравниванию образованных неровностей. Так же почти все почвообрабатывающие машины пассивного действия имеют общий недостаток - они работают в тяговом режиме, следовательно, создают значительное тяговое сопротивление. Избежать данных недостатков позволит применение почвообрабатывающих машин с активными ротационными рабочими органами [3].

Избежать данных недостатков позволит применение почвообрабатывающих машин с активными ротационными рабочими органами.

В настоящее время в плодоводстве наблюдается тенденция перехода от экстенсивных сильнорослых насаждений к интенсивным насаждениям на слаборослых клоновых подвоях. Они раньше вступают в плодоношение, имеют малогабаритную удобную для ухода и сбора урожая крону, формируют высококачественные плоды и в 1,5-2 раза повышают эффективность производства.

Использование разработанных ранее орудий является малоэффективным. Узкие междурядья, небольшое расстояние между деревьями в ряду, малая величина для свободного прохода машинно-тракторных агрегатов создают дополнительные сложности, особенно при обработке приствольных полос. Засоренность приствольных полос снижает урожайность на 20-25% (по отдельным сортам - до 50%) и приводит к потерям во время уборки. Поэтому обоснование ресурсосберегающих механизированных технологий содержания почвы в интенсивных слаборослых садах является актуальной проблемой [4].

Анализ существующих технических средств показал, что наиболее перспективным и агротехнически целесообразным технологическим процессом в садах является обработка почвы междурядий с одновременным поверхностным рыхлением ротационными рабочими органами [5].

В нашей стране используются импортные машины для обработки приствольной зоны плодовых деревьев. Основным недостатком этих машин являются неудовлетворительная работа на неровных рельефах, высокая стоимость, дорогостоящее обслуживание и главное, что они неадаптированы условиям Казахстана.

В настоящее время отсутствуют отечественные машины, которые бы соответствовали основным условиям технологического процесса и обеспечивали качество обработки почвы приствольной зоны плодовых культур. Импортные машины, предназначенные для обработки почвы приствольной зоны плодовых деревьев, должны быть адаптированы к природно-климатическим условиям Юго-Востока Казахстана, а также иметь рациональные параметры рабочих органов. Анализ имеющихся теорий и результатов, выполненных ранее исследований, показали существенные различия в обосновании параметров и режимов работы ротационного режущего аппарата [6].

Разработанная в Научно-производственном центре агроинженерии (НПЦАИ) оригинальная конструкция вертикальной роторной фрезы, для обработки почвы приствольной зоны плодовых деревьев в интенсивных садах, представлена на рисунке 1.

Устройство для обработки почвы приствольной полосы плодовых деревьев состоит из телескопической рамы 1, выполненной из профильных труб, индуктивного датчика 2, металлического щупа 3, монтажной плиты 4, аксиально-поршневого насоса 5, гидроцилиндра 6, электрогидрораспределителя 7, кулачкового механизма 8; корпуса приводного вала 9, промежуточной тяги 10, ножей фрезы 11.

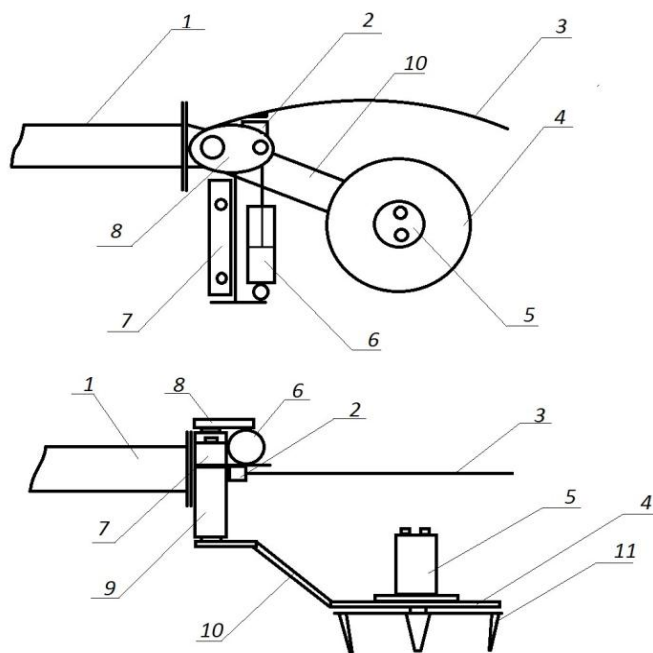


Рисунок 1 – Конструктивно – технологическая схема предлагаемой фрезы с вертикально – роторным валом вращения для обработки приствольной зоны плодовых деревьев

Принцип работы фрезы. В процессе обработки приствольной зоны при контакте щупа фрезы с препятствием срабатывает индукционный датчик 2, который подает сигнал на электрогидрораспределитель 7, отсюда подается команда гидроцилиндру 6 двустороннего действия и масло поступает в распределительный канал для отвода фрезы. По прохождению препятствия (штамба) и отступе щупа на исходную позицию происходит разрыв цепи в индукционном датчике и система возвращает фрезу для дальнейшей обработки приствольной зоны до следующего срабатывания индуктивного датчика 2. Данный процесс при обработке почвы приствольной зоны плодовых деревьев циклический. Такое конструктивное выполнение позволит повысить надежность технологического процесса, исключает травмирование плодовых деревьев при обработке приствольной зоны плодовых культур и повышает степень крошимости почвы [7].

Привод рабочих органов фрезы осуществляется от аксиально-поршневого насоса 5, смонтированного на площадке 4. Толщину среза пласта почвы (стружки) можно регулировать скоростью движения агрегата варьируя от 0,018 м (0,30 м/с) до 0,092 м (1,38 м/с) и при разной частоте вращения ротора от $5,0 \text{ с}^{-1}$ до $18,33 \text{ с}^{-1}$. Предварительные исследования фрезы с вертикально – роторным валом вращения при обработке почвы приствольной зоны плодовых деревьев дали положительные результаты.

Обработанная фрезой почва приствольной зоны плодовых культур должна быть равномерно разрыхленной и иметь низкую комковатость, что будет способствовать сохранению влаги, снижению уплотнения почвы и повышению крошимости почвы в плодовых садах. Фрезу

можно агрегатировать минитракторами и даже мотоблоками, что приведет к снижению плотности почвы.

Определение траектории движения ножей фрезы. В процессе работы ножи фрезы с вертикально – роторным валом вращения для обработки приствольной зоны совершают сложное движение, т.е. одновременно вращательное и поступательное движения. Траектория движения каждой точки ножа фрезы зависит от окружной и поступательной скоростей. У фрезы с вертикальной осью вращения траектория движения ножей представляют собой несколько вытянутую циклоиду (трохоиду). Траекторией движения четырех последовательно работающих ножей и направлением вращения фрезы определяются размеры и форма срезаемой почвенной стружки.

Для определения основных параметров траектории составляем уравнение циклоиды.

В процессе прямолинейного движения вращения фрезы с угловой скоростью ω_ϕ точки ножа описывают траекторию в виде циклоиды. Поэтому, точки совершают движение в соответствии с уравнением [8].

$$\begin{cases} X = t V_\Pi + r_H \cos(\omega_\phi t), \\ Y = r_H [1 - \sin(\omega_\phi t)], \end{cases} \quad t \in [0, 2\pi], \quad (1)$$

где t – время, с; r_H – радиус вращения ножа фрезы, м; V_Π – поступательная скорость агрегата.

Из выражения (1) получим

$$\frac{r_H - Y}{r_H} = \sin(\omega_\phi t), \text{ отсюда}$$

$$t = \frac{1}{\omega_\phi} \arcsin\left(\frac{r_H - Y}{r_H}\right). \quad (2)$$

Из уравнения (1), учитывая (2), имеем

$$\begin{aligned} X &= \frac{V_\Pi}{\omega_\phi} \arcsin\frac{r_H - Y}{r_H} + r_H \cos(\arcsin\frac{r_H - Y}{r_H}) = \frac{V_\Pi}{\omega_\phi} \arcsin\frac{r_H - Y}{r_H} + \\ &+ r_H \sqrt{1 - \left(\frac{r_H - Y}{r_H}\right)^2} = \frac{V_\Pi}{\omega_\phi} \arcsin\frac{r_H - Y}{r_H} + \sqrt{2r_H Y - Y^2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Введем обозначение

$$\lambda = \frac{|V_{\text{окр}}|}{|V_\Pi|}, \quad (4)$$

где $V_{\text{окр}}$ – окружная скорость, м/с;

V_Π – поступательная скорость, м/с;

λ – показатель кинематического режима работы устройства.

Естественно, что вид кривой – циклоида (трахоида) и зависит она от $\lambda \gg 1$ [9].

С целью определения скорости резания и абсолютную скорость передвижения фрезерного рабочего органа продифференцировав уравнение (1) по t имеем:

$$\begin{cases} V_x = \frac{dX}{dt} = V_\Pi - r_H \omega_\phi \sin(\omega_\phi t), \\ V_y = \frac{dY}{dt} = -r_H \omega_\phi \cos(\omega_\phi t). \end{cases} \quad (5)$$

Абсолютная скорость передвижения фрезерного рабочего органа состоит относительной и переносной скоростей. Следовательно, с учётом выражения (5) получим:

$$V_{\text{абс}} = V_\Pi \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin(\omega_\phi t)}$$

Для качественного рыхления почвы в приствольной зоне плодового дерева значение окружной скорости ножа фрезы должно удовлетворять неравенству

$$V_{\text{окр}} \gg \sigma_\Pi \sqrt{\frac{J_p + m_K r_H^2}{3E J_p \rho_K (1 - \kappa^2)}} + V_\Pi \quad (6)$$

где σ_Π – предел прочности почвенной частицы, Па ;

J_p – момент инерции ротора фрезы, кгм²;

m_k – масса почвенной частицы, кг;

E – модуль упругости почвенной частицы, Па;

κ – коэффициент восстановления почвенной частицы;

ρ_k – плотность почвенной частицы, кг/м³.

Используя соотношение (6) можно определить оптимальные конструктивно-технологические параметры вертикальной фрезы для обработки почвы приствольной зоны плодового дерева.

При $2 \leq V_n \leq 5$ км/ч, частота вращения ротора (900-1500 об/мин), угловую скорость вращения ротора определим по формуле $\omega = 2\pi n$, (7)

где n – частота вращения ротора.

Из выражения (7) при $N=900$ об/мин определим угловую скорость

$$\omega = 2\pi \cdot 15(\text{с}^{-1}) = 94,2 \text{ с}^{-1}.$$

$$\text{При } n = 1000 \text{ об/мин } \omega = 2\pi \cdot 16,6(\text{с}^{-1}) = 104,7 \text{ с}^{-1},$$

$$\text{При } n = 1500 \text{ об/мин } \omega = 2\pi \cdot 25,0(\text{с}^{-1}) = 157,0 \text{ с}^{-1}.$$

Таким образом, при вращении ротора фрезы 900-1500 об/мин, угловая скорость:

$$94,2 \text{ с}^{-1} \leq \omega \leq 157 \text{ с}^{-1}$$

Линейная скорость определяется по формуле

$$V = \pi \cdot N \cdot D, \quad (8)$$

По формуле (8) определим линейную скорость ротора фрезы при постоянном диаметре ротора фрезы $D=0,55\text{м}$:

$$\text{при } n = 900 \text{ об/мин } V = \pi \cdot 0,55\text{м} \cdot 15\text{с}^{-1} = 25,9 \text{ м/с}$$

$$n = 1000 \text{ об/мин } V = \pi \cdot 0,55\text{м} \cdot 16,6 \text{ с}^{-1} = 28,7 \text{ м/с}$$

$$n = 1500 \text{ об/мин } V = \pi \cdot 0,55\text{м} \cdot 25 \text{ с}^{-1} = 43,2 \text{ м/с}$$

Таким образом, при вращении ротора вертикальной фрезы в пределах 900-1500 об/мин, линейная (окружная) скорость $25,9 \leq V \leq 43,2 \text{ м/с}$

При вращении ротора фрезы с $n_p=1100$ об/мин ($18,33 \text{ с}^{-1}$) поступательная скорость агрегата:

$$V_n = 2,0 \text{ км/час } (0,6 \text{ м/с}). \quad S = 0,6 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,053 \text{ (с)}}{4} = 0,00796\text{м} = 7,96 \text{ мм}$$

$$V_n = 5,0 \text{ км/час } (1,4 \text{ м/с}). \quad S = 1,4 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,053 \text{ (с)}}{4} = 18,55 \text{ мм}$$

Таким образом, при оборотах ротора фрезы равной 1100 об/мин расстояние между траекторией ножа удовлетворяют неравенству $7,96\text{мм} \leq S \leq 18,55 \text{ мм}$

При вращении ротора фрезы с

$$n_p=900 \text{ об/мин } (15,0 \text{ с}^{-1}) \quad V_n = 0,6 \text{ м/с}$$

$$1. \quad V_n = 2,0 \text{ км/час } S = 0,6 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,067 \text{ (с)}}{4} = 10,05 \text{ мм}$$

$$2. \quad V_n = 5,0 \text{ км/час } (1,4 \text{ м/с}). \quad S = 1,4 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,67 \text{ (с)}}{4} = 23,45 \text{ мм}$$

Таким образом, при оборотах ротора фрезы равной 900 об/мин расстояние между траекторией ножа удовлетворяют неравенству $10,05\text{мм} \leq S \leq 23,45 \text{ мм}$

При вращении ротора фрезы с $n_p=700$ об/мин ($11,67 \text{ с}^{-1}$)

$$1. \quad V_n = 2\text{км/час} = 0,6 \text{ м/с} \quad S = 0,6 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,086 \text{ (с)}}{4} = 12,85 \text{ мм}$$

$$2. \quad V_n = 5,0 \text{ км/час } (1,4 \text{ м/с}). \quad S = 1,4 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,086 \text{ (с)}}{4} = 30,10 \text{ мм}$$

Таким образом, при оборотах ротора фрезы равной 900 об/мин расстояние между траекторией ножа удовлетворяют неравенству $12,85\text{мм} \leq S \leq 30,10 \text{ мм}$

При вращении ротора фрезы с $n_p=500$ об/мин ($8,3 \text{ с}^{-1}$)

$$1. \quad V_n = 2\text{км/час} = 0,6 \text{ м/с} \quad S = 0,6 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,12 \text{ (с)}}{4} = 18,00 \text{ мм}$$

$$2. \quad V_n = 5\text{км/час} = 1,4 \text{ м/с} \quad S = 1,4 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,12 \text{ (с)}}{4} = 42,0 \text{ мм}$$

$$18,0\text{мм} \leq S \leq 42,0 \text{ мм}$$

При вращении ротора фрезы с $n_p = 300$ об/мин ($5,0 \text{ с}^{-1}$)

$$1. V_n = 2 \text{ км/час} = 0,6 \text{ м/с} \quad S = 0,6 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,2 \text{ (с)}}{4} = 30,0 \text{ мм}$$

$$2. V_n = 5 \text{ км/час} = 1,4 \text{ м/с} \quad S = 1,4 \text{ (м/с)} \cdot \frac{0,2 \text{ (с)}}{4} = 70,0 \text{ мм}$$

$$30,0 \text{ мм} \leq S \leq 70,0 \text{ мм}$$

Все полученные неравенства сведены в сводную таблицу 1.

Таблица 1 – Сводная таблица изменения пространства между соседними точками траектории циклоиды в зависимости от скорости движения агрегата

Расчеты проводились для поступательной скорости агрегата V_n в пределах $2,0 \leq V_n \leq 5,0$ (км/ч)	При обороте ротора фрезы, об/мин	Поступат. скорость агрегата, км/ч	Расстояние между двумя соседними траекториями точек циклоиды	Поступат. скорость агрегата, км/ч	Расстояние между двумя соседними траекториями точек циклоиды
	300	2	30,0 мм	5	70,0 мм
	500		18,0 мм		42,0 мм
	700		12,85 мм		30,10 мм
	900		10,05 мм		23,45 мм
	1100		7,96 мм		18,55 мм

Изменения пространства (S, S_i, S_{i+1}) между траекториями соседних точек циклоиды зависит от скорости движения агрегата, оборотов ротора фрезы и количества установленных ножей n_i на фрезе.

На рисунке 2, как пример, схематически показаны изменения S при постоянных факторах: скорость движения агрегата V_n , обороты ротора n и количество ножей на фрезе k_n . В данном случае $S = S_i = S_{i+1}$.

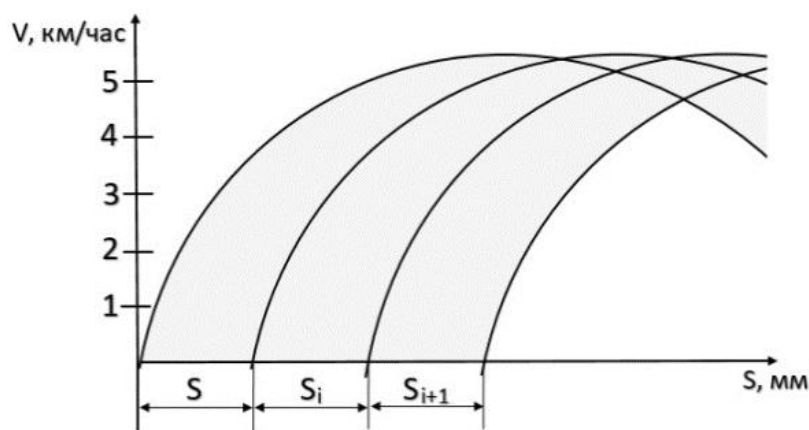


Рисунок 2 – Схема пространства между траекториями соседних точек циклоиды

По численным данным таблицы 1 построен график (рисунок 3).

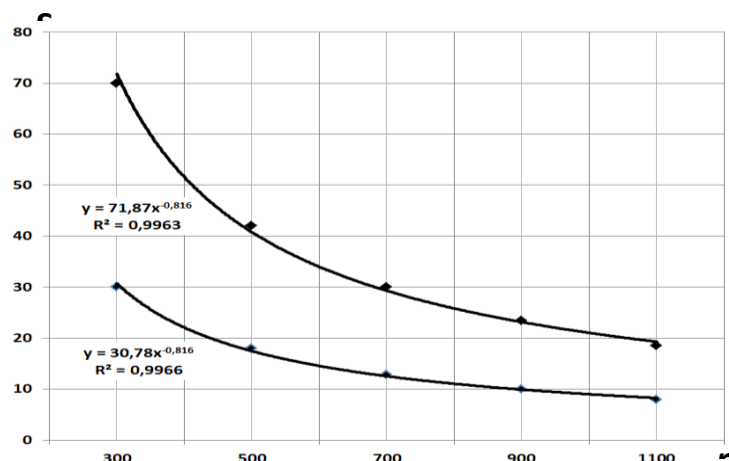


Рисунок 3 – График расчета изменения пространства между траекториями соседних точек циклоиды, $S = f(V_n, n)$

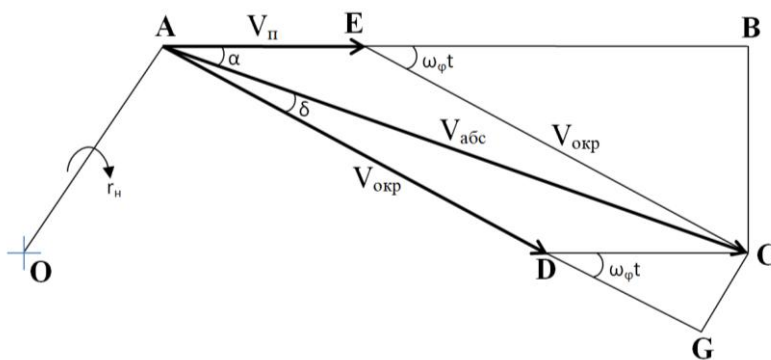


Рисунок 4 – Схема к определению кинематических показателей фрезерного рабочего органа

Из рисунка 4 следует, что скорость резания зависит от углов α и δ , т.е.

$$\alpha + \delta = \omega_\phi t \quad (9)$$

Кроме того $\operatorname{tg} \alpha = \frac{|BC|}{|AB|}$.

$$\text{Из } \Delta \text{ – ка EBC: } \sin \omega_\phi t = \frac{|BC|}{|EC|} = \frac{|BC|}{|V_{\text{окр}}|}, \quad (10)$$

$$|BC| = |V_{\text{окр}}| \cdot \sin(\omega_\phi t). \quad |AB| = |V_n| + |EB| = |V_n| + \cos(\omega_\phi t) \cdot |V_{\text{окр}}|$$

Следовательно,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{|V_{\text{окр}}| \cdot \sin(\omega_\phi t)}{|V_n| + \cos(\omega_\phi t) \cdot |V_{\text{окр}}|} = \frac{\sin(\omega_\phi t)}{\frac{|V_n|}{|V_{\text{окр}}|} + \cos(\omega_\phi t)} = \frac{\sin(\omega_\phi t)}{\frac{1}{\lambda} + \cos(\omega_\phi t)}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\sin(\omega_\phi t)}{\frac{1}{\lambda} + \cos(\omega_\phi t)} \quad (11)$$

Из Δ -ка ACG определим $\operatorname{tg} \delta = \frac{|GC|}{|AG|}$

$$\text{Из } \Delta \text{ – ка DCG} \quad \sin(\omega_\phi t) = \frac{|GC|}{|DC|} \Rightarrow |GC| = |V_n| \sin(\omega_\phi t)$$

$$|DG| = \cos(\omega_\phi t) \cdot |V_n| \Rightarrow |AG| = |AD| + |DG| = |V_{\text{окр}}| + |V_n| \cdot \cos(\omega_\phi t)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{|V_n| \cdot \sin(\omega_\phi t)}{|V_{\text{окр}}| + |V_n| \cdot \cos(\omega_\phi t)} = \frac{\sin(\omega_\phi t)}{\lambda + \cos(\omega_\phi t)}$$

$$\delta = \operatorname{arctg} \frac{\sin(\omega_{\phi} t)}{\lambda + \cos(\omega_{\phi} t)} \quad (12)$$

Из формулы (11) и (12) следует, что [10]

$\alpha = f_1(\omega_{\phi} t, \lambda)$ и $\delta = f_2(\omega_{\phi} t, \lambda)$, т.е. если $0 < \omega_{\phi} t < \pi$ тогда $0 < \alpha \cdot \delta < \pi$

Из (9) следует, что увеличение показателя λ ведет к уменьшению значения δ до нуля, т.е. функция $\delta = f_2(\omega_{\phi} t, \lambda)$ – убывающая функция относительно $\lambda \rightarrow \infty$.

При $\alpha = 90^\circ$ $\cos(\omega_{\phi} t) = -\frac{1}{\lambda} \Rightarrow \omega_{\phi} t = \arccos\left(-\frac{1}{\lambda}\right) = \omega_{\phi} t_1 = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{|V_{\Pi}|}{|V_{\text{окр}}|}$, следовательно $\omega_{\phi} t_1 = f_3(\lambda)$.

Из выражения (10) имеем:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)}{\frac{1}{\lambda} + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)} = \operatorname{arctg} \frac{\cos(\arcsin \frac{1}{\lambda})}{0}, \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2}$$

Из выражения (9):

$$\delta = \omega_{\phi} t_1 - \alpha = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = \arcsin \frac{1}{\lambda}, \quad \text{т.е. при } \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\delta = \arcsin \frac{1}{\lambda} \quad (13)$$

Подача на нож определяется по выражению:

$$S_{\text{н}} = \frac{2\pi \cdot 25}{4\lambda} = 12,5 \frac{\pi}{\lambda} = f_4(\lambda) = f_4\left(\frac{|V_{\text{окр}}|}{|V_{\Pi}|}\right) = 12,5 \frac{|V_{\Pi}|}{|V_{\text{окр}}|}$$

Из выражения (13) следует, что подача на нож зависит от λ , т.е. увеличение $|V_{\text{окр}}|$ ведет к уменьшению подачи на нож и наоборот.

Угол установки ножа рассчитывается по выражению:

$$\psi = \arccos\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{b_{\text{н}}}{0,5}\right) = \arccos\left(\frac{|V_{\Pi}|}{|V_{\text{окр}}|} + \frac{b_{\text{н}}}{0,5}\right)$$

где $b_{\text{н}}$ – ширина ножа.

При $\lambda=2,96$ и при ширине ножа $b_{\text{н}} = 0,05\text{м}$ угол установки ножа составит

$$\psi = \arccos\left(\frac{1}{2,96} + \frac{0,05}{0,5}\right) = \arccos(0,43) = 64^\circ$$

По результатам теоретических исследований будет изготовлен опытный образец фрезы с вертикально-приводным ротором для обработки приствольной зоны плодовых деревьев в интенсивных садах и проведена оценка степени крошимости, способствующая повышению влагосодержания и улучшению физико-механического состава почвы

Выводы

1. Предложена новая конструктивно-технологическая схема фрезы с вертикально-приводным ротором для обработки приствольной зоны плодовых насаждений, позволяющая проводить обработку почвы в приствольной зоне методом «огибания» штамба, т.е. без вывода рабочего органа из линии ряда и повреждения коры штамбов деревьев.

2. Определены оптимальные конструктивно-технологические параметры предлагаемой фрезы с вертикально-роторным приводом для обработки приствольной зоны плодовых деревьев: скорость передвижения агрегата от 2 до 5 км/час; угловая скорость вращения ротора фрезы от 94,2 до 157,0 (с^{-1}); угол установки ножей фрезы от 60° до 65° ; линейная скорость ротора фрезы составит от 25,9 до 43,2 м/с

3. Расстояние S между точками траектории ножа ротора вертикально-роторной фрезы является функцией двух переменных, т.е. $S = f(V_{\Pi}, n)$, где V_{Π} – поступательная скорость агрегата; n – частота вращения ротора фрезы. Функция $S = f(V_{\Pi}, n)$ – возрастающая относительно V_{Π} , а относительно частоты вращения – убывает.

Благодарность. Статья выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерства промышленности и строительства РК «Разработка и совершенствование

технических средств и технологического оборудования, обеспечивающих реализацию научно-обоснованных технологий производства продукции растениеводства» на 2024-2026гг.

Список литературы

1. Жапаев Р., Куныпияева Г., Жумагали О, Сембаева А, Кудайберген К., Какимжанов Е. Влияние разных способов обработки почвы на ее агрофизические и агрохимические свойства почвы в условиях богары Юго-Востока казахстана. Журнал: Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты №2 (2-1) 2024, С.220-232
2. Куныпияева Г.Т., Жабаев Р.К., Бастаубаева Ш.О., Оспанбаев Ж., Майбасова А.С., Жусупбеков Е.К. Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы в зависимости от способов обработки почвы в условиях Юго-Востока Казахстана». Журнал: Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты №2 (2-1) 2024, С.284-294.
3. Алёхин А.В. Обоснование параметров и режимов работы ротационного рабочего органа для обработки почвы в интенсивных садах. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Мичуринск-наукоград, 2010. - 18 с
4. Красовский В. В. Обоснование параметров и режимов работы косилки для скашивания сидератов в междурядьях садов и виноградников. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Зерноград, 2018. - 17 с
5. Пономарев А.В. Параметры ротационной бороны для поверхностной обработки почвы в приствольных зонах плодовых деревьев. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Зерноград, 2018. - 17 с
6. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И., Султан-Шах Е.Г. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: учебник для вузов с/х машиностроения. М., Машиностроение, 1978. - С.150-153
7. Джаббаров Н.И., Сергеев А.В., Семенова Г.А. Оценка степени крошения почвы динамичными почвообрабатывающими рабочими органами. Известия С-Пб ГАУ.- 2020. - №2 (59). - С.146-153.
8. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Изд-во Лань, Санкт-Петербург, 2021, 468с.
9. Коровкин В.Н. и др. Учебное пособие по теоретической механике. Владимир, 2000, 152с.
10. Бойко Л.А. и др. Теоретическая механика, Владимир, 2003, 96с.

References

1. Zhapaev R., Kunypiyeva G., Zhumagali O, Sembaeva A, Kudajbergen K., Kakimzhanov E. Vliyanie raznyh sposobov obrabotki pochvy na ee agrofizicheskie i agrohimicheskie svojstva pochvy v usloviyah bogary Yugo-Vostoka kazahstana. Zhurnal: Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty №2 (2-1) 2024, S.220-232
2. Kunypiyeva G.T., Zhabaev R.K., Bastaubaeva Sh.O., Ospanbaev Zh., Majbasova A.S., Zhusupbekov E.K. Strukturno-agregatnyj sostav i vodoprochnost' pochvy v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy v usloviyah Yugo-Vostoka Kazahstana». Zhurnal: Izdenister, nәtizheler – Issledovaniya, rezul'taty №2 (2-1) 2024, S.284-294.
3. Alyohin A.V. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty rotacionnogo rabocheho organa dlya obrabotki pochvy v intensivnyh sadah. Avtoreferat diss. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk, Michurinsk-naukograd, 2010. - 18 s
4. Krasovskij V. V. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty kosilki dlya skashivaniya sideratov v mezhduryad'yah sadov i vinogradnikov. Avtoreferat diss. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk, Zernograd, 2018. - 17 s
5. Ponomarev A.V. Parametry rotacionnoj borony dlya poverhnostnoj obrabotki pochvy v pristvol'nyh zonah plodovyh derev'ev. Avtoreferat diss. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk, Zernograd, 2018. - 17 s

6. Bosoj E.S., Vernyaev O.V., Smirnov I.I., Sultan-Shah E.G. Teoriya, konstrukciya i raschet sel'skohozyajstvennyh mashin: uchebnik dlya vuzov s/h mashinostroeniya. M., Mashinostroenie, 1978. - S.150-153
7. Dzhabborov N.I., Sergeev A.V., Semenova G.A. Ocenka stepeni krosheniya pochvy dinamichnymi pochvoobrabatyvayushchimi rabochimi organami. Izvestiya S-Pb GAU.- 2020. - №2 (59). - S.146-153.
8. Buhgol't N.N. Osnovnoj kurs teoreticheskoy mekhaniki. Izd-vo Lan', Sankt-Peterburg, 2021, 468s.
9. Korovkin V.N. i dr. Uchebnoe posobie po teoreticheskoy mekhanike. Vladimir, 2000, 152s.
10. Bojko L.A. i dr. Teoreticheskaya mekhanika, Vladimir, 2003, 96s.

***А.С.Рзалиев¹, А.У.Серікбаев², Б. Жунусбаев^{1*}, А.Б. Жунусбаев¹,
Р.Б.Жунусов¹, Б.К.Сатыбай¹***

¹ «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы ЖШС», Алматы қ., Қазақстан
rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru,
Zhunusov.rustem@internet.ru, batyrkhan.satybay@mail.ru

² Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ.
abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

ЖЕМІС АҒАШТАРЫНЫҢ ДІНІ АЙМАҒЫН ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН ТІК-РОТОРЛЫҚ ФРЕЗАНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУГЕ БАҒЫТТАЛҒАН ТЕОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР

Аңдатпа

Жеміс екпелерін күтіп-баптау жұмыстарының технологиясындағы ең маңызды операция – дінге жақын аймақта топырақты өңдеу. Оның мақсаты арамшөптерді жою және топырақтың үстіңгі қабатын 3-10 см тереңдікте қопсыту, ылғалды жинақтау, жеткілікті су өткізгіштігін, тамырлы көкжиектердің аэрациясын және жылынуын қамтамасыз ету.

Дәстүрлі ауылшаруашылық құралдары (дискілі тырмалар, көлденең осьті қопсытқыштар) арамшөптерді толығымен жоймайды, өсімдік қалдықтарымен бітеліп қалады, өсімдіктердің тамыр жүйесін зақымдайды, бұл жазда су және жел эрозиясының дамуына және қыста тамырлардың қатуына ықпал етеді.

Соңғы жылдары топырақ өңдеуге арналған тік айналмалы білігі бар машиналарға көбірек көңіл бөлінуде, олар жоғарыда аталған кемшіліктерге бейім емес.

Жұмыстың мақсаты – жеміс ағашы діні аймағын өңдеу барысында, құрал мен өңдеу нысаны өзара соқтығысып, зақымдану ықтималдығын болдырмау мақсатында, жеміс ағашы дінін (штамб) айланып өтетін тік роторлы, айналмалы білігі бар фрезаны жобалап жасау және конструкциясымен технологиялық схемасын ұсыну. Теориялық зерттеулер нәтижесінде топырақты өңдеуге арналған роторлық фрезасының жұмыс параметрлері ұсынылған.

Жеміс өнімдерін өндірумен айналысатын кәсіпкерлер мен фермерлер үшін, маңызды мәселе қатараралық және дінге жақын аумақты механикалық өңдеуге арналған заманауи техникалардың жоқтығы болып табылады. Жеміс ағаштарының діні аймағындағы топырақты өңдеуге арналған отандық өндірістегі техникалық құралдардың жоқтығы, жүргізіліп жатқан зерттеулердің өзектілігі мен жаңалығын айқындайды.

Тік айналмалы білігі бар ротордың жұмысының түпнұсқалық конструкциясы мен технологиялық схемасы ұсынылған; техникалық нәтиже - магистральдық аймақты өңдеуден кейін топырақтың үгітілу дәрежесінің жоғарылауы.

Магистральды аймақта топырақты өңдеуге арналған ротор жұмыс параметрлерінің теориялық негіздемесі келтірілген. Зерттеу нәтижесінде негізгі конструктивтік параметрлердің, сондай-ақ ұсынылған кескіш конструкциясының жұмыс режимдерінің технологиялық процестің сапасына әсерін анықтауға мүмкіндік беретін аналитикалық тәуелділіктер алынды.

