



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№02

ISSN 2304-3334
№02(110)2026



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

**KAZAKH NATIONAL AGRARIAN RESEARCH UNIVERSITY
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF KAZAKHSTAN UNDER THE PRESIDENT OF THE
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**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**

Research, results	Ізденістер, нәтижелер	Исследования, результаты
Published since 1999.	Издается с 1999 г. Том	Издается с 1999 г.
Volume 28. No.110. 2026	28. No.110. 2026	Том 28. No.110. 2026

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.

Приказом №148 от 27.12.2022 г. Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК научный журнал «Research, results – 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 «Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты».

EDITORIAL BOARD**EDITOR-IN-CHIEF:**

Akhylbek Kazhigulovich Kurishbayev — Editor-in-Chief, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan, Academician; (Scopus h-9)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Primkul Sholpankulovich Ibragimov — Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Veterinary Sciences, Professor; (Scopus h-3)

EDITORIAL TEAM:

Abilai Ryspaevich Sansyzbay — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-16)

Nurzhan Biltebaikyzy Sarsembayeva — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-8)

Akhmetzhan Akievich Sultanov — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Director of the Department of Science; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland; (Scopus h-12)

Andrey Pavlinovich Bogoyavlensky — Doctor of Biological Sciences, Professor, “Research and Production Center of Microbiology and Virology” LLP; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — Associate Professor, PhD, Faculty of Veterinary Medicine, Banat University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine “King Michael I of Romania”, Timișoara, Romania. Specialization: veterinary sciences, microbiology, infectious diseases, antimicrobial resistance; (Web of Science - 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, University of Warmia and Mazury, Poland; (Scopus h-8)

Aibyn Adepkhanovich Torekhanov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production” LLP; (Scopus h-3)

Kairat Zhaleluly Iskhan — Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the “Department of Animal Biology” named after Academician N.O. Bazanova, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Sholpan Rakhimbekovna Adykanova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Zooengineering and Biotechnology, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Koray Kırıkçı — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Turkey; (Scopus h-6)

Temirzhan Yerkasovich Aitbayev — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing” LLP; (Scopus h-5)

Sholpan Orazovna Bastaubayeva — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing” LLP; (Scopus h-8)

Bakhytzhan Alisherovich Duisembekov — Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembaev” LLP; (Scopus h-7)

Erlan Bozanbayuly Dutbayev — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the “Department of Plant Protection and Quarantine”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Aigul Absultanovna Zhapparova — Candidate of Agricultural Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-6)

Ashimkhan Toktasynovich Kanaev — Doctor of Biological Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — PhD, Professor, University of Minnesota, USA; (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — PhD, Professor, University of Belgrade, Serbia; Professor at the Institute of Multidisciplinary Research; (Scopus h-14)

Askhat Khamitovich Naushabayev — PhD, Associate Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu - PhD, Professor, China Agricultural University; (Scopus h-39)

Mukhamadkhan Khamidov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan; (Scopus h-14)

Ainur Yesirkepovna Aldiyarova — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University;

(Scopus h-4)

Kanat Kurmanovich Anuarbekov — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Azamat Sansyrbayevich Madibekov — PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory “Hydrochemistry and Environmental Toxicology”, Institute of Geography and Water Security; (Scopus h-8)

Dani Nurgisaevna Sarsekova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Forestry and Land Resources, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Aizhan Naskenovna Zhildikbayeva — PhD, Associate Professor, Department of Land Resources and Cadastre, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-7)

Daniyar Akhmetovich Dosmanbetov — PhD, Associate Professor, Leading Researcher at the Almaty Branch of the “Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after A.N. Bokeikhan” LLP; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — Professor, PhD, Kastamonu University, Faculty of Forestry, Head of the Department of Silviculture, Turkey (Scopus h-14)

Roman Vladimirovich Shults — PhD, Professor, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia; (Scopus h-11)

Komil Dullievich Astanakulov — Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Agricultural Machinery and Technologies, National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”, Uzbekistan; (Scopus h-20)

Saykhat Orazovich Nukeshov — Doctor of Technical Sciences, Professor at S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Department of Technical Mechanics; (Scopus h-8)

Marat Zhalelovich Khazimov — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, Professor, University of Ruse “Angel Kanchev”, Vice-Rector for Development Coordination and Continuing Education, Bulgaria; (Scopus h-10)

Abdurakhim Suleimanovich Berdyshev — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Anatoly Nikolaevich Ostrikov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Engineering Technologies, Head of the Department of Processes and Apparatus of Chemical and Food Production; (Scopus h-7)

Liviu Gaceu - Professor, Transilvania University of Braşov, Romania; (Scopus h-9)

Aigul Kulakhmetovna Timurbekova — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Maksat Risbekovich Toyshimanov — PhD, Senior Lecturer in the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Gulmira Serikbaykyzy Kenenbai — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, “Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry” LLP (Scopus h-5)

Scientific Journal “Research, Results”

Publication frequency: 6 issues per year

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Scope: “Stock-Raising and Veterinary”; “Agriculture, Agrochemical, Feed Production, Agroecology”; “Water, Land, and Forest Resources”; “Agriculture Mechanization and Electrification”.

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

Website: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Founder/Publisher: Kazakh National Agrarian Research University; National Academy of Sciences of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan

Copyright: © Research, Results, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

Куришбаев Ахылбек Кажигулович — бас редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Президенті жанындағы ҚР Ұлттық ғылым академиясының президенті, академик; (Scopus h-9)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — бас редактордың орынбасары, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Ғылым департаментінің директоры; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Олыштындағы Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлович — биология ғылымдарының докторы, профессор. «Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD., Король Михай I атындағы Банат ауылшаруашылық ғылымдары және ветеринарлық медицина университетінің Ветеринарлық медицина факультеті (Тимишоара, Румыния). Мамандану салалары: ветеринария ғылымдары, микробиология, жұқпалы аурулар, микробқа қарсы төзімділік; (Web of Science-8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндіру ғылым-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, академик Н.О. Базанова атындағы «Жануарлар биологиясы» кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, зооинженерия және биотехнология кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Ахи Эвран университетінің ауыл шаруашылығы факультетінің зоотехния кафедрасының профессоры (Түркия); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, академик, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. «Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС басқарма төрағасы; (Scopus h-8)

Дуйсембеков Бахытжан Әлішерович — биология ғылымдарының кандидаты, «Жазкен Жиембаев атындағы өсімдіктерді қорғау және карантин Қазақ ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Бау-бақша, өсімдіктерді қорғау және карантин кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгүл Абсултановна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — биология ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — философия докторы, профессор. Миннесота университетінің профессоры (Америка Құрама Штаттары); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — философия докторы, профессор. Белград Университеті, Белград, Сербия. Көпсалалы зерттеулер институтының ғылыми қызметкері (профессор). (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Қытай ауылшаруашылық университеті (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор. Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты, Өзбекстан; (Scopus h-14)

Алдиярова Айнуір Есиркеповна — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-4)

Ануарбеков Канат Курманович — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-5)