Фрезаның оңтайлы конструктивтік және жұмыс параметрлерін анықтау бойынша теориялық зерттеулер мен тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері негізінде АҒӨО

зауыттарында жеміс ағаштарының дің аймағын өңдеуге арналған тік айналмалы білігі бар кескіштің тәжірибелік үлгісі дайындалады.

Кілт сөздер: жеміс ағаштары, дің, дің аймағы, топырақ өңдеу, тік фреза, ұсақтау

**A.S.Rzaliyev¹, A.U.Serikbayev², B. Zhunusbaev^{1*}, A.B.Zhunusbaev¹,
R.B.Zhunusov¹, B.K.Satybay¹**

¹ «Scientific Production Center of Agricultural Engineering» LLP, Almaty, Kazakhstan,
rzaliyev24@bk.ru, bekm.zhunusbaev@yandex.ru*, almazz70@mail.ru,
Zhunusov.rustem@internet.ru, batyrkhan.satybay@mail.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

THEORETICAL STUDIES ON THE JUSTIFICATION OF PARAMETERS MILLING CUTTERS WITH A VERTICAL ROTARY SHAFT OF ROTATION FOR PROCESSING OF THE TRUNK AREA OF FRUIT TREES

Abstract

One of the most important operations in the maintenance of fruit plantations is soil cultivation in the near-trunk zone. Its main purpose is to eliminate weeds and loosen the topsoil to a depth of 3 to 10 cm, which promotes moisture retention, ensures sufficient water permeability and aeration, and facilitates the warming of the root-inhabited soil layers.

Traditional agricultural implements—such as disk harrows and horizontal-axis cultivators—fail to completely eliminate weeds, often become clogged with plant residues, and damage plant root systems, contributing to water and wind erosion in summer and root freezing in winter.

In recent years, increasing attention has been given to machines with vertically rotating shafts for soil cultivation, which are less prone to the aforementioned drawbacks.

The objective of this work is to develop a vertical-rotor cutter capable of operating in the near-trunk zone of fruit trees while "bypassing" the tree trunk with its working body, thereby preventing potential damage to both the tool and the plant.

A significant challenge faced by entrepreneurs and farmers involved in fruit production is the lack of modern machines for mechanical cultivation of the inter-row and near-trunk zones. The absence of domestically produced technical equipment for tilling the near-trunk zone of fruit crops highlights the relevance and novelty of the research.

An original structural and technological scheme of a vertical-rotor cutter is proposed. The expected technical result is an increased degree of soil crumbling after near-trunk zone cultivation.

The paper presents the theoretical justification of the operating parameters of the cutter for soil cultivation in the near-trunk zone. As a result of the research, analytical dependencies were obtained that make it possible to determine the influence of key design parameters and operating modes on the quality of the technological process.

Based on theoretical studies of optimal design and operating parameters, as well as the results of experimental research, a prototype of the vertical-rotor cutter for near-trunk soil cultivation of fruit trees will be manufactured at the SPCAE production facilities.

Keywords: fruit trees, trunk, near-trunk zone, soil cultivation, vertical cutter, soil crumbling.

Вклад авторов:

1. Рзалиев Аскар Сапашевич – общее руководство исследованием;
2. Серикбаев Абдукарим Усерович – теоретическое обоснование параметров;
3. Жунусбаев Бекмуханбет – теоретическое обоснование параметров;
4. Жунусбаев Алмаз Бекмуханбетович – обзор литературы и патентный поиск;
5. Жунусов Рустем Болатович – обзор литературы и патентный поиск.
6. Сатыбай Батырхан Кайратулы – обзор литературы и патентный поиск.

*Ш.А. Альпейсов, А.К. Молдажанов, А.Т. Кулмахамбетова, А.А. Азизов,
Ж.М. Өтебаев, Д.А. Зинченко**

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы,
Казахстан, bolsheweak@gmail.com**

ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ВЫВОД МОЛОДНЯКА ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ ПТИЦЫ

Аннотация

В статье представлена разработка и экспериментальная апробация цифрового устройства звуковой стимуляции, направленного на повышение эффективности инкубации водоплавающей птицы — уток и гусей. Основой для создания устройства послужили данные о поведенческой чувствительности эмбрионов к акустическим стимулам на поздних стадиях эмбриогенеза, особенно в последние сутки инкубации. Устройство реализовано на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 4 Model B и включает в себя усилитель мощности, широкополосные динамики, а также специализированное программное обеспечение, обеспечивающее циклическое прерывистое воспроизведение звуков как природного (писк, голос родительской птицы), так и искусственного происхождения.

Экспериментальная часть работы выполнена в условиях лаборатории искусственной инкубации. Были сформированы контрольная и опытная группы, каждая из которых включала инкубационные яйца уток породы «Адигель» и гусей линдовской породы. В опытной группе устройство активировалось за 48 часов до предполагаемого вывода, в то время как контрольная группа инкубировалась по классической схеме без акустических воздействий.

Проведённая оценка включала анализ времени наклева, синхронности вывода, уровня двигательной активности и морфометрических показателей суточного молодняка. Результаты показали, что применение звуковой стимуляции увеличивает выводимость на 13–17 %, повышает синхронность вылупления, а также способствует формированию более активного и однородного по массе молодняка.

Разработанное устройство отличается низкой себестоимостью, простотой воспроизводства и возможностью программной адаптации под различные виды птиц. Оно может быть интегрировано в существующие инкубационные системы как в производственных, так и в научных целях. Представленные результаты подтверждают эффективность акустического воздействия как инновационного биомодулирующего фактора в птицеводстве.

Ключевые слова: звуковая стимуляция, Raspberry Pi, водоплавающие птицы, инкубация, синхронность вывода, вывод, суточный молодняк.

Введение

Развитие инкубационных технологий в птицеводстве направлено на достижение максимального вывода, физиологической полноценности и жизнеспособности молодняка птиц. При этом большинство современных инкубаторов сконцентрированы на поддержании стабильных параметров температуры, относительной влажности, вентиляции и поворота яиц, что безусловно является важнейшей частью технологического процесса. Однако в последние годы наблюдается возрастающий интерес к применению дополнительных факторов воздействия, в том числе сенсорных стимулов, в частности звуковых, способных оказывать влияние на эмбриогенез и поведение птенцов после вылупления.[1, 2, 3, 4]

Согласно современным представлениям, эмбриология птиц, органы слуха начинают функционировать у эмбрионов уже на поздних стадиях инкубации. Установлено, что у эмбрионов кур, индеек и водоплавающих птиц формирование слухового аппарата завершается

за несколько суток до вылупления, что позволяет им воспринимать акустические сигналы как из внешней среды, так и от сородичей внутри шкафа. В природных условиях акустические сигналы, издаваемые родительской особью, служат ключевым элементом пусковой активации эмбрионов к координированному выходу из яйца, а также способствуют активации нейрофизиологических механизмов, необходимых для дальнейшей жизнедеятельности. Установлено, что использование искусственно созданных звуков, в том числе природных (звуки утки, гуся, шорох скорлупы), в условиях инкубатора способно оказывать положительное влияние на такие параметры, как синхронность вывода, масса тела, уровень гормонов стресса и двигательная активность.[5, 6, 7]

Несмотря на положительные результаты, описанные в ряде экспериментальных работ, большинство исследований проведено преимущественно на яйцах кур и индеек. В отношении водоплавающих птиц, таких как утка и гусь, научная база ограничена, а типовые методики стимуляции, адаптированные под особенности их инкубации (более длительный период, специфический режим охлаждения и орошения), в научной и производственной практике отсутствуют. В связи с этим возникает потребность в создании специализированного технического решения, учитывающего акустическую чувствительность водоплавающих видов птиц и адаптированного для их инкубации.[8, 9, 10, 11]

Настоящее исследование направлено на разработку и испытание устройства звуковой стимуляции на базе микрокомпьютера Raspberry Pi 4 Model B, предназначенного для автоматизированного воспроизведения звуковых сигналов в заключительной фазе инкубации. Объектом исследования является процесс выведения молодняка водоплавающих птиц в условиях инкубатора, предметом – влияние звукового воздействия на показатели вывода и качества утят и гусят. Целью исследования является конструирование и апробация доступной цифровой акустической системы для экспериментального и, в перспективе, промышленного применения. В задачи настоящей работы входило: (1) разработать техническую схему и программное обеспечение для звукового воздействия; (2) провести испытания устройства в условиях инкубации утиных и гусиных яиц; (3) проанализировать показатели вывода, подвижности и морфометрических характеристик молодняка в сравнении с контрольной группой.

Методы и материалы

Исследования были проведены в условиях лаборатории искусственной инкубации в течение весенне-летнего периода времени. Целью эксперимента являлась количественная и качественная оценка влияния звуковой стимуляции на процесс вывода молодняка водоплавающих птиц. Были сформированы две экспериментальные группы: контрольная (инкубация без звукового воздействия) и опытная (с применением звуковой стимуляции). Обе группы проходили инкубацию параллельно и в идентичных условиях за исключением исследуемого фактора - наличия звукового сигнала.

Для повышения достоверности результатов использовалась выборка из 400 инкубационных яиц, по 200 штук в каждой группе. При этом отбор яиц проводился с учетом равномерного распределения по виду птиц: 100 утиных яиц породы «Адигель» и 100 гусиных яиц линдовской породы в каждой группе. Яйца были отобраны из родительских стад гусей и уток, содержащихся в схожих условиях содержания и направлены на инкубацию не позднее 2-х суток после снесения.[12]

Критериями отбора инкубационных яиц были:

- отсутствие микротрещин, известковых отложений и загрязнений скорлупы;
- масса от 80 до 95 г для гусиных яиц и от 65 до 75 г для утиных;
- индекс формы в пределах 72–76 % (отношение ширины к длине $\times 100$);
- равномерная воздушная камера и прозрачность содержимого на просвет.

После отбора были сформированы две группы по 60 яиц в каждой (по 30 утиных и 30 гусиных), в одной из которых применялась звуковая стимуляция, а в другой не использовалась. Для предотвращения межгруппового влияния и перекрёстного звукового

воздействия яйца размещались в разных инкубаторах, стоящих в звукоизолированных помещениях.

Перед закладкой яйца промывались слабым раствором перекиси водорода (0.5 %) и протирались насухо чистой хлопчатобумажной тканью. Каждое яйцо было промаркировано по принадлежности к группе (О-опыт, К-контроль), виду (У-утка, Г-гусь) и порядковому номеру. Такая маркировка позволяла вести точный учет параметров по каждому яйцу и выведенному молодняку на всех этапах инкубации и вывода.

Закладка проводилась одновременно в оба инкубатора, параметры которых предварительно были откалиброваны и стабилизированы. Температура в инкубаторе составляла 37.6 ± 0.1 °С, влажность-55–60 % на стадии эмбриогенеза и 65–70 % в заключительные сутки перед выводом. Автоматический поворот лотков с яйцами осуществлялся каждые 2 часа под углом $\pm 45^\circ$ до 28 суток (для гусей) и до 26 суток (для уток).

Эксперимент был разбит на три основные стадии:

- подготовка и проверка оборудования,
- проведение инкубации с регистрацией параметров,
- анализ результатов и сравнительная обработка данных.

Во избежание межгруппового переноса звуков, инкубаторы с контрольной и опытной группами размещались в изолированных помещениях, а условия микроклимата тщательно контролировались и протоколировались. Все измерения проводились в одни и те же временные интервалы с соблюдением идентичной методики. Полученные данные фиксировались в электронных таблицах с последующей статистической обработкой.

Для реализации задачи звуковой стимуляции эмбрионов водоплавающих птиц в завершающий период инкубации было разработано компактное цифровое устройство на основе микрокомпьютера Raspberry Pi 4 Model B, схема подключения которого показана на рисунке 1. Данный одноплатный компьютер отличается высокой производительностью, энергоэффективностью и широкими возможностями для автоматизации задач воспроизведения аудиосигналов. Ключевые технические характеристики Raspberry Pi 4 включают:

- четырёхъядерный процессор ARM Cortex-A72 с частотой 1.5 ГГц;
- 4 Гб оперативной памяти LPDDR4;
- встроенный аудиовыход 3.5 мм (TRRS);
- операционная система Raspberry Pi OS Lite (на базе Debian);
- поддержка Python, Bash и системных планировщиков задач.

Звуковой сигнал выводился через аналоговый аудиовыход и усиливался с помощью двухканального усилителя класса D, построенного на микросхеме PAM8403. Усилитель обладает низким энергопотреблением, высоким КПД и позволяет подключать маломощные динамики без радиаторов охлаждения. Выходная мощность усилителя составляла до 3 Вт на канал при сопротивлении нагрузки 4 Ом, что было достаточным для чёткого воспроизведения сигнала в объеме инкубационного шкафа.

К усилителю подключались два широкополосных динамика диаметром 52 мм, способных воспроизводить частотный диапазон от 200 Гц до 15 кГц. Это позволяло достоверно передавать как низкочастотные вибрации, имитирующие движения в скорлупе, так и более высокие звуки, то есть голосовые сигналы утки или гуся. Расположение динамиков внутри инкубатора осуществлялось таким образом, чтобы звуковая волна равномерно распространялась по всем ярусам инкубационной камеры.

Акустические сигналы представляли собой аудиофайлы в формате WAV, 44.1 кГц, 16 bit, длительностью 15-20 секунд. В записи включались:

- естественные звуки птенцов (писк, движение в скорлупе),
- позывные голосовые сигналы утки и гусыни,
- фоновый шум инкубатора и контактные сигналы.

Файлы записывались с использованием конденсаторного микрофона в условиях птицефабрики, после чего обрабатывались в редакторе Audacity (удаление шумов,

нормализация, выравнивание по громкости). Итоговый уровень громкости не превышал 65 дБ на расстоянии 30 см, что соответствует природному диапазону звуков, издаваемых птицами.

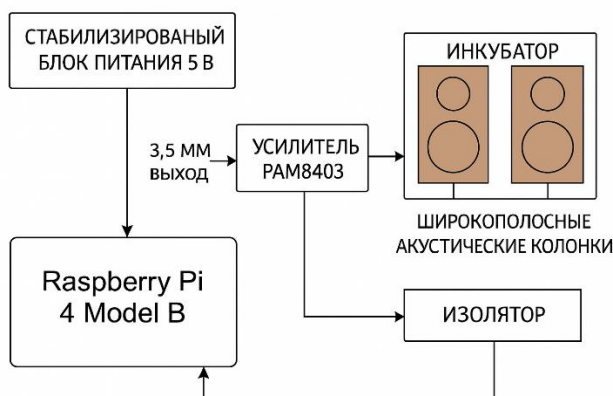


Рисунок 1 - Схема подключения устройства звуковой стимуляции.

Файлы записывались с использованием конденсаторного микрофона в условиях птицефабрики, после чего обрабатывались в редакторе Audacity (удаление шумов, нормализация, выравнивание по громкости). Итоговый уровень громкости не превышал 65 дБ на расстоянии 30 см, что соответствует природному диапазону звуков, издаваемых птицами.

Для питания системы использовался внешний стабилизированный блок 5 В, 3 А с защитой от перегрузки и скачков напряжения. Электрические соединения выполнены при помощи пайки и стандартных соединительных разъемов типа JST и Dupont, что обеспечивало надёжность и удобство монтажа/демонтажа.

Программное обеспечение писалось на языке Python 3.9, рисунок 2, с использованием встроенной аудиосистемы ALSA.

```

import tkinter as tk
import subprocess
import time
import threading

# ==== Путь к звуковому файлу ====
SOUND_FILE = "/home/pi/Desktop/Clicker.wav" # замените при необходимости

is_running = False
countdown_thread = None

def play_sound():
    subprocess.run(["aplay", SOUND_FILE])

def play_loop():
    global is_running
    while is_running:
        play_sound()
        update_status("⌛ Ожидание...")

        try:
            interval = int(interval_entry.get())
        except ValueError:
            update_status("⚠ Неверный интервал!", "red")
            break

        for remaining in range(interval, 0, -1):
            if not is_running:
                break
            update_status(f"⌛ Следующий запуск через {remaining} сек")
            time.sleep(1)

def start():
    global is_running
    if not is_running:
        is_running = True
        threading.Thread(target=play_loop, daemon=True).start()
        update_status("🟢 Воспроизведение активно", "green")

def stop():
    global is_running
    is_running = False
    update_status("🔴 Остановлено", "red")
    
```

Рисунок 2 - Фрагмент программы устройства звуковой симуляции

Скрипт выполнял:

- циклический запуск звуковых файлов формата WAV,
- логгирование времени воспроизведения,

- регулирование длительности паузы между циклами (8 секунд),
- аварийное завершение при перегреве/отключении динамика (через watchdog-сервис).

Дополнительно предусматривалась возможность ручного запуска через SSH-доступ, а также интеграция с интерфейсом (рисунок 3).

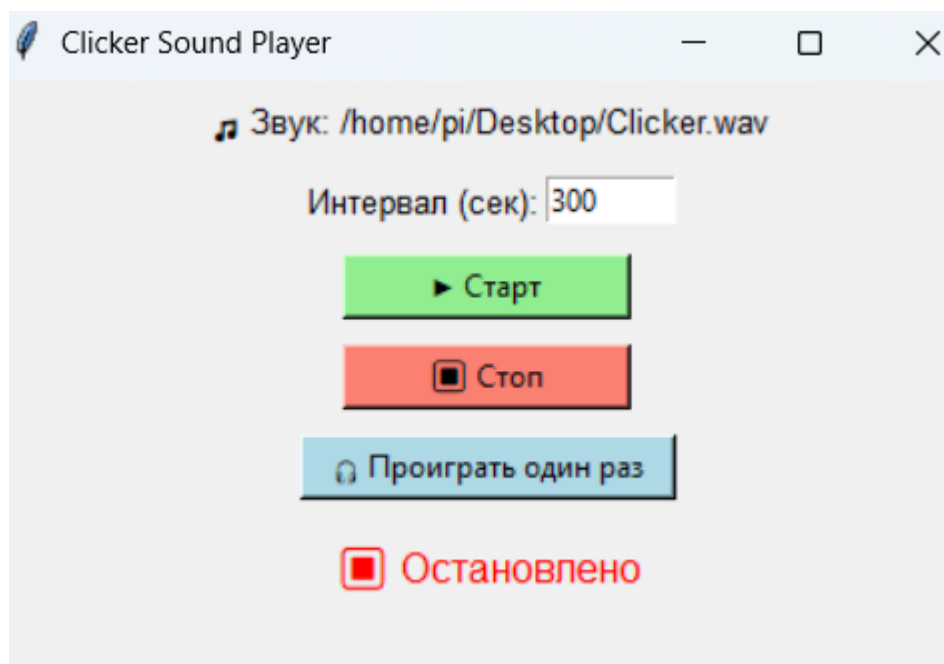


Рисунок 3 - Интерфейс программы звуковой стимуляции

Контрольные и опытные партии инкубировались в инкубаторах модели “ИФХ - 500 Н”, оборудованных цифровыми системами поддержания температуры (37.6 ± 0.1 °C), относительной влажности (55-60 %) и автоматического поворота лотков с яйцами. Особое внимание уделялось последним 48 часам перед началом вывода, когда звуковая стимуляция включалась в опытной группе. Эти двое суток являются критически важными для формирования поведенческой реакции и запуска механизмов наклёва, поэтому именно в этот период осуществлялось звуковое воздействие по заданному алгоритму.

Для объективной оценки эффективности применения звуковой стимуляции в процессе инкубации утиных и гусиных яиц был реализован комплекс морфометрических, поведенческих и количественно-качественных показателей. Все измерения проводились в одно и то же время суток, с применением однотипного оборудования и по заранее утверждённой методике. Анализ осуществлялся по каждой группе (контрольной и опытной) отдельно, с последующим сравнением результатов.

Выводимость рассчитывалась как отношение количества птенцов, успешно вылупившихся из инкубационного яйца, к общему числу заложенных яиц, выраженное в процентах:[1]

$$\text{Выводимость} = \left(\frac{N_{\text{вылупившихся}}}{N_{\text{заложенных}}} \right) \times 100\%$$

Фиксация вывода проводилась каждые 4 часа в течение 48-часового окна, начиная с момента первого наклёва. Дополнительно велась регистрация среднего времени вывода (в часах)-от начала наклёва до момента полного выхода из скорлупы. Также определялся коэффициент синхронности вывода как доля суточного молодняка, вылупившегося в пределах ± 6 часов от модального значения.

Результаты и обсуждение

После завершения инкубации утиных и гусиных яиц нами были получены интересные данные, связанные с выводом суточного молодняка и приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты инкубации утиных и гусиных яиц

Вид птицы	Группа	Кол-во яиц, шт	Вылупилось, гол	Выводимость, (%)	Синхронный вывод, (%)*
Утята	Контрольная	30	23	76.7	52
Утята	Опытная	30	27	90.0	81
Гусята	Контрольная	30	21	70.0	47
Гусята	Опытная	30	26	86.7	77

*Суточный молодняк, вылупившийся в пределах 6 часов от модального времени.

Анализ результатов инкубации показал, что использование звуковой стимуляции привело к увеличению вывода утят на 13.3%, и на 16.7% у гусят, а также значительно повысило синхронность вывода, что особенно важно при крупномасштабном инкубационном производстве.

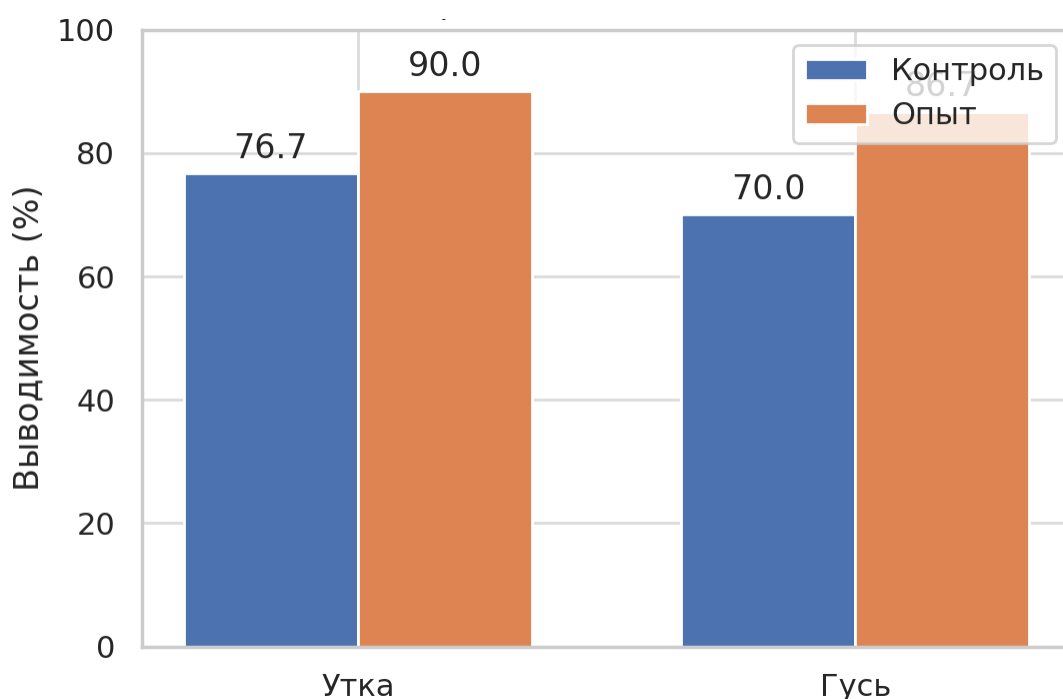


Рисунок 4 - Сравнение вывода утят и гусят между контрольной и опытной группами, %

В нижеприведенной таблице 2 показана активность вывода утят и гусят к концу инкубации.

Таблица 2 – Активность вывода утят и гусят (по 5-балльной оценке)

Вид птицы	Группа	Средний балл активности	Птенцы с 5 баллами, (%)
Утята	Контрольная	3.6	40
Утята	Опытная	4.4	71
Гусята	Контрольная	3.3	35
Гусята	Опытная	4.2	68

Таким образом, использованный звук стимулировал более высокую двигательную активность и раннюю ориентацию молодняка. Эти данные согласуются с результатами ряда зарубежных работ, где аналогичные эффекты наблюдались у цыплят.

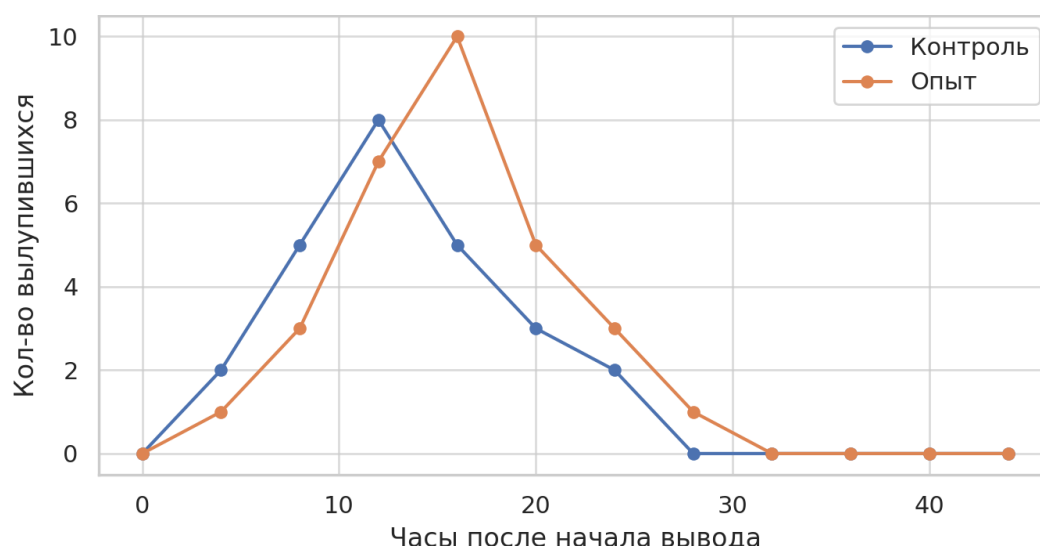


Рисунок 5 - Распределение времени вывода птенцов

Таким образом, полученные данные подтверждают гипотезу о положительном влиянии звуковой стимуляции на процесс вылупления молодняка водоплавающих птиц. В контрольной группе пик вывода приходился на 12–16 часов, с более растянутой кривой и поздним завершением вывода. В опытной группе (с звуковой стимуляцией) наблюдался более ранний пик (8–12 часов) и более выраженная синхронность вывода, что особенно важно при промышленной инкубации. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что звуковая стимуляция способствует ускорению и синхронизации процессов вылупления молодняка. Повышение вывода и синхронности, улучшение морфометрических и поведенческих характеристик позволяет рассматривать звуковое воздействие как эффективный биомодулирующий фактор.

Следует отметить, что технология применима при минимальных затратах, проста в тиражировании и может быть внедрена в действующие инкубационные конвейерные линии. При этом важно адаптировать частотные и временные характеристики звукового сигнала под видовую принадлежность и стадию развития.

Выводы

Проведённое исследование продемонстрировало, что применение звуковой стимуляции в завершающей стадии инкубации оказывает значимое положительное влияние на качество и параметры вывода суточного молодняка водоплавающих птиц. Разработанное устройство на базе микрокомпьютера Raspberry Pi 4 Model B позволило автоматизировать звуковое воздействие и обеспечить его стабильную работу в течение критического периода формирования поведенческих реакций эмбрионов.

Основные выводы исследования:

- В опытной группе наблюдалось увеличение вывода молодняка на 13–17 % по сравнению с контрольной;
- Молодняк, подвергавшийся звуковой стимуляции, характеризовался более высокой морфометрической однородностью и большей средней живой массой;
- Доля активного молодняка с максимальным баллом активности возросла более чем в 1.7 раза;
- Синхронность вывода улучшилась в обоих видах птиц, что снижает нагрузку на персонал и повышает управляемость инкубационным процессом;
- Полученные различия статистически достоверны при уровне значимости $P < 0.05$.

Таким образом, применение звуковой стимуляции, имитирующей естественные звуки, можно рассматривать как эффективное технологическое решение, направленное на оптимизацию вывода молодняка водоплавающей птицы. Предложенная система обладает рядом преимуществ, то есть низкой стоимостью, простотой сборки, возможностью

масштабирования и адаптации под различные видовые особенности птиц. Использование данной технологии в фермерских и промышленных хозяйствах представляется перспективным направлением повышения биологической и экономической эффективности птицеводства.

Благодарность. Авторы выражают благодарность Казахскому национальному аграрному исследовательскому университету за предоставленную возможность проведения исследований. Особая признательность выражается техническому персоналу лаборатории искусственной инкубации за помощь в организации и сопровождении экспериментов.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках научной программы программно-целевого финансирования МСХ РК на 2024–2026 годы, проект BR22887152 «Разработка эффективных способов разведения водоплавающих птиц путем селекционно-технологических методов и информационных технологий».

Список литературы

1. Бессонов, А. С., & Петрова, Л. Н. (2020). Технология производства инкубационного яйца и молодняка птицы (с. 1–312). Москва: КолосС.
2. Гаврилов, В. М., & Егорова, Е. А. (2019). Анатомия и физиология птиц: учебник (с. 1–464). Санкт-Петербург: Лань.
3. Головкин, М. Я., & Куликов, А. Г. (2017). Биотехнология в птицеводстве (с. 1–285). Москва: Агропромиздат.
4. Калашников, А. П., & Шевченко, А. А. (2021). Современные методы повышения выводимости яиц в промышленной инкубации. Вестник сельскохозяйственной науки, (6), 43–47.
5. McFarlane, J. M., & Saunders, C. M. (2021). Acoustic stimulation of avian embryos enhances hatching synchrony and post-hatch performance. Poultry Science, 100(8), 101234. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101234>
6. Lee, H. C., & Park, J. Y. (2019). Effects of pre-hatch auditory stimulation on chick behavior and neurodevelopment. Animal Bioscience, 32(3), 386–393. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0623>
7. Jones, G. P., & Roper, T. J. (1997). Influence of auditory experience on the behavior of domestic chicks. Behavioural Brain Research, 89(2), 293–298.
8. Кайшева, М. Ф., & Исламов, А. Р. (2020). Влияние акустических факторов на развитие птицы. Вестник аграрной науки, (5), 59–64.
9. Абдрахманов, Р. А., & Нагаев, В. И. (2022). Цифровые системы управления в аграрной биоинженерии (с. 1–188). Казань: КГТУ.
10. Гайсин, А. М., & Латыпова, Н. А. (2021). Использование сенсорной стимуляции при инкубации. Научные труды КНИИСХ, 12, 78–83.
11. Dzialowski, E. M., & Sirsat, T. S. (2011). Effects of sound frequency and timing on avian embryonic development. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 160(4), 498–504.
12. ГОСТ 31654–2012. (2012). Продукция птицеводства. Термины и определения.
13. Альпейсов, Ш. А., & Шарипов, Р. И. (2013). Оптимизация температурно-влажностного режима инкубации яиц мускусных уток. Ізденістер – нәтижелер, Поиск-результаты, (4), 3–5.
14. Алиханов, Д. М., Альпейсов, Ш. А., Мустафин, Е. Г., & Молдажанов, А. К. (2013). Обоснование граничных значений параметров отбора инкубационных яиц на автоматизированном устройстве. В Материалы международной научно-практической конференции «Птицеводство Казахстана: проблемы и перспективы развития» (с. 36–42). Алматы.

References

1. Bessonov, A. S., & Petrova, L. N. (2020). Tehnologija proizvodstva inkubacionnogo jajca i molodnjaka pticy (s. 1–312). Moskva: KolosS.

2. Gavrilov, V. M., & Egorova, E. A. (2019). Anatomija i fiziologija ptic: uchebnik (s. 1–464). Sankt-Peterburg: Lan'.
3. Golovko, M. Ja., & Kulikov, A. G. (2017). Biotehnologija v pticevodstve (s. 1–285). Moskva: Agropromizdat.
4. Kalashnikov, A. P., & Shevchenko, A. A. (2021). Sovremennye metody povyshenija vyvodimosti jaic v promyshlennoj inkubacii. Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki, (6), 43–47.
5. McFarlane, J. M., & Saunders, C. M. (2021). Acoustic stimulation of avian embryos enhances hatching synchrony and post-hatch performance. Poultry Science, 100(8), 101234. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101234>
6. Lee, H. C., & Park, J. Y. (2019). Effects of pre-hatch auditory stimulation on chick behavior and neurodevelopment. Animal Bioscience, 32(3), 386–393. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0623>
7. Jones, G. P., & Roper, T. J. (1997). Influence of auditory experience on the behavior of domestic chicks. Behavioural Brain Research, 89(2), 293–298.
8. Kajsheva, M. F., & Islamov, A. R. (2020). Vlijanie akusticheskikh faktorov na razvitie pticy. Vestnik agrarnoj nauki, (5), 59–64.
9. Abdrahmanov, R. A., & Nagaev, V. I. (2022). Cifrovye sistemy upravlenija v agrarnoj bioinzhenerii (s. 1–188). Kazan': KGTU.
10. Gajsin, A. M., & Latypova, N. A. (2021). Ispol'zovanie sensornoj stimuljacji pri inkubacii. Nauchnye trudy KNIISH, 12, 78–83.
11. Dzialowski, E. M., & Sirsat, T. S. (2011). Effects of sound frequency and timing on avian embryonic development. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 160(4), 498–504.
12. GOST 31654–2012. (2012). Produkcija pticevodstva. Terminy i opredelenija.
13. Al'pejsov, Sh. A., & Sharipov, R. I. (2013). Optimizacija temperaturno-vlazhnostnogo rezhima inkubacii jaic muskusnyh utok. Izdenister – nәtizheler, Poisk-rezul'taty, (4), 3–5.
14. Alihanov, D. M., Al'pejsov, Sh. A., Mustafin, E. G., & Moldazhanov, A. K. (2013). Obosnovanie granichnyh znachenij parametrov otbora inkubacionnyh jaic na avtomatizirovannom ustrojstve. V Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Pticevodstvo Kazahstana: problemy i perspektivy razvitiya» (s. 36–42). Almaty.