Мадиебеков Азамат Сансызбаевич — PhD, қауымдастырылған профессор. «Гидрохимия және экологиялық токсикология» зертханасының жетекшісі, География және су қауіпсіздігі институты; (Scopus h-8)

Сарсекова Дани Нургисаевна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Орман шаруашылығы және жер ресурстары» факультетінің деканы; (Scopus h-8)

Жилдикбаева Айжан Наскеновна — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-7)

Досманбетов Данияр Ахметович — PhD, қауымдастырылған профессор, «Ә. Н. Бөкейхан атындағы орман шаруашылығы және агроорман шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының жетекші ғылыми қызметкері; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — доктор профессор, Кастамону университеті, орман шаруашылығы факультеті, орман шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі (Түркия); (Scopus h-14)

Шульц Роман Владимирович — PhD, профессор. Король Фадх атындағы Мұнай және минералдар университеті, Сауд Арабиясы; (Scopus h-11)

Астанакулов Комил Дуллиевич — техника ғылымдарының докторы. Өзбекстанның «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университетінің «Ауыл шаруашылығы техникасы және технологиясы» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-20)

Нукешов Саяхат Оразович — техника ғылымдарының докторы, профессор. С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. «Техникалық механика» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Хазимов Марат Жалелович — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, профессор, Ангел Кънчев атындағы Русе Университеті, даму, үйлестіру және біліктілікті арттыру жөніндегі проректор, Болгария; (Scopus h-10)

Бердышев Абдурахим Сулейманович — техника ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Остриков Анатолий Николаевич — техника ғылымдарының докторы, профессор. Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті (РФ), «Химиялық және тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-7)

Ливию Гачео — профессор Трансильван университетінің профессоры (Брашов к., Румыния); (Scopus h-9)

Тимурбекова Айгуль Кулахметовна — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының профессоры; (Scopus h-9)

Тойшиманов Максат Рисбекович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының аға оқытушысы; (Scopus h-8)

Кененбай Гүлмира Серікбайқызы — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор (доцент). «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС; (Scopus h-5)

«Зерттеулер, нәтижелер» ғылыми журналы

Жиілігі: жылына 6 шығарылым.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тақырыптық бағыты: «мал шаруашылығы және ветеринария»; «егіншілік, агрохимия, жемшөп өндірісі, агроэкология»; «су, жер және орман ресурстары»; «ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру».

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Құрылтайшысы / баспагері: Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы

Авторлық құқық: © Зерттеулер, нәтижелер, 2026

РЕДАКЦИЯ**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — заместитель главного редактора, доктор ветеринарных наук, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, директор департамента науки; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — доктор ветеринарных наук, профессор. Варминьско-Мазурский университет в Ольштыне, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлинович — доктор биологических наук, профессор. ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии»; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD. Факультет ветеринарной медицины Университета сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины Баната имени короля Михая I (г. Тимишоара, Румыния). Области специализации: ветеринарные науки, микробиология, инфекционные заболевания, антимикробная резистентность; (Web of Science – 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Варминьско-Мазурский университет, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства»; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Биология животных» имени академика Н. О. Базановой; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — доктор сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры зооинженерии и биотехнологии; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — доктор сельскохозяйственных наук. Профессор кафедры зоотехнии факультета сельского хозяйства Университета Ахи Эвран (Турция); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик, Председатель Правления ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства»; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор. Председатель правления ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства»; (Scopus h-8)

Дүйсембеков Бахытжан Әлішерович — кандидат биологических наук, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева»; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры плодовоовощеводства, защиты и карантина растений; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгул Абсултановна — кандидат сельскохозяйственных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — доктор биологических наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — доктор философии, профессор. Профессор Университета Миннесоты (Соединённые Штаты Америки); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — доктор философии, профессор. Университет Белграда, Белград, Сербия. Научный сотрудник (профессор) Института многопрофильных исследований; (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология»; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Китайский сельскохозяйственный университет (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан; (Scopus h-14)

- Алдиярова Айнур Есиркеповна** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-4)
- Ануарбеков Канат Курманович** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-5)
- Мадиебеков Азамат Сансызбаевич** — PhD, ассоциированный профессор. Руководитель лаборатории «Гидрохимия и экологическая токсикология», Институт географии и водной безопасности; (Scopus h-8)
- Сарсекова Дани Нургисаевна** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Декан факультета «Лесное хозяйство и земельные ресурсы»; (Scopus h-8)
- Жилдикбаева Айжан Наскеновна** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр»; (Scopus h-7)
- Досманбетов Данияр Ахметович** — PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Научноисследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Э.Н. Бөкейхана»; (Scopus h-10)
- Sezgin AYAN** — доктор профессор, Кастамону университет, факультет лесного хозяйства, заведующий отделом лесоводства (Турция); (Scopus h-14)
- Шульц Роман Владимирович** — PhD, профессор. Университет нефти и минералов имени короля Фадха, Саудовская Аравия; (Scopus h-11)
- Астанакулов Комил Дуллиевич** — доктор технических наук. Заведующей кафедры «Сельскохозяйственные техники и технологии» Национального исследовательского университета «Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Узбекистан; (Scopus h-20)
- Нукешов Саяхат Оразович** — доктор технических наук, профессор. Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. Профессор кафедры «Техническая механика»; (Scopus h-8)
- Хазимов Марат Жалелович** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-5)
- Daskalov Plamen** — PhD, профессор, Университет Русе имени Ангела Кънчева, проректор по вопросам развития, координации и повышения квалификации, Болгария; (Scopus h-10)
- Бердышев Абдурахим Сулейманович** — доктор технических наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-8)
- Остриков Анатолий Николаевич** — доктор технических наук, профессор. Воронежский государственный университет инженерных технологий (РФ), заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»; (Scopus h-7)
- Ливию Гачео** — профессор Трансильванского университета (г. Брашов, Румыния); (Scopus h-9)
- Тимурбекова Айгуль Кулахметовна** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-9)
- Тойшиманов Максат Рисбекович** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-8)
- Кененбай Гүлмира Серікбайқызы** — кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент). ТОО «Казахский научноисследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»; (Scopus h-5)

Научный журнал «Исследования, результаты»

Периодичность: 6 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тематическая направленность: «животноводство и ветеринария»; «земледелие, агрохимия, кормопроизводство, агроэкология»; «водные, земельные и лесные ресурсы»; «механизация и электрификация сельского хозяйства».

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Учредитель/издатель: Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан

Авторские права: © Исследования, результаты, 2026

CONTENTS

STOCK-RAISING AND VETERINARY

M.K. Aldabergenov, T. Abilzhanuly, M.Ya. Mikhov, N.M. Orynbayev COMBINED SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF COMPLETE FEED BASED ON A BIOACTIVE MEDIUM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	9
K.A. Iskakov, A.C. Katasheva, M.B. Kalmagambetov, B.T. Kulataev STUDY OF THE PARAMETERS OF ECONOMICALLY USEFUL SIGNS OF THE QIGAI SHEEP BREED	24
E. Razuan, A.M. Ombayev, S.A. Dauletov, S.T. Eshmuratova AGE AND SEX-RELATED CHANGES IN LIVE BODY WEIGHT OF CAMEL	32

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

V.A. Volobaeva, V.I. Kobernitsky, I.A. Zhirnova EVALUATION OF QUALITY TRAITS IN BUCKWHEAT DURING THE FINAL STAGES OF SELECTION IN NORTHERN KAZAKHSTAN	41
Sh.Ye. Yelikbayeva, D.K. Molzhigitova, A.K. Kassen, Z. Kuzairova EFFECTIVENESS OF THE USE OF GIS TECHNOLOGY IN THE TERRITORIAL PLANNING OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION	51
M.Zh. Koshmagambetova, Zh.A. Tokbergenova, O.V. Karpova, S. Murat, Weixing Shan ECOLOGICAL EVALUATION OF FOREIGN POTATO VARIETIES IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN	61
I.A. Nurpeisov, Zh.D. Kadyrbekova, R.Zh. Saparbaev SPRINGWHEAT VARIETIES AND LINES FOR THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN	75
E.A. Ten, I.P. Oshergina, D.M. Pestova EFFECTS OF CLIMATIC FACTORS ON PHENOLOGICAL ADAPTATION AND YIELD OF SPRING RAPESEED GENOTYPES (BRASSICA NAPUS)	87
S.P. Makhmadjanov, O.A. Kostak, B.S. Asabaev, D.S. Makhmadjanov COLLECTION AND STUDY OF FOREIGN AND DOMESTIC COTTON VARIETIES	97

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

K. Abaeva, M. Shynybekov, B. Yessimbek, O. Adalkan, N. Tazhetdinov STUDY OF THE GROWTH PROCESS OF SAXAUL IN THE SOUTH BALKHASH REGION	111
Z. Adilbaeva, G. Myrzabaeva, A. Slambayeva, A. Igembaeva, T. Allambergenov IMPROVEMENT OF THE SEED PROPAGATION METHOD OF SPRUCE SCHRENK USING GROWTH STIMULATORS	123
S.Yu. Dolgopola, G.M. Ablaysanova, A.A. Aitkaliyeva, M.O. Aubakirova HYDROCHEMICAL AND TOXICOLOGICAL REGIME OF THE MAIN LAKES OF THE BURABAY SNNP	139
D.A. Dosmanbetov, R.S. Akhmetov, B.M. Zhumanov, E.M. Kaspakbayev, Ch. Feng PROMISING TREE AND SHRUB SPECIES FOR LANDSCAPING IN WESTERN KAZAKHSTAN	148
M.A. Kaygermazova, M.T. Sembekov, E.A. Shadenova MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF PAULOWNIA TOMENTOSA UNDER CONTROLLED CONDITIONS	161
Zh. Shakenova, N. Ozeranskaya, G. Aitkhozhayeva, Yu. Rogatnev TERRITORIAL ZONING OF AGRICULTURAL LANDS OF THE AKMOLA REGION ON AN AGROLANDSCAPE BASIS	173

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

D.A. Zinchenko, D.M. Alikhanov, A.K. Moldazhanov, A.A. Azizov, T.D. Georgieva THE RESULTS OF THE STUDY OF A DIGITAL SYSTEM AND A MULTIFUNCTIONAL MACHINE FOR AUTOMATIC SORTING OF EGGS INTO CATEGORIES	184
K. Kalym, Sh.T. Duisenova, D.S. Zauyrbekova, A.K. Zhunusova, D. Karaivanov INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE REGIME ON THE PARAMETERS OF POWER TRANSMISSION LINES	195
B.N. Nuralin, S.V. Oleinikov, I.M. Pavlov, M.S. Galiev, Ye.M. Janaliev THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A SYMMETRICAL DIAMOND-SHAPED BLADE	211
D.B. Ordatayev, Ye.K. Auyelbek, Ye. Sarkynov, K. Zhanymkhan, A. Meshyk A BENCH-MOUNTED SHAFT WELL FOR TESTING A MOBILE CLEANING AND DISINFECTION UNIT	225

МАЗМҰНЫ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

М.К. Алдабергенов, Т. Абижанулы, М.Я. Михов, Н.М. Орынбаев ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, БИОАКТИВТІ ОРТА НЕГІЗІНДЕ ТОЛЫҚҚУНДЫ ЖЕМ ӨНДІРУДІҢ БІРІКТІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІ	9
К.А. Исаков, А.Ч. Каташева, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев ЦИГАЙ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ-ПАЙДАЛЫ БЕЛГІЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ	24
Е. Разуан, А.М. Омбаев, С.А. Дәулетов, С.Т. Ешмуратова ТҮЙЕ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ТІРЛЕЙ САЛМАҒЫНЫҢ ЖАСЫНА ЖӘНЕ ЖЫНЫСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	32

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

В.А. Волобаева, В.И. Коверницкий, И.А. Жирнова СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА СЕЛЕКЦИЯНЫҢ СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕРІНДЕ ҚАРАҚҰМЫҚ САПАСЫНЫҢ БЕЛГІЛЕРІН БАҒАЛАУ	41
Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, Ә.Қ. Қасен, З.М. Құзаирова СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫН АУМАҚТЫҚ ЖОСПАРЛАУДА ГАЖ- ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ	51
М.Ж. Кошмагамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, С. Мұрат, Weixing Shan ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ШЕТЕЛДІК КАРТОП СОРТУЛГІЛЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ	61
И.А. Нурпеисов, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ӨНІРЛЕРІНЕ АРНАЛҒАН ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ СОРТТАРЫ МЕН ЖЕЛЛІЛЕРІ	75
Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова ЖАЗДЫҚ РАПС ГЕНОТИПТЕРІНІҢ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БЕЙІМДЕЛУІ МЕН ӨНІМДІЛІГІНЕ КЛИМАТТЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ (BRASSICA NAPUS)	87
С.П. Махмаджанов, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов ШЕТЕЛДІК ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ МАҚТА СОРТТАРЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	97

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

К.Т. Абаева, М.К. Шыныбеков, Б.Б. Есімбек, О. Адалқан, Н.Д. Тажетдинов ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ ӨНІРІНДЕ СЕКСЕУІЛДІҢ ӨСУ БАРЫСЫН ЗЕРТТЕУ	111
Ж.Б. Адилбаева, Г.А. Мырзабаева, А.Б. Сламбаева, А.К. Игембаева, Т.Д. Алламбергенов ШРЕНК ШЫРШАСЫН ТҰҚЫММЕН КӨБЕЙТУ ӘДІСТЕМЕСІН ӨСУДІ ЖЕДЕЛДЕТКІШ СТИМУЛЯТОРЛАР АРҚЫЛЫ ЖЕТІЛДІРУ	123
С.Ю. Долгополова, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова БУРАБАЙ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ (МҰТП) НЕГІЗГІ КӨЛДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІ	139
Д.А. Досманбетов, Р.С. Ахметов, Б.М. Жуманов, Е.М. Каспакбаев, Ч. Фен КӨҒАЛДАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН БАТЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫ АҒАШ - БҰТА ТҮРЛЕРІ	148
М.А. Кайгермазова*, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова PAULOWNIA TOMENTOSA-НЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ МОРОФОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ	161
Ж.К. Шакенова, Н.Л. Озеранская, Г.С. Айтхожаева, Ю.М. Рогатнев АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН АГРОЛАНДШАФТТЫҚ НЕГІЗДЕ АУМАҚТЫҚ АЙМАҚТАРҒА БӨЛУ	173