**Ш.А. Альпейсов, А.К. Молдажанов, А.Т. Кулмахамбетова, А.А. Азизов,
Ж.М. Өтебаев, Д.А. Зинченко***

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
bolsheweak@gmail.com**

СУ ҚҰСТАРЫНЫҢ БАЛАПАНДАРЫН ӨСІРУГЕ ДЫБЫСТЫҚ ЫНТАЛАНДЫРУДЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Мақалада суда жүзетін құстар — үйректер мен қаздарды инкубациялаудың тиімділігін арттыруға бағытталған Сандық дыбыстық ынталандыру құрылғысын әзірлеу және эксперименттік сынақтан өткізу ұсынылған. Құрылғыны құрудың негізі эмбриогенездің соңғы кезеңдеріндегі, әсіресе инкубацияның соңғы күніндегі акустикалық тітіркендіргіштерге эмбриондардың мінез-құлық сезімталдығы туралы мәліметтер болды. Құрылғы Raspberry Pi 4 Model B Бір тақталы микрокомпьютер негізінде жүзеге асырылады және Қуат күшейткішін, кең жолақты динамиктерді, сондай-ақ табиғи (сықырлау, құс дауысы) және жасанды шыққан дыбыстарды циклдік үзіліссіз ойнатуды қамтамасыз ететін арнайы бағдарламалық құралды қамтиды.

Жұмыстың эксперименттік бөлігі жасанды инкубация зертханасында орындалды. Бақылау және тәжірибелік топтар құрылды, олардың әрқайсысына "Адигель" үйректерінің инкубациялық жұмыртқалары мен линдов тұқымының қаздары кірді. Тәжірибелік топта құрылғы жоспарланған шығарылымнан 48 сағат бұрын іске қосылды, ал бақылау тобы акустикалық әсерсіз классикалық схема бойынша инкубацияланды.

Жүргізілген бағалау шағу уақытын, шығу синхрондылығын, қозғалыс белсенділігінің деңгейін және тәуліктік төлдің морфометриялық көрсеткіштерін талдауды қамтиды.

Нәтижелер көрсеткендей, дыбыстық ынталандыруды қолдану Балапан шығаруды 13-17% - ға арттырады, инкубацияның синхрондылығын арттырады, сонымен қатар белсенді және біртекті жас жануарлардың пайда болуына ықпал етеді.

Әзірленген құрылғы төмен шығындармен, көбеюдің қарапайымдылығымен және құстардың әртүрлі түрлеріне бағдарламалық бейімделу мүмкіндігімен ерекшеленеді. Ол өндірістік және ғылыми мақсаттарда қолданыстағы инкубациялық жүйелерге біріктірілуі мүмкін. Ұсынылған нәтижелер Құс шаруашылығындағы инновациялық биомодуляциялық фактор ретінде акустикалық әсердің тиімділігін растайды.

Кілт сөздер: дыбыстық ынталандыру, Raspberry Pi, суда жүзетін құстар, инкубация, шығу синхрондылығы, шығару, тәуліктік балапан.

**Sh.A. Alpeisov, A.K. Moldazhanov, A.T. Kulmakhambetova, A.A. Azizov,
Zh.M. Otebayev, D.A. Zinchenko***

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
bolsheweak@gmail.com**

THE INFLUENCE OF ACOUSTIC STIMULATION ON THE HATCHING OF WATERFOWL CHICKS

Abstract

The article presents the development and experimental testing of a digital sound stimulation device aimed at increasing the efficiency of incubation of waterfowl - ducks and geese. The basis for creating the device was data on the behavioral sensitivity of embryos to acoustic stimuli in the late stages of embryogenesis, especially in the last day of incubation. The device is implemented on the basis of a single-board microcomputer Raspberry Pi 4 Model B and includes a power amplifier, broadband speakers, and specialized software that provides cyclic intermittent reproduction of sounds of both natural (squeak, voice of the parent bird) and artificial origin. The experimental part of the work was carried out in the conditions of the artificial incubation laboratory. Control and experimental groups were formed, each of which included hatching eggs of ducks of the Adigel breed and geese of the Lindovskaya breed. In the experimental group, the device was activated 48 hours before the expected hatching, while the control group was incubated according to the classical scheme without acoustic effects.

The assessment included an analysis of the hatching time, hatching synchronicity, motor activity level and morphometric parameters of daily young animals. The results showed that the use of sound stimulation increases hatchability by 13-17%, increases hatching synchronicity, and also contributes to the formation of more active and uniform young animals by weight.

The developed device is characterized by low cost, ease of reproduction and the possibility of software adaptation for various bird species. It can be integrated into existing incubation systems for both production and scientific purposes. The presented results confirm the effectiveness of acoustic impact as an innovative biomodulating factor in poultry farming.

Key words: acoustic stimulation, Raspberry Pi, waterfowl, incubation, hatching synchrony, hatching, day-old chicks.

Вклад авторов

Ш.А. Альпейсов: первоначальное написание статьи, методология

А.К. Молдажанов: обзор и редактирование, администрирование

А.Т. Кулмахамбетова: приобретение финансирования, ресурсы

А.А. Азизов: концептуализация, курирование данных

Ж.М. Отебаев: формальный анализ, редактирование

Д.А. Зинченко: визуализация, программное обеспечение

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Акимбеков Амин Ричардович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» Қазақстан Республикасы, Орал қаласы, 090009, <https://orcid.org/0000-0002-1697-8113>, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru

Акимбеков Амин Ричардович – доктор с.-х. наук, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан, г. Уральск, 090009, <https://orcid.org/0000-0002-1697-8113>, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru

Akimbekov Amin Richardovich – Doctor of Agricultural Sciences, «West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan», Republic of Kazakhstan, Oral, 090009, <https://orcid.org/0000-0002-1697-8113>, e-mail: amin.akimbekov@bk.ru

Исхан Кайрат Жалелович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, «Қазақ ұлттық аграрлық ғылыми-зерттеу университетінің» Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-8004-7612>, e-mail: kayrat_iskhan@mail.ru

Исхан Кайрат Жалелович – кандидат с.-х. наук, профессор, «Казахского национального аграрно-исследовательского университета», Республика Казахстан, г. Алматы, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-8004-7612>, e-mail: kayrat_iskhan@mail.ru

Iskhan Kairat Zhalelovich – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-8004-7612>, e-mail: kayrat_iskhan@mail.ru

Кажғалиев Нурлыбай Жигербаевич – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық ғылыми-зерттеу университетінің» Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, 010011, <https://orcid.org/0000-0001-5122-9030>, e-mail: kazhgaliev.n@mail.ru

Кажғалиев Нурлыбай Жигербаевич – кандидат с.-х. наук, профессор, «Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, г. Астана, 010011, <https://orcid.org/0000-0001-5122-9030>, e-mail: kazhgaliev.n@mail.ru

Kazhgaliev Nurlybai Zhigerbaevich – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Republic of Kazakhstan, Astana, 010011, <https://orcid.org/0000-0001-5122-9030>, e-mail: kazhgaliev.n@mail.ru

Отебаев Жасулан – PhD докторант, «Қазақ ұлттық аграрлық ғылыми-зерттеу университеті» Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, 050010, <https://orcid.org/0000-0003-4201-7743>, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz

Отебаев Жасулан – PhD докторант, «Казахского национального аграрно-исследовательского университета», Республика Казахстан, г. Алматы, 050010, <https://orcid.org/0000-0003-4201-7743>, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz

Otebaev Zhassulan – PhD Doctoral Student, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, 050010, <https://orcid.org/0000-0003-4201-7743>, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz

Құрманғали Ләйлім Саматқызы – 2 курс докторант, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық ғылыми-зерттеу университеті» Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, 010011, <https://orcid.org/0000-0002-9643-9901>, e-mail: kurmangali.l0505@gmail.com

Құрманғали Ләйлім Саматқызы – 2 курс докторант, «Казахского агротехнического исследовательского университета им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, г. Астана, 010011, <https://orcid.org/0000-0002-9643-9901>, e-mail: kurmangali.l0505@gmail.com

Kurmangali Lailim Samatkyzy – 2nd-year PhD Student, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Republic of Kazakhstan, Astana, 010011, <https://orcid.org/0000-0002-9643-9901>, e-mail: kurmangali.10505@gmail.com

Gemingguli Muhatai – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор ҚХР «Тарим университеті» 843300, Арал қ., Шыңжаң. 843300, <https://orcid.org/0009-0000-3208-4403>, эл.пошта: «gmglana» 850467596@qq.com

Gemingguli Muhatai – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор³ «Таримский университет» КНР. 843300, г. Арал, Синьцзян, 843300, <https://orcid.org/0009-0000-3208-4403>, эл. почта: «gmglana» 850467596@qq.com

Gemingguli Muhatai Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Tarim University, China. 843300, Aral, 843300, Xinjiang. <https://orcid.org/0009-0000-3208-4403>, e-mail: «gmglana» 850467596@qq.com

Исламов Есенбай Исраилұлы* - ауыл шаруашылық ғылымдарының докторы, "Қазақ АӨК және РСТ Экономика ҒЗИ" ЖШС-ның директоры, Қазақстан Республикасы, 050057, Алматы обл., Алматы қ., К.Сәтпаев қ., 30 Б, <https://orcid.org/0000-0002-2478-1505>, эл. пошта: Islamov_esenbay@mail.ru,

Исламов Есенбай Исраилович – доктор с.-х. наук, директор ТОО «Казахский НИИ экономики АПК и РСТ», Республика Казахстан, 050057, Алматинская обл., г. Алматы, ул К.Сатпаева, 30 Б, <https://orcid.org/0000-0002-2478-1505>, e-mail: Islamov_esenbay@mail.ru

Islamov Yessenbay Israilovich - Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Kazakh Research Institute of Agricultural and Food Economics and RST LLP, Republic of Kazakhstan, 050057, Almaty Region, Almaty c., K. Satpaev Street, 30 B, <https://orcid.org/0000-0002-2478-1505>, e-mail: Islamov_esenbay@mail.ru,

Құлманова Гульжан Әбжананқызы- ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, "Қазақ АӨК және РСТ Экономика ҒЗИ" ЖШС-ның ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050057, Алматы обл., Алматы қ., К.Сәтпаев қ., 30 Б, <https://orcid.org/0000-0003-4547-7075>, эл. пошта: gulzhan_62@mail.ru

Кулманова Гульжан Абжанановна - кандидат с.-х. наук, НС ТОО «Казахский НИИ экономики АПК и РСТ», Республика Казахстан, 050057, Алматинская обл., г. Алматы, ул К.Сатпаева, 30 Б, <https://orcid.org/0000-0003-4547-7075>, e-mail: gulzhan_62@mail.ru

Kulmanova Gulzhan Abzhananovna - Candidate of Agricultural Sciences, Research Associate of the Kazakh Research Institute of Agricultural and Food Economics and RST LLP, Republic of Kazakhstan, 050057, Almaty Region, Almaty, K. Satpaev Street, 30 B, <https://orcid.org/0000-0003-4547-7075>, e-mail: gulzhan_62@mail.ru

Жумашева Сәуле Тоқанқызы- экономика ғылымдарының кандидаты, "Қазақ АӨК және РСТ Экономика ҒЗИ" ЖШС-ның ғалым хатшысы, Қазақстан Республикасы, 050057, Алматы обл., Алматы қ., К.Сәтпаев қ., 30 Б, <https://orcid.org/0000-0003-0559-5608>, эл. пошта: kazniiapk@mail.ru

Жумашева Сауле Токановна - кандидат экономических наук, ученый секретарь ТОО «Казахский НИИ экономики АПК и РСТ», Республика Казахстан, 050057, Алматинская обл., г. Алматы, ул К.Сатпаева, 30 Б, <https://orcid.org/0000-0003-0559-5608>, e-mail: kazniiapk@mail.ru

Zhumasheva Saule Tokanovna - Candidate of Economic Sciences, Academic Secretary of the Kazakh Research Institute of Agricultural and Food Economics and RST LLP, Republic of Kazakhstan, 050057, Almaty Region, Almaty, K. Satpaev Street, 30 B, <https://orcid.org/0000-0003-0559-5608>, e-mail: kazniiapk@mail.ru

Әбирбек Жарықжұлдыз – ветеринария ғылымдарының магистрі, негізгі автор, ҚазҰАЗУ «Фармакология және жануарлар патологиясы» кафедрасының PhD докторанты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Қайрат ықшам ауданы 153/48, 21-пәтер, 050018, <https://orcid.org/0009-0002-2000-2903>, Jarykjuldyz@mail.ru

Абирбек Жарықжұлдыз-магистр ветеринарных наук, основной автор, докторант PhD кафедры "Фармакология и патология животных" КазНАИУ, Республика Казахстан, г. Алматы,

микрорайон Кайрат 153/48, кв. 21, 050018, <https://orcid.org/0009-0002-2000-2903>, Jarykjuldyz@mail.ru

Abirbek Zharykzhuldyz-Master of Veterinary Sciences, main author, PhD student of the Department of Pharmacology and Pathology of Animals, KazNAIU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kairat subdistrict 153/48, block 21, 050018, <https://orcid.org/0009-0002-2000-2903> , Jarykjuldyz@mail.ru

Заманбеков Нуртлеу Акжолтаевич, ветеринария ғылымдарының докторы, ҚазҰАЗУ «Фармакология және жануарлар патологиясы» кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Көктем 3, 9-үй, 41-пәтер, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-6019-7947> , zamanbekov.nurtleu@mail.ru

Заманбеков Нуртлеу Акжолтаевич, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры "Фармакология и патология животных" КазНАИУ, Республика Казахстан, г. Алматы, Коктем 3, д.9, кв.41, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-6019-7947>, zamanbekov.nurtleu@mail.ru

Zamanbekov Nurtleu Akzholtaevich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Pharmacology and Pathology of Animals at KazNAIU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Koktem 3, 9, sq.41, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-6019-7947> , zamanbekov.nurtleu@mail.ru

Туржигитова Шырын Бактыгереевна, PhD, ҚазҰАЗУ «Фармакология және жануарлар патологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры,, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Көктем 3, 9-үй, 15-пәтер 050040, <https://orcid.org/0000-0001-8538-5488>, turzigitova@mail.ru

Туржигитова Шырын Бактыгереевна, PhD, ассоциированный профессор кафедры "Фармакология и патология животных" КазНАИУ, Республика Казахстан, г. Алматы, Коктем 3, д. 9, кв. 15 050040, <https://orcid.org/0000-0001-8538-5488>, turzigitova@mail.ru

Turzhigitova Shyryn Baktygereevna, PhD, Associate Professor of the Department of Pharmacology and Pathology of Animals, KazNAIU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Koktem 3, 9, sq. 15 050040, <https://orcid.org/0000-0001-8538-5488> , turzigitova@mail.ru

Кубентаева Арай Бекболатовна, ветеринария ғылымдарының магистрі, Талдықорған жоғары аграрлық-технологиялық колледжінің арнайы пәндер оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ., Көктем 20, <https://orcid.org/0000-0001-5002-5538>

Кубентаева Арай Бекболатовна, магистр ветеринарных наук, преподаватель специальных дисциплин Талдыкорганского высшего аграрно-технологического колледжа, Республика Казахстан, г. Талдыкорган, Коктем 20, <https://orcid.org/0000-0001-5002-5538>, kausar_87_arai@mail.ru

Kubentayeva Arai Bekbolatovna, Master of Veterinary Sciences, lecturer of special disciplines, Taldykorgan Higher Agricultural and Technological College, 20 Koktem, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-5002-5538>, kausar_87_arai@mail.ru

Амзеев Рауан Есенгелдиевич - оқытушы, ШЖҚ "Ы.Алтынсарин атындағы №159 гимназия, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Қабанбай батыр көшесі 86/96, эл пошта: rauanbiolog@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>

Амзеев Рауан Есенгелдиевич – преподаватель, ШЖҚ «Гимназия №159 имени Ы. Алтынсарина», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Кabanбай батыра, 86/96, e-mail: rauanbiolog@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>.

Amzeev Rauvn Esengeldievich – Lecturer, SE “Gymnasium No. 159 named after Y. Altynsarin”, Republic of Kazakhstan, Almaty, 86/96 Kabanbai Batyr Street. e-mail: rauanbiolog@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>.

Ермекова Марина Шамшадиновна - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, 1 курс докторант, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633> , эл пошта: nurii_90@mail.ru

Ермекова Марина Шамшадиновна – магистр естественных наук, докторант 1 курса, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71; ул. Жандосова, 51, e-mail: nurii_90@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>.

Yermekova Marina Shamshadinovna – Master of Natural Sciences, 1st year PhD student, LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, 71 al-Farabi Avenue; 51 Zhandosov Street, e-mail: nurii_90@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>.

Қапасұлы Тілек - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, эл пошта: tilek.kapas@mail.ru

Капасулы Тілек – магистр естественных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51; ул. аль-Фараби, 71, e-mail: tilek.kapas@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>.

Kapassuly Tilek – Master of Natural Sciences, LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, 51 Zhandosov Street; 71 al-Farabi Avenue, e-mail: tilek.kapas@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>.

Амандықова Мақпал Думанқызы - PhD ғылыми қызметкер, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, эл пошта: makpal_30.01@mail.ru

Амандыкова Мақпал Думанқызы – PhD, научный сотрудник, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 96; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, e-mail: makpal_30.01@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>.

Amandykova Makpal Dumankyzy – PhD, Researcher, RSE “Institute of Genetics and Physiology” SC MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, 93 al-Farabi Avenue Street; LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging” Almaty, Kazakhstan, 93 al-Farabi Avenue Street., Republic of Kazakhstan, Almaty, 51 Zhandosov Street. e-mail: makpal_30.01@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>.

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич – PhD аға ғылыми қызметкер, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақ мал шаруашылығы және жем шөп өндірісі ғылыми зерттеу институтының Молекулярлық-генетикалық сараптама зертханасының меңгерушісі, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, эл пошта: kairat1987_11@mail.ru,

Досыбаев Кайрат Жумагалиевич – PhD, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-генетической экспертизы, Казахский национальный аграрный исследовательский университет; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, e-mail: kairat1987_11@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>

Dossybayev Kairat Zhumagalievich – PhD, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Expertise, Institute of Genetics and Physiology, Committee of Science, Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, 93 al-Farabi

Avenue Street, Kazakh National Agrarian Research University; LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Republic of Kazakhstan, Almaty, 51 Zhandosov Street, e-mail: kairat1987_11@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>.

Нуркенов Туленды Тулешевич - PhD, аға оқытушы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Достық даңғылы 13, ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-9391-2214>, эл пошта: t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz.

Нуркенов Туленды Тулешевич – PhD, старший преподаватель, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Достык, 13, e-mail: t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-2214>.

Nurkenov Tulendy Tuleshevich – PhD, Senior Lecturer, Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan, Almaty, 13 Dostyk Avenue, e-mail: t.nurkenov@abaiuniversity.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-2214>.

Ермекова Марина Шамшадиновна - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, 1 курс докторант, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, эл пошта: nurii_90@mail.ru

Ермекова Марина Шамшадиновна - магистр естественных наук, докторант 1 курса, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71; ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, e-mail: nurii_90@mail.ru

Yermekova Marina Shamshadinovna – Master of Natural Sciences, 1st year PhD student, LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave. 71; Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, e-mail: nurii_90@mail.ru

Бектасов Зулхарнай Бейбітұлы - аға зертханашы, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0165-5584>, эл пошта: bekhtasov2004@mail.ru

Бектасов Зулхарнай Бейбітұлы - старший лаборант, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0165-5584>, e-mail: bekhtasov2004@mail.ru

Bekhtasov Zulkharnay Beibituly – Senior Laboratory Assistant, LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0165-5584>, e-mail: bekhtasov2004@mail.ru

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич – PhD аға ғылыми қызметкер, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақ мал шаруашылығы және жем шөп өндірісі ғылыми зерттеу институтының Молекулярлық-генетикалық сараптама зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, эл пошта: kairat1987_11@mail.ru

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич - PhD, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-генетической экспертизы ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Dossybayev Kairat Zhumagalievich – PhD, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Expertise, LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Қожахмет Алтынай - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, эл пошта: altynaitg@gmail.com

Қожахмет Алтынай — магистр естественных наук, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71; ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, e-mail: altynaitg@gmail.com

Kozhakhmet Altynay – Master of Natural Sciences, Institute of Genetics and Physiology (RSE, CS MES RK), LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave. 71; Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, e-mail: altynaitg@gmail.com

Қапасұлы Тілек - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., Қазақстан, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, эл пошта: tilek.kapas@mail.ru

Қапасұлы Тілек - магистр естественных наук, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71; ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, e-mail: tilek.kapas@mail.ru

Kapasuly Tilek – Master of Natural Sciences, Institute of Genetics and Physiology (RSE, CS MES RK), LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave. 71; Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, e-mail: tilek.kapas@mail.ru

Амзеев Рауан Есенгелдиевич - оқытушы, ШЖҚ "Ы.Алтынсарин атындағы №159 гимназия, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Қабанбай батыр көшесі 86/96, эл пошта: rauanbiolog@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>

Амзеев Рауан Есенгелдиевич — преподаватель, ГKKП «Гимназия № 159 имени Ы. Алтынсарина», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Кabanбай батыра, 86/96, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>, e-mail: rauanbiolog@gmail.com

Amzeev Rauan Yesengeldievich – Lecturer, Municipal State-Owned Enterprise “Gymnasium No. 159 named after Y. Altynsarin”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kabanbay Batyr St. 86/96, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6086-507X>, e-mail: rauanbiolog@gmail.com

Амандықова Мақпал Думанқызы - PhD ғылыми қызметкер, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, эл пошта: makpal_30.01@mail.ru

Амандықова Мақпал Думанқызы - PhD, научный сотрудник, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, e-mail: makpal_30.01@mail.ru

Amandykova Makpal Dumankyzy – PhD, Researcher, Institute of Genetics and Physiology (RSE, CS MES RK), LLP “Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zhandosov St. 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, e-mail: makpal_30.01@mail.ru

Орақбаева Айнұр Дюсембекқызы - PhD докторант, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. Айгерім-2, Балбұлақ 19/1, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>

Орақбаева Айнұр Дюсембекқызы - PhD докторант, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан, г.Алматы, мкр.Айгерім-2, Балбұлақ 19/1, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,

Orakbayeva Ainur - PhD doctoral student, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич – PhD аға ғылыми қызметкер, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақ мал шаруашылығы және жем шөп өндірісі ғылыми зерттеу институтының Молекулярлық-генетикалық сараптама зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, эл пошта:kairat1987_11@mail.ru,

Досыбаев Кайрат Жумағалиевич – PhD, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-генетической экспертизы Казахского национального аграрного исследовательского университета, Научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, Республика Казахстан, г. Алматы ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru.

Dosybayev Kairat Zhumagalievich – PhD, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Expertise, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging, Republic of Kazakhstan, Almaty, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Адылканова Шолпан Рахимбековна - ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>

Адылканова Шолпан Рахимбековна - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>, e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru

Adylkanova Sholpan - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>

Ермекова Марина Шамшадиновна - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, 1 курс докторант, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, эл пошта: nurii_90@mail.ru

Ермекова Марина Шамшадиновна – магистр естественных наук, докторант 1 курса, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, e-mail: nurii_90@mail.ru

Yermekova Marina Shamshadinovna – MSc in Natural Sciences, 1st-year PhD student, LLP "Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging", Almaty, Zhandosov Street, 51; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3610-9633>, e-mail: nurii_90@mail.ru

Қожахмет Алтынай - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМҚ, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, эл пошта: altynaitg@gmail.com

Қожахмет Алтынай – магистр естественных наук, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МОН РК, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, ул. Жандосова, 51; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, e-mail: altynaitg@gmail.com

Kozhakhmet Altynai – MSc in Natural Sciences, RSE "Institute of Genetics and Physiology" of the CS MES RK; LLP "Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging", Almaty, Zhandosov Street, 51; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7872-4752>, e-mail: altynaitg@gmail.com

Қапасұлы Тілек - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., Қазақстан, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әл-Фараби көшесі 71, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, эл пошта: tilek.kapas@mail.ru

Қапасұлы Тілек – магистр естественных наук, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МОН РК, г. Алматы, Республика Казахстан; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, ул. Жандосова, 51; Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, e-mail: tilek.kapas@mail.ru

Kapasuly Tilek – MSc in Natural Sciences, RSE "Institute of Genetics and Physiology" of the CS MES RK, Almaty, Republic of Kazakhstan; LLP "Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging", Almaty, Zhandosov Street, 51; Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty, al-Farabi Avenue, 71, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-7894>, e-mail: tilek.kapas@mail.ru

Амандықова Мақпал Думанқызы - PhD ғылыми қызметкер, ҚР ЖБҒМ ҒК «Генетика және физиология институты» РМК, Алматы қ., «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, эл пошта: makpal_30.01@mail.ru,

Амандықова Мақпал Думанқызы – PhD, научный сотрудник, РГП «Институт генетики и физиологии» КН МОН РК, г. Алматы; ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», г. Алматы, ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, e-mail: makpal_30.01@mail.ru

Amandykova Makpal Dumankyzy – PhD, Researcher, RSE "Institute of Genetics and Physiology" of the CS MES RK, Almaty; LLP "Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging", Almaty, Zhandosov Street, 51; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-0736>, e-mail: makpal_30.01@mail.ru

Орақбаева Айнұр Дюсембекқызы - PhD докторант, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. Айгерім-2, Балбұлақ 19/1, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>

Орақбаева Айнұр Дюсембекқызы - PhD докторант, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан, г.Алматы, мкр.Айгерім-2, Балбұлақ 19/1, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>

Orakbayeva Ainur - PhD doctoral student, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: ainura_manat@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0002-6938-6613>

Адылканова Шолпан Рахимбековна - ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. Брусиловского 167 кв 771, e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>

Адылканова Шолпан Рахимбековна - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, Брусиловского 167 кв 771, e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru ,<https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>

Adylkanova Sholpan - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, Brusilovsky 167 kv 771, e-mail: adylkanovasholpan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8931-7861>

Садықұлов Тулеухан - ҚР ҰҒА академигі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7523-7788>

Садықұлов Тулеухан. - академик НАН РК, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, e-mail: tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7523-7788>

Sadykulov Tuleukhan - Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tuleukhan.sadykulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7523-7788>

Сансызбаева Бибігүл Қуатжанқызы – PhD ассистент, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. Ақкент 95 кв.100, e-mail: bibigul.19_93@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2602-8925>

Сансызбаева Бибігүл Қуатжанқызы – PhD ассистент, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, мкр Ақкент 95 кв.100, e-mail: bibigul.19_93@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2602-8925>

Sansyzbayeva Bibigul – PhD Assistant, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, 95 Akkent Mkr, Apt. 100, e-mail: bibigul.19_93@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2602-8925>

Койшибаев Азамат Марденович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ. Радостовца көшесі 45 кв.12, e-mail: k_azamat-81@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0920-3144>

Койшибаев Азамат Марденович – кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, ул. Радостовца 45 кв.12, e-mail: k_azamat-81@mail.ru

Koyshibaev Azamat - Candidate of Agricultural Sciences, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, st. Radostovtsa 45 kv.12, e-mail: k_azamat-81@mail.ru

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич – PhD аға ғылыми қызметкер, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақ мал шаруашылығы және жем шөп өндірісі ғылыми зерттеу институтының Молекулярлық-генетикалық сараптама зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Жандосов көшесі 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, эл пошта: kairat1987_11@mail.ru,

Досыбаев Қайрат Жумағалиевич – PhD, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией молекулярно-генетической экспертизы Казахского национального аграрного исследовательского университета, Научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Жандосова, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru.

Dosybayev Kairat Zhumagalievich – PhD, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Expertise, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakh Research Institute of Livestock and Foraging, Republic of Kazakhstan, Almaty, Zhandosov Street, 51, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1136-833X>, e-mail: kairat1987_11@mail.ru

Айтбазар Бейбірайхан Толыбайқызы – 1 курс магистранты, ҚазҰАЗУ КЕАҚ, «Зооинженерия және биотехнология» кафедрасы, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай көшесі, 28, , <https://orcid.org/0009-0000-8629-4879>, эл. пошта: a.bibiraikhan@mail.ru

Айтбазар Бейбірайхан Толыбайқызы – магистрант 1 курса, кафедра «Зооинженерии и биотехнологии», НАО «КазНАРУ», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 28, <https://orcid.org/0009-0000-8629-4879>, эл. почта: a.bibiraikhan@mail.ru

Aitbazar Beibiraikhan Tolybaikyzy – 1st year Master's student, Department of «Zooengineering and biotechnology», KazNARU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai str., 28, <https://orcid.org/0009-0000-8629-4879>, e-mail: a.bibiraikhan@mail.ru

Бупебаева Ляйла Курмангалиевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ҚазҰАЗУ КЕАҚ, «Зооинженерия және биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай көшесі, 28, <https://orcid.org/0000-0003-3838-6685>, эл. пошта: ms.bupebaeva@mail.ru

Бупебаева Ляйла Курмангалиевна – кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедры «Зооинженерии и биотехнологии», НАО «КазНАРУ», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 28, <https://orcid.org/0000-0003-3838-6685>, эл. почта: ms.bupebaeva@mail.ru

Bupebaeva Laiyla Kurmangaliyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Department of «Zooengineering and biotechnology», KazNARU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai str., 28, <https://orcid.org/0000-0003-3838-6685>, e-mail: ms.bupebaeva@mail.ru

Тойшиманов Мақсат Рысбекұлы – PhD, ҚазҰАЗУ КЕАҚ, Қазақстан-Жапон инновациялық орталығы, «Тамақ және экологиялық қауіпсіздік» зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай көшесі, 28, <https://orcid.org/0000-0002-6070-4574>, эл. пошта: 507957@kaznaru.edu.kz

Тойшиманов Мақсат Рысбекулы – PhD, научный сотрудник Лаборатории «Пищевой и экологической безопасности», Казахстанско-Японский инновационный центр, НАО «КазНАРУ», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 28, <https://orcid.org/0000-0002-6070-4574>, эл. почта: 507957@kaznaru.edu.kz

Toishimanov Maksat Rysbekuly – PhD, Researcher, Laboratory of « Food and Environmental Safety», Kazakh-Japanese Innovation Center, KazNARU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai str., 28, <https://orcid.org/0000-0002-6070-4574>, e-mail: 507957@kaznaru.edu.kz

Джанাবেкова Гульмира Кумискалиевна — биология ғылымдарының докторы, профессор, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Джанাবেкова Гульмира Кумискалиевна — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Janabekova Gulmira Kumiskaliyevna – doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Жылкышыбаева Меруерт Мәликовна — биология ғылымдарының кандидаты, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Жылкышыбаева Меруерт Мәликовна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Zhylykshybayeva Meruert Melikovna – candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NAO "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Қамбарбеков Амалбек Тайчикович – мал дәрігері, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., E-mail: amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz

Қамбарбеков Амалбек Тайчикович — ветеринарный врач, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный

аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, E-mail: amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz

Kambarbekov Amalbek Taychikovich – veterinarian, senior lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, E-mail: amalbek.kambarbekov@kaznaru.edu.kz

Ерназарова Сандугаш Туkenовна — ветеринария ғылымдарының кандидаты, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Ерназарова Сандугаш Туkenовна — кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Yernazarova Sandugash Tukenovna – candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Бердалина Акнур Жакыпгереевна — ветеринария ғылымдарының магистрі, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., E-mail: Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz, ORCID:009-0006-8541-8626

Бердалина Акнур Жакыпгереевна — магистр ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, E-mail: Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz , ORCID:009-0006-8541-8626

Berdalina Aknur Zhakypgereevna – master of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, E-mail: Berdalina.Aknur@kaznaru.edu.kz, ORCID:009-0006-8541-8626

Джанাবেкова Гульмира Кумискалиевна — биология ғылымдарының докторы, профессор, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Джанাবেкова Гульмира Кумискалиевна — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Janabekova Gulmira Kumiskalievna – doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID: 0000-0003-3940-729X, e-mail: gulmira.janabekova@kaznaru.edu.kz

Ерназарова Сандугаш Туkenовна — ветеринария ғылымдарының кандидаты, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Ерназарова Сандугаш Туkenовна — кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Yernazarova Sandugash Tukenovna – candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NJSC "Kazakh National Agrarian

Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID: 0009-0008-7594-0896, E-mail: sandugash.tukenovna@kaznaru.edu.kz

Жылкышыбаева Меруерт Мәликовна — биология ғылымдарының кандидаты, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Жылкышыбаева Меруерт Мәликовна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казакский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Zhylykshybayeva Meruert Melikovna – candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, , NJSC "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID:0000-0002-4746-9514 E-mail: meruyert.zhylykshybayeva@kaznaru.edu.kz

Сугирбаев Алим Файзуллаевич- ауыл-шаруашылығының ғылымдарының кандидаты "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0009-0009-9314-628, email: sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz

Сугирбаев Алим Файзуллаевич- кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казакский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0009-0009-9314-628, email: sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz

Sugirbayev Alim Faizullayevich - candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the Department of Animal Biology named after N. U. Bazanova, , NJSC Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, ORCID: 0009-0009-9314-628, email: sugirbayev.alim@kaznaru.edu.kz

Шытырбаева Замзагуль Абдильдаевна — ветеринария ғылымдарының магистрі, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Н.У.Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасының ассистенті Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ. ORCID0009-0001-4048-9424, e-mail: , zamzagul shytyrbayeva@kaznaru.edu.kz