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

Д.А. Зинченко, Д.М. Алиханов, А.К. Молдажанов, А.А. Азизов, Т.Д. Георгиева САНАТТАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАРДЫ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН САНДЫҚ ЖҮЙЕ МЕН КӨП ФУНКЦИЯЛЫ МАШИНАНЫҢ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	184
К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, Д.С. Зауырбекова, А.К. Жунусова, Д. Караиванов ТЕМПЕРАТУРА РЕЖИМІНІҢ ЭЛЕКТР ЖЕЛЛІЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	195
Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев СИММЕТРИЯЛЫ РОМБ ТӨРІЗДІ ҚАЙЫРМАНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	211
Д.Б. Ордатаев, Е.К. Әуелбек, Е. Саркынов, К. Жанымхан1, О.П. Мешик ЖЫЛЖЫМАЛЫ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫН СЫНАУҒА АРНАЛҒАН СТЕНДТІК ШАХТАЛЫ ҚҰДЫҚ	225

СОДЕРЖАНИЕ

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

М.К. Алдабергенов, Т. Абилжанулы, М.Я.Михов, Н.М. Орынбаев КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ БИОАКТИВНОЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИИ	9
К.А. Искаков, А.Ч. Каташева, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЦИГАЙСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ	24
Е. Разуан, А.М. Омбаев, С.А. Даулетов, С.Т. Ешмуратова ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ ВЕРБЛЮДОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА	32

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова ОЦЕНКА ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ГРЕЧИХИ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ СЕЛЕКЦИИ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ	41
Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, А.К. Касен, З.М. Кузайрова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	51
М.Ж. Кошмагамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, М. Сұңқар, Weixing Shan ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАРТОФЕЛЯ ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА	61
И.А. Нурпеисов, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев СОРТА И ЛИНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА	75
Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКУЮ АДАПТАЦИЮ И УРОЖАЙНОСТЬ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО РАПСА (BRASSICA NAPUS)	87
С.П. Махмаджанов, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов СБОР И ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА	97

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

К.Т. Абаева, М.К. Шыныбеков, Б.Б. Есімбек, О. Адалкан, Н.Д. Тажетдинов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСТА САКСАУЛА В ЮЖНО-БАЛХАШСКОМ РЕГИОНЕ	111
Ж.Б. Адилбаева, Г.А. Мырзабаева, А.Б. Сламбаева, А.К. Игембаева, Т.Д. Алламбергенов УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ШРЕНКА С ПОМОЩЬЮ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	123
С.Ю. Долгополова, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОСНОВНЫХ ОЗЕР ГНПП «БУРАБАЙ»	139
Д.А. Досманбетов, Р.С. Ахметов, Б.М. Жуманов, Е.М. Каспакбаев, Ч. Фен ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ ВИДЫ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА	148
М.А. Кайгермазова, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ PAULOWNIA TOMENTOSA В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ	161
Ж.К. Шакинова, Н.Л. Озеранская, Г.С. Айтхожаева, Ю.М. Рогатнев ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ	173

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.А. Зинченко, Д.М. Алиханов, А.К. Молдажанов, А.А. Азизов, Т.Д. Георгиева РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯИЦ НА КАТЕГОРИИ	184
К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, Д.С. Зауырбекова, А.К. Жунусова, Д. Караиванов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	195
Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИММЕТРИЧНОГО РОМБОВИДНОГО ОТВАЛА	211
Д.Б. Ордатаев, Е.К. Әуелбек, Е. Саркынов, К. Жанымхан, О.П. Мешик СТЕНДОВЫЙ ШАХТНЫЙ КОЛОДЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ	225

STOCK-RAISING AND VETERINARY

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

RESEARCH, RESULTS – ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР – ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 2304-3334 (print)

Vol. 28. Is. 2. Number 110 (2026). Pp.9–23

Journal homepage: <https://journal.kaznaru.edu.kz><https://doi.org/10.37884/2-2026/01>

FTAXP / MPHTI / IRSTI 68.39.15.

**M.K. Aldabergenov¹, T. Abilzhanuly¹, M.Ya. Mikhov², N.M. Orynbayev^{1*}**¹Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, Kazakhstan;²Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Pushkarov”,

Agricultural Academy of Bulgaria, Sofia, Bulgaria.

E-mail: nmaratovich999@gmail.com**COMBINED SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF COMPLETE FEED BASED ON A BIOACTIVE MEDIUM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE****M.K. Aldabergenov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Ecology, Leading Researcher, Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, 050005, KazakhstanE-mail: marat.algabergenov.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6421-2668>;**Tokhtar Abilzhanuly**, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, 050005, KazakhstanE-mail: Tokh-tar.abilzhanuly.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>;**Miho Yankov Mihov**, Doctor, Professor, Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Pushkarov”, Agricultural Academy of Bulgaria, SofiaE-mail: n.mihov@abv.bg, <https://orcid.org/0009-0001-8740-9452>;**N.M. Orynbayev**, PhD Candidate, Senior Researcher, Scientific Production Center of Agricultural Engineering, Almaty, 050005, KazakhstanE-mail: nmaratovich999@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1819-3480>.

Abstract. The relevance of this study is determined by the need to improve feed production efficiency under arid climatic conditions and limited natural resources, which is particularly important for livestock farming in the Republic of Kazakhstan. One of the most promising approaches to solving this problem is the implementation of automated hydroponic systems for producing complete green fodder, enabling year-round production of highly nutritious biomass with minimal water and land consumption. The aim of this study is to develop and scientifically substantiate a combined automated system for hydroponic complete feed production based on a sapropel-derived bioactive medium using artificial intelligence algorithms for predictive control of cultivation parameters. The study employed engineering design methods, mathematical modeling of ultraviolet water disinfection and lighting processes, and experimental evaluation of sapropel concentration effects on hydroponic green fodder productivity. A container-based automated production unit with a capacity of up to 500 kg/day was developed, equipped with an intelligent monitoring and control system for microclimate, lighting, irrigation, and nutrient medium parameters. It was established that the optimal sapropel concentration in the nutrient solution is 2.0 %, at which the maximum hydroponic biomass yield of 29.8 kg/m² is achieved, exceeding control values by 35.4 %. The optimal photosynthetic photon flux density was determined to be 300 μmol/m²·s. Implementation of predictive artificial intelligence algorithms reduced water consumption by 31.2 % and energy consumption by 28.7 %. The developed system reduces feed production costs by 30–40 % and can be recommended for industrial implementation in arid regions.