Шытырбаева Замзагуль Абдильдаевна – магистр ветеринарных наук, ассистент кафедры Биологии животных имени Н.У.Базановой, НАО «Казакский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID0009-0001-4048-9424, e-mail: , zamzagul shytyrbayeva@kaznaru.edu.kz

Shytyrbayeva Zamzagul Abdildaevna - master of Veterinary Sciences,, Senior Lecturer of the Department of Animal Biology named after N.U.Bazanov, NAO "Kazakh National Agrarian Research University," Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, ORCID. 0009-0001-4048-9424, e-mail: zamzagul shytyrbayeva@kaznaru.edu.kz

Усенбеков Есенгали Серикович – биология ғылымдарының кандидаты, «Клиникалық пәндер» кафедрасының профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0001-9508-4179>, e-mail: yessengali.ussenbekov@kaznaru.edu.kz

Усенбеков Есенгали Серикович – кандидат биологических наук., профессор кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0001-9508-4179>, e-mail: yessengali.ussenbekov@kaznaru.edu.kz

Ussenbekov Esengali Serikovich – candidate of biological sciences, professor of the department of Clinical disciplines of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0001-9508-4179>, e-mail: yessengali.ussenbekov@kaznaru.edu.kz

Койбагаров Канат Уканович – ветеринария ғылымдарының кандидаты, «Клиникалық пәндер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу

университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0002-5639-1798>, e-mail: kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz

Койбагаров Канат Уканович – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0002-5639-1798>, e-mail: kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz

Koibagarov Kanat Ukanovich – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of Clinical disciplines of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0002-5639-1798>, e-mail: kanat.koibagarov@kaznaru.edu.kz

Махмұтов Абзал Касенович – ветеринария ғылымдарының кандидаты, «Клиникалық пәндер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0002-0230-0045>, e-mail: abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz

Махмұтов Абзал Касенович – кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0002-0230-0045>, e-mail: abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz

Makhmutov Abzal Kasenovich – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of Clinical disciplines of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0002-0230-0045>, e-mail: abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz

Тургумбеков Асет Абдымаратович – PhD, «Клиникалық пәндер» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0001-6205-909X>, e-mail: abzal.makhmutov@kaznaru.edu.kz

Тургумбеков Асет Абдымаратович – PhD, старший преподаватель кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0001-6205-909X>, e-mail: asset.turgumbekov@kaznaru.edu.kz

Turgumbekov Asset Abdymaratovich – PhD, senior lecturer, department of Clinical disciplines, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0001-6205-909X>, e-mail: asset.turgumbekov@kaznaru.edu.kz

Бименова Жанат Жолшыбайқызы – PhD, «Клиникалық пәндер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0002-3538-4505>, e-mail: zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz

Бименова Жанат Жолшыбайқызы – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0002-3538-4505>, e-mail: zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz

Bimenova Zhanat Zholshybaykyzy – PhD, acting associate professor of the department of Clinical disciplines of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0002-3538-4505>, e-mail: zhanat.bimenova@kaznaru.edu.kz

Муслимова Жадыра Умирбекқызы – PhD, «Клиникалық пәндер» кафедрасының зертханашысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 26, <https://orcid.org/0000-0003-3485-7240>, e-mail: 508362@kaznaru.edu.kz

Муслимова Жадыра Умирбекқызы – PhD, лаборант кафедры «Клинические дисциплины» НАО Казахского национального аграрного исследовательского университета,

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, пр. Абая 26, <https://orcid.org/0000-0003-3485-7240>, e-mail: 508362@kaznaru.edu.kz

Muslimova Zhadyra Umirbekkyzy – PhD, laboratory assistant of the department of Clinical disciplines of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Ave. 26, <https://orcid.org/0000-0003-3485-7240>, e-mail: 508362@kaznaru.edu.kz

Иманалинова Ажар Аскарровна – геоботаника зертханасының ҒҚ, Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Тимирязев к., 36Д, Қазақстан Республикасы, 050040, ORCID ID 0000-0003-2675-7426, e-mail: azhar.imanalinova@gmail.com

Иманалинова Ажар Аскарровна – НС лаборатории геоботаники, Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, ул. Тимирязева 36Д, Республика Казахстан, 050040, ORCID ID 0000-0003-2675-7426, e-mail: azhar.imanalinova@gmail.com

Imanalinova Azhar – Scientific Researcher, Laboratory of Geobotany, Institute of Botany and Phytointroduction, 36D Timiryazev St., Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, ORCID ID 0000-0003-2675-7426, e-mail: azhar.imanalinova@gmail.com

Үсен Қапар – б.ғ.к., геоботаника зертханасының ЖҒҚ, Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Тимирязев к., 36Д, Қазақстан Республикасы, 050040, ORCID ID 0000-0003-3364-4999, e-mail: ussen.kapar@mail.ru

Үсен Қапар – к.б.н., ВНС лаборатории геоботаники, Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, ул. Тимирязева 36Д, Республика Казахстан, 050040, ORCID ID 0000-0003-3364-4999, e-mail: ussen.kapar@mail.ru

Ussen Kapar – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Geobotany, Institute of Botany and Phytointroduction, 36D Timiryazev St., Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, ORCID ID 0000-0003-3364-4999, e-mail: ussen.kapar@mail.ru

Димеева Лилия Аминовна – б.ғ.д., геоботаника зертханасының меңгерушісі, Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Тимирязев к., 36Д, Қазақстан Республикасы, 050040, ORCID ID 0000-0002-9101-0460, e-mail: l.dimeyeva@mail.ru,

Димеева Лилия Аминовна – д.б.н., заведующая лабораторией геоботаники, Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, ул. Тимирязева 36Д, Республика Казахстан, 050040, ORCID ID 0000-0002-9101-0460, e-mail: l.dimeyeva@mail.ru,

Dimeyeva Liliya – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Geobotany, Institute of Botany and Phytointroduction, 36D Timiryazev St., Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, ORCID ID 0000-0002-9101-0460, e-mail: l.dimeyeva@mail.ru

Калиев Бедел Шамилович, PhD, геоботаника зертханасының КҒҚ, Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы, Тимирязев к., 36Д, Қазақстан Республикасы, 050040, ORCID ID 0000-0001-8819-7132, e-mail: bedelkaliyev@gmail.com.

Калиев Бедел Шамилович, PhD, МНС лаборатории геоботаники, Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, ул. Тимирязева 36Д, Республика Казахстан, 050040, ORCID ID 0000-0001-8819-7132, e-mail: bedelkaliyev@gmail.com

Kaliyev Bedel Shamilovich, PhD, Junior Researcher, Laboratory of Geobotany, Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, 36D Timiryazev St., Republic of Kazakhstan, 050040, ORCID ID 0000-0001-8819-7132, e-mail: bedelkaliyev@gmail.com

Аубакиров Нурымжан Паржанович – PhD, «Агробиология» факультетінің аға оқытушысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Абай к. 8, Қазақстан Республикасы, 050010, ORCID ID 0000-0002-7340-2735, e-mail: aubakirov.nurimzhan@yandex.ru

Аубакиров Нурымжан Паржанович – PhD, старший преподаватель факультета «Агробиология», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, ул. Абая 8, Республика Казахстан, 050010, ORCID ID 0000-0002-7340-2735, e-mail: aubakirov.nurimzhan@yandex.ru

Aubakirov Nurymzhan Parzhanovich – PhD, Senior Lecturer in Agrobiolology, Kazakh National Agrarian Research University, 8 Abay St., Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, ORCID ID 0000-0002-7340-2735, e-mail: aubakirov.nurimzhan@yandex.ru

Долгих Светлана Георгиевна – биология ғылымдарының кандидаты, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС бақша дақылдарының биотехнологиясы бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Е. Серкебаев даңғылы, 62, ORCID iD 0000-0002-6943-3002, dolgikhsvet@mail.ru

Долгих Светлана Георгиевна – кандидат биологических наук, заведующая отделом биотехнологии садовых культур ТОО «Казакхский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Е. Серкебаева, 62, ORCID iD 0000-0002-6943-3002, dolgikhsvet@mail.ru

Dolgikh Svetlana Georgievna – Candidate of Biological Sciences. Head of the Biotechnology Department of Fruit Crops LLP "Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute", The Republic of Kazakhstan, Almaty, E. Serkebaev Ave., 62, ORCID iD 0000-0002-6943-3002, dolgikhsvet@mail.ru

Саршаева Молдир Жумабекқызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми зерттеу институтының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы қаласы, Е. Серкебаев даңғ., 62, ORCID iD 0000-0002-2283-1089, moika-1993@mail.ru

Саршаева Молдир Жумабекқызы – магистр естественных наук, научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Е. Серкебаева, 62, ORCID iD 0000-0002-2283-1089, moika-1993@mail.ru

Sarshayeva Moldir Zhumabekkyzy – master of Natural Sciences, researcher of the Kazakh Research Institute of fruit and vegetable growing, The Republic of Kazakhstan, Almaty, E. Serkebaev Ave., 62, ORCID iD 0000-0002-2283-1089, moika-1993@mail.ru

Ташкенбаева Акерке Қалыбайқызы – докторант, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС бау-бақ дақылдары биотехнологиясы зертханасының аға-ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы қаласы, Е. Серкебаев даңғ., 62, ORCID iD 0000-0001-6575-2914, etashkenbayeva@mail.ru

Ташкенбаева Акерке Калыбаевна – докторант, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии садовых культур ТОО «Казакхский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», г. Алматы, пр. Е. Серкебаева, 62, ORCID iD 0000-0001-6575-2914, etashkenbayeva@mail.ru

Tashkenbayeva Akerke Kalybayevna – doctoral student, Senior Researcher of the Laboratory of Horticultural Biotechnology, of the Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute, Almaty, E. Serkebaev Ave., 62, ORCID iD 0000-0001-6575-2914, etashkenbayeva@mail.ru

Крадецкая Оксана Олеговна – ғылыми дәрежеге ізденуші, ғылыми қызметкер, "НПЦ зх им.А. и. Бараева", Қазақстан Республикасы, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, ғылыми кенті, Бараев көшесі, 15, <https://orcid.org/0000-0003-4904-2837>, e-mail: oksana_cwr@mail.ru.

Крадецкая Оксана Олеговна – соискатель ученой степени, научный сотрудник, ТОО «НПЦ ЗХ им.А.И.Бараева», Республика Казахстан, Ақмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Бараева 15, <https://orcid.org/0000-0003-4904-2837>, e-mail: oksana_cwr@mail.ru.

Kradeckaya Oksana Olegovna – candidate of academic degree, researcher, LLP "Scientific Research Center named after A.I.Baraev", Republic of Kazakhstan, Akmol region, Shortandinsky district, village of Nauchny, Baraev str. 15, <https://orcid.org/0000-0003-4904-2837>, e-mail: oksana_cwr@mail.ru.

Мамыкин Евгений Владимирович - агрохимия магистрі, "ШХ ҒӨО" ЖШС зертхана меңгерушісінің м.а.А. и. Бараева", Қазақстан Республикасы, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, ғылыми кенті, Бараев көшесі, 15, <https://orcid.org/0000-0003-1748-2969>, e-mail: mamykin_ev@mail.ru.

Мамыкин Евгений Владимирович – магистр агрохимии, и.о. заведующего лабораторией ТОО «НПЦ ЗХ им.А.И.Бараева», Республика Казахстан, Ақмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Бараева 15, <https://orcid.org/0000-0003-1748-2969>, e-mail: mamykin_ev@mail.ru.

Mamykin Evgeniy Vladimirovich – Master's degree in Agrochemistry, Acting head of the laboratory of LLP "NPC ZH named after A.I.Baraev", Republic of Kazakhstan, Akmola region, Shortandinsky district, village of Nauchny, Baraeva str. 15, <https://orcid.org/0000-0003-1748-2969>, e-mail: mamykin_ev@mail.ru.

Дашкевич Светлана Михайловна – а/ш ғылымдарының кандидаты, зертхана меңгерушісі, ЖШС "НПЦ зх им.А. и. Бараева", Қазақстан Республикасы, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, ғылыми кенті, Бараев көшесі, 15, <https://orcid.org/0000-0002-5272-9042>, E-mail: vetka-da@mail.ru.

Дашкевич Светлана Михайловна - кандидат с/х наук, заведующая лабораторией, ТОО «НПЦ ЗХ им.А.И.Бараева», Республика Казахстан, Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Бараева 15, <https://orcid.org/0000-0002-5272-9042>, E-mail: vetka-da@mail.ru.

Dashkevich Svetlana Mikhailovna - Candidate of Agricultural Sciences, Head of the laboratory, LLP "Scientific Research Center named after A.I.Baraev", Republic of Kazakhstan, Akmola region, Shortandinsky district, village of Nauchny, Baraeva str. 15, <https://orcid.org/0000-0002-5272-9042>, E-mail: vetka-da@mail.ru.

Өтебаев Марал Оралұлы – биология ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, "НПЦ зх им.А. и. Бараева", Қазақстан Республикасы, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, ғылыми кенті, Бараев көшесі, 15, <https://orcid.org/0000-0003-0729-0592>, E-mail: chemplant@mail.ru.

Утебаев Марал Уралович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ТОО «НПЦ ЗХ им.А.И.Бараева», Республика Казахстан, Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Бараева 15, <https://orcid.org/0000-0003-0729-0592>, E-mail: chemplant@mail.ru.

Utebaev Maral Uralovich – Candidate of Biological Sciences, leading researcher, LLP "Scientific Research Center named after A.I.Baraev", Republic of Kazakhstan, Akmola region, Shortandinsky district, village of Nauchny, Baraeva str. 15, <https://orcid.org/0000-0003-0729-0592>, E-mail: chemplant@mail.ru.

Чилимова Ирина Владимировна – магистрант, ғылыми қызметкер, "НПЦ зх им.А. и. Бараева", Қазақстан Республикасы, Ақмола облысы, Шортанды ауданы, ғылыми кенті, Бараев көшесі, 15, <https://orcid.org/0000-0002-8016-646X>, E-mail: coronela@mail.ru.

Чилимова Ирина Владимировна – магистрант, научный сотрудник, ТОО «НПЦ ЗХ им.А.И.Бараева», Республика Казахстан, Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный, ул. Бараева 15, <https://orcid.org/0000-0002-8016-646X>, E-mail: coronela@mail.ru.

Chilimova Irina Vladimirovna – master's student, researcher, LLP "Scientific Research Center named after A.I.Baraev", Republic of Kazakhstan, Akmola region, Shortandinsky district, village of Nauchny, Baraev str. 15, <https://orcid.org/0000-0002-8016-646X>, E-mail: coronela@mail.ru.

Джантасов Серік Қажиханұлы - ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды филиалының көкөніс дақылдарының селекциялық-тұқым шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru

Джантасов Серик Кажиханович - кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции и семеноводства овощебахчевых культур Регионального филиала «Қайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», п.Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru,

Jantassov Serik - Candidate of Agricultural Sciences, Head of the department of selection of vegetable and melon crops of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru

Нусупова Айгул Орысбекқызы - ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды

филиалының тамыр дақылды зертханасының меңгерушісі, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Нусупова Айгуль Орысбековна - кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией двулетних культур Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казакхский НИИ плодощовощеводства», п.Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Nussupova Aigul - Candidate of Agricultural Sciences, Head of the laboratory of root crops, of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Джантасова Айгерім Серікқызы - ауыл шаруашылығының магистры, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды филиалының тамыр дақылды зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Джантасова Айгерім Сериковна - магистр сельского хозяйства, СНС лабораторией двулетних культур Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казакхский НИИ плодощовощеводства», п.Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Jantassova Aigerim - Master of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the laboratory of root crops, of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Бәрі Габіт Толегенұлы - PhD докторы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің, өсімдіктерді микроклонды көбейту зертханасының аға ғылыми қызметкері, Алматы қ, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0003-1987-7315>, baracuda.co@mail.ru

Бари Габит Толегенович - доктор PhD, СНС лаборатории микроклонального размножения растений НАО «Казакхский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, <https://orcid.org/0000-0003-1987-7315>, baracuda.co@mail.ru

Bari Gabit – doctor of PhD, Senior Researcher of the laboratory of micropropagation of plants of Kazakh National Agrarian Research University» NPJSC, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-1987-7315>, baracuda.co@mail.ru

Низкородова Анна Сергеевна – б.ғ.к, белок және нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожин атындағы», Қазақстан, 050012, Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1597-7207>, e-mail: cool.niz@yandex.ru

Низкородова Анна Сергеевна – к.б.н., внс лаборатории белка и нуклеиновых кислот РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмұхамедова, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1597-7207>, e-mail: cool.niz@yandex.ru

Nizkorodova Anna Sergeevna – PhD, Senior Researcher of the laboratory of protein and nucleic acids of RSE “Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A. Aitkhozhin”, Kazakhstan, 050012, Almaty, Dosmukhamedov St., 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1597-7207>, e-mail: cool.niz@yandex.ru

Крылдаков Руслан Владимирович – PhD, белок және нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожин атындағы», Қазақстан, 050012, Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, эл. пошта: kryldakov@imbb.org.kz

Крылдаков Руслан Владимирович – PhD, внс лаборатории белка и нуклеиновых кислот РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмұхамедова, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, e-mail: kryldakov@imbb.org.kz

Kryldakov Ruslan Vladimirovich – PhD, Senior Researcher of the laboratory of protein and nucleic acids of RSE “Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A.

Aitkhozhin”, Kazakhstan, 050012, Almaty, Dosmukhamedov St., 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, e-mail: kryldakov@imbb.org.kz

Каримов Нурлыбек Жаныбекович – биотехнология магистрі, белок және нуклеин қышқылдары зертханасының лаборанты, РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожин атындағы», Қазақстан, 050012, Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7968-3550>, эл. пошта: peksg55@gmail.com

Каримов Нурлыбек Жаныбекович – магистр биотехнологии, лаборант лаборатории белка и нуклеиновых кислот РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмухамедова, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7968-3550>, e-mail: peksg55@gmail.com

Karimov Nurlybek Zhanybekovich – master of biotechnology, laboratory assistant, of the laboratory of protein and nucleic acids of the RSE “Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A. Aitkhozhin”, Kazakhstan, 050012, Almaty, Dosmukhamedov St., 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7968-3550>, e-mail: peksg55@gmail.com

Полимбетова Найля Сейтжановна – б.ғ.к, белок және нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожин атындағы», Қазақстан, 050012, Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2806-3009>, эл. пошта: n.polimbetova@imbb.org.kz

Полимбетова Найля Сейтжановна – к.б.н., внс лаборатории белка и нуклеиновых кислот РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмухамедова, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2806-3009>, e-mail: n.polimbetova@imbb.org.kz

Polimbetova Nailya Seitzhanovna – PhD, Senior Researcher of the laboratory of protein and nucleic acids of RSE “Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A. Aitkhozhin”, Kazakhstan, 050012, Almaty, Dosmukhamedov St., 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2806-3009>, e-mail: n.polimbetova@imbb.org.kz

Ыскаков Болат Кудайбергенович – б.ғ.д, белок және нуклеин қышқылдары зертханасының бас ғылыми қызметкері, РМК «Молекулалық биология және биохимия институты М.А. Айтхожин атындағы», Қазақстан, 050012, Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, эл. пошта: iskakov.b@imbb.org.kz

Искаков Булат Кудайбергенович – д.б.н., гнс лаборатории белка и нуклеиновых кислот РГП «Институт Молекулярной Биологии и Биохимии им. М.А. Айтхожина», Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмухамедова, 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, e-mail: iskakov.b@imbb.org.kz

Iskakov Bulat Kudaibergenovich – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the laboratory of protein and nucleic acids of RSE “Institute of Molecular Biology and Biochemistry named after M.A. Aitkhozhin”, Kazakhstan, 050012, Almaty, Dosmukhamedov St., 80, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, e-mail: iskakov.b@imbb.org.kz

Рысбекова Алуа Манатбекқызы - PhD, Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Технологияларды ендіру және коммерциализация бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., А30М0Н6, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-3399-8511>, эл. пошта: rysbekova949r@gmail.com

Рысбекова Алуа Манатбекқызы – PhD, заведующий отделом внедрения и коммерциализации технологий, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, г. Алматы, А30М0Н6, мкр. Рахат, ул. Култөбе 1, <https://orcid.org/0000-0002-3399-8511>, эл. почта: rysbekova949r@gmail.com

Rysbekova Alua – PhD, Head of Technology Implementation and Commercialization Department, “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev” LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, A30M0H6, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-3399-8511>, email: rysbekova949r@gmail.com

Бекназарова Зибаш Бердікүлқызы – PhD, Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Өсімдіктерді біріктірілген қорғау бөліміне қарасты Энтомология зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., АЗ0М0Н6, Рахат шағынауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. пошта: zibashbek@mail.ru

Бекназарова Зибаш Бердикуловна – PhD, заведующий лаборатории Энтомологии, отдела Интегрированной защиты растений ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, г. Алматы, АЗ0М0Н6, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. почта: zibashbek@mail.ru

Beknazarova Zibash – PhD, Head of the Entomology Laboratory, Department of Integrated Plant Protection, Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev” LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, АЗ0М0Н6, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, email: zibash_bek@mail.ru

Фазылбеков Ринат Рашидович – Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Технологияларды ендіру және коммерцияландыру бөлімінің коммерцияландыру жөніндегі менеджері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., АЗ0М0Н6, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-6239-0126>, e-mail: fazylbekov@gmail.com

Фазылбеков Ринат Рашидович – менеджер по коммерциализации Отдела внедрения и коммерциализации технологий, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, г. Алматы, АЗ0М0Н6, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-6239-0126>, e-mail: fazylbekov@gmail.com

Fazylbekov Rinat – commercialization manager at Technology Implementation and Commercialization Department, “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev” LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, АЗ0М0Н6, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-6239-0126>, e-mail: fazylbekov@gmail.com

Болтаев Марат Даниярұлы – магистр, Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Өсімдіктерді біріктірілген қорғау бөліміне қарасты Гербология зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., АЗ0М0Н6, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-6061-7879>, e-mail: boltayevmarat81@gmail.com

Болтаев Марат Даниярович – магистр, ведущий научный сотрудник лаборатории гербологии отдела интегрированной защиты растений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, г. Алматы, АЗ0М0Н6, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0001-6061-7879>, e-mail: boltayevmarat81@gmail.com

Boltayev Marat – Master, Leading Researcher, Laboratory of Herbology, Department of Integrated Plant Protection, “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.Zhiyembayev” LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, АЗ0М0Н6, Rakhat microdistrict, Kultobe street 1, <https://orcid.org/0000-0001-6061-7879>, e-mail: boltayevmarat81@gmail.com

Никоноров Алексей Петрович – Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Технологияларды ендіру және коммерцияландыру бөлімінің IT менеджері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., АЗ0М0Н6, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-8705-9747>, Эл. пошта: aniko.inbox@gmail.com

Никоноров Алексей Петрович – IT менеджер отдела внедрения и коммерциализации технологий, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, г. Алматы, АЗ0М0Н6, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-8705-9747>, e-mail: aniko.inbox@gmail.com

Nikonorov Alexey - IT manager at Technology Implementation and Commercialization Department, “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev” LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, АЗ0М0Н6, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-8705-9747>, e-mail: aniko.inbox@gmail.com

Башабаева Бакытгуль Магдановна – биология ғылымдарының кандидаты, "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Жалпақсай кенті, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Башабаева Бакытгуль Магдановна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Жалпақсай, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Bashabayeva Bakytgul Magdanovna - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasai district, Zhalpaksai, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Рсымбетов Аска́т Амангелдиевич - PhD докторы, "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зерттеу орталығының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru

Рсымбетов Аска́т Амангельдиевич – PhD доктор, заведующий лабораторией биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбақ, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru

Askat Amangeldievich Rsymbetov – PhD, Head of the laboratory of Biochemistry and grain quality assessment of Kazakh Research Institute of Agriculture and crop production LLP, Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasay district, Almalybak village, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru

Айнебекова Бақыт Алпысбайқызы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, дәнді дақылдар зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, Ерлепесов көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-5628-1986>, e-mail: bakyt.alpisbay@gmail.com

Айнебекова Бакыт Алпысбаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией зерновых культур ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, село Алмалыбақ, ул. Ерлепесова, 1, <https://orcid.org/0000-0002-5628-1986>, e-mail: bakyt.alpisbay@gmail.com

Ainebekova Bakyt Alpisbaevna – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Grain Crops LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing", Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak village, st. Erlepesov, 1, <https://orcid.org/0000-0002-5628-1986>, e-mail: bakyt.alpisbay@gmail.com

Сураубаева Алина Алибиқызы – "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы облысы, Талғар ауданы, Т. Рысқұлов ауылы, Фурмонова 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Сураубаева Алина Алибиевна - младший научный сотрудник лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, Алматинская область, Талғарский район, село Т.Рыскулова, Фурмонова 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Suraubaeva Alina Alibievna - is a junior researcher at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment "Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production", Republic of Kazakhstan, Almaty region, Talgar district, village T.Ryskulova, Furmonova 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Кенес Бубина - "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының аға лаборанты, Қазақстан Республикасы, г.Алматы, Ауезовский район, мкр Саялы, ул.Аккайнар 69, кв.6, <https://orcid.org/0000-0002-4556-1106>, эл.пошта: kenges.bubina@mail.ru

Кенес Бубина - старший лаборант лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, г. Алматы, Ауезовский район, мкр Саялы, ул.Аккайнар 69, кв.6, <https://orcid.org/0000-0002-4556-1106>, эл.почта: kenges.bubina@mail.ru

Kenes Bubina - Senior Laboratory Assistant at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production, Almaty, Republic of Kazakhstan, Auyezovsky district, Sayaly MKR, 69 Akkaynar str., block 6, <https://orcid.org/0000-0002-4556-1106>, e-mail: kenges.bubina@mail.ru

Мереева Толкын Даирбековна – "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының аға лаборанты, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, <https://orcid.org/0000-0002-1448-7521>, эл.пошта: tolkin_ali@mail.ru

Мереева Толкын Даирбековна - старший лаборант лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбақ, <https://orcid.org/0000-0002-1448-7521>, e-mail: tolkin_ali@mail.ru

Mereyeva Tolkin Dayyrbekovna – "Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production", Senior laboratory assistant of the grain quality assessment group, Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak village, <https://orcid.org/0000-0002-1448-7521>, e-mail: tolkin_ali@mail.ru

Масимгазиева Айгерим Сайлаубаевна - "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., ш / а. Қалқаман-2, 6-шы көше, 9а үй, <https://orcid.org/0000-0003-2095-9676>, e-mail: miss.masimgazieva@mail.ru

Масимгазиева Айгерим Сайлаубаевна – научный сотрудник лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, г.Алматы, мкр. Калқаман-2, ул. 6-я, дом 9А, <https://orcid.org/0000-0003-2095-9676>, e-mail: miss.masimgazieva@mail.ru

Masimgazieva Aigerim Sailaubaeвна – Researcher at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kalkaman-2, 6-ya str., 9A, <https://orcid.org/0000-0003-2095-9676>, e-mail: miss.masimgazieva@mail.ru

Рвайдарова Гульнисам Олакаевна – биология ғылымдарының кандидаты, «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, пестицидтер токсикологиясы зертханасының меңгерушісі. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1. e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Рвайдарова Гульнисам Олакаевна – биология ғылымдарының кандидаты, «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, пестицидтер токсикологиясы зертханасының меңгерушісі. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Rvaidarova Gulnissam Olakayevna – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Pesticide Toxicology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and

Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Исенова Гульмира Джаныбековна – биология ғылымдарының кандидаты, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, ИЦФЛА орталығының басшысы. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Исенова Гульмира Джаныбековна – биология ғылымдарының кандидаты, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, ИЦФЛА орталығының басшысы. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Issenova Gulmira Dzhaniibekovna – Candidate of Biological Sciences, Head of the ICFP Center, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Түйтебаева Гулзада Ерболатқызы – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, ғылыми қызметкер. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Түйтебаева Гулзада Ерболатқызы – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, ғылыми қызметкер. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Tuitebayeva Gulzada Erbolatkyzy – MSc, Research Associate, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan. e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Шевелева Юлия Александровна – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, инженер-химик. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1. e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Шевелева Юлия Александровна – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, инженер-химик. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Sheveleva Yuliya Alexandrovna – MSc, Chemical Engineer, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan., e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Цукерман Михаил Валерьевич – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, инженер-химик. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Цукерман Михаил Валерьевич – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, инженер-химик. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култөбе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Tsukerman Mikhail Valerievich – MSc, Chemical Engineer, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan. e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Берден Гүлбарам – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, пестицидтер токсикологиясы зертханасының

кіші ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култобе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Берден Гүлбарам – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, пестицидтер токсикологиясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат шағын ауданы, Култобе 1, e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Berden Gulbaram – MSc, Junior Research Assistant at the Laboratory of Pesticide Toxicology, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Almaty, Nauryzbai district, Rakhat microdistrict, Kultobe 1, Republic of Kazakhstan. e-mail: plantprotectionkz@gmail.com

Нокербекова Назым Кыдырханқызы - PhD. «Биохимиялық инженерия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, Алматы қ, қиылысы Аль-Фараби 93Г/5) Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0000-0001-5761-8993>, e-mail: nnazik@mail.ru

Нокербекова Назым Кыдырхановна – PhD. Ассоциированный профессор кафедры «Биохимической инженерии», Международный инженерно-технологический университет, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 93г/5), Республика Казахстан, <https://orcid.org/0000-0001-5761-8993>, e-mail: nnazik@mail.ru.