Keywords: hydroponic green fodder; sapropel; artificial intelligence; predictive control; agricultural automation; bioactive medium; resource efficiency; feed production

For citation: M.K. Aldabergenov, T. Abilzhanuly, M.Ya. Mikhov, N.M. Orynbayev (2026). Combined system for the production of complete feed based on a bioactive medium using artificial intelligence // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 9–23. <https://doi.org/10.37884/2-2026/01> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment / Funding. This research was carried out within the framework of the project AR23488562 “Development of a combined system for the production of complete feed based on a bioactive medium in the Chatuyev farm,” funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant funding).

М.К. Алдабергенов¹, Т. Абилжанулы¹, М.Я. Михов², Н.М. Орынбаев^{1*}

¹«НПЦ Агроинженерии», Алматы, Казахстан;

²Институт «Почвоведения, агротехнологий и защиты растений» имени Николая Пушкирева, Сельскохозяйственная академия Болгарии, София, Болгария.

E-mail: nmaratovich999@gmail.com

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, БИОАКТИВТІ ОРТА НЕГІЗІНДЕ ТОЛЫҚҚУНДЫ ЖЕМ ӨНДІРУДІҢ БІРІКТІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІ

Алдабергенов М.К., т.ғ.к., экология кафедрасының доценті, Агроинженерия ғылыми-практикалық орталығының жетекші ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан

E-mail: marat.aldabergenov.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6421-2668>;

Абилжанулы Т., т.ғ.д., «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығының» бас ғылыми қызметкері, Алматы қ., Қазақстан

E-mail: Tokh-tar.abilzhanuly.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>;

Михов Михо Янков, Николай Пушкирев атындағы Топырақтану, агротехнологиялар және өсімдіктерді қорғау институтының докторы, профессоры, Болгария Ауыл шаруашылығы академиясы, София, Болгария;

E-mail: n.mihov@abv.bg, <https://orcid.org/0009-0001-8740-9452>;

Орынбаев Н.М., PhD докторанты, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығының аға ғылыми қызметкері», Алматы, Қазақстан.

E-mail: nmaratovich999@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1819-3480>.

Аннотация. Зерттеудің өзектілігі аридті аймақтар жағдайында және табиғи ресурстардың шектеулілігі кезінде жемшөп өндірісінің тиімділігін арттыру қажеттілігімен негізделеді, бұл Қазақстан Республикасының мал шаруашылығы үшін ерекше маңызды. Аталған мәселені шешудің перспективалы бағыттарының бірі су мен жер ресурстарын минималды пайдалана отырып, жоғары қоректік құндылығы бар жемшөп биомассасын жыл бойы өндіруге мүмкіндік беретін толыққұнды гидропондық жасыл жем өндірудің автоматтандырылған жүйелерін енгізу болып табылады. Осы зерттеудің мақсаты – сапропель негізіндегі биоактивті орта мен өсіру параметрлерін болжамды басқаруға арналған жасанды интеллект алгоритмдерін пайдалана отырып, гидропондық толыққұнды жем өндірудің біріктірілген автоматтандырылған жүйесін әзірлеу және ғылыми негіздеу. Жұмыста инженерлік жобалау әдістері, ультракүлгін сумен залалсыздандыру және жарықтандыру процестерін математикалық модельдеу, сондай-ақ сапропель концентрациясының гидропондық жасыл жем өнімділігіне әсерін эксперименттік бағалау қолданылды. Тәулігіне 500 кг дейін өнім өндіруге қабілетті, микроклимат, жарықтандыру, суару және қоректік ортаның параметрлерін интеллектуалды бақылау және басқару жүйесімен жабдықталған контейнерлік автоматтандырылған кешен әзірленді. Қоректік ерітіндідегі сапропельдің оңтайлы концентрациясы 2,0% екендігі анықталды, бұл жағдайда гидропондық биомассаның ең жоғары өнімділігі 29,8 кг/м² құрап, бақылау нұсқасынан 35,4 %-ға жоғары болды. Фотосинтетикалық фотон ағынының оңтайлы тығыздығы 300 мкмоль/м²·с деңгейінде анықталды. Жасанды интеллекттің болжамды алгоритмдерін енгізу су шығынын 31,2 %-ға және энергия тұтынуын 28,7 %-ға төмендетуге мүмкіндік берді.

Өзірленген жүйе жемшөп өндірісіне жұмсалатын шығындарды 30–40 %-ға төмендеті және аридті аймақтар жағдайында өнеркәсіптік енгізуге ұсынылуы мүмкін.

Түйін сөздер: гидропондық жасыл жем; сапропель; жасанды интеллект; болжамды басқару; агроөнеркәсіпті автоматтандыру; биоактивті орта; ресурсты үнемдеу; жемшөп өндірісі

Дәйексөз үшін: М.К. Алдабергенов, Т. Абилжанұлы, М.Я. Михов, Н.М. Орынбаев (2026). Жасанды интеллект технологияларын қолдана отырып, биоактивті орта негізінде толыққұнды жем өндірудің біріктірілген жүйесі // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 9–23. <https://doi.org/10.37884/2-2026/01> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс / Қаржыландыру. Бұл зерттеу AR23488562 «Чатыев атындағы шаруа қожалығында биоактивті орта негізінде толық құнарлы жем өндіруге арналған біріктірілген жүйені құру» жобасы аясында жүзеге асырылды. Жоба Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің гранттық қаржыландыруы (ГҚ) шеңберінде қаржыландырылды.

М.К. Алдабергенов¹, Т. Абилжанұлы¹, М.Я. Михов², Н.М. Орынбаев^{1*}

¹«НПЦ Агроинженерии», Алматы, Казахстан;

²Институт «Почвоведения, агротехнологий и защиты растений» имени Николая Пушкирева, Сельскохозяйственная академия Болгарии, София, Болгария.

E-mail: nmaratovich999@gmail.com

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ БИОАКТИВНОЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИИ

Алдабергенов М.К., кандидат технических наук, доцент экологии, ведущий научный сотрудник «НПЦ Агроинженерии», Алматы, Казахстан

E-mail: marat.aldabergenov.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6421-2668>;

Абилжанұлы Т., д.т.н., главный научный сотрудник «НПЦ Агроинженерии», Алматы, Казахстан

E-mail: Tokh-tar.abilzhanuly.spcae@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9513-1702>;

Михо Янков Михов, доктор, профессор, Институт «Почвоведения, агротехнологий и защиты растений» имени Николая Пушкирева, Сельскохозяйственная академия Болгарии, г.София, Болгария

E-mail: n.mihov@abv.bg, <https://orcid.org/0009-0001-8740-9452>;

Орынбаев Н.М., докторант, старший научный сотрудник «НПЦ Агроинженерии», Алматы, Казахстан

E-mail: nmaratovich999@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1819-3480>.

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности кормопроизводства в условиях аридных регионов и ограниченности природных ресурсов, что особенно актуально для животноводства Республики Казахстан. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является внедрение автоматизированных гидропонных систем производства полнорационных зеленых кормов, обеспечивающих круглогодичное получение высокопитательной кормовой биомассы при минимальном потреблении воды и земельных ресурсов. Целью настоящего исследования является разработка и научное обоснование комбинированной автоматизированной системы производства гидропонных полнорационных кормов на основе биоактивной среды сапропелевого происхождения с применением алгоритмов искусственного интеллекта для предиктивного управления технологическими параметрами выращивания. В работе использованы методы инженерного проектирования, математического моделирования процессов ультрафиолетовой дезинфекции и светотехнического обеспечения, а также экспериментальные исследования влияния концентрации сапропеля на продуктивность гидропонного зеленого корма. Разработан контейнерный автоматизированный комплекс производительностью до 500 кг/сутки, оснащенный интеллектуальной системой мониторинга и управления параметрами микроклимата, освещения, полива и питательной среды. Установлено, что оптимальная концентрация сапропеля в питательном растворе составляет 2,0 %, при которой достигается максимальная урожайность гидропонной биомассы 29,8 кг/м², что на 35,4 % превышает контрольные значения. Оптимальная плотность фотосинтетического потока определена на уровне 300 мкмоль/м²·с. Внедрение предиктивных алгорит-

мов искусственного интеллекта позволило снизить расход воды на 31,2 % и энергопотребление на 28,7 %. Разработанная система обеспечивает снижение затрат на кормопроизводство на 30–40 % и может быть рекомендована для промышленного внедрения в условиях аридных регионов.

Ключевые слова: гидропонный зеленый корм, сапропель, искусственный интеллект, предиктивное управление, автоматизация АПК, биоактивная среда, ресурсосбережение, кормопроизводство

Для цитирования: М.К. Алдабергенов, Т. Абилжанулы, М.Я.Михов, Н.М. Орынбаев (2026). Комбинированная система производства полнорационных кормов на основе биоактивной среды с применением ИИ // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 9–23. <https://doi.org/10.37884/2-2026/01> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность / финансирование: данное исследование выполнено в рамках проекта AR23488562 «Создание комбинированной системы для производства полнорационных кормов на основе биоактивной среды в крестьянском хозяйстве имени Чатыева», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан (грантовое финансирование, ГФ).

Введение.

В условиях глобального роста численности населения, изменения климата, деградации земельных ресурсов и возрастающего дефицита пресной воды обеспечение устойчивого кормопроизводства становится одной из ключевых задач современного агропромышленного комплекса. По оценкам международных организаций, к 2050 году мировой спрос на продукцию животноводства существенно возрастет, что потребует одновременного увеличения объемов производства кормов, повышения их качества и снижения ресурсной нагрузки на окружающую среду [Farvardin et al., 2024; Grazia Pastorelli и др., 2024: 645–656].

В связи с этим особую актуальность приобретают технологические решения, основанные на принципах ресурсосбережения, автоматизации, цифрового мониторинга и управляемого производства биомассы.

Для Республики Казахстан проблема формирования устойчивой кормовой базы имеет стратегическое значение ввиду высокой доли аридных и полуаридных территорий, выраженной климатической контрастности регионов, ограниченности водных ресурсов, а также сезонной зависимости традиционного полевого кормопроизводства. В ряде регионов страны природно-климатические условия ограничивают стабильное получение зеленой кормовой массы в течение года, что отрицательно влияет на себестоимость продукции животноводства и эффективность использования производственных мощностей. Государственные программы модернизации агропромышленного комплекса предусматривают внедрение цифровых технологий, интеллектуальных систем управления и энергоэффективного оборудования, направленных на повышение производительности сельского хозяйства [Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию»].

Одним из наиболее перспективных направлений решения указанной проблемы является технология производства гидропонного зеленого корма, позволяющая получать высокопитательную биомассу в контролируемых условиях независимо от сезона, погодных факторов и качества почвенного покрова. По сравнению с традиционным кормопроизводством гидропонные системы характеризуются значительно меньшим потреблением воды, сокращением земельных площадей, ускоренным циклом выращивания, снижением потерь при хранении и возможностью полной автоматизации технологического процесса [Farvardin и др., 2024; Farvardin и др., 2024; Grazia Pastorelli и др., 2024: 645–656].

Дополнительным преимуществом является возможность размещения подобных комплексов непосредственно вблизи животноводческих хозяйств, что уменьшает транспортные расходы и повышает оперативность кормообеспечения.

В последние годы опубликован ряд исследований, посвященных оценке эффективности гидропонного выращивания различных зерновых культур для получения кормовой массы. Установлено, что использование ячменя, кукурузы, сорго и других культур позволяет получать стабильный урожай зеленой биомассы при коротком производственном цикле и высокой усвояемости корма животными

[Upreti и др., 2022: 27–33; Ma и др., 2024; Annisa Hakim и др., 2024]. Вместе с тем большинство существующих решений ориентированы преимущественно на базовое проращивание зерна и не обеспечивают комплексной интеграции интеллектуального управления, биостимуляции роста растений и замкнутого ресурсного цикла.

Несмотря на значительные преимущества, действующие гидропонные комплексы имеют ряд технологических ограничений. К наиболее существенным относятся риск микробиологического загрязнения оборотной воды, высокие затраты электроэнергии на освещение и поддержание микроклимата, ограниченная гибкость традиционных таймерных систем управления, а также недостаточная адаптация режимов выращивания к текущему состоянию растений. При промышленной эксплуатации перечисленные факторы способны существенно снижать экономическую эффективность технологии, особенно в удаленных районах с ограниченной энергетической инфраструктурой [Farvardin и др., 2024; Elmulthum и др., 2023].

Одним из перспективных направлений повышения эффективности гидропонного кормопроизводства является применение алгоритмов искусственного интеллекта, обеспечивающих переход от статического управления к предиктивному регулированию технологических параметров. Использование систем, основанных на анализе данных датчиков в режиме реального времени, позволяет оптимизировать режимы полива, освещения, вентиляции и температуры, снижать расход воды и электроэнергии, а также повышать стабильность производственного процесса [Emin и др., 2022]. Подобный подход соответствует современным тенденциям развития Smart Farming и цифровизации аграрного сектора.

Дополнительный научный и практический интерес представляет использование природных биоактивных компонентов в составе питательной среды. В данной работе в качестве такого компонента рассматривается сапропель — органоминеральное донное образование пресноводных водоемов, содержащее гуминовые вещества, аминокислоты, микроэлементы и биологически активные соединения. По данным ряда исследований, сапропель способен стимулировать рост растений, активизировать обменные процессы, улучшать доступность элементов питания и повышать биологическую ценность растительной продукции [Кирдан, 2000: 130]. Однако его применение в автоматизированных гидропонных системах кормового назначения исследовано недостаточно полно.

Научная проблема заключается в отсутствии комплексных инженерно-технологических решений, объединяющих в единой системе автоматизированное гидропонное производство кормов, биоактивную стимуляцию роста природными компонентами и интеллектуальное управление ресурсными потоками. Решение данной проблемы позволит повысить устойчивость кормопроизводства, снизить себестоимость продукции и расширить возможности круглогодичного обеспечения животноводческих хозяйств качественным кормом.