Nokerbekova Nazym Kydyrkhanovna – PhD. Associate Professor of the Department of «Biochemical Engineering», International University of Engineering and Technology, Almaty, 93g/5 Al-Farabi Ave.), Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-5761-8993>, e-mail: nnazik@mail.ru

Муздыбаева Шарбану Акказықызы – Химия ғылымының кандидаты. «Биохимиялық инженерия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, Алматы қ, қиылысы Аль-Фараби 93Г/5), Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Муздыбаева Шарбану Акказиовна – кандидат химических наук. Ассоциированный профессор кафедры «Биохимической инженерии», Международный инженерно-технологический университет, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 93г / 5), Республика Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Muzdybaeva Sharbanu Akkaziovna – Candidate of Chemical Sciences. Associate Professor of the Department of «Biochemical Engineering», International University of Engineering and Technology, Almaty, 93g / 5 Al-Farabi ave.), Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-4882-3845>, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Турсбекова Галия Жанмолданқызы – Халықаралық инженерлік-технологиялық университетінің лекторы, Алматы қ, қиылысы Аль-Фараби 93Г/5), Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0009-0008-5430-5754>, e-mail: tursbekova07@mail.ru

Турсбекова Галия Жанмолдановна – лектор Международный инженерно-технологический университета, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 93г / 5), Республика Казахстан, <https://orcid.org/0009-0008-5430-5754>, e-mail: tursbekova07@mail.ru

Tursbekova Galiya Zhanmoldanovna – lecturer at the International University of Engineering and Technology, Almaty, Al-Farabi Ave. 93g / 5), Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0008-5430-5754>, e-mail: tursbekova07@mail.ru

Рыскелді Дина Дәулетқызы - Техника ғылымдарының магистрі. «Биохимиялық инженерия» кафедрасының оқытушысы Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, Алматы қаласы, қиылысы Аль-Фараби 93Г/5), Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0009-0004-3284-7123>, e-mail: Ryskeldi.din@mail.ru

Рыскелді Дина Даулетқызы – магистр технических наук, преподаватель кафедры «Биохимической инженерии», Международный инженерно-технологический университет, г. Алматы, пр. Аль-Фараби 93г/5), Республика Казахстан, <https://orcid.org/0009-0004-3284-7123>, e-mail: Ryskeldi.din@mail.ru

Ryskeldi Dina Dauletkyzy– Master of Technical Sciences, Lecturer of the Department of Biochemical Engineering, International University of Engineering and Technology, Almaty, 93g/5 Al-Farabi Ave.), Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0004-3284-7123>, e-mail: Ryskeldi.din@mail.ru

Кошмагамбетова Меруерт Жалғасбайқызы - ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, екіжылдық көкөніс дақылдары селекциясы зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>

Кошмагамбетова Меруерт Жалғасбайқызы - магистр сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции двулетних овощных культур, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>

Koshmagambetova M.Zh. - Master of Agricultural Sciences, Senior Scientist, Laboratory of Biennial Vegetable Crop Breeding, LLP «Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing», Regional Branch «Kainar». Almaty, Republic of Kazakhstan, k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>

Мендыгулова Ляйля Хамитовна - екіжылдық көкөніс дақылдары селекциясы зертханасының ғылыми қызметкері, «Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, mendygulova.leyla76@mail.ru,

Мендыгулова Ляйля Хамитовна - научный сотрудник лаборатории селекции двулетних овощных культур, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, mendygulova.leyla76@mail.ru

Mendygulova Laylya Khamitovna - Researcher at the Laboratory of Biennial Vegetable Crop Breeding, LLP «Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing», Regional Branch «Kainar». Almaty, Republic of Kazakhstan, mendygulova.leyla76@mail.ru

Нусупова Айгул Орысбековна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, екі жылдық көкөніс дақылдарының селекциясы зертханасының меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, aigul.nusupova.65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Нусупова Айгул Орысбековна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории селекции двулетних овощных культур, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, , aigul.nusupova.65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Aigul Nusupova – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Biennial Vegetable Crop Breeding, LLP «Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing», Regional Branch «Kainar». Almaty, Republic of Kazakhstan, aigul.nusupova.65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Сейтмуратов Бақыт Жаксылыкович - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, картоп тұқым шаруашылығы зертханасының меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан Республикасы, b.seytmuratov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6566-830X>

Сейтмуратов Бақыт Жаксылыкович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией семеноводства картофеля, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, b.seytmuratov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6566-830X>

Bakyt Zhaxylykovich Seytmuratov – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Potato Seed Production Laboratory, Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Regional Branch “Kainar”, Almaty, Republic of Kazakhstan, b.seytmuratov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6566-830X>

Искакова Гульнур Аюповна – ҚазҰАЗУ PhD докторанты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы

зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, e-mail: g.iskakova83@gmail

Искакова Гульнур Аюповна – PhD докторант КазНАИУ, научный сотрудник лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, e-mail: g.iskakova83@gmail

Iskakova Gulnur Iskakova – PhD student at KazNAIU, researcher at the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, e-mail: g.iskakova83@gmail

Хасейн Алтын - ҚазҰАЗУ PhD докторанты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, e-mail: leogold24@mail.ru

Хасейн Алтын – PhD докторант КазНАИУ, старший научный сотрудник лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, e-mail: leogold24@mail.ru

Khassein Altyn - PhD student at KazNAIU, senior researcher at the at the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, e-mail: leogold24@mail.ru

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – ҚазҰАЗУ PhD докторанты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, e-mail: bota151283@mail.ru

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – PhD докторант КазНАИУ, старший научный сотрудник лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, e-mail: bota151283@mail.ru

Tezekbayeva Botakoz Kulbayevna – PhD student at KazNAIU, senior researcher at the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, e-mail: bota151283@mail.ru

Ефремова Юлия Муратовна – PhD докторы, Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты ЖШС, жеміс-жидек дақылдарының агротехнологиялары және питомнигі зертханасының меңгерушісі, Қазақстан, Алматы қ., Серкебаева 62, e-mail: ydyo@inbox.ru

Ефремова Юлия Муратовна – доктор PhD, Казахский НИИ плодоовощеводства, заведующий лабораторией агротехнологий и питомниководства садовых культур, Казахстан, г. Алматы, ул. Серкебаева 62, e-mail : ydyo@inbox.ru

Efremova Yulia Muratovna – PhD, Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Head of the Laboratory of Agrotechnology and Nursery of Horticultural Crops, Kazakhstan, Almaty, Serkebaev st. 62, e-mail: ydyo@inbox.ru

Исмагулова Гульнара Акимжановна – биология ғылымдарының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Геном зертханасының меңгерушісі, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, e-mail: g.ismagulova@imbb.org.kz

Исмагулова Гульнара Акимжановна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией генома Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, e-mail: g.ismagulova@imbb.org.kz

Ismagulova Gulnara Akimzhanovna – Head of the Genome Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, e-mail: g.ismagulova@imbb.org.kz

Малахова Наталья Петровна – қауымдастырылған профессор, биология ғылымдарының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының меңгерушісі, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Малахова Наталья Петровна – ассоциированный профессор, кандидат биологических

наук, заведующий лабораторией биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Malakhova Natalya Petrovna - Associate professor, Candidate of Biological Sciences, Head of the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Тілеппаева Айжан Мылтықбаевна – биология ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Зоология институтының аға ғылыми қызметкері, 050060, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 93, ORCID: 0000-0002-9754-2177, e-mail: atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz,

Тлеппаева Айжан Мылтықбаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института зоологии Республики Казахстан, 050060, Алматы, проспект Аль-Фараби, 93, ORCID: 0000-0002-9754-2177, e-mail: atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz

Tleppaeva Aizhan Myltykbaevna – candidate of Biological Sciences, Senior researcher of the Institute of Zoology Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, Al-Farabi Avenue, 93, ORCID: 0000-0002-9754-2177, e-mail: atleppaeva@mail.ru, aizhan.tleppaeva@zool.kz

Кадырбеков Рустем Хасенович – биология ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Зоология институтының бас ғылыми қызметкері, 050060, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 93, ORCID: 0000-0003-0550-3697, e-mail: rustem.kadyrbekov@zool.kz

Кадырбеков Рустем Хасенович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института зоологии Республики Казахстан, 050060, Алматы, проспект Аль-Фараби, 93, ORCID: 0000-0003-0550-3697, e-mail: rustem.kadyrbekov@zool.kz

Rustem Khasenovich Radyrbekov – Doctor of Biological Sciences, Chief researcher of the Institute of Zoology, Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty, Al-Farabi Avenue, 93, ORCID: 0000-0003-0550-3697, e-mail: rustem.kadyrbekov@zool.kz

Айтбаева Акбопе Темиржановна - PhD докторы, қауымдастырылған профессор, көкөніс дақылдарын өндіру технологиясы бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы, Қазақстан Республикасы, 040917, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Наурыз көшесі, 1, ORCID ID: 0000-0001-9725-985X, aitbaeva_a_86@mail.ru

Айтбаева Акбопе Темиржановна - доктор PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник отдела технологии возделывания овощных культур регионального филиала «Қайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодородия», Республика Казахстан, 040917, Алматинская область, Қарасайский район, ул., 1, ORCID ID: 0000-0001-9725-985X, aitbaeva_a_86@mail.ru

Aitbayeva Akbope Temirzhanovna - PhD, Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Vegetable Crop Cultivation Technology, Regional Branch “Kainar” LLP Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Republic of Kazakhstan, 040917, Almaty Region, Karasai District, st., 1, ORCID ID: 0000-0001-9725-985X, aitbaeva_a_86@mail.ru

Мамырбеков Жарас Жолдыбаевич - PhD докторы, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» аумақтық филиалының директоры, Қазақстан Республикасы, 040917, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Наурыз көшесі, 1, ORCID ID: 0000-0002-3702-1871, mamyrbekov70@mail.ru

Мамырбеков Жарас Жолдыбаевич - доктор PhD, директор регионального филиала «Қайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодородия», Республика Казахстан, 040917, Алматинская область, Қарасайский район, ул., 1, ORCID ID: 0000-0002-3702-1871, mamyrbekov70@mail.ru

Mamyrbekov Zharas Zholdybaevich - PhD, Director of the Regional Branch “Kainar” LLP Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Republic of Kazakhstan, 040917, Almaty Region, Karasai District, st., 1, ORCID ID: 0000-0002-3702-1871, mamyrbekov70@mail.ru

Зоржанов Берик Докторханович - PhD докторы, көкөніс дақылдарын өндіру технологиясы бөлімінің меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу

институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы, Қазақстан Республикасы, 040917, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Наурыз көшесі, 1, ORCID ID: 0000-0002-1552-7505, berik_zorzhanov@mail.ru

Зоржанов Берик Докторханович - доктор PhD, заведующий отдела технологии возделывания овощных культур регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства», Республика Казахстан, 040917, Алматинская область, Қарасайский район, ул., 1, ORCID ID: 0000-0002-1552-7505, berik_zorzhanov@mail.ru

Zorzhanov Berik Doktorkhanovich - PhD, Head of the Department of Vegetable Crop Cultivation Technology, Regional Branch “Kainar” LLP Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Republic of Kazakhstan, 040917, Almaty Region, Karasai District, st., 1, ORCID ID: 0000-0002-1552-7505, berik_zorzhanov@mail.ru

Тайшыбаева Эльвира Узаковна - ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, көкөніс және бақша дақылдары селекциясы бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы, Қазақстан Республикасы, 040917, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Наурыз көшесі, 1, ORCID ID: 0000-0002-3227- 719X, elvira701@mail.ru

Тайшыбаева Эльвира Узаковна - магистр сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции овоще-бахчевых культур регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства», Республика Казахстан, 040917, Алматинская область, Қарасайский район, ул., 1, ORCID ID: 0000-0002-3227- 719X, elvira701@mail.ru

Taishybaeva Elvira Uzakovna - Master's degree in Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Breeding of Vegetable and Melon Crops, Regional Branch “Kainar” LLP Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Republic of Kazakhstan, 040917, Almaty Region, Karasai District, st., 1, ORCID ID: 0000-0002-3227-719X, elvira701@mail.ru

Махмаджанов Сабыр Партович - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Бақша және мақта ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, Атакент ауылы, Лабораторная көшесі, ORCID ID: 0000-0001-5623-0591², max_s1969@mail.ru

Махмаджанов Сабыр Партович - кандидат сельскохозяйственных наук, ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства», Республика Казахстан, Туркестанская область, Мақтааральский р-н, п.Атакент, ул. Лабораторная, ORCID ID: 0000-0001-5623-0591², max_s1969@mail.ru

Makhmadzhanov Sabyr Partovich - Candidate of Agricultural Sciences, Agricultural Experimental Station for Cotton Growing and Melon Cultivation LLP, Republic of Kazakhstan, Turkestan Region, Maktaaral District, Atakent village, Laboratornaya st., ORCID ID: 0000-0001-5623-0591², max_s1969@mail.ru

Нусупова Айгүль Орысбековна - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, көкөніс бақша дақылдары селекциясы және тұқым шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы, Қазақстан Республикасы, 040917, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Наурыз көшесі, 1, ORCID ID: 000-0001-5787-7119, aigul.nusupova.65@mail.ru

Нусупова Айгүль Орысбековна - кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отдела селекции и семеноводства овоще-бахчевых культур регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства», Республика Казахстан, 040917, Алматинская область, Қарасайский район, ул., 1, ORCID ID: 000-0001-5787-7119, aigul.nusupova.65@mail.ru

Nusupova Aigul Orysbekovna - Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Breeding and Seed Production of Vegetable and Melon Crops, Regional Branch “Kainar” LLP Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Republic of Kazakhstan, 040917, Almaty Region, Karasai District, st., 1, ORCID ID: 000-0001-5787-7119, aigul.nusupova.65@mail.ru

Кененбаев Серік Барменбекұлы - а.ш.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ», «Топырақтану және агрохимия» зертханасының бас ғылыми қызметкері, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, Ерлепесов көшесі 1, Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, E-mail: serikkenenbayev@mail.ru.

Кененбаев Серик Барменбекович. д.с.х.н, профессор, академик НАН РК, ТОО «Казакхский НИИ земледелия и растениеводства», главный научный сотрудник лабораторий «Почвоведение и агрохимия», Алматинская область, Карасайский район, поселок Алмалыбак, улица ул.Ерлепесова 1, Республика Казахстан. <https://orcid.org/0000-0003-1745-8475>, E-mail: serikkenenbayev@mail.ru.

Kenenbayev Serik - doctor of Agricultural Sciences, professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, «Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production» LLP, Chief Scientific Officer the Department of «Agrochemistry and Soil Science», Almaty region, Karasay district, Almalybak village, Yerlepesov Street 1, Republic of Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, E-mail: serikkenenbayev@mail.ru.

Гусев Виталий Николаевич - а.ш.ғ.к., «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ», «Топырақтану және агрохимия» зертханасының жеткші ғылыми қызметкері, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, Ерлепесов көшесі 1, Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, E-mail: agfaagro@mail.ru

Гусев Виталий Николаевич - к.с.х.н, ТОО «Казакхский НИИ земледелия и растениеводства», ведущий научный сотрудник лабораторий «Почвоведение и агрохимия», Алматинская область, Карасайский район, поселок Алмалыбак, улица ул.Ерлепесова 1, Республика Казахстан. <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, E-mail: agfaagro@mail.ru.

Gusev Vitaly Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, «Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production» LLP, Leading Researcher the Department of «Agrochemistry and Soil Science», Almaty region, Karasay district, Almalybak village, Yerlepesov Street 1, Republic of Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0001-7309-5790>, E-mail: agfaagro@mail.ru.

Есенбаева Гүлвира Лемисқызы, а.ш.ғ.к., «Агрономия, селекция және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті». Алматы қ., Абай даңғылы 8, Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0009-0007-6767-5917>, E-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

Есенбаева Гүлвира Лемисовна, к.с.х.н., ассоциированный профессор кафедры «Агрономия, селекция и биотехнология», НАО «Казакхский национальный аграрный исследовательский университет. г. Алматы, пр. Абая 8, Республика Казахстан. <https://orcid.org/0009-0007-6767-5917>, E-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz.

Yessenbayeva Gulvira, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Biotechnology, Kazakh National Agrarian Research University. Almaty, Abai Street 8, Republic of Kazakhstan. <https://orcid.org/0009-0007-6767-5917>, E-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz.

Жанбырбаев Елдос Алмабекұлы, PhD доктор, «Агрономия, селекция және биотехнология» кафедрасының меңгерушісі, КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті». Алматы қ., Абай даңғылы 8, Қазақстан Республикасы. <https://orcid.org/0000-0002-4076-8108>, E-mail: yeldos.zhanbyrbayev@kaznaru.edu.kz.

Жанбырбаев Елдос Алмабекович, PhD доктор, заведующий кафедрой «Агрономия, селекция и биотехнология», НАО «Казакхский национальный аграрный исследовательский университет. г. Алматы, пр. Абая 8, Республика Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-4076-8108>, E-mail: yeldos.zhanbyrbayev@kaznaru.edu.kz.

Zhanbyrbayev Eldos, PhD, Head of the Department of Agronomy, Breeding and Biotechnology, Kazakh National Agrarian Research University. Almaty, Abai Street 8, Republic of Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-4076-8108>, E-mail: yeldos.zhanbyrbayev@kaznaru.edu.kz.

Алпысбаева Қарлығаш Әзірбекқызы – PhD, пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының меңгерушісі, «Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік

қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0002-8962-384X>, эл. пошта: erke07naz05@mail.ru

Алпысбаева Карлыгаш Азирбековна – PhD, заведующая лабораторией полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култөбе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8962-384X>, эл. почта: erke07naz05@mail.ru

Karlygash Alpysbayeva – PhD, Head of the Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8962-384X>, email: erke07naz05@mail.ru

Найманова Балжан Жасұланқызы - пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының ғылыми қызметкері, «Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0003-1827-7115>, эл. пошта: baljan-sun93@mail.ru

Найманова Балжан Жасулановна – научный сотрудник лаборатории полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култөбе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-7115>, эл. почта: baljan-sun93@mail.ru

Balzhan Naimanova – Researcher, Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-7115>, e-mail: baljan-sun93@mail.ru

Нурманов Бауыржан Батырханұлы – пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының ғылыми қызметкері, «Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0003-1221-4789>, эл. пошта: bauka_92kzs@mail.ru

Нурманов Бауыржан Батырханұлы – научный сотрудник лаборатории полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култөбе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1221-4789>, эл. почта: bauka_92kzs@mail.ru

Bauyrzhan Nurmanov – Researcher, Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1221-4789>, e-mail: bauka_92kzs@mail.ru

Сейтжан Әсел Маратқызы – пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының ғылыми қызметкері, «Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0003-0518-3224>, эл. пошта: asselseitzhan@mail.ru

Сейтжан Асель Маратқызы – научный сотрудник лаборатории полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култөбе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0518-3224>, эл. почта: asselseitzhan@mail.ru

Assel Seitzhan – Researcher, Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0518-3224>, e-mail: asselseitzhan@mail.ru

Джубатова Эльмира Әбсадыққызы – пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының кіші ғылыми қызметкері, «Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0009-0000-9441-2724>, эл. пошта: e.dzhubatova@mail.ru

Джубатова Эльмира Абсадыковна – младший научный сотрудник лаборатории полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култобе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9441-2724>, эл. почта: e.dzhubatova@mail.ru

Elmira Dzhubatova – Junior Researcher, Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9441-2724>, e-mail: e.dzhubatova@mail.ru

Успанов Алибек Маратович – биология ғылымдарының кандидаты, Басқарма Төрағасының орынбасары, «Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі 1, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, эл. пошта: u_alibek@mail.ru

Успанов Алибек Маратович, кандидат биологических наук, ТОО Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж. Жиембаева, г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Култобе, 1, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, эл. почта: u_alibek@mail.ru

Alibek Uspanov, Candidate of Biological Sciences, Deputy Chairman of the Board, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhyembayev», Almaty, Nauryzbai District, Kultobe Street, 1, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, e-mail: u_alibek@mail.ru

Ысқаков Болат Құдайбергенұлы – биология ғылымдарының докторы, профессор, «М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының» ақуыз және нуклеин қышқылдары зертханасының бас ғылыми қызметкері», Қазақстан Республикасы, 05001, Алматы қ., Досмұхамедов көш., 80, <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, эл. пошта: bulat.iskakov@mail.ru.

Искаков Булат Кудайбергенович – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории белка и нуклеиновых кислот «Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина», Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмукхамедова, 80, <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, e-mail: bulat.iskakov@mail.ru.

Iskakov Bulat Kudaibergenovich – Doctor of Biological Sciences, Principal Researcher of the Protein and Nucleic Acids Laboratory, M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Republic of Kazakhstan, 050012 Almaty, Dosmukhamedov str, 80, <https://orcid.org/0000-0002-5204-4377>, e-mail: bulat.iskakov@mail.ru.

Станбекова Гүлшан Есенбекқызы – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының» ақуыз және нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Досмұхамедов көш., 80, <https://orcid.org/0000-0002-7819-6475>, эл. пошта: gulshanst@yahoo.com.

Станбекова Гульшан Эсенбековна – кандидат биологических наук, асс. проф., ведущий научный сотрудник лаборатории белка и нуклеиновых кислот «Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина», Республика Казахстан, 050012, г.Алматы, ул. Досмукхамедова, 80, <https://orcid.org/0000-0002-7819-6475>, e-mail: gulshanst@yahoo.com

Stanbekova Gulshan Esenbekovna – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Protein and Nucleic Acids Laboratory, M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Republic of Kazakhstan, 050012 Almaty, Dosmukhamedov str, 80, <https://orcid.org/0000-0002-7819-6475>, e-mail: gulshanst@yahoo.com.

Крылдаков Руслан Владимирович – PhD докторы, «М.А.Айтхожин атындағы Молекулярлық биология және биохимия институтының» ақуыз және нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050012 Алматы, Досмұхамедов к-сі, 80, <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, эл. пошта: kryldakov@mail.ru.

Крылдаков Руслан Владимирович – PhD доктор, ведущий научный сотрудник лаборатории белка и нуклеиновых кислот «Института молекулярной биологии и биохимии им.

М.А. Айтхожина», Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмухамедова, 80, <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, e-mail: kryldakov@mail.ru.

Kryldakov Ruslan Vladimirovich – PhD, Leading Researcher of the Protein and Nucleic Acids Laboratory, M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Republic of Kazakhstan, 050012 Almaty, Dosmukhamedov str, 80, <https://orcid.org/0000-0002-2299-3109>, e-mail: kryldakov@mail.ru.

Надинова Лейла Тимурқызы – ¹«М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институтының» ақуыз және нуклеин қышқылдары зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Досмұхамедов көш., 80,

² Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD докторанты, әл-Фараби көшесі, 71, <https://orcid.org/0000-0001-9295-3228>, эл. пошта: leila.nadirova@gmail.com.

Надинова Лейла Тимуровна – ¹научный сотрудник лаборатории белка и нуклеиновых кислот «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина», Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Досмухамедова, 80,

² PhD докторант Казахского Национального Университета имени аль-Фараби, г. Алматы, ул. аль-Фараби, 71, <https://orcid.org/0000-0001-9295-3228>, e-mail: leila.nadirova@gmail.com.

Nadirova Leila Timurovna – ¹Researcher of the Protein and Nucleic Acids Laboratory, M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Republic of Kazakhstan, 050012 Almaty, Dosmukhamedov str, 80,

² PhD student in the Biology Department at al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, al-Farabi str, 71, <https://orcid.org/0000-0001-9295-3228>, e-mail: leila.nadirova@gmail.com.

Сыдық Досымбек Алмаханбетұлы - ауыл шаруашылық ғылымдарының докторы, профессор, Егіншілік және өсімдік шаруашылығы бөлімінің бас ғылыми қызметкері, «Оңтүстік-батыс мал және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, 160023, Шымкент қаласы, Тассай м/а., О. Есалиева көшесі №5, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0009-0003-9956-9730>, эл. пошта: sydyk.dosymbek@mail.ru

Сыдық Досымбек Алмаханбетұлы - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Главный научный сотрудник отдела земледелия и растениеводства, ТОО «Юго-западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства», 160023, город Шымкент, мкр. Тассай, ул. Есалиева №5, Республика Казахстан, <https://orcid.org/0009-0003-9956-9730>, e-mail: sydyk.dosymbek@mail.ru

Sydyk Dossymbek Almahanbetuly - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the department of Agriculture and Crop production, LLP «South-western Research Institute of Animal Husbandry and Plant Growing», 160023, Shymkent, Tassay microdistrict, Esaliev street No. 5, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0003-9956-9730>, e-mail: sydyk.dosymbek@mail.ru

Еркуатов Рақымжан Нұрлыбекұлы - магистр, Егіншілік және өсімдік шаруашылығы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, «Оңтүстік-батыс мал және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, 160023, Шымкент қаласы, Тассай м/а., О. Есалиева көшесі №5, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0002-9823-3376>, эл. пошта: rahimjan_1996@mail.ru

Еркуатов Рақымжан Нұрлыбекұлы - магистр, Старший научный сотрудник отдела земледелия и растениеводства, ТОО «Юго-западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства», 160023, город Шымкент, мкр. Тассай, ул. Есалиева №5, Республика Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-9823-3376>, e-mail: rahimjan_1996@mail.ru

Yerkuatov Rakymzhan Nurlibekuly - Master, Senior Researcher Department of Agriculture and Plant Growing, LLP «South-western Research Institute of Animal Husbandry and Plant Growing», 160023, Shymkent, Tassay microdistrict, Esaliev street No. 5, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-9823-3376>, e-mail: rahimjan_1996@mail.ru

Құланбай Қаламқас Жаңабекқызы - ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Агробиология факультеті, Агрономия, селекция және биотехнология кафедрасының

қауымдастырылған профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050002 Алматы қаласы, Абай көшесі 8, Қазақстан республикасы, <https://orcid.org/0000-0001-5119-9636>, эл. пошта: k.kylanbai@mail.ru

Куланбай Каламкас Жанабековна - кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры Агрономии, селекции и биотехнологии Казахского национального аграрного исследовательского университета, Агробиологический факультет, 050002 г. Алматы, ул. Абая 8, Республика Казахстан, <https://orcid.org/0000-0001-5119-9636>, эл. почта: k.kylanbai@mail.ru

Kulanbay Kalamkas Zhanabekovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Biotechnology of the Kazakh National Agrarian Research University, Faculty of Agrobiology, 050002 Almaty, Abaya street No. 8, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-5119-9636>, e-mail: k.kylanbai@mail.ru

Казыбаева Алима Тасболатовна - биология ғылымдарының кандидаты, Директордың оқу-әдістемелік бірлестігі жөніндегі орынбасары, «Түркістан жоғары көпсалалы, аграрлық колледжі» МКҚК, 160023, Шымкент қаласы, Тассай м/а., Жібек Жолы көшесі №4/4, Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0000-0002-4735-8603>, эл. пошта: shakomet@mail.ru

Казыбаева Алима Тасболатовна - кандидат биологических наук, Заместитель директора по учебно-методическому объединению, ГККП «Туркестанский высший многопрофильный, аграрный колледж», 160023, город Шымкент, мкр. Тассай, ул. Жибек Жолы №4/4, Республика Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-4735-8603>, e-mail: shakomet@mail.ru

Kazybaeva Alima Tasbolatovna - candidate of biological sciences, Deputy Director for the educational and methodological association, State Enterprise «Turkestan Higher Multidisciplinary, Agrarian College», 160023, Shymkent city, Tassay microdistrict, Zhibek Zholy street No. 4/4, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-4735-8603>, e-mail: shakomet@mail.ru

Нурбаева Элмира Акижановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, жетекші ғылыми қызметкер, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, elmira-1401@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3702-1871

Нурбаева Элмира Акижановна - магистр сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, elmira-1401@mail.ru, ORCID 0000-0002-3702-1871

Elmira Akizhanovna Nurbayeva – Master of Agricultural Sciences, Senior Researcher, LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar", Almaty, Republic of Kazakhstan, elmira-1401@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3702-1871

Нусупова Айгүл Орысбекқызы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, екіжылдық көкөніс дақылдарын селекциялау зертханасының меңгерушісі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, aigul.nusupova.65@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5787-7119

Нусупова Айгул Орысбековна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории селекции двулетних овощных культур, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, , aigul.nusupova.65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>

Nusupova Aigul Orysbekovna – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Biennial Vegetable Crop Breeding, LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar", Almaty, Republic of Kazakhstan, aigul.nusupova.65@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5787-7119

Ибрагимова Гулнар Мухлисовна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, жетекші ғылыми қызметкер, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, gulnara.0868@mail.ru, ORCID: ORCID 0009-0005-5662-4175

Ибрагимова Гулнар Мухлисовна - магистр сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, gulnara.0868@mail.ru ORCID 0009-0005-5662-4175

Gulnar Mukhlysovna Ibragimova– Master of Agricultural Sciences, Senior Researcher, LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar", Almaty, Republic of Kazakhstan, gulnara.0868@mail.ru, ORCID: ORCID 0009-0005-5662-4175

Манабаева Улбосын Абдуманановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, жетекші ғылыми қызметкер, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Кайнар» аймақтық филиалы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, manabaeva1971@mail.ru, ORCID: 0009-0007-7983-4348

Манабаева Улбосын Абдуманановна - магистр сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Республика Казахстан, manabaeva1971@mail.ru ORCID 0009-0007-7983-4348

Ulbosyn Abdumanapovna Manabayeva– Master of Agricultural Sciences, Senior Researcher, LLP "Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing", Regional Branch "Kainar", Almaty, Republic of Kazakhstan, manabaeva1971@mail.ru, ORCID: 0009-0007-7983-4348

Маденова Айгуль Калихожаевна – PhD, қауымдастырылған профессор, ҚазҰАЗУ, Өсімдіктер биотехнологиясы орталығының жетекші ғылыми қызметкері, Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, город Алматы, улица Абая, 8, e-mail: aigul.kalikhozhaevna@kaznaru.edu.kz

Маденова Айгуль Калихожаевна – PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Центра биотехнологии растений КазНАИУ, Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Абая, 8, e-mail: aigul.kalikhozhaevna@kaznaru.edu.kz

Madenova Aigul – PhD, associate professor, leading researcher at the Center for Plant Biotechnology of KazNAIU, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, st. Abaya, 8, e-mail: aigul.kalikhozhaevna@kaznaru.edu.kz

Калдыбаева Динара Илиясқызы – ҚазҰАЗУ Өсімдіктер биотехнологиясы орталығының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай көшесі, 8, e-mail: ms.kaldybaeva93@gmail.com

Калдыбаева Динара Илиясқызы – научный сотрудник центра биотехнологий растений КазНАИУ, Республика Казахстан, 050010, г.Алматы, ул.Абая, 8, e-mail: ms.kaldybaeva93@gmail.com

Kaldybayeva Dinara – Research Assistant of the Plant Biotechnology Center KazNARU, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Abay str., 8, e-mail: ms.kaldybaeva93@gmail.com

Қайыпжан Еркеназ Русланқызы - ҚазҰАЗУ өсімдіктер биотехнологиясы орталығының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050010 Алматы қаласы, Абай көшесі, 8, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Қайыпжан Еркеназ Руслановна - младший научный сотрудник центра биотехнологии растений КазНАИУ, Республика Казахстан, 050010, г.Алматы, ул.Абая, 8, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Yerkenaz Kaiypzhan Ruslankyzy - Junior Researcher at the Plant Biotechnology Center KazNARU , Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay str., 8, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Айтымбет Жанкелды – ҚазҰАЗУ, Өсімдіктер биотехнологиясы орталығының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, zhangeldi017@mail.ru

Айтымбет Жанкелды- научный сотрудник Центра биотехнологии растений КазНАИУ, Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая, 8, zhangeldi017@mail.ru

Aitymbet Zhankeldy- Researcher at the Center for Biotechnology of Plants KazNARU, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay Ave., 8, zhangeldi017@mail.ru

Есжанов Тынышбек Карлыбаевич – ауылшаруашылық ғылымдарының кандидаты, Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Күлтөбе көшесі, 1, eszhanov.tynyshbek@mail.ru

Есжанов Тынышбек Карлыбаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Казахского научно-исследовательского института защиты и карантина растений имени Жазкена Жиёмбаева, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Культобе, 1, eszhanov.tynyshbek@mail.ru

Eszhanov Tynyshbek Karlybaevich – candidate of agricultural sciences, leading researcher of the Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembaev, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe st., 1, eszhanov.tynyshbek@mail.ru

Әбдікәрімова Райгүл Ардаққызы – ҚазҰАЗУ, Өсімдіктер биотехнологиясы орталығының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай көшесі, 8, e-mail: raigul-95@mail.ru

Әбдікәрімова Райгүл Ардаққызы – младший научный сотрудник центра биотехнологий растений КазНАИУ, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Абая, 8, e-mail: raigul-95@mail.ru

Abdikarimova Raigul – Junior Researcher at the Plant Biotechnology Center KazNARU, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Abay str., 8, e-mail: raigul-95@mail.ru

Мухаметжанова Орынгул Токтабековна – докторант PhD, негізгі автор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 050070, Алматы қаласы, Жуалы көшесі, 22, e-mail: nu_rai@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7719-6193>,

Мухаметжанова Орынгул Токтабековна - докторант PhD, основной автор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050070, г. Алматы, ул. Жуалы 44, e-mail: nu_rai@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7719-6193>

Mukhametzhanova Oryngul – PhD student, main author, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, e-mail: nu_rai@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7719-6193>

Кожобекова Ардак Жанкетаявна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қ.а. профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 050070, Алматы қаласы, Жуалы көшесі, 22, ardak.68kz @mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-9842-7779>

Кожобекова Ардак Жанкетаявна – кандидат сельскохозяйственный наук и.о. профессора, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050070, г. Алматы, ул. Жуалы, 44, ardak.68kz @mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-9842-7779>

Kozhabekova Ardak – candidate of agricultural sciences, professor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050070, Almaty, st. Zhualy, 44, ardak.68kz @mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-9842-7779>

Мазаржанова Куралай Мукажановна - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қ.а профессор, Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан., e-mail: kmazarzhanova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>

Мазаржанова Куралай Мукажановна - кандидат сельскохозяйственный наук и.о профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфулина, г. Астана, Казахстан, e-mail: kmazarzhanova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>

Mazharzhanova Kuralay - candidate of agricultural sciences, professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, e-mail: kmazarzhanova@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>

Мухамадиев Нуржан - биология ғылымдарының кандидаты, Научно-исследовательский институт защиты растений и карантин имени Ж. Жиенбаева, г. Алматы, e-mail: nurzhan-80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>

Мухамадиев Нуржан - кандидат биологических наук, Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: nurzhan-80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>

Mukhamadiev Nurzhan - candidate of biological sciences, Zh. Zhienbaev Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurzhan-80@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>

Букабаева Жанылхан Тусупжановна – PhD, Әлихан Бөкейханов университеті, Семей қ., 071400, Мәңгілік Ел көшесі, 11, e-mail: zhanilxan79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>

Букабаева Жанылхан Тусупжановна – PhD, Университет им. Алихана Бокейханова, г. Семей, 071400, улица Мангилик Ел, 11, e-mail: zhanilxan79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>

Bukabayeva Zhanylkhan – PhD, Alikhan Bokeikhan University, Semey, 071400, Mangilik El Street, 11, e-mail: zhanilxan79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1461-5407>

Кумарбаева Мадина Талгаровна – PhD. Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция лабораториясының аға ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қаласы, Тимирязев көшесі 45, E-mail: madina_kumar90@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5588-6772>

Кумарбаева Мадина Талгаровна – PhD, старший научный сотрудник лаборатории генетики и селекции Института биологии и биотехнологии растений, Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 45, E-mail: madina_kumar90@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5588-6772>

Kumarbayeva Madina Talgarovna – PhD, Senior Researcher, Laboratory of Genetics and Selection, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, st. Timiryazev 45, E-mail: madina_kumar90@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-5588-6772>

Кохметова Алма Мырзабековна – Б.ғ.д., профессор. Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция лабораториясының меңгерушісі; Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қаласы, Тимирязев көшесі 45, факс 394-75-62, E-mail: gen_kalma@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>

Кохметова Алма Мырзабековна – Доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией генетики и селекции Института биологии и биотехнологии растений; Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 45, факс 394-75-62, E-mail: gen_kalma@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>

Kokhmetova Alma Myrzabekovna – Doctor of Biological Sciences, Professor. Head of the Laboratory of Genetics and Selection of the Institute of Plant Biology and Biotechnology; Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, st. Timiryazev 45, fax 394-75-62, E-mail: gen_kalma@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>

Кеишилов Женис Советканович – Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі. Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция лабораториясының ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қаласы, Тимирязев көшесі 45, факс 394-75-62, E-mail: Jeka-Sayko@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2126-6951>

Кеишилов Женис Советканович – Магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории генетики и селекции Института биологии и биотехнологии растений, Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 45, факс 394-75-62, E-mail: Jeka-Sayko@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2126-6951>

Keishilov Zhenis Sovetkanovich – Master of Agricultural Sciences, Researcher, Laboratory of Genetics and Selection, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Republic of Kazakhstan,

050040, Almaty, st. Timiryazev 45, fax 394-75-62, E-mail:Jeka-Sayko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2126-6951>

Болатбекова Ардақ Айдыновна – Экология ғылымдарының магистрі. Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция лабораториясының кіші ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қаласы, Тимирязев көшесі 45, E-mail:ardashka1984@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4694-9214>

Болатбекова Ардақ Айдыновна – магистр э.н. младший научный сотрудник лаборатории генетики и селекции Института биологии и биотехнологии растений, Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 45, E-mail: ardashka1984@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4694-9214>

Bolatbekova Ardashka Aydinovna – Researcher, Laboratory of Genetics and Selection, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, st. Timiryazev 45, Email:ardashka1984@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4694-9214>