Целью настоящего исследования является разработка, научное обоснование и экспериментальная оценка комбинированной автоматизированной системы производства полнорационных гидропонных кормов на основе биоактивной среды сапропелевого происхождения с применением алгоритмов искусственного интеллекта для предиктивного управления технологическими процессами выращивания. Задачи исследования включали разработку конструктивной схемы комплекса, моделирование основных технологических процессов, определение рациональных параметров освещения и биоактивной среды, а также оценку ресурсной эффективности внедряемой системы.

Материалы и основные методы.

Объект исследования и конструктивная схема установки.

Объектом исследования являлась экспериментальная комбинированная автоматизированная установка контейнерного типа, предназначенная для круглогодичного производства полнорационных гидропонных зеленых кормов в условиях ограниченности земельных и водных ресурсов. Установка разработана в рамках научного проекта AR23488562 и ориентирована на применение в животноводческих хозяйствах малой и средней мощности.

Конструктивно комплекс выполнен в виде автономного теплоизолированного контейнерного модуля вертикального типа с размещением технологического оборудования внутри производственной камеры (рис 1,2). Контейнерная архитектура обеспечивает мобильность системы, возможность быстрого монтажа на площадке хозяйства, снижение капитальных затрат на строительство отдельного производственного здания, а также эксплуатацию в различных климатических условиях.

Технологическая компоновка установки включает: накопительный резервуар поливной воды объемом 5 м³; систему насосного оборудования циркуляционного типа; модуль выращивания с двумя независимыми технологическими блоками; 16 вертикальных стеллажных секций; 32 лотка выращивания из коррозионностойкой нержавеющей стали; индивидуальные блоки вентиляции для каждой зоны выращивания; светодиодные фитолампы полного спектра; систему капельного и аэрозольного орошения; климатическую установку кондиционирования воздуха; систему отвода и рециркуляции дренажной воды; блок ультрафиолетовой дезинфекции; аэрационную систему насыщения раствора кислородом; интеллектуальный контроллер технологического управления.



Рис. 1. Общий вид автоматизированного контейнерного комплекса ГЗК
[Fig. 1. General view of the automated container complex of the GFC].

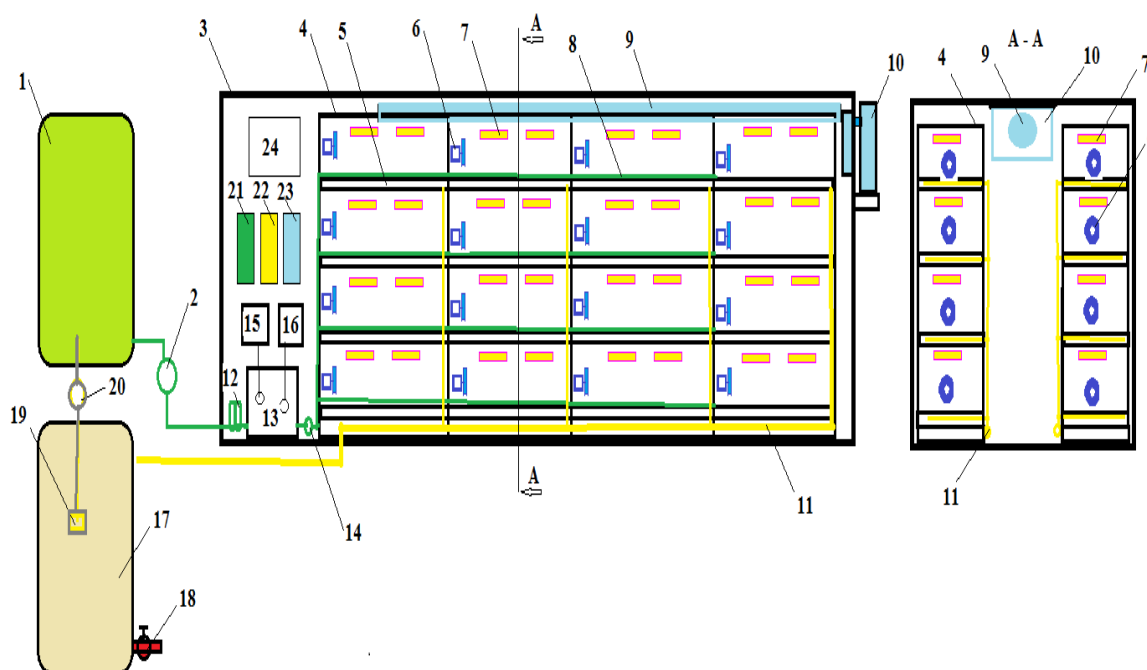


Рис. 2. Технологическая схема оборудования производства концентрированных кормов в биоактивной среде.
[Fig. 2. Process flow diagram of equipment for producing concentrated feed in a bioactive medium].

Экспликация систем (согласно Рис. 2) 1 – бак 5 куб для поливной воды, 2 – насос, 3 – контейнер внутри которого 2 блока, 4 – стеллаж по полки водном блоке, 5 – лоток из нерж стали (16 шт в одном блоке), 6 – вентилятор по одной на лотках (16 шт в блоке), 7 – фито лампы по две шт на лотках (32 шт в блоке), 8 – система полива, 9 – система кондиционирования воздуха, 10 – кондиционер, 11 – система канализации (отвода), 12 – фильтр, 13 – бак 1 куб полив воды, 14 – насос систем полива, 15 – УФ-дезинфекции поливной воды, 16 – система аэрации, 17 – бак 5 куб для отводящей воды, 18 – кран для слива, 19 – фильтр, 20 – насос для переливания, 21 – автоматика контроля поливных систем, 22 – система контроля светового потока, 23 – система контроля температурой воздуха, 24 – интеллектуальный контроллер управления.

Принцип функционирования комплекса основан на циклическом выращивании зернового сырья в гидропонной среде в течение 5–10 суток с автоматическим поддержанием параметров микроклимата и питательной среды.

Последовательная загрузка лотков по производственному циклу обеспечивает непрерывный выход готовой зеленой кормовой массы и равномерную загрузку технологических узлов комплекса. Контейнерное исполнение установки позволяет размещать оборудование непосредственно на территории животноводческого хозяйства, снижая транспортные затраты и повышая оперативность кормообеспечения.

Биоактивная среда и экспериментальный материал.

В качестве биоактивного компонента питательной среды использовался сапропель органоминерального происхождения, добытый из озер Алматинской области Республики Казахстан.

Химический состав сапропеля характеризуется следующим содержанием биологически активных компонентов:

- сырой протеин: 6,5–9,7 %;
- кальций: 3,5–8,3 %;
- фосфор: 0,2–0,3 %;
- гуминовые вещества: до 18 %;
- аминокислотный комплекс: 16 незаменимых и заменимых аминокислот [Кирдан, 2000: 130];
- витамины групп А, В, С, D, Е.

Наличие указанных компонентов способствует активизации физиолого-биохимических процессов прорастания зерна, усилению корнеобразования, ускорению накопления зеленой массы и повышению общей биологической ценности кормовой продукции [Кирдан, 2000: 130].