Бахытұлы Канат – Жаратылыстану ғылымдарының магистрі. Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институтының генетика және селекция лабораториясының кіші ғылыми қызметкері. Қазақстан Республикасы, 050040, Алматы қаласы, Тимирязев көшесі 45, факс 394-75-62, E-mail: kanat1499@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6084-0480>

Бахытұлы Канат – Магистр естественных наук, младший научный сотрудник лаборатории генетики и селекции Института биологии и биотехнологии растений, Республика Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 45, факс 394-75-62, E-mail: kanat1499@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6084-0480>

Bakhytuly Kanat – Master of Natural Sciences, Researcher, Laboratory of Genetics and Selection, Institute of Plant Biology and Biotechnology, Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty, st. Timiryazev 45, fax 394-75-62, E-mail: kanat1499@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6084-0480>

Коваленко Надежда Михайловна – биология ғылымдарының кандидаты, «Бүкілресейлік өсімдіктерді қорғау ғылыми-зерттеу институты» Федералдық мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесі (ВИЗР), Санкт-Петербург, Ресей. Электрондық пошта: nadyakov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-9577-8816>

Коваленко Надежда Михайловна – кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ВИЗР), Санкт-Петербург, Россия. E-mail: nadyakov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-9577-8816>

Kovalenko Nadezhda Mikhailovna – PhD in Biology, Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Plant Protection” (VIZR), St. Petersburg, Russia. E-mail: nadyakov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-9577-8816>

Бахтыгизова Айгерім Турсунханқызы - «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин» кафедрасының магистранты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0001-0146-2915>, эл.пошта: aigerimtursynkhan03@gmail.com

Бахтыгизова Айгерім Турсунханқызы-магистрант кафедры «Плодоовощеводство, защиты растений и карантин», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0001-0146-2915>, email: aigerimtursynkhan03@gmail.com

Bakhtygizova Aigerim Tursunkhankyzy-master's student at the Department of Horticulture, Plant Protection and Quarantine, NPJSC "Kazakh National Agrarian Research University", Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0001-0146-2915>, e-mail: aigerimtursynkhan03@gmail.com

Сулейманова Гульнур Алмасовна-PhD, «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, эл.пошта: gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz

Сулейманова Гультур Алмасовна-PhD, ассоциированный профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая, 8, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, e-mail: gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz

Suleimanova Gulnur Almasovna-PhD, Associate Professor at the Department of Horticulture, Plant Protection and Quarantine, NPJSC "Kazakh National Agrarian Research University", Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8, 050010, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, e-mail: gulnursuleimanova@kaznaru.edu.kz

Дутбаев Ерлан Бозанбаевич-ауылшаруашылық ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин» кафедрасы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0004-0484-7601>, эл.пошта: yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz

Дутбаев Ерлан Бозанбаевич - кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, г. Алматы, проспект Абая, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0004-0484-7601>, e-mail: yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz,

Dutbayev Yerlan Bozanbayevich-Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Horticulture, Plant Protection and Quarantine, NPJSC "Kazakh National Agrarian Research University", Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8, 050010, <https://orcid.org/0009-0004-0484-7601>, e-mail: yerlan.dutbayev@kaznaru.edu.kz

Харіпжанова Айдана Ісенбайқызы-философия докторы (PhD), КЕАҚ “Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті”, Қазақстан-Жапондық инновациялық орталығы, Электронды микроскопия инженерлік бейінді зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, 050010, Абай даңғылы, 8, <https://orcid.org/0000-0002-7329-1449>, эл.пошта: aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz

Харіпжанова Айдана Ісенбайқызы-доктор философии (PhD), НАО “Казахский национальный аграрный исследовательский университет”, Казахстанско-Японский инновационный центр, младший научный сотрудник лаборатории инженерного профиля Электронной микроскопии, Республика Казахстан, г. Алматы, 050010, проспект Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0002-7329-1449>, эл.почта: aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz

Kharipzhanova Aidana Isenbaikyzy - doctor of philosophy (PhD), NPJSC "Kazakh National Agrarian Research University", Kazakhstan-Japan innovation center, junior research fellow of the laboratory of engineering profile Electron microscope, Republic of Kazakhstan, Almaty, 050010, Abay avenue, 8, <https://orcid.org/0000-0002-7329-1449>, e-mail: aidana.kharipzhanova@kaznaru.edu.kz

Цыганков Владимир Игоревич-ауылшаруашылық ғылымдарының кандидаты, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, «Қазақ жылқы шаруашылығы және жем-шөп өндіру ғылыми-зерттеу институты» ЖШС ғылыми кеңесінің мүшесі, «Селекция және бастапқы тұқым шаруашылығы» бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ., Алматы ауданы, Кеңес Нокин ауылы, Қабылыс Жырау көшесі, 1, 030014, <https://orcid.org/0000-0002-3652-3888>, эл.пошта: zigan60@mail.ru

Цыганков Владимир Игоревич-кандидат сельскохозяйственных наук, член корреспондент НАН РК, член ученого совета ТОО «Казахский научно-исследовательский институт коневодства и кормопроизводства», заведующий отделом селекции и первичного семеноводства, Республика Казахстан, г. Актөбе, Алматинский район, ул. Кабылыса Жырау, 1, 030014, <https://orcid.org/0000-0002-3652-3888>, e-mail: zigan60@mail.ru

Tsygankov Vladimir Igorevich-Candidate of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Member of the Scientific Council of LLP "Kazakh Research Institute of Horse Breeding and Feed Production", Head of the Department of Breeding and Primary Seed Production, Republic of Kazakhstan, Aktobe city, Almaty

district, Kenes Nokin village, Kabylys Zhyrau Street, 1, 030014, <https://orcid.org/0000-0002-3652-3888>, e-mail: zigan60@mail.ru

Кохметова Алма Мырзабекқызы – биология ғылымдарының докторы, профессор, «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» РМК-нің «Генетика және селекция» зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Тимирязев көшесі, 45, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>, эл.пошта: gen_kalma@mail.ru

Кохметова Алма Мырзабекқызы – доктор биологических наук, профессор, член корреспондент НАН РК, заведующая лабораторией генетики и селекции РГП «Институт биологии и биотехнологии растений», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Тимирязева, 45, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>, e-mail: gen_kalma@mail.ru

Kokhmetova Alma Myrzabekkyzy – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Head of the Laboratory of Genetics and Breeding at the RSE "Institute of Plant Biology and Biotechnology", Kazakhstan, Almaty, Timiryazev Street, 45, 050040, <https://orcid.org/0000-0002-0186-7832>, e-mail: gen_kalma@mail.ru

Қайыпжан Еркеназ Русланқызы – ҚазҰАЗУ өсімдіктер биотехнологиясы орталығының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050010 Алматы қаласы, Абай көшесі 8, ORCID ID <https://orcid.org/0009-0004-1736-2515>, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Қайыпжан Еркеназ Руслановна – младший научный сотрудник центра биотехнологии растений КазНАИУ, Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Абая, 8, ORCID ID <https://orcid.org/0009-0004-1736-2515>, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Yerkenaz Kaiypzhan Ruslankyzy – Junior Researcher at the Plant Biotechnology Center KazNARU, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay str., 8, ORCID ID <https://orcid.org/0009-0004-1736-2515>, e-mail: kaiypzhanova98@mail.ru

Джантасов Серік Қажиханұлы – ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды филиалының көкөніс дақылдарының селекциялық-тұқым шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru

Джантасов Серик Кажиханович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции и семеноводства овощебахчевых культур Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», п. Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru

Jantassov Serik – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the department of selection of vegetable and melon crops of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-3155-0676>, s_jantassov@mail.ru

Нусупова Айгул Орысбекқызы – ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды филиалының тамыр дақылды зертханасының меңгерушісі, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Нусупова Айгуль Орысбековна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией двулетних культур Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», п. Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Nussupova Aigul – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the laboratory of root crops, of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7119>, aigul.nusupova.65@mail.ru

Джантасова Айгерім Серікқызы – ауыл шаруашылығының магистры, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының» «Қайнар» регионалды филиалының тамыр дақылды зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қайнар ауылы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Джантасова Айгерим Сериковна - магистр сельского хозяйства, СНС лабораторией двулетних культур Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», п.Кайнар, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Jantassova Aigerim - Master of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the laboratory of root crops, of Regional Filial «Kainar» of Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing LLP, Kainar v., Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-7106-2749>, aigerim-jantasova@mail.ru

Альпейсов Шохан Ашенович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Зооинженерия және биотехнология кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: sh.alpeisov1960@gmail.com

Альпейсов Шохан Ашенович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зооинженерии и биотехнологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: sh.alpeisov1960@gmail.com

Alpeisov Shokhan Ashenovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Zooengineering and Biotechnology, NJC Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: sh.alpeisov1960@gmail.com

Коржиков Андрей Викторович – технолог, "Рийк Цваан" ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., E-mail: korand07@mail.ru

Андрей Викторович Коржиков — технолог, ТОО «Рийк Цваан», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, E-mail: korand07@mail.ru

Korzhikov Andrey Viktorovich — technologist, "Riyik Tsvan" LLP, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, E-mail: korand07@mail.ru

Гүлнара Ильмалиева – ғылыми қызметкер, "Urban Group" ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., E-mail: Ilmalieva_g@mail.ru

Гульнара Ильмалиева — научный сотрудник, ТОО «Urban Group», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, E-mail: Ilmalieva_g@mail.ru

Gulnara Ilmalieva — Research Fellow, "Urban Group" LLP, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, E-mail: Ilmalieva_g@mail.ru

Жанат Рамазанқызы – "Urban AGRO" ЖШС директоры, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., E-mail: ramazan@mail.ru

Жанат Рамазанқызы — директор ТОО «Urban AGRO», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, E-mail: ramazan@mail.ru

Zhanat Ramazankyzy — Director of "Urban AGRO" LLP, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, E-mail: ramazan@mail.ru

Башабаева Бакытгуль Магдановна – биология ғылымдарының кандидаты, "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Жалпақсай кенті, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Башабаева Бакытгуль Магдановна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Жалпақсай, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Bashabayeva Bakytgul Magdanovna - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP, Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasai district, Zhalsapsai, <https://orcid.org/0000-0001-5025-1017>, e-mail: bahytgul_1965@mail.ru

Моргунов Алексей - доктор, С. Сейфуллина Қазақ агротехникалық университетінің адъюнкт-оқытушысы, "Атамекен-Агро" АҚ селекция жөніндегі консультанты, Алматы қ., ORCID - 0000-0001-7082-5655, alexey.morgounov@gmail.com

Моргунов Алексей – доктор, Адъюнкт-преподаватель Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, Консультант по селекции АО "Атамекен-Агро", г. Алматы, ORCID - 0000-0001-7082-5655, alexey.morgounov@gmail.com

Morgunov Alexey – Dr., Adjunct Faculty, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seyfullin, Breeding Adviser, Atameken-Agro JSC, Almaty, ORCID - 0000-0001-7082-5655, alexey.morgounov@gmail.com.

Есімбекова Минура Ахметқызы - биология ғылымдарының докторы, профессор, "Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС ауыл шаруашылығы дақылдары генофондының зертханасының меңгерушісі. 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ кенті, ORCID - 0000-0002-9675-8822, e-mail: minura.esimbekova@mail.ru

Есимбекова Минура Ахметовна - доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией генофонда сельскохозяйственных культур ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства». 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, ORCID - 0000-0002-9675-8822, e-mail: minura.esimbekova@mail.ru

Yessimbekova Minura Akhmetovna - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of the Gene Pool of Agricultural Crops, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP. 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak village, ORCID - 0000-0002-9675-8822, e-mail: minura.esimbekova@mail.ru

Рсымбетов Асгат Амангелдиевич - PhD докторы, "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зерттеу орталығының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ ауылы, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru

Рсымбетов Асгат Амангельдиевич – PhD доктор, заведующий лабораторией биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru,

Askat Amangeldievich Rsymbetov – PhD, Head of the laboratory of Biochemistry and grain quality assessment of Kazakh Research Institute of Agriculture and crop production LLP, Republic of Kazakhstan, 040909, Almaty region, Karasay district, Almalybak village, <https://orcid.org/0000-0001-6923-5965>, e-mail: ashat_rsymbetov@mail.ru

Мүкин Қадыржан Бақытжанұлы - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, "Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС ауыл шаруашылығы дақылдары генофонд зертханасының аға ғылыми қызметкері. 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ кенті, ORCID – 0000-0001-8002-574X, e-mail: mukin2010@mail.ru

Мукин Кадыржан Бакитжанович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории генофонда сельскохозяйственных культур ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства». 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбак, ORCID – 0000-0001-8002-574X, e-mail: mukin2010@mail.ru

Mukin Kadyrzhan Bakitzhanovich - Candidate of Biological Sciences, Senior researcher at the Laboratory of the Gene Pool of Agricultural Crops, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP. 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak village, ORCID – 0000-0001-8002-574X, e-mail: mukin2010@mail.ru

Жиенбаева Қарлыға Бақытжанқызы - PhD докторанты, "Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС ауыл шаруашылығы

дақылдарының генофонд зертханасының ғылыми қызметкері. 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ кенті, ORCID - 000-0002-7426-4207, e-mail: karla75@list.ru

Джиенбаева Карлыга Бакытжановна - докторант PhD, научный сотрудник лаборатории генофонда сельскохозяйственных культур ТОО «Казакский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства». 040909, Алматинская область, Карасайский район, п. Алмалыбақ, ORCID - 000-0002-7426-4207, e-mail: karla75@list.ru

Dzhienbayeva Karlyga Bakytzhanovna - is a PhD candidate, researcher at the Laboratory of the Gene Pool of Agricultural Crops, Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production LLP. 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak village, ORCID - 000-0002-7426-4207, e-mail: karla75@list.ru

Сураубаева Алина Алибиқызы – "Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, биохимия және астық сапасын бағалау зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы облысы, Талғар ауданы, Т. Рысқұлов ауылы, Фурмонова 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, ORCID - 0009-0001-6709-3892, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Сураубаева Алина Алибиевна - младший научный сотрудник лаборатории биохимии и оценки качества зерна ТОО "Казакский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства", Республика Казахстан, Алматинская область, Талгарский район, село Т.Рыскулова, Фурмонова 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, ORCID - 0009-0001-6709-3892, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Suraubayeva Alina Alibievna - is a junior researcher at the Laboratory of Biochemistry and Grain Quality Assessment "Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production", Republic of Kazakhstan, Almaty region, Talgar district, village T.Ryskulova, Furmonova 14, <https://orcid.org/0009-0001-6709-3892>, ORCID - 0009-0001-6709-3892, e-mail: Suraubayeva02@bk.ru

Қайрова Гулшария Нурсапаевна - ҚР АШҒА академигі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5445-7127>

Қайрова Гульшария Нурсапаевна - Академик АСХН РК, кандидат сельскохозяйственных наук, НАО «Казакский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, пр. Абая, 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5445-7127>

Kairova Gulshariya Nursapaevna - Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Candidate of Agricultural Sciences, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty Abaya Ave. 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5445-7127>

Сүлейманова Гульнур Алмасовна - PhD, Жеміс- көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай, 8, эл.пошта: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>

Сүлейманова Гульнур Алмасовна - PhD, ассоциированный профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин», Казакский национальный исследовательский аграрный университет, г. Алматы, ул Абая 8, Казахстан, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>

Suleimanova Gulnur Almasovna, PhD, Kazakh National Research Agrarian University, Almaty, Abay st. 8, Kazakhstan, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>

Жолдасбек Гүлнұр Жолдасбекқызы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин» кафедрасы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Абай даңғылы, 8, Алматы қ., 050010, Қазақстан

Республикасы. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1242-2343> Email: gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz

Жолдасбек Гүлнұр Жолдасбекқызы — магистр сельскохозяйственных наук, кафедры плодовоовощеводства, защиты и карантина растений, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», проспект Абая, 8, г. Алматы, 050010, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1242-2343>, Email: gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz

Zholdasbek Gulnur Zholdasbekkyzy – Master of Agricultural Sciences of the Department of Horticulture, Plant Protection and Quarantine, “Kazakh National Agrarian Research University” NJSC, 8 Abai Avenue, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1242-2343> Email: gulnur.zholdasbek@kaznaru.edu.kz

Дулат Бақыт — ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, РГП на ПХВ «Өсімдіктер Биологиясы және Биотехнологиясы Институты» ҚР ҒЖБМ, 050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Климент Тимирязев көшесі, 45-үй ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887> Email: baltaykyzy@mail.ru

Дулат Бақыт — магистр сельскохозяйственных наук, РГП на ПХВ «Институт Биологии и Биотехнологии Растений» КН МНВО РК, 050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Климента Тимирязева, д. 45 ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887> Email: baltaykyzy@mail.ru

Dulat Bakyt — Master of Agricultural Sciences, RSE on the RPV “Institute of Plant Biology and Biotechnology” of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, 45 Timiryazev St., Almaty 050040, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887> Email: baltaykyzy@mail.ru

Гриценко Диляра Александровна – PhD, доцент (ассоциированный профессор), Молекулалық биология лабораториясының меңгерушісі, РГП на ПХВ «Өсімдіктер Биологиясы және Биотехнологиясы Институты» ҚР ҒЖБМ, 050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Климент Тимирязев көшесі, 45-үй ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711> Email: d.kopytina@mail.ru

Гриценко Диляра Александровна — PhD, ассоциированный профессор, заведующая Лабораторией молекулярной биологии, РГП на ПХВ «Институт Биологии и Биотехнологии Растений» КН МНВО РК, 050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Климента Тимирязева, д. 45 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711> Email: d.kopytina@mail.ru

Gritsenko Dilyara Alexandrovna – PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of Molecular Biology, RSE on the RPV “Institute of Plant Biology and Biotechnology” of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, 45 Timiryazev St., Almaty 050040, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711> Email: d.kopytina@mail.ru

Аманжолова Раушан Шапагатовна – магистр Казахстанско-Британского технического университета, Республика Казахстан, Алматы, E-mail: r.amanzholova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-1074>

Аманжолова Раушан Шапагатовна – магистр, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., E-mail: r.amanzholova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-1074>

Amanzholova Raushan – MSc, Kazakh-British Technical University, Republic of Kazakhstan, Almaty, E-mail: r.amanzholova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9129-1074>

Рахметов Иса Канатович – PhD докторант, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., E-mail: issaraqmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3587-5996>

Рахметов Иса Канатович – PhD докторант Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, Республика Казахстан, Алматы, E-mail: issaraqmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>

Rakhmetov Issa – PhD candidate, Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty, E-mail: issaraqmet@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>

Онласынов Жұлдызбек Әліханұлы – PhD, ГАЖ және ЖҚЗ зертханасының меңгерушісі, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., E-mail: zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>

Онласынов Жұлдызбек Әліханұлы – PhD, заведующий лабораторией дистанционного зондирования и ГИС АО “Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина”, Республика Казахстан, Алматы, Email: zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3587-5996>

Onglassynov Zhuldyzbek – PhD, Head of the Remote Sensing and GIS Laboratory, U.M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology, Republic of Kazakhstan, Almaty, E-mail: zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3587-5996>

Саданова Дана Қабықенқызы – бакалавр, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., E-mail: d_sadanova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5974-0203>

Саданова Дана Қабықенқызы – бакалавр Казахстанско-Британского технического университета, Республика Казахстан, Алматы, Email: d_sadanova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5974-0203>

Sadanova Dana – BSc, Kazakh-British Technical University, Republic of Kazakhstan, Almaty, E-mail: d_sadanova@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5974-0203>

Sagin Jay - PhD, associate professor, Kazakh-British Technical University, Republic of Kazakhstan, Almaty, tel: +1 (269) 359-5211, E-mail: j.sagin@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0386-888X>

Сагин Жанай Матаевич – PhD, қауымдастырылған профессор, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., E-mail: j.sagin@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0386-888X>

Сагин Жанай Матаевич – PhD ассоц.профессор Казахстанско-Британского технического университета, Республика Казахстан, Алматы, E-mail: j.sagin@kbtu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0386-888X>

Sagin Zhanai - PhD assoc.Professor, Kazakh-British Technical University, Republic of Kazakhstan, Almaty

Амирбекова Фариза Талгатовна - PhD, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (ҚазҰУ)» аға оқытушы, Қазақстан Республикасы, Алматы, 050040, Әл-Фараби даңғылы, 71, эл.пошта: amirbekovaft@gmail.com

Амирбекова Фариза Талгатовна - PhD, старший преподаватель, Казахского национального университета имени Аль-Фараби (Казну), Республика Казахстан, Алматы, 050040, проспект Аль-Фараби, 71, e-mail: amirbekovaft@gmail.com

Amirbekova Fariza Talgatovna - PhD, Senior Lecturer at Al-Farabi Kazakh National University (KazNU), 71 Al-Farabi Avenue, 050040 Almaty, Republic of Kazakhstan, phone:, e-mail: amirbekovaft@gmail.com

Кожабаева Элеонора Бирликжановна – биология ғылымдарының кандидаты, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (ҚазҰУ)» оқытушы, Қазақстан Республикасы, Алматы, 050040, Әл-Фараби даңғылы, 71, эл.пошта: e.b.kozhabaeva@gmail.com

Кожабаева Элеонора Бирликжановна - кандидат биологических наук, преподаватель Казахского национального университета имени Аль-Фараби (Казну), Республика Казахстан, Алматы, 050040, проспект Аль-Фараби, 71, эл.почта: e.b.kozhabaeva@gmail.com

Kozhabayeva Eleonora Birlikzhanovna - Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at Al-Farabi Kazakh National University (KazNU), 71 Al-Farabi Avenue, 050040 Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: e.b.kozhabaeva@gmail.com

Нұрлыбекова Перизат Нұрлыбекқызы - магистр, биология пәнінің мұғалімі, «№4 орта мектеп» КММ, Алматы облысы, Алатау қаласы, Жетіген ықшам ауданы, Абылай хана 4, эл.пошта: pnurlybekova@gmail.com

Нурлыбекова Перизат Нурлыбековна - магистр, учитель биологии, КГУ «Средняя школа №4», Алматинская область, город Алатау, микрорайон Жетыген, Абылай хана 4, e-mail: pnurlybekova@gmail.com

Nurlybekova Perizat Nurlybekovna - master's degree, biology teacher, KSU «Secondary School № 4», Almaty region, Alatau city, Zhetygen microdistrict, Abylai khan 4, e-mail: pnurlybekova@gmail.com

Қарлыбайұлы Саламат – магистр, экспедициялық отрядтың бастығы, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89 а, эл.пошта: karlybaev1994@mail.ru

Қарлыбайұлы Саламат – магистр, начальник экспедиционного отряда, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Суюнбая, 89 а, e-mail: karlybaev1994@mail.ru

Karlybayuly Salamat - master, head of the expeditionary detachment, LLP «Fisheries Research and Production Center», Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbay Ave., 89a, e-mail: karlybaev1994@mail.ru

Болатбекова Замира Тураровна – PhD, ақпараттық-инновациялық бөлімінің басшысы, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89 а, эл.пошта: 1.zami@mail.ru

Болатбекова Замира Тураровна- PhD, руководитель информационно-инновационного отдела, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Суюнбая, 89 а, e-mail: 1.zami@mail.ru

Bolatbekova Zamira Turarovna - PhD, head of the information and innovation department, LLP «Fisheries Research and Production Center», Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbay Ave., 89a, e-mail: 1.zami@mail.ru

Исхахов Ғалымжан Жолдасбекұлы – магистр, Кешенді балық шаруашылығы зертханасының меңгерушісі, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Арал филиалы, Қазақстан Республикасы, Қызылорда қ., 120014, Желтоқсан к-сі 46/48, эл.пошта: galim_jan93@mail.ru

Исхахов Ғалымжан Жолдасбекұлы – магистр, заведующий комплексной рыбохозяйственной лаборатории, Аральский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Республика Казахстан, г. Кызылорда, 120014, ул. Желтоқсан 46/48, e-mail: galim_jan93@mail.ru

Iskhakhov Galymzhan Zholdasbekuly – master's degree, head of the integrated fisheries laboratory, Aral branch of the Research and Production Center for Fisheries LLP, Republic of Kazakhstan, Kyzylorda, 120014, st. Zheltoksan 46/48, e-mail: galim_jan93@mail.ru

Сейтасанов Ибрагим Сматович - техника ғылымдарының кандидаты, "Су ресурстары және мелиорация" кафедрасының профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Абай даңғылы 8, Қазақстан Республикасы, E-mail: ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4753-6438>

Сейтасанов Ибрагим Сматович - кандидат технических наук, профессор кафедры "Водные ресурсы и мелиорация", Казахский национальный аграрный исследовательский университет, проспект Абая 8, Республика Казахстан, E-mail: ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz <https://orcid.org/0000-0003-4753-6438>

Seitasanov Ibragim Smatovich - Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department "Water Resources and melioration", Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Republic of Kazakhstan, E-mail: ibragim.seitassanov@kaznaru.edu.kz <https://orcid.org/0000-0003-4753-6438>.

Ишанғалиев Тимурлан Серикович - техника ғылымдарының кандидаты, "Су ресурстары және мелиорация" кафедрасының профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу

университеті, Абай даңғылы 8, Қазақстан Республикасы, E-mail: timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz <https://orcid.org/0000-0003-4349-2685>

Ишанғалиев Тимурлан Серикович - кандидат технических наук, профессор кафедры "Водные ресурсы и мелиорация", Казахский национальный аграрный исследовательский университет, проспект Абая 8, Республика Казахстан, E-mail: timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4349-2685>

Ishangaliyev Timurlan Serikovish - Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department "Water Resources and melioration", Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Republic of Kazakhstan, E-mail: timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4349-2685>.

Онласын Ұлжан Қуанышбекқызы – PhD, доктор, "Су ресурстары және мелиорация" кафедрасының аға оқытушысы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Абай даңғылы 8, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, E-mail: ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz , 8 701 344 74 25, <https://orcid.org/0000-0001-5789-5464>.

Онласын Улжан Куанышбекқызы – доктор PhD, старший преподаватель, кафедры "Водные ресурсы и мелиорация", Казахский национальный аграрный исследовательский университет, проспект Абая 8, город Алматы, Республика Казахстан, E-mail: ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5789-5464>.

Onglassyn Ulzhan Kuanyshbekkyzy – PhD Doctor, senior lecturer of the department "Water Resources and melioration ", Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Almaty city, Republic of Kazakhstan, E-mail: ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz <https://orcid.org/0000-0001-5789-5464>

Мұрат Дәулет Мұратұлы - "Water Hub" халықаралық су орталығының ғылыми маманы, магистр, Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университеті, Абай Даңғылы, 8, Қазақстан Республикасы, E-mail: dauletmurat8080@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2332-4802>

Мурат Даулет Муратулы – научный сотрудник международного центра водных ресурсов «Water Hub», магистр, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, проспект Абая, 8, Республика Казахстан, E-mail: dauletmurat8080@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2332-4802>

Murat Daulet Muratuly – scientific specialist of international water center «Water Hub», master, Kazakh National Agrarian Research University, Abay Avenue 8, Republic of Kazakhstan, E-mail: dauletmurat8080@gmail.com <https://orcid.org/0009-0009-2332-4802>

Зулпиекова Сандугаш Бекболатовна, докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая 8 E-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz . <https://orcid.org/0000-0002-2236-0678>

Зулпиекова Сандугаш Бекболатовна, "Су ресурстары және мелиорация" кафедрасының докторанты, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Абай даңғылы 8 E-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz . <https://orcid.org/0000-0002-2236-0678>

Zulpibekova Sandugash Bekbolatovna, doctoral student of the Department "Water Resources and melioration", Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abai Avenue 8 E-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz. <https://orcid.org/0000-0002-2236-0678>

Досманбетов Данияр Ахметович – PhD, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050050, Алматы қаласы, Жарсуат көшесі, 17а, эл. пошта: daniyar_d.a.a@mail.ru

Досманбетов Данияр Ахметович – PhD, ведущий научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 050050, город Алматы, улица Жарсуат, 17а, e-mail: daniyar_d.a.a@mail.ru

Dosmanbetov Daniyar Akhmetovich – PhD, leading researcher at the Almaty branch of the «Kazakh scientific research institute of forestry and agroforestry named after A.N. Bukeikhan» LLP, Republic of Kazakhstan, 050050, Almaty, Zharsuat street, 17a, e-mail: daniyar_d.a.a@mail.ru

Ахметов Руслан Сабырович – орман ісі магистрі, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының директоры, Қазақстан Республикасы, 050050, Алматы қаласы, Жарсуат көшесі, 17а, эл. пошта: ars_28@mail.ru

Ахметов Руслан Сабырович – магистр лесного дела, директор Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 050050, город Алматы, улица Жарсуат, 17а, e-mail: ars_28@mail.ru

Akhmetov Ruslan Sabyrovich – master of forestry, director of the Almaty branch of the «Kazakh scientific research institute of forestry and agroforestry named after A.N. Bukeikhan» LLP, Republic of Kazakhstan, 050050, Almaty, Zharsuat street, 17a, e-mail: ars_28@mail.ru

Ибраева Алия Болатбекқызы – биология ғылымдарының магистрі, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Орман ресурстары, аңшылықтану және балық шаруашылығы» кафедрасының докторанты, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, эл. пошта: aliya-ibraeva81@mail.ru

Ибраева Алия Болатбекқызы – магистр биологических наук, докторант кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и рыбное хозяйство», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050010, город Алматы, проспект Абая, 8, e-mail: aliya-ibraeva81@mail.ru

Ibraeva Aliya Bolatbekkyzy – master of biological sciences, doctoral student of the department of «Forest resources, hunting and fisheries», «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay avenue, 8, e-mail: aliya-ibraeva81@mail.ru

Каспакбаев Ерганат Муратович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050050, Алматы қаласы, Жарсуат көшесі, 17а, эл. пошта: kaspakbaeverganat1971@yandex.ru

Каспакбаев Ерганат Муратович – магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 050050, город Алматы, улица Жарсуат, 17а, e-mail: kaspakbaeverganat1971@yandex.ru

Kaspakbayev Yerganat Muratovich – master of agricultural sciences, researcher at the Almaty branch of the «Kazakh scientific research institute of forestry and agroforestry named after A.N. Bukeikhan» LLP, Republic of Kazakhstan, 050050, Almaty, Zharsuat street, 17a, e-mail: kaspakbaeverganat1971@yandex.ru

Ракымбеков Жандос Канатович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050050, Алматы қаласы, Жарсуат көшесі, 17а, эл. пошта: zhandos.1977@mail.ru

Ракымбеков Жандос Канатович – магистр сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 050050, город Алматы, улица Жарсуат, 17а, e-mail: zhandos.1977@mail.ru

Rakymbekov Zhandos Kanatovich – master of agricultural sciences, senior researcher at the Almaty branch of the «Kazakh scientific research institute of forestry and agroforestry named after A.N. Bukeikhan» LLP, Republic of Kazakhstan, 050050, Almaty, Zharsuat street, 17a, e-mail: zhandos.1977@mail.ru

Дукенов Женис Серикович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу

институты» ЖШС Алматы филиалының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, 050050, Алматы қаласы, Жарсуат көшесі, 17а, эл. пошта: 7078786694@mail.ru

Дукенов Женис Серикович – магистр сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Республика Казахстан, 050050, город Алматы, улица Жарсуат, 17а, e-mail: 7078786694@mail.ru

Dukenov Zhenis Serikovich – master of agricultural sciences, senior researcher at the Almaty branch of the Kazakh scientific research institute of forestry and agroforestry named after A.N. Bukeikhan LLP, Republic of Kazakhstan, 050050, Almaty, Zharsuat street, 17a, e-mail: 7078786694@mail.ru

Токтар Әлия Төлеубайқызы – PhD докторанты, Satbayev University, У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институтының Аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-5422>, e-mail: aliya.toktar@gmail.com

Токтар Әлия Төлеубайқызы – докторант PhD, Satbayev University, научный сотрудник Лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», г. Алматы, ул. Валиханова 94, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-5422>, e-mail: aliya.toktar@gmail.com

Toktar Aliya Toleubaykyzy – PhD student, Satbayev University, Researcher of the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin, Almaty, Ualikhanov str. 94, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8231-5422>. e-mail: aliya.toktar@gmail.com

Нұрғазиева Асел Азаткалиевна – У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институтының Аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-2391>. e-mail: asel-nurgazieva@mail.ru

Нурғазиева Асел Азаткалиевна – младший научный сотрудник Лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», г. Алматы, ул. Валиханова 94, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-2391>, e-mail: asel-nurgazieva@mail.ru

Nurgazieva Assel Azatkaliyevna – Junior Researcher of the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin, Almaty, Ualikhanov str. 94, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8925-2391>, e-mail: asel-nurgazieva@mail.ru

Рахметов Иса Канатович – PhD докторанты, Satbayev University, У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институтының Аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының ғылыми қызметкері, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, Қазақстан Республикасы. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>, e-mail: issa-92@mail.ru

Рахметов Иса Канатович – докторант PhD, Satbayev University, научный сотрудник Лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», г. Алматы, ул. Валиханова 94, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>, e-mail: issa-92@mail.ru

Rakhmetov Issa Kanatovich – PhD student, Satbayev University, Researcher of the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin, Almaty, Ualikhanov str. 94, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-7734>, e-mail: issa-92@mail.ru

Тажиев Сұлтан Рысниязұлы – PhD, Гидродинамикалық және геоэкологиялық процестерді модельдеу зертханасының аға ғылыми қызметкері, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Тажиев Султан Рысниязович – PhD, старший научный сотрудник Лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт

гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Уалиханова 94, <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Tazhiyev Sultan Rysniyazovich – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Simulating Hydrodynamic and Geocological Processes, Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience LLP, Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Ualikhanov str., <https://orcid.org/0000-0002-5920-7757>, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Муртазин Ермек Жәмшитұлы – геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Директордың ғылым жөніндегі орынбасары, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Муртазин Ермек Жамшитович – кандидат геол.-мин. наук, заместитель директора по науке, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Уалиханова 94, <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Murtazin Yermek Zhamshitovich – candidate of geological and mineralogical sciences, Deputy Director for Science, Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience LLP, Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Ualikhanov str., <https://orcid.org/0000-0002-7404-4298>, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Айнаева Адина Әділқызы – «Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ сыртқы байланыстар бөлімінің бастығы ORCID идентификаторы: <https://orcid.org/000009-0002-2645-8215adinaainayevag@gmail.com>

Айнаева Адина Әділқызы - Руководитель службы внешних коммуникаций в АО "Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт" ORCID: 0009-0002-2645-8215, adinaainayevag@gmail.com

Ainayeva Adina - Head of External Communications Department at JSC “Kazakhstan highway Research Institute” ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2645-8215>, adinaainayevag@gmail.com

Аденова Динара Киызбайқызы – PhD, Гидродинамикалық және геоэкологиялық процестерді модельдеу зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, <https://orcid.org/0000-0001-7973-811X>, e-mail: dinara1982_82@mail.ru

Аденова Динара Киызбаевна – PhD, ведущий научный сотрудник Лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Уалиханова 94, <https://orcid.org/0000-0001-7973-811X>, e-mail: dinara1982_82@mail.ru

Adenova Dinara Kiyzbaevna – PhD, Leading Researcher of the Laboratory of Simulating Hydrodynamic and Geocological Processes, Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and Environmental Geoscience LLP, Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Ualikhanov str., <https://orcid.org/0000-0001-7973-811X>, e-mail: dinara1982_82@mail.ru

Рахимова Валентина Станиславовна – PhD, Гидродинамикалық және геоэкологиялық процестерді модельдеу зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., Уәлиханов көш. 94, <https://orcid.org/0000-0001-5783-1081>, e-mail: salybekova_v@mail.ru

Рахимова Валентина Станиславовна – PhD, ведущий научный сотрудник Лаборатории моделирования гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Уалиханова 94, <https://orcid.org/0000-0001-5783-1081>, e-mail: salybekova_v@mail.ru

Rakhimova Valentina Stanislavovna – PhD, Leading Researcher of the Laboratory of Simulating Hydrodynamic and Geocological Processes, Ahmedsafin Institute of Hydrogeology and

Environmental Geoscience LLP, Kazakhstan, 050010, Almaty, 94 Ualikhanov str., <https://orcid.org/0000-0001-5783-1081>, e-mail: salybekova_v@mail.ru

Аденова Динара Киызбайқызы – гидрогеология және инженерлік геология саласы бойынша PhD докторы, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, эл. пошта: adenovadinara@gmail.com

Аденова Динара Киызбаевна – доктор PhD по специальности гидрогеология и инженерная геология, ведущий научный сотрудник лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, e-mail: adenovadinara@gmail.com

Adenova Dinara Kiizbaevna – PhD in hydrogeology and engineering geology, Leading Researcher at the laboratory of hydrodynamic and geocological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, e-mail: adenovadinara@gmail.com

Муртазин Ермек Жамшитович – геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, ғылым жөніндегі директордың орынбасары, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, эл. пошта: ye_murtazin@list.ru

Муртазин Ермек Жамшитович – кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Муртазин Ермек Жамшитович – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director for Science, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Мирошниченко Оксана Леонидовна – техника ғылымдарының кандидаты, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының бас ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-0057-6734, эл. пошта: adenovadinara@gmail.com

Мирошниченко Оксана Леонидовна – кандидат технических наук, главный научный сотрудник лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-0057-6734, e-mail: o_mirosh@mail.ru

Miroshnichenko Oksana Leonidovna – candidate of Technical Sciences, Chief Researcher at the laboratory of hydrodynamic and geocological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-0057-6734, e-mail: o_mirosh@mail.ru

Сотников Евгений Владимирович – гидрогеология және инженерлік геология саласы бойынша PhD докторы, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының меңгерушісі, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-3542-0983, эл. пошта: sotnikov_yevgeniy@mail.ru

Сотников Евгений Владимирович – доктор PhD по специальности гидрогеология и инженерная геология, заведующий лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина»,

Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-3542-0983, e-mail: sotnikov_yevgeniy@mail.ru

Sotnikov Evgeny Vladimirovich – PhD in hydrogeology and engineering geology, Head of the laboratory of hydrodynamic and geocological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-3542-0983, e-mail: sotnikov_yevgeniy@mail.ru

Тажиев Султан Рыснийазович – гидрогеология және инженерлік геология саласы бойынша PhD докторы, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының аға ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, эл. пошта: sula_tashiev@mail.ru

Тажиев Султан Рыснийазович – доктор PhD по специальности гидрогеология и инженерная геология, старший научный сотрудник лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Tazhiev Sultan Rysniyazovich – PhD in hydrogeology and engineering geology, Senior Research Fellow at the laboratory of hydrodynamic and geocological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Алтаева Асель Абдикеримқызы, PhD докторы, «Геодезия және картография, кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Халықаралық білім корпорациясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рысқұлбеков көш., 28Б, <https://orcid.org/0000-0002-1675-6828>, E-mail: a.aselya_92@mail.ru.

Алтаева Асель Абдикеримқызы, PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Геодезия и картография, кадастр», ТОО «Международная образовательная корпорация», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Рыскулбекова, 28Б, <https://orcid.org/0000-0002-1675-6828>, E-mail: a.aselya_92@mail.ru.

Altaeva Assel Abdikerimkyzy, PhD, Associate Professor, Department of Geodesy, Cartography and Cadastre, International Educational Corporation LLP, 28B Ryskulbekov Str., Almaty, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-1675-6828>, E-mail: a.aselya_92@mail.ru.

Даркенбаева Асель Бериковна, «Геодезия және картография, кадастр» кафедрасының ассистент-профессоры, «Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рысқұлбеков көш., 28Б және «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының докторанты, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, <https://orcid.org/0009-0001-7115-8951>, E-mail: darkenbayevaassel@gmail.com.

Даркенбаева Асель Бериковна, ассистент-профессор кафедры «Геодезия и картография, кадастр», ТОО «Международная образовательная корпорация», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Рыскулбекова, 28Б и докторант кафедры «Земельные ресурсы и кадастр» Казахского национального аграрного исследовательского университета, г. Алматы, Республика Казахстан, <https://orcid.org/0009-0001-7115-8951>, E-mail: darkenbayevaassel@gmail.com.

Darkenbayeva Assel Berikovna, Assistant Professor of the Department of “Geodesy and Cartography, Cadastre,” LLP “International Educational Corporation,” Republic of Kazakhstan, Almaty, 28B Ryskulbekov Street, and Doctoral Student of the Department of “Land Resources and Cadastre,” Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0001-7115-8951>, E-mail: darkenbayevaassel@gmail.com.

Садықов Батырхан Болатұлы, PhD докторы, қауымдастырылған профессор, «Leica Geosystems» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Табачнозаводская көш., 20, <https://orcid.org/0000-0003-2037-247X>, E-mail: batyrkhan_sadykov@mail.ru.

Садықов Батырхан Болатұлы, PhD доктор, ассоциированный профессор, ТОО «Leica Geosystems», Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Табачнозаводская, 20, <https://orcid.org/0000-0003-2037-247X>, E-mail: batyrkhan_sadykov@mail.ru.

Sadykov Batyrkhan Bolatuly, PhD, Associate Professor, Leica Geosystems LLP, 20 Tabachnozavodskaya Str., Almaty, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-2037-247X>, E-mail: batyrkhan_sadykov@mail.ru.

Муртазин Ермек Жамшитович – геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, ғылым жөніндегі директордың орынбасары, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, эл. пошта: ye_murtazin@list.ru

Муртазин Ермек Жамшитович – кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Муртазин Ермек Жамшитович – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director for Science, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-7404-4298, e-mail: ye_murtazin@list.ru

Аденова Динара Киызбайқызы – гидрогеология және инженерлік геология саласы бойынша PhD докторы, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, эл. пошта: adenovadinara@gmail.com

Аденова Динара Киызбаевна – доктор PhD по специальности гидрогеология и инженерная геология, ведущий научный сотрудник лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, e-mail: adenovadinara@gmail.com

Adenova Dinara Kiizbaevna – PhD in hydrogeology and engineering geology, Leading Researcher at the laboratory of hydrodynamic and geoecological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0001-7973-811X, e-mail: adenovadinara@gmail.com

Тажиев Султан Рысниязович – гидрогеология және инженерлік геология саласы бойынша PhD докторы, гидродинамикалық және геоэкологиялық процестер зертханасының аға ғылыми қызметкері, «У.М.Ахмедсафина атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Ч. Уәлиханова көш., 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, эл. пошта: sula_tashiev@mail.ru

Тажиев Султан Рысниязович – доктор PhD по специальности гидрогеология и инженерная геология, старший научный сотрудник лаборатории гидродинамических и геоэкологических процессов, ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, ул. Ч.Валиханова, 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Tazhiev Sultan Rysniyazovich – PhD in hydrogeology and engineering geology, Senior Research Fellow at the laboratory of hydrodynamic and geoecological processes, Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafina", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Valikhanova, 69/94, ORCID 0000-0002-5920-7757, e-mail: sula_tashiev@mail.ru

Оспанова Куаныш Амантуровна - ҚазҰАЗУ-нің «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының PhD докторанты, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: rada89_08@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2341-6910>

Оспанова Куаныш Амантуровна - PhD докторант кафедры «Земельные ресурсы и кадастр» КазНАИУ, г. Алматы, Казахстан, e-mail: rada89_08@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2341-6910>

Ospanova Kuanysh Amanturovna - PhD doctoral student of the Department of Land Resources and Cadastre, KazNARU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: rada89_08@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2341-6910>

Омарбекова Ардак Диханбаевна - ҚазҰАЗУ-нің «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, PhD доктор, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: galym403@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6607-7292>.

Омарбекова Ардак Диханбаевна - PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр» КазНАИУ, г. Алматы, Казахстан, e-mail: galym403@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6607-7292>.

Omarbekova Ardak Dikhanbaevna - PhD doctor, associate professor of the Department of Land Resources and Cadastre, KazNARU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: galym403@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6607-7292>.

Наушабаев Асхат Хамитович – ҚазҰАЗУ-нің «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, PhD доктор, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8291-265X>.

Наушабаев Асхат Хамитович – PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология» КазНАИУ, г. Алматы, Казахстан, e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8291-265X>.

Naushabayev Askhat Khamitovich – PhD doctor, associate professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology of KazNARU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: askhat.naushabayev@kaznaru.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8291-265X>.

Рсымбетов Бекзат Амангельдиевич – Аль-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің «география, жерге орналастыру және кадастр» кафедрасының аға оқытушысы, PhD доктор, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: rymbetov_bekzat@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0746-0187>.

Рсымбетов Бекзат Амангельдиевич – PhD доктор, старший преподаватель кафедры «географии, землеустройства и кадастра» КазНУ им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: rymbetov_bekzat@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0746-0187>.

Rymbetov Bekzat Amangeldievich – PhD doctor, senior lecturer of the Department of Geography, Land Management and Cadastre of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: rymbetov_bekzat@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0746-0187>.

Серикбаева Гаухар Каналбековна - ҚазҰАЗУ-нің «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының аға оқытушысы, PhD доктор, Алматы қаласы, Қазақстан, e-mail: Serikbaeva_83@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9270-8203>.

Серикбаева Гаухар Каналбековна - PhD доктор, старший преподаватель кафедры «Земельные ресурсы и кадастр» КазНАИУ, г. Алматы, Казахстан, e-mail: Serikbaeva_83@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9270-8203>.

Serikbaeva Gaukhar Kanalbekovna - PhD doctor, senior lecturer of the Department of Land Resources and Cadastre of KazNARU, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Serikbaeva_83@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9270-8203>.

Акижанова Назым Турсыновна – ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Орман шаруашылығы және жабайы табиғат, қоршаған орта факультетінің докторанты, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қаласы, <https://orcid.org/0009-0001-6754-1587>, эл.пошта: nazym_88-88@mail.ru

Акижанова Назым Турсыновна - магистр сельскохозяйственных наук, докторант факультета Лесного хозяйства и дикой природы, окружающей среды, Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, <https://orcid.org/0009-0001-6754-1587>, эл.почта: nazym_88-88@mail.ru

Akizhanova Nazym Tursynovna - Master of Agricultural Sciences, doctoral student of the Faculty of Forestry and Wildlife, Environment, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, <https://orcid.org/0009-0001-6754-1587>, e-mail: nazym_88-88@mail.ru

Мазаржанова Куралай Мукажановна – ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Орман шаруашылығы және жабайы табиғат, қоршаған орта факультетінің қауымдастырылған профессор міндетін атқарушысы, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қаласы, <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>, эл. пошта: kmazarzhanova@mail.ru.

Мазаржанова Куралай Мукажановна - кандидат сельскохозяйственных наук, и.о. ассоциированный профессора факультета Лесного хозяйства и дикой природы, окружающей среды, Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>, эл.почта: kmazarzhanova@mail.ru.

Mazarzhanova Kuralay Mukazhanova - Candidate of Agricultural Sciences, Acting Associate Professor, Faculty of Forestry and Wildlife, Environment, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-7069-9724>, e-mail: kmazarzhanova@mail.ru

Сағалиев Нұрым Абдыкаримұлы – аңшылықтанушы, «Бұйратау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» РММ, Қазақстан Республикасы, 020000, Ерейментау ауданы, <https://orcid.org/0009-0000-7651-193X> e-mail: sagaliyevnurum76@gmail.com

Сағалиев Нұрым Абдыкаримұлы – охотовед, Государственный национальный природный парк «Буйратау» РГУ, Республика Казахстан, 020000, район Ерейментау, <https://orcid.org/0009-0000-7651-193X> e-mail: sagaliyevnurum76@gmail.com

Sagaliyev Nurym Abdykarimuly - Hunter, State National Nature Park «Buiratau» RSI, Republic of Kazakhstan, 020000, Yereymentau District, <https://orcid.org/0009-0000-7651-193X> e-mail: sagaliyevnurum76@gmail.com

Акимжанов Дархан Шоганбекович – PhD доктор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0000-0002-1365-7250>, эл.пошта: darhan-14@mail.ru

Акимжанов Дархан Шоганбекович - PhD доктор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 050000, город Алматы, <https://orcid.org/0000-0002-1365-7250>, эл.почта: darhan-14@mail.ru

Akimzhanov Darkhan Shoganbekovich - PhD Doctor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, <https://orcid.org/0000-0002-1365-7250>, e-mail: darhan-14@mail.ru

Иманбаев Марат Аширалыұлы – техника ғылымдарының кандидаты, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КЕАҚ «Инженерлік жүйелер және желілер кафедрасының» қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі 22а, , <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: pko05@mail.ru

Иманбаев Марат Аширалыұлы – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры "Инженерных систем и сетей" НАО "Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева", Республика Казахстан, город Алматы, улица Сатпаева 22а, <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: pko05@mail.ru

Imanbayev Marat – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Systems and Networks Kazakh National Research Technical University named after

K. I. Satpayev NPJSC, Almaty, 22a Satpayev Street, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: pko05@mail.ru

Сидорова Наталья Васильевна – техника ғылымдарының кандидаты, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ «Инженерлік жүйелер және желілер кафедрасының» қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі 22а, <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: sidorova3112@bk.ru

Сидорова Наталья Васильевна – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры "Инженерных систем и сетей" НАО "Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева", Республика Казахстан, город Алматы, улица Сатпаева 22а, <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: sidorova3112@bk.ru

Sidorova Natalya – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Systems and Networks Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev NPJSC, Almaty, 22a Satpayev Street, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-6817-411X>, e-mail: sidorova3112@bk.ru

Демеукулова Назыкеш Женисовна – экономика ғылымдарының магистрі, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ PhD докторанты, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай даңғылы 8, <https://orcid.org/0009-0000-2903-4720>, e-mail: nazykesh44@gmail.com

Демеукулова Назыкеш Женисовна – магистр экономических наук, докторант PhD НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет", Республика Казахстан, город Алматы, проспект Абая 8, <https://orcid.org/0009-0000-2903-4720>, e-mail: nazykesh44@gmail.com

Demeukulova Nazykesh – Master of Economic Sciences, PhD candidate of the Kazakh National Agricultural Research University NPJSC, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai Avenue., 8., <https://orcid.org/0009-0000-2903-4720>, e-mail: nazykesh44@gmail.com

Арынов Бауыржан Бақытұлы – PhD докторант 3-курс, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, <https://orcid.org/0000-0002-4648-6582>, эл. пошта: baukasgc@mail.ru

Арынов Бауыржан Бақытұлы – PhD докторант 3-го курса, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0002-4648-6582>, эл. почта: baukasgc@mail.ru

Arynov Bauyrzhan Bakytuly – 3rd-year PhD doctoral student, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue 8, <https://orcid.org/0000-0002-4648-6582>, e-mail: baukasgc@mail.ru

Кентбаева Ботагоз Айдарбековна – биология ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, <https://orcid.org/0000-0003-0969-9754>, эл. пошта: kentbayeva@mail.ru

Кентбаева Ботагоз Айдарбековна – доктор биологических наук, профессор, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0003-0969-9754>, эл. почта: kentbayeva@mail.ru

Kentbayeva Botagoz Aidarbekovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue 8, <https://orcid.org/0000-0003-0969-9754>, e-mail: kentbayeva@mail.ru

Бессчетнов Владимир Петрович – биология ғылымдарының докторы, профессор, «Ниžний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университеті» ФГБОУ ВО, Ресей Федерациясы, 603107, Ниžний Новгород қаласы, Гагарин даңғылы, 97, <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>, эл. пошта: lesfak@bk.ru

Бессчетнов Владимир Петрович – доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет», Российская Федерация, 603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97, <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>, e-mail: lesfak@bk.ru

Besschetnov Vladimir Petrovich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Russian Federation, 603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97, <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>, e-mail: lesfak@bk.ru

Қапарбай Раушан Еділқызы – PhD, аға ғылыми қызметкер, «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Қазақстан Республикасы, 041422, Саты ауылы, Қ. Ұлтарұқов көшесі, 48, <https://orcid.org/0000-0003-1054-8136>, эл. пошта: raushan.kaparbay@mail.ru

Капарбай Раушан Еділқызы – PhD, научный сотрудник, Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері», Республика Казахстан, 041422, с. Саты, ул. К. Ултарұқова, 48, <https://orcid.org/0000-0003-1054-8136>, эл. почта: raushan.kaparbay@mail.ru

Kaparbay Raushan Edilkizy – PhD, Researcher, «Kolsai lakes» State National Nature Park, Republic of Kazakhstan, 041422, Saty village, K. Ultarukov Street 48, <https://orcid.org/0000-0003-1054-8136>, e-mail: raushan.kaparbay@mail.ru

Капар Шекарбань – PhD, қауымдастырылған профессор, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАК, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, <https://orcid.org/0009-0001-9334-013X>, эл. пошта: Kapar.sh@kaznaru.edu.kz

Капар Шекарбань – PhD, ассоциированный профессор, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8, <https://orcid.org/0009-0001-9334-013X>, эл. почта: Kapar.sh@kaznaru.edu.kz

Kapar Shekarban – PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue 8, <https://orcid.org/0009-0001-9334-013X>, e-mail: Kapar.sh@kaznaru.edu.kz

Шыныбеков Мұрат Кенжебекұлы – ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, «Орман ресурстары, аңшылықтану және балық шаруашылығы» кафедрасының аға оқытушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАК, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>, эл. пошта: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz

Шыныбеков Мурат Кенжебекович – магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и рыбное хозяйство», Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, проспект Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>, эл. почта: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz

Shynybekov Murat Kenzhebekovich – Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of (Forest Resources, Game Management, and Fisheries), Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue 8, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>, e-mail: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz

Маржан Байсановна Нурпеисова – техника ғылымд. докторы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі, 22/22а, 050013, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>, e-mail: marzhan-nurpeissova@rambler.ru;

Нурпеисова Маржан Байсановна – доктор технических наук, профессор Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22/22а, 050013, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>; e-mail: marzhan-nurpeissova@rambler.ru;

Marzhan Nurpeissova – doctor of technical sciences, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, 22/22a Satpayev Street, Almaty, 050013, <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>; e-mail: marzhan-nurpeissova@rambler.ru;

Динара Мейрамбековна Киргизбаева– Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі, 22/22а, 050013, Қазақстан, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-5043-4275>

e-mail: d.kirgizbaeva@satbayev.university;

Киргизбаева Динара Мейрамбековна – доктор Ph.D Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22/22а, 050013, Казахстан, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-5043-4275>;

e-mail: d.kirgizbaeva@satbayev.university;

Dinara Kirgizbayeva – PhD of the Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, 22/22a Satpayev Street, Almaty, 050013, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-5043-4275>; e-mail: d.kirgizbaeva@satbayev.university;

Айжан Наскеновна Жилдикбаева – Ph.D докторы; «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан; 050010 Алматы қ., Абая даңғ., 8, e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Жилдикбаева Айжан Наскеновна – доктор Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр», Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Казахстан; 050010 г. Алматы, пр. Абая, 8, e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Aizhan Zhildikbayeva – Ph.D; associate Professor of the Department of Land Resources and Cadastre; Kazakh National Agrarian Research University; Kazakhstan; 050010 Almaty, Abaya Ave., 8; e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Эльдар Алиқұлы Азимов – аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің PhD докторанты; Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71/23, 050040, Қазақстан; <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-4729-7641>; e-mail: eldar_14_03@mail.ru;

Азимов Эльдар Аликович – PhD докторант Казахского национального университета имени аль-Фараби, г.Алматы, пр. аль-Фараби, 71/23, 050040, Казахстан; <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-4729-7641>; e-mail: eldar_14_03@mail.ru;

Eldar Azizov– PhD student of the Al-Farabi Kazakh National University, 71/23 Al-Farabi Avenue, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-4729-7641>; e-mail: eldar_14_03@mail.ru;

Алмат Калауович Утесбаев– Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университетінің PhD докторанты, Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі, 22/22а, 050013, Қазақстан, <https://orcid.org/0009-0006-4525-8525>, e-mail: a.utesbaev@gishagi.kz

Утесбаев Алмат Калауович – PhD докторант Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22/22а, 050013, Казахстан, <https://orcid.org/0009-0006-4525-8525>; e-mail: a.utesbaev@gishagi.kz.

Almat Utesbayev – PhD student of the Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev, 22/22a Satpayev Street, Almaty, 050013, <https://orcid.org/0009-0006-4525-8525>; e-mail: a.utesbaev@gishagi.kz.

Ержан Оразұлы Жусупов– докторант; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан; 050010 Алматы қ., Абая даңғ., 8. e-mail: yerzhan_zhusupov@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-7956-9384>

Жусупов Ержан Оразұлы – докторант; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; г. Алматы, Казахстан. e-mail: yerzhan_zhusupov@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-7956-9384>

Yerzhan Zhusupov – Doctoral Student; Kazakh National Agrarian Research University; Almaty, Kazakhstan. e-mail: yerzhan_zhusupov@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-7956-9384>

Айжан Наскеновна Жилдикбаева – Ph.D докторы; «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан; 050010 Алматы қ., Абая даңғ., 8, <https://orcid.org/0000-0002-3556-651X>

e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Жилдикбаева Айжан Наскеновна – доктор Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр», Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Казахстан; 050010 г. Алматы, пр. Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0002-3556-651X>
e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Aizhan Zhildikbayeva – Ph.D; associate Professor of the Department of Land Resources and Cadastre; Kazakh National Agrarian Research University; Kazakhstan; 050010 Almaty, Abaya Ave., 8, <https://orcid.org/0000-0002-3556-651X>
e-mail: a.zhildikbaeva@mail.ru;

Тимур Кутыевич Рафиков – докторант; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан; 050010 Алматы қ., Абая даңғ., 8. e-mail: rafikoff_timyr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5043-8874>

Рафиков Тимур Кутыевич – докторант; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Казахский национальный университет им. Аль-Фараби; г. Алматы, Казахстан. e-mail: rafikoff_timyr@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5043-8874>

Timur Rafikov – doctoral student; Kazakh National Agrarian Research University; Kazakhstan. e-mail: rafikoff_timyr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5043-8874>

Ақерке Азатқызы Қанатбек – магистрант; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан; 050010 Алматы қ., Абая даңғ., 8. e-mail: 506628@kaznau.kz. <https://orcid.org/0009-0005-8588-7812>

Қанатбек Ақерке Азатқызы – магистрант; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; г. Алматы, Казахстан. e-mail: 506628@kaznau.kz. <https://orcid.org/0009-0005-8588-7812>

Akerke Kanatbek – Master's Student; Kazakh National Agrarian Research University; Almaty, Kazakhstan. e-mail: 506628@kaznau.kz. <https://orcid.org/0009-0005-8588-7812>

Унышева Нурлыгуль Кошербаевна – докторант; жерге орналастыру кафедрасының докторанты, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62а, эл. пошта: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru

Унышева Нурлыгуль Кошербаевна – докторант; докторант кафедры землеустройства, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр.Женис, 62а, e-mail: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru

Unysheva Nurlygul Kosherbaevna - doctoral student; doctoral student of the Department of Land Management; S. Seifullin Agro Technical Research University; Republic of Kazakhstan; 010000 Astana, Zhenis Ave., 62, e-mail: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru

Макенова Сауле Кажаровна – PhD доктор, қаум. профессор; жерге орналастыру кафедрасының қаум. профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62а, эл. пошта: saule_makenova@mail.ru

Макенова Сауле Кажаровна – доктор PhD, асс. профессор; асс. профессор кафедры землеустройства, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр.Женис, 62а, e-mail: saule_makenova@mail.ru

Makenova Saule Kazhapovna - PhD, Associate Professor; Associate Professor at the Department of Land Management, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Ave., 62a, e-mail: saule_makenova@mail.ru

Бабкенова Лаззат Темерхановна – аспирант; Сібір геожүйелер және технологиялар мемлекеттік университеті кадастр кафедрасының аспиранты, Ресей Федерациясы, 630108, Новосибирск қ., Плехотного көшесі, 10, эл. пошта: babkenl@yandex.ru

Бабкенова Лаззат Темерхановна – аспирант; аспирант кафедры кадастр, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Российская Федерация, 630108, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10, e-mail: babkenl@yandex.ru

Babkenova Lazzat Temerhanovna – Postgraduate student; Postgraduate student at the Department of Cadastre, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Russian Federation, 630108, Novosibirsk, Plakhotnogo St., 10, e-mail: babkenl@yandex.ru

Абельдина Рауза Калтаевна – э.ғ.к.; жерге орналастыру кафедрасының доценті, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 010000 Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62а, эл. пошта: rauza-k12@mail.ru

Абельдина Рауза Калтаевна – к.э.н.; доцент кафедры землеустройства, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр.Женис, 62а, эл. пошта: rauza-k12@mail.ru

Abeldina Rauza Kaltaevna – PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Land Management, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis Ave., 62a, email: rauza-k12@mail.ru

Қырғызбай Құдайберген Талғатұлы – автор для корреспонденции, PhD, Ведущий научный сотрудник, Казахстанско-Британский технический университет (КБТУ), улица Толе Би, 59, 050000, Алматы, Казахстан; Старший преподаватель, кафедра картографии и геоинформатики, факультет Географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, проспект Аль-Фараби, 71, 050040, Алматы, Казахстан. ORCID ID: 0000-0002-4279-6436, kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

Қырғызбай Құдайберген Талғатұлы – корреспонденция авторы, PhD, Жетекші ғылыми қызмеркер, Қазақстан-Британ техникалық университеті (ҚБТУ), Төле би көшесі, 59, 050000, Алматы қ., Қазақстан; Аға оқытушы, Картография және геоинформатика кафедрасы, География және табиғатты пайдалану факультеті, Өл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, 050040, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0002-4279-6436, kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

Kyrgyzbay Kudaibergen – corresponding author, PhD, Leading Researcher, Kazakh-British Technical University (KBTU), Tole bi street, 59, 050000, Almaty, Kazakhstan; Leading Lecturer, Department of Cartography and Geoinformatics, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al Farabi Kazakh National University, 71 Al-Farabi Avenue, 050040, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-4279-6436, kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

Усманов Талгат Абилжанович – Ғылыми қызмеркер, Қазақстан-Британ техникалық университеті (ҚБТУ), Төле би көшесі, 59, 050000, Алматы қ., Қазақстан. ORCID ID: 0009-0005-1882-4272, usmanovt@gmail.com

Усманов Талгат Абилжанович – Научный сотрудник, Казахстанско-Британский технический университет (КБТУ), улица Толе Би, 59, 050000, Алматы, Казахстан. ORCID ID: 0009-0005-1882-4272, usmanovt@gmail.com

Usmanov Talgat – Researcher, Kazakh-British Technical University (KBTU), Tole bi street, 59, 050000, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: 0009-0005-1882-4272, usmanovt@gmail.com

Бөрібай Эльмира Сартайқызы – биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қоршаған орта және тұрақты даму» білім беру бағдарламасы, Нархоз университеті, 050034, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0002-7058-414X, Elmira.boribay@narхоз.kz

Бөрібай Эльмира Сартаевна – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, Образовательная программа «Окружающая среда и устойчивое развитие», Университет Нархоз, ул. Жандосова, 55, 050035, Алматы, Казахстан. ORCID ID: 0000-0002-7058-414X, Elmira.boribay@narхоз.kz

Boribay Elmira – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Educational program "Environment and Sustainable Development", Narхоз University, Zhandosov str., 55, 050035, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-7058-414X, Elmira.boribay@narхоз.kz

Мұқатай Аида Айғалымқызы*, ауыл шаруашылығы магистрі, «Балық шаруашылығы ғылыми - өндірістік орталығы» ЖШС, ғылыми қызметкер, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89А, <https://orcid.org/0000-0003-0364-324X>, эл. пошта: aida94mukatai@mail.ru.

Мукатай Аида Айгалымкызы*, магистр сельского хозяйства, ТОО «Научно - производственный центр рыбного хозяйства», научный сотрудник, Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, проспект Суюнбая, 89А, <https://orcid.org/0000-0003-0364-324X>, эл. почта: aida94mukatai@mail.ru.

Mukatai Aiida Aigalymkyzy*, Master of Agriculture, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Research Associate, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A, <https://orcid.org/0000-0003-0364-324X>, e-mail: aida94mukatai@mail.ru.

Долгополова Светлана Юрьевна, философия докторы PhD, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, гидроаналитика зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>, эл. пошта: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com.

Долгополова Светлана Юрьевна, доктор философии PhD, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», заведующая лабораторией гидроаналитики, Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, проспект Суюнбая, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>, эл. почта: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com.

Dolgopolova Svetlana Yurievna, Doctor of Philosophy PhD, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Head of the Laboratory of Hydroanalytics, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>, e-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com.

Айткалиева Айгерим Айткалиевна, PhD –докторант, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, сынақ орталығының жетекшісі, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>, эл. пошта: aigerim87a@mail.ru.

Айткалиева Айгерим Айткалиевна, PhD-докторант, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», руководитель испытательного центра, Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, проспект Суюнбая, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>, эл. почта: aigerim87a@mail.ru.

Aitkalieva Aigerim Aitkalievna, PhD-doctoral student, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Head of the Testing Center, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>, e-mail: aigerim87a@mail.ru.

Аблайсанова Гульмира Мухамбеталиевна, философия докторы PhD, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, аға ғылыми қызметкер, Қазақстан Республикасы, 050016, Алматы қ., Сүйінбай даңғылы, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>, эл. пошта: ablai_gulmira@mail.ru.

Аблайсанова Гульмира Мухамбеталиевна, доктор философии PhD, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», старший научный сотрудник, Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, проспект Суюнбая, 89А, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>, эл. почта: ablai_gulmira@mail.ru.

Ablaisanova Gulmira, Doctor of Philosophy PhD, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Senior Researcher, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>, e-mail: ablai_gulmira@mail.ru.

Мустафаев Жумахан Сулейменович – техника ғылымдарының докторы, профессор, "География және су қауіпсіздігі институты" АҚ Бас ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы қаласы, Сейфуллин даңғылы 458/1.; E-mail: z-mustafa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2425-8148>

Мустафаев Жумахан Сулейменович – доктор технических наук, профессор, Главный научный сотрудник АО «Институт географии и водной безопасности», Казахстан, г. Алматы, пр-т. Сейфуллина 458/1; E-mail: z-mustafa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2425-8148>

Mustafaev Zhumakhan Suleimenovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Scientific Associate of JSC “Institute of Geography and Water Security”, Kazakhstan, Almaty, Seifullin Ave. 458/1, E-mail: z-mustafa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2425-8148>

Алдиярова Айнура Есиркеповна – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің қауымдастырылған профессоры, Қазақстан, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Алдиярова Айнура Есиркеповна – PhD, ассоциированный профессор Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Aldiyarova Ainura Esirkepovna - PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Тұңғатар Дана Сабитқызы – докторант, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: dana.tungatar@kaznaru.edu.kz

Тунгатар Дана Сабитқызы – докторант, Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: dana.tungatar@kaznaru.edu.kz

Dana Sabitkyzy Tungatar – PhD student, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: dana.tungatar@kaznaru.edu.kz

Қайпбаев Ерболат Толғанбайұлы – PhD, қауымдастырылған профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7931-7881>

Кайпбаев Ерболат Толғанбаевич – PhD, ассоциированный профессор Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7931-7881>

Yerbolat Tolganbayevich Kaipbayev – PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-7931-7881>

Исмаилова Гаухаргүл Құлпыбекқызы – география ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-4038-8544>

Исмаилова Гаухаркуль Кулпыбековна – кандидат географических наук, старший преподаватель Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-4038-8544>

Gaukharkul Kulpybekovna Ismailova – Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-4038-8544>

Қалмашова Айнұр Нұрлеспесқызы – PhD, аға оқытушы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Калмашова Айнұр Нурлеспесовна - PhD, старший преподаватель Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8. E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Ainur Nurlepsovna Kalmashova – PhD, Senior Lecturer, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Арыстанов Мейрам Буранович – «Су ресурстары және IT технологиялар» факультетінің деканының міндетін атқарушы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Арыстанов Мейрам Буранович – и.о. декана факультета «Водные ресурсы и IT технологии», Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8. E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Arystanov Meiram Buranovich – Acting Dean of the Faculty of “Water Resources and IT Technologies,” Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8., E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Жандияр Аман Ғаниұлы – докторант, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Жандияр Аман Ғаниұлы – докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Zhandiyar Aman Ganiuly – Doctoral Student, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Жапаркулова Ермеккүл Дүкенқызы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz

Жапаркулова Ермеккуль Дуkenovна – к.с/х.н., профессор Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz

Zhaparkulova Yermekkul Dukenovna – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Avenue, 8., E-mail: yermekkul.zhaparkulova@kaznaru.edu.kz

Жандияр Аман Ғаниұлы - Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің докторанты, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Жандияр Аман Ғаниұлы – докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Zhandiyar Aman Ganiuly – PhD student at Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abai Avenue, 8., E-mail: 508291@kaznaru.edu.kz

Арыстанов Мейрам Буранович – докторант, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8., E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Арыстанов Мейрам Буранович – докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Arystanov Meiram Buranovich – PhD student at Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abai Avenue, 8., E-mail: arystanov.meiram@kaznaru.edu.kz

Алдиярова Айнура Есиркеповна – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің қауымдастырылған профессоры, Қазақстан, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Алдиярова Айнура Есиркеповна – PhD, ассоциированный профессор Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г.Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Aldiyarova Ainura Esirkepovna - PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: ainura.aldiarova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>

Қалмашова Айнұр Нүрлеспесқызы – PhD, аға оқытушы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ., Абай даңғылы, 8., E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Калмашова Айнур Нурлеспесовна - PhD, старший преподаватель Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, г. Алматы, пр-т. Абая, 8., E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Ainur Nurlepsovna Kalmashova – PhD, Senior Lecturer, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty, Abay Ave. 8., E-mail: Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-7552-8271>

Турманбетов Нургали Косаналиевич - Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің 1 курс докторанты, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Есік қаласы, Куйбышев көшесі, 3 үй., эл. пошта: ntk84n@mail.ru

Турманбетов Нургали Косаналиевич - Докторант 1 курса Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматинская область, Енбекшиказахский район, город Есик, улица Куйбышева, дом 3, e-mail: ntk84n@mail.ru

Turmanbetov Nurgali Kosanaliyevich - 1st year doctoral student at the Kazakh National Agrarian Research University, Almaty region, Enbekshikazakh district, Esik city, Kuibyshev street, 3, e-mail: ntk84n@mail.ru

Айтхожаева Гүлсім Сұлтанқызы – Ph.D докторы; Жер ресурстары және кадастр кафедрасының аға оқытушысы; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; 050000 Абай даңғ., 8, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru"; <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>

Айтхожаева Гулсим Султановна - доктор Ph.D; старший преподаватель кафедры Земельные ресурсы и кадастр; Казахский национальный аграрный исследовательский университет; 050000 пр. Абая, 8, г. Алматы, Казахстан; e-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>

Aitkhozhayeva Gulsim Sultanovna – Ph.D; Senior Teacher of Land resources and cadaster department; Kazakh National Agrarian Research University; 050000 Abay Ave., 8, Almaty, Kazakhstan; e-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>

Зермұхамед Аружан Берікқызы – магистрант, «Жерге орналастыру» мамандығы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, 040700, Алматы облысы, Іле ауданы, Садовая көшесі, 95, <https://orcid.org/0009-0007-4213-425X>, эл. пошта: aru30032003@gmail.com

Зермұхамед Аружан Берікқызы – магистрант специальности «Землеустройство», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, 040700, Алматинская область, Илийский район, ул. Садовая, 95, <https://orcid.org/0009-0007-4213-425X>, e-mail: aru30032003@gmail.com

Zermukhamed Aruzhan Berikqyzy – Master’s student of the specialty “Land Management”, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 040700, Almaty region, Ile district, Sadovaya str., 95, <https://orcid.org/0009-0007-4213-425X>, e-mail: aru30032003@gmail.com

Вирджиния Гурскиене – Витаутас Магнус университетінің Жерді пайдалануды жоспарлау және геоматика кафедрасының доценті, Каунас, Литва, <https://orcid.org/0000-0001-6493-7298>, e-mail: virginija.gurskiene@vdu.lt

Вирджиния Гурскиене-ассоциированный профессор кафедры планирования землепользования и геоматики Университета Витаутаса Великого, г. Каунас, Литва, <https://orcid.org/0000-0001-6493-7298>, e-mail: virginija.gurskiene@vdu.lt

Virginija Gurskiene - Associate Professor, Department of Land Use Planning and Geomatics, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania, <https://orcid.org/0000-0001-6493-7298>, e-mail: virginija.gurskiene@vdu.lt

Сейпаталиев Олжас Ерланович - Қазақ ұлттық аграрлық изденістер университеті «Аграрлық техника және машина жасау» кафедрасы докторанты, Қазақстан Республикасы, 050010 Алматы қаласы Абай даңғылы 8, E-mail: mr.seipatal@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-1754>

Сейпаталиев Олжас Ерланович -Докторант, Кафедра «Аграрная техника и машиностроение» Казахский национальный аграрный исследовательский университет, пр. Абая 8, Алматы, Республика Казахстан, 050010, E-mail: mr.seipatal@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-1754>

Seipataliyev Olzhas - Doctorate Student, «Agricultural machinery and mechanical engineering» Kazakh National Agrarian Research University Abai ave. 8, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050010, E-mail: mr.seipatal@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4968-1754>

Әбілжанұлы Токтар - «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Райымбек даңғылы 312, Алматы, Қазақстан Республикасы, 050005, abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>

Әбілжанұлы Токтар - ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», пр.Райымбека, 312, Алматы, Республика Казахстан, 050005, abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>

Abilzhanuly Toktar - LLP "Scientific-Production Center of Agricultural Engineering," 312 Raimbek Avenue, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050005, abilzhanuly.kazniimesh@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>

Абилжанов Данияр Тохтарович - «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Райымбек даңғылы 312, Алматы, Қазақстан Республикасы, 050005, r16dan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7930-0481>

Абилжанов Данияр Тохтарович - ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», пр.Райымбека, 312, Алматы, Республика Казахстан, 050005, r16dan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7930-0481>

Abilzhanov Daniyar - Can LLP "Scientific Production Center of Agricultural Engineering," 312 Raimbek Avenue, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050005, r16dan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7930-0481>

Көшербай Дәурен Мейрамбекұлы - Қазақ ұлтық аграрлық ізденістер университеті «Аграрлық техника және машина жасау» кафедрасы докторанты, Қазақстан Республикасы, 050010 Алматы қаласы Абай даңғылы 8, E-mail: dauren.d_97@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5754-6660>

Кошербай Даурен Мейрамбекулы -Докторант, Кафедра «Аграрная техника и машиностроение» Казахский национальный аграрный исследовательский университет, пр. Абая 8, Алматы, Республика Казахстан, 050010, E-mail:dauren.d_97@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5754-6660>

Kosherbay Dauren - Doctorate Student, «Agricultural machinery and mechanical engineering» Kazakh National Agrarian Research University Abai ave. 8, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050010, dauren.d_97@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5754-6660>

Қалым Қабдырахим - PhD докторы, Қазақ ұлтық аграрлық ізденістер университеті «Аграрлық техника және машина жасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы, 050010 Алматы қаласы Абай даңғылы 8, E-mail: abdirahim_334@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9820-0059>

Қалым Қабдырахим - PhD доктор, Ассоциированный профессор Кафедры «Аграрная техника и машиностроение» Казахский национальный аграрный исследовательский университет, пр. Абая 8, Алматы, Республика Казахстан, 050010, E-mail: abdirahim_334@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9820-0059>

Kalym Kabdyrahim - PhD, Associate Professor of the Department of «Agricultural Engineering and Machine Engineering» Kazakh National Agrarian Research University Abai ave. 8, Almaty, Republic of Kazakhstan, 050010, E-mail: abdirahim_334@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9820-0059>

Рзалиев Асқар Сапашұлы – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, депутат. «Агротехника ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС ғылым жөніндегі директоры, Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 312, Қазақстан Республикасы, e-mail - rzaliyev24@bk.ru

Рзалиев Аскар Сапашевич - кандидат технических наук, доцент, зам. директора по науке ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» г. Алматы проспект Райымбека, 312, Республика Казахстан, e-mail – rzaliyev24@bk.ru

Rzaliyev Askar - candidate of technical sciences, associate professor, deputy. director for science of LLP "Scientific and production center of agricultural engineering" Almaty, Raimbek Avenue, 312, Republic of Kazakhstan, e-mail - rzaliyev24@bk.ru

Серікбаев Абдукарим Өсерұлы – физика-математика ғылымдарының докторы, ҚазҰАЗУ «Ауыл шаруашылығы машиналары және машина жасау» кафедрасының профессоры, Абай даңғылы, 8 Қазақстан Республикасы, e-mail-abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

Серикбаев Абдукарим Усерович - доктор физ-мат. наук, профессор кафедры «Аграрная техника и машиностроение» КазНАИУ, проспект Абая,8 Республика Казахстан, e-mail - abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

Serikbayev Abdukarim - doctor of physical and mathematical sciences, professor of the department of "Agricultural machinery and mechanical engineering" KazNAIU, Abay Avenue, 8 Republic of Kazakhstan, e-mail - abdukarim.serikbayev@kaznaru.edu.kz

Жүнісбаев Бекмұханбет* – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС жетекші ғылыми қызметкері Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 312 Қазақстан Республикасы, e-mail-bekm.zhunusbaev@yandex.ru

Жунусбаев Бекмұханбет* - кандидат технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» г. Алматы проспект Райымбека, 312 Республика Казахстан, e-mail-bekm.zhunusbaev@yandex.ru

Zhunusbaev Bektukhanbet* - candidate of technical sciences, professor, leading researcher of LLP "Scientific and Production Center of Agroengineering" Almaty city, Raimbek Avenue, 312 Republic of Kazakhstan, e-mail-bekm.zhunusbaev@yandex.ru

Жүнісбаев Алмаз Бекмұханбетұлы – «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС аға ғылыми қызметкері Алматы қаласы, Райымбек даңғылы 312, Қазақстан Республикасы, e-mail-almazz70@mail.ru

Жунусбаев Алмаз Бекмұханбетович – старший научный сотрудник ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» г. Алматы проспект Райымбека, 312 Республика Казахстан, e-mail-almazz70@mail.ru

Zhunusbayev Almaz Bektukhanbetovich - senior researcher of LLP "Scientific and Production Center of Agroengineering" Almaty city, Raimbek Avenue, 312 Republic of Kazakhstan, e-mail-almazz70@mail.ru

Жүнісов Рүстем Болатұлы – «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС тәжірибелік машиналар орталығының басшысы. Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, Қазақстан Республикасы, 312 e-mail - Zhunusov.rustem@internet.ru

Жунусов Рүстем Болатович – начальник Центра опытно-экспериментальных машин ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии». г. Алматы проспект Райымбека, 312 Республика Казахстан, e-mail - Zhunusov.rustem@internet.ru

Zhunusov Rustem - head of the Center of experimental machines of LLP "Scientific and Production Center of Agroengineering". Almaty Raimbek Avenue, 312 Republic of Kazakhstan, e-mail - Zhunusov.rustem@internet.ru

Сатыбай Батырхан Қайратұлы – «Агроинженеринг» ЖШС ғылыми-өндірістік орталығының жетекші конструкторы Алматы қаласы, Райымбек даңғылы,312 Қазақстан Республикасы, e-mail-batyrkhan.satybay@mail.ru

Сатыбай Батырхан Кайратұлы - ведущий конструктор ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии» г. Алматы проспект Райымбека, 312 Республика Казахстан, e-mail-batyrkhan.satybay@mail.ru

Satybay Batyrkhan - Leading Designer of Scientific and Production Center of Agroengineering LLP Almaty Raimbek Avenue, 312 Republic of Kazakhstan, e-mail-batyrkhan.satybay@mail.ru

Альпейсов Шохан Ашенович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ Зооинженерия және биотехнология кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: shokhan.alpeisov@kaznaru.edu.kz

Альпейсов Шохан Ашенович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зооинженерии и биотехнологии, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: shokhan.alpeisov@kaznaru.edu.kz

Alpeisov Shokhan Ashenovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Zooengineering and Biotechnology, NJC Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, ORCID:0000-0003-2510-8213, e-mail: shokhan.alpeisov@kaznaru.edu.kz

Молдажанов Айдар Кадыржанович – PhD, "Энергетика және электротехника" кафедрасының меңгерушісі, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0000-0002-2695-8140, e-mail: aidar.m.k@ya.ru

Молдажанов Айдар Кадыржанович – PhD, заведующий кафедрой «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0000-0002-2695-8140, e-mail: aidar.m.k@ya.ru

Moldazhan Aidar Kadyrzhanovich – PhD, head of the department of " Energy and electrical engineering", NJC "Kazakh National Agrarian Research University", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, ORCID: 0000-0002-2695-8140, e-mail: aidar.m.k@ya.ru

Кулмахамбетова Акмарал Токтаналиевна – PhD, "Энергетика және электротехника" кафедраның аға оқытушысы, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., e-mail: akmaral.k.t@ya.ru

Кулмахамбетова Акмарал Токтаналиевна – PhD, старший преподаватель кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, e-mail: akmaral.k.t@ya.ru

Kulmakhambetova Akmaral Toktanaliyevna – PhD, senior lecturer of the department of " Energy and electrical engineering ", NJC "Kazakh National Agrarian Research University", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, e-mail: akmaral.k.t@ya.ru

Азизов Азимжан Абдурахимович – магистр, "Энергетика және электротехника" кафедраның ассистентті, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., ORCID: 0000-0002-4724-3005, e-mail: azizov811@mail.ru

Азизов Азимжан Абдурахимович – магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ORCID: 0000-0002-4724-3005, e-mail: azizov811@mail.ru

Azizov Azimzhan Abdurakhimovich – master's degree, assistant of the department of " Energy and electrical engineering ", NJC "Kazakh National Agrarian Research University", Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, ORCID: 0000-0002-4724-3005, e-mail: azizov811@mail.ru

Отебаев Жасулан Маратұлы– ауылшаруашылық магистр, Н. У. Базанова атындағы жануарлар биологиясы кафедрасы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, ORCID: 0000-0003-4201-7743, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz,

Отебаев Жасулан Маратұлы – магистр сельского хозяйства, кафедра Биологии животных имени Н.У.Базановой, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, г. Алматы, ORCID: 0000-0003-4201-7743, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz

Otebayev Zhassulan – MD agriculture, Department of Animal Biology named after N.U. Bazanova, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, ORCID: 0000-0003-4201-7743, e-mail: Otebayev.zhassulan@kaznaru.edu.kz

Зинченко Дмитрий Андреевич – магистр, "Энергетика және электротехника" кафедрасының ассистенті, "Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті" КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050000, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Бөлек ауылы, ORCID: 0000-0003-1465-0058, e-mail: bolsheweak@gmail.com

Зинченко Дмитрий Андреевич – магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050000, Алматинская обл., Енбекшиказахский р-н., с. Бөлек, ORCID: 0000-0003-1465-0058, e-mail: bolsheweak@gmail.com

Zinchenko Dmitry Andreevich - master's degree, assistant of the department of "Energy and Electrical Engineering", NJSC "Kazakh National Agrarian Research University", Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty region, Enbekshikazakh district, p. Bolek, ORCID: 0000-0003-1465-0058, e-mail: bolsheweak@gmail.com

МАЗМҰНЫ ● СОДЕРЖАНИЕ ● CONTENT

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ
ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ
STOCK-RAISING AND VETERINARY

А.Р.Акимбеков, К.Ж.Исхан, Н.Ж.Кажғалиев, Ж.М.Отебаев, Л.С.Құрманғали, Gemingguli Muhatai. ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА С КАЗАХСКИМИ ЛОШАДЬМИ ТИПА ЖАБЕ.....	5
Е.И.Исламов, Г.А.Кулманова, С.Т.Жумашева. ПРОДУКТИВНЫЕ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАЗАХСКОЙ МЯСО-ШЕРСТНОЙ ПОЛУТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ В НОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ.....	14
Р.Е.Амзеев, М.Ш.Ермекова, Т.Қапасұлы, М.Д.Амандықова, К.Ж.Досыбаев, Т.Т.Нуркенов. ҚАЗАҚСТАНДА ӨСІРЕЛЕТІН ГИССАР ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ мтДНҚ d-ІЛМЕГІ (<i>d-loop</i>) АЙМАҒЫНЫҢ ПОЛИМОРФИЗМІН ЗЕРТТЕУ.....	23
Ж. Әбирбекқызы, Н.А. Заманбеков, Ш.Б. Туржигитова, А.Б. Кубентаева. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСТРАКТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МЕСТНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	34
М.Ш. Ермекова, З.Б. Бектасов, А.Т. Қожахмет, К.Ж.Досыбаев, Т.Қапасұлы, Р.Е. Амзеев, М.Д.Амандықова. ҚАЗАҚТЫҢ ҚҰЙРЫҚТЫ ҚЫЛШЫҚ ЖҮНДІ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНДА <i>IGFBP3</i> ГЕНІНІҢ ПОЛИМОРФИЗМІН АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ФИЛОГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ.....	42
А.Д. Орақбаева, Қ.Ж. Досыбаев, Ш.Р. Адылканова, А.Т.Қожахмет, М.Ш.Ермекова, Т.Қапасұлы, М.Д.Амандықова. ҚЫЛШЫҚ ЖҮНДІ ҚҰЙРЫҚТЫ САРЫАРҚА ҚОЙ ТҰҚЫМЫНДА (ЖАҢААРҚА ТИПІ) ӨНІМДІЛІГІМЕН БАЙЛАНЫСТЫ КАНДИДАТ ГЕНДЕРДІ ТАЛДАУ.....	55
А.Д.Орақбаева, Ш.Р.Адылканова,Т.С.Садыкулов, Б.К.Сансызбаева, А.М. Койшибаев , Қ.Ж. Досыбаев. ПРОДУКТИВНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОВЕЦ САРЫАРКИНСКОЙ ПОРОДЫ (ВНУТРИПОРОДНЫЙ ЖАНААРКИНСКИЙ ТИП).....	64
Б.Т.Айтбазар, Л.К.Бупебаева, М.Р.Тойшиманов. ТҮЙЕ СҮТІНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ АСПЕКТІСІНДЕГІ САПАЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТОЛЫҚТЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	73
Г.К.Джанабекова, С.Т.Ерназарова, М.М.Жылкышыбаева, А.Ф. Сугирбаев, З.А. Шытырбаева. РОЛЬ ПРОБИОТИКОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ.....	85
Е.С. Усенбеков, К.У. Койбағаров, А.К. Махмутов, А.А. Тургумбеков, Ж.Ж. Бименова, Ж.У. Муслимова. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТРАНСВАГИНАЛЬНОЙ АСПИРАЦИИ ООЦИТОВ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	93
Г.К. Джанабекова, М.М. Жылкышыбаева, А.Т. Камбарбеков, С.Т. Ерназарова, А.Ж. Бердалина. БӘЙГЕ АТТАРЫНЫҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ҚАН САРЫСУЫНДАҒЫ МИКРОЭЛЕМЕНТТЕР КӨРСЕТКІШІ.....	105

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ
AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

А.А.Иманалинова, Қ.Үсен, Л.А.Димеева, Б.Ш.Калиев, Н.П.Аубакиров. ОЦЕНКА СМЕН РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫПАСА ПРЕДПЕСКОВОЙ РАВНИНЫ И ПЕСЧАНОГО МАССИВА ТАУКУМ.....	112
---	-----

С.Г.Долгих, М.Ж.Саршаева, А.К.Ташкенбаева. ОЗДОРОВЛЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ И СОРТОВ СЛИВЫ И ВИШНИ В КУЛЬТУРЕ ТКАНЕЙ В СОЧЕТАНИИ С ТЕРМОТЕРАПИЕЙ.....	123
О.О. Крадецкая, Е. В. Мамыкин, С.М. Дашкевич, М.У.Утебаев, И.В. Чилимова. ВЛИЯНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	135
С.К. Джантасов, А.О. Нусупова, А.С. Джантасова, Г.Т. Бари. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОГУРЦА, ПРИВИТЫХ ЯЗЫЧКОВЫМ СПОСОБОМ НА ФИГОЛИСТНУЮ ТЫКВУ (<i>CUCURBITA FICIFOLIA</i>).....	145
А.С. Низкородова, Р.В. Крылдаков, Н.Ж. Каримов, Н.С.Полимбетова, Б.К. Искаков. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКЛУБНЕЙ ТРАНСГЕННЫХ ЛИНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ГАЛА.....	155
А.М.Рысбекова, З.Б.Бекназарова, Р.Р.Фазылбеков, М.Д.Болтаев, А.П.Никоноров. КАПСУЛИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ ЭНТОМОФАГОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА: ПОДХОД К БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ.....	165
Б.М. Башабаева, А.А. Рсымбетов, Б.А. Айнебекова, А.А. Сураубаева, Б. Кенес, Т.Д. Мереева, А.С. Масимгазиева. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	177
Г.О. Рвайдарова, Г.Д. Исенова, Г.Е. Түйтебаева, Ю.А. Шевелева, М.В. Цукерман, Г.Б. Берден. АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ҚОРҒАУ ҮШІН ПЕСТИЦИДТЕРДІ ҚАУІПСІЗ ПАЙДАЛАҢУ.....	189
Н.К.Нокербекова, Ш.А.Муздыбаева, Г.Ж.Турсбекова, Д.Д.Рыскелді. ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚҰМАЙ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СОРТТАРЫН СЫНАУ ЖӘНЕ РЕСУРС ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖАСАУ БАРЫСЫНДАҒЫ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЛАР.....	197
М.Ж.Кошмагамбетова, Л.Х.Мендыгулова, А.О.Нусупова, Б.Ж.Сейтмуратов. АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ В ПИТОМНИКЕ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ.....	206
Г.А. Искакова, А. Хасейин, Б.К. Тезекбаева, Ю.М. Ефремова, Г.А. Исмагулова, Н.П. Малахова. КАРТОПТЫҢ (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i> L.) САУЫҚТЫРЫЛҒАН МАТЕРИАЛЫН АЛУ ҮШІН АЭРОПОНИКАДА ӨСІРУ ЖАҒДАЙЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	216
А.М. Тлеппаева, Р.Х. Кадырбеков. ЖУКИ-ЗЛАТКИ (<i>COLEOPTERA: BUPRESTIDAE</i>) АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН).....	226
А.Т. Айтбаева, Ж.Ж. Мамырбеков, Б.Д. Зоржанов, Э.У. Тайшыбаева, С.П. Махмаджанов, А.О.Нусупова. ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ОҢТҮСТІК КОРЕЯ СЕЛЕКЦИЯСЫНЫҢ ҚАУЫН ЖӘНЕ ҚАРБЫЗ СҰРЫП ҮЛГІЛЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СЫНАУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	236
С.Б. Кененбаев, В.Н. Гусев, Г.Л. Есенбаева, Е.А. Жанбырбаев. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СТЕПЕНЬ ДЕГРАДАЦИИ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА.....	250
К.А. Алпысбаева, Б.Ж. Найманова, Б.Б. Нурманов, Ә.М. Сейтжан, Э.А. Джубатова, А.М. Успанов. ЖАБЫҚ АЛАҢДА ӨСІРІЛЕТІН ҚИЯР ДАҚЫЛЫН (<i>CUCUMIS SATIVUS</i>) ЗИЯНКЕСТЕРДЕН ИНТЕГРАЛДЫ ЖҮЙЕМЕН ҚОРҒАУ.....	260
L.T. Nadirova, G.E. Stanbekova, R.V. Kryldakov, B.K. Iskakov. DETECTION OF HOP STUNT VIROID (HSVd) AND PEACH LATENT MOSAIC VIROID (PLMVd) IN STONE FRUIT CROPS USING DUPLEX RT-PCR METHOD.....	269
Э.А.Нурбаева, А.О. Нусупова, Г.М. Ибрагимова, У.А. Манабаева. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ТОМАТА ОТКРЫТОГО ГРУНТА В ПИТОМНИКЕ КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ.....	276
Д.А. Сыдық, Р.Н. Еркуатов, Қ.Ж. Құланбай , А.Т. Қазыбаева. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЗВЕНЕ ПЛОДОСМЕННОГО СЕВООБОРОТА.....	284

А.К. Маденова, Д.И. Калдыбаева, Е.Р. Қайыпжан, Ж. Айтымбет, Т.К. Есжанов, Р.А. Әбдікәрімова. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА ВИРУСОВ СЕМЕЧКОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ И ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РТ-ПЦР.....	293
О.Т. Мухаметжанова, А.Ж. Кожобекова, К. Мазаржанова, Н. Мухамадиев, Ж.Букабаева. ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ РАЗМНОЖЕНИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИИ СЕЯНЦЕВ ТОПОЛЯ РАЗНОЛИСТНОГО (POPULUS DIVERSIFOLIA SCHRENK).....	304
М.Т. Kumarbayeva, А.М. Kokhmetova, Zh.S. Keishilov, А.А. Bolatbekova, К. Bakhytuly, N.M. Kovalenko. IDENTIFICATION OF NEW SOURCES OF DISEASE RESISTANCE IN WHEAT	314
А.Т. Бахтыгизова, Г.А. Сулейманова, Е.Б. Дутбаев, А.І. Харіпжанова, В.И. Цыганков, А.М. Кохметова.АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАЗДЫҚ ҚАТТЫ БИДАЙДЫҢ КӘДІМГІ ТАМЫР ШІРІГІ АУРУЫНА (BIOPOLARIS SOROKINIANA) АГРОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОТИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ.....	324
А.К. Маденова, Е.Р. Қайыпжан, С.К.Джантасов, А.О.Нусупова, А.С.Джантасова. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОГУРЦА (CUCUMIS SATIVUS L. К ВОЗБУДИТЕЛЮ ПЕРОНОСПОРОЗА (PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS).....	335
Ш.А. Альпейсов, А.В. Коржиков, Г.Б. Ильмалиева, Ж. Рамазанқызы.ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНОГО СЛОЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ШАМПИНЬОНА (AGARICUS BISPORUS).....	344
Б.М. Башабаева, А. Моргунов, М.А. Есимбекова, А.А. Рсымбетов, К.Б. Мукин, К. Б. Жиенбаева, А.А. Сураубаева.ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА.....	353
Г.Н. Кайрова, Г.А. Сулейманова, Ж. Жолдасбек, Б. Дулат, Д.А. Гриценко. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ КАРАНТИННЫХ СОРНЯКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА.....	363

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

Р.Ш. Аманжолова, И.К. Рахметов, Ж.Ә. Оңласынов, Д.К. Саданова, Ж.М. Сагин КАЗАҚСТАНДА СУ РЕСУРСТАРЫН ТҮРАҚТЫ БАСҚАРУ: СУЛЫ ҚАБАТТАРДЫ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІ БАСҚАРУ ӘЛЕУЕТІ.....	374
Ф.Т. Амирбекова, Э.Б. Кожобекова, П.Н. Нұрлыбеко, С. Қарлыбайұлы, З.Т. Болатбекова, Ғ. Ж. Исхахов. ҚАРАӨЗЕК ӨЗЕНІ ИХТИОФАУНАСЫНЫҢ ТҮРЛІК ҚҰРАМЫ (СЫРДАРІЯ БАССЕЙНІ).....	388
И.С.Сейтасанов, Т.С.Ишанғалиев, У.К. Онласын, Д.Мурат, С.Б.Зулпибекова. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СЕВЕРО - КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	396
Д.А. Досманбетов, Р.С. Ахметов, А.Б. Ибраева, Е.М. Каспакбаев, Ж.К. Рақымбеков, Ж.С. Дукенов. АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ҰЛТАНЫНДА ГАЛОФИТТІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ (NITRARIA SCHOVERI, CALLIGONUM CAPUT-MEDUSAE SCHRENK) ТҰҚЫМЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ СЕБУ САПАСЫН АНЫҚТАУ.....	409
Ә.Т. Тоқтар, А.А. Нурғазиева, И.К. Рахметов. ОБВОДНЕНИЕ ПАСТБИЩ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОТГОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ.....	420
С.Р. Тажиев, Е.Ж.Муртазин, А.Ә. Айнаева, Д.К.Аденова, В.С.Рахимова. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТАЛАС-АССИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. ТАРАЗ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЖАМБЫЛСКОГО И БАЙЗАКСКОГО РАЙОНОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ.....	428
Д.К. Аденова, Е.Ж. Муртазин, О.Л. Мирошниченко, Е.В. Сотников, С.Р. Тажиев. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ШУ-ТАЛАССКОГО БАССЕЙНА.....	442

А.А. Алтаева, А.Б. Даркенбаева, Б.Б. Садықов. МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	454
Е.Ж. Муртазин, Д.К. Аденова, С.Тажиев. ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТИЕНОСНЫХ РАССОЛОВ ШУ-САРЫСУЙСКОЙ ВПАДИНЫ.....	464
К.А. Оспанова, А.Д. Омарбекова, А.Х. Наушабаев, Б.А. Рсымбетов, Г.К. Серикбаева. ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРЕДГОРНОЙ РАВНИНЫ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ.....	472
Н.Т. Акижанова К.М. Мазаржанова, Н.А. Сағалиев, Д.Ш.А кимжанов. БҰЙРАТАУ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРК АУМАҒЫНДАҒЫ ЖҰПТҰЯҚТЫЛАР САНЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	480
М.А. Иманбаев, Н.В. Сидорова, Н.Ж. Демеукулова. ҚҰС ФАБРИКАЛАРЫНЫҢ АҒЫНДЫ СУЛАРЫН ХИМИЯЛЫҚ ФЛОТАЦИЯЛАУ ӘДІСІМЕН ТАЗARTY ПРОЦЕСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	489
Б.Б. Арынов, Б.А. Кентбаева, В.П. Бессчетнов Р.Е. Қапарбай, Ш. Капар, М.К. Шыныбеков. «КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ» ҰЛТТЫҚ ПАРКІНДЕ ӨСЕТІН НІРРОНАЕ РНАМНОІДЕS ӨСІМДІГІНІҢ ПИГМЕНТТІК ҚҰРАМЫНЫҢ ЖЫНЫСТЫҚ ЖӘНЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ.....	497
М.Б. Нурпеисова, Д.М. Киргизбаева, А.Н. Жилдикбаева, Э.А. Азизов, А.К. Утесбаев. ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	508
Е.О. Жусупов, А.Н. Жилдикбаева, Т.К. Рафиков, А.А. Қанатбек. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ NDVI И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	518
Н.К. Унышева, С.К. Макенова, Л.Т. Бабкенова, Р.К. Абельдина. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНОПРИГОДНЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	527
Қ.Т. Қырғызбай, Т.А. Усманов, Э.С. Бөрібай. ОЦЕНКА РИСКА НАВОДНЕНИЙ В БАСЕЙНЕ РЕКИ УЛЬБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА.....	539
А.А. Мұқатай, С.Ю. Долгополова, А.А. Айтқалиева, Г.М. Аблайсанова. ШУ АУДАНЫНДАҒЫ СУ АЙДЫНДАРДЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ МЕН СУ САПАСЫ	549
Ж.С. Мустафаев, А.Е. Алдиярова. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИРРИГАЦИОННО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ.....	558
Д.С. Тунгатар, Е.Т. Кайпбаев, Г.К. Исмаилова, А.Н. Калмашова. ӨЗЕНДЕРГЕ ТҮСЕТІН АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕРДІ БАҒАЛАУДЫҢ ӘДІСНАМАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ.....	566
М.Б. Арыстанов, А.Г. Жандияр, Е.Д. Жапаркулова. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ОРОШЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	574
А.Г. Жандияр, М.Б. Арыстанов, А.Е. Алдиярова, А.Н. Калмашова. ШЕЛЕК ӨЗЕНІНІҢ ГИДРОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ТАЛДАУ.....	582
Н.К. Турманбетов, Г.С. Айтхожаева, А. Зермухамед, В. Гурскиене. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ	589

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

О. Seipataliyev, Т. Abilzhanuly, D.A bilzhanov, D. Kosherbay, К. Kalym. JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF FEED MIXTURE IN SMALL PEASANT FARMS.....	598
А.С. Рзалиев, А.У. Серикбаев, Б. Жунусбаев, А.Б. Жунусбаев, Р.Б. Жунусов, Б.К. Сатыбай. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФРЕЗЫ С	

ВЕРТИКАЛЬНО-РОТОРНЫМ ВАЛОМ ВРАЩЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИСТВОЛЬНОЙ ЗОНЫ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ.....	605
Ш.А. Альпейсов, А.К. Молдажанов, А.Т. Кулмахамбетова, А.А. Азизов, Ж.М. Өтебаев, Д.А. Зинченко. ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ВЫВОД МОЛОДНЯКА ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ ПТИЦЫ.....	617
АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ / ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	627