Для определения рациональной концентрации биоактивной среды проводились экспериментальные исследования с содержанием сапропеля в питательном растворе:

0 %; 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,0 %; 2,5 %; 3,0 %; 3,5 %.

Система интеллектуального управления на базе искусственного интеллекта.

Интеллектуальная система управления реализована на базе предиктивного алгоритма, использующего элементы искусственных нейронных сетей для адаптивного регулирования технологических параметров выращивания.

Входными параметрами модели являлись:

температура воздуха внутри контейнера; относительная влажность воздуха; концентрация CO₂; pH питательного раствора; электропроводность раствора; стадия прорастания; концентрация биоактивной среды; уровень фотосинтетически активной радиации.

Выходными управляющими воздействиями являлись:

длительность и частота циклов полива; интенсивность вентиляции; режим работы системы кондиционирования; мощность и продолжительность освещения; дозировка биоактивной среды.

Применение интеллектуального алгоритма позволило перейти от статического временного управления к адаптивному предиктивному регулированию параметров технологического процесса на основании текущего состояния биомассы и накопленных эмпирических данных. Использование элементов искусственного интеллекта обеспечивает возможность самообучения системы на основе накопленных эксплуатационных данных, что повышает точность регулирования параметров выращивания и снижает влияние человеческого фактора на производственный процесс [Емін и др., 2022].

Математическое моделирование процесса ультрафиолетовой дезинфекции.

Для обеспечения санитарно-микробиологической безопасности оборотной поливной воды применялась система ультрафиолетового обеззараживания с длиной волны 253,7 нм.

Расчет требуемого бактерицидного потока выполнялся на основании модели экспоненциального затухания УФ-излучения в жидкой среде:

$$\Phi_B = \frac{Q_{\text{час}} \cdot \alpha \cdot k \cdot \lg(P/P_0)}{\eta_{\text{п}} \eta_0}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{час}}$ – расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α – коэффициент поглощения облучаемой воды в см⁻¹, равный: для бесцветных подземных вод,

получаемых из глубоких подземных горизонтов, $0,1 \text{ см}^{-1}$; для родниковой, грунтовой и инфильтрационной воды $0,15 \text{ см}^{-1}$; для обработанной воды поверхностных источников водоснабжения $0,3 \text{ см}^{-1}$; принимаем $\alpha = 0,3 \text{ см}^{-1}$;

k – коэффициент сопротивления микроорганизмов ультрафиолетовому излучению, принимаемый равным $2500 \text{ мкВт/сек/см}^2$;

P_0 – концентрация бактерий (коли-индекс) до обработки, в расчетах принято $P_0 = 1000$;

P – концентрация бактерий после обработки, принимаемая $P = 3$;

η_n – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником излучения принимается равным $0,9$;

η_0 – коэффициент использования бактерицидного излучения, учитывающий физико-химические свойства среды и конструкцию установки, принимается равным $0,9$.

Полученная модель позволяет определить требуемую интенсивность УФ-излучения для достижения заданного уровня обеззараживания и обеспечивает снижение бактериальной нагрузки до нормативных значений [Gümüş и др., 2024: 65–72]. Применение ультрафиолетовой дезинфекции особенно важно для замкнутых гидропонных систем, где повторное использование воды без обеззараживания может приводить к накоплению патогенной микрофлоры и снижению санитарной безопасности производственного цикла

Для оценки энергетической эффективности процесса обеззараживания оценивается через удельный расход электроэнергии:

$$W_{об} = \frac{N \cdot n}{Q_{час}}, \quad (2)$$

где $W_{об}$ – удельный расход энергии, $\text{Вт} \cdot \text{ч/м}^3$;

N – мощность одной лампы, Вт (40 Вт);

n – количество ламп;

$Q_{час}$ – расход воды.

Снижение $W_{об}$ достигается за счет оптимизации числа ламп и повышения эффективности использования излучения.

Моделирование светотехнических параметров выращивания.

Для обеспечения максимальной интенсивности фотосинтеза использовались LED фитолампы специализированного спектра:

– синий диапазон: 420–460 нм;

– красный диапазон: 610–690 нм.

Оптимизация светового режима осуществлялась по параметру плотности фотосинтетического потока фотонов (PPFD) в диапазоне 200–400 $\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$. [James et al., 2015; Jung et al., 2000; A'risya A'ina Abdullah et al., 2023: 368–377].

Требуемый световой поток (F), лм, определяется по зависимости:

$$F = \frac{E \cdot S}{K_{II}} \quad (3)$$

Где E – требуемая освещенность, лк;

S – площадь освещаемой поверхности, м^2 ;

K_{II} – коэффициент использования светового потока, учитывающий конструктивные особенности осветительной системы и отражающие свойства среды (принимается в диапазоне 0,4–0,8).

Исследования выполнялись при трех режимах освещения:

– 200 $\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$;

– 300 $\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$;

– 400 $\text{мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$.

Выбранный диапазон интенсивности освещения соответствует современным исследованиям по выращиванию гидропонной биомассы в закрытых системах и позволяет оценить влияние светового потока на продуктивность растений, расход воды и энергопотребление оборудования [James и др., 2015; A'risya A'ina Abdullah и др., 2023: 368–377].

Методика экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования проводились в течение полного цикла выращивания гидропонного зеленого корма продолжительностью 10 суток.

В ходе испытаний определялись:

- Динамика расхода воды;
- Динамика энергопотребления;
- Урожайность зеленой массы;
- Линейный рост растений;
- Изменение удельной продуктивности при различных концентрациях сапропеля.

Обработка экспериментальных данных выполнялась методами регрессионного анализа с использованием коэффициента детерминации R^2 для оценки достоверности полученных моделей. Полученные статистические зависимости использовались для последующего формирования рекомендаций по рациональным режимам работы автоматизированного комплекса и оптимизации ресурсопотребления.

Результаты исследования.

Оптимизация светового режима и анализ ресурсопотребления системы.

В ходе экспериментальных исследований проведена оценка влияния плотности фотосинтетического потока фотонов (PPFD) на динамику потребления воды и электрической энергии в процессе 10-суточного цикла выращивания гидропонного зеленого корма. Исследования выполнялись при трех уровнях освещенности: 200, 300 и 400 мкмоль/м²·с. Сравнительный анализ показал, что изменение уровня освещенности оказывает комплексное влияние не только на интенсивность роста растений, но и на эксплуатационные показатели установки, включая расход воды, нагрузку на систему вентиляции и суммарное энергопотребление. Это подтверждает необходимость выбора рационального светового режима с учетом биологических и экономических критериев.

Установлено, что увеличение интенсивности светового потока сопровождается закономерным ростом энергопотребления системы, однако прирост урожайности при переходе от 300 к 400 мкмоль/м²·с не является пропорциональным увеличению энергозатрат, что указывает на снижение энергетической эффективности процесса при чрезмерной интенсификации освещения. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты замера расхода электрической энергии и воды при различных потоках света (ПС) в пределах от 200 до 400 (мкмоль/м²/с)

Дни в суток	ПС - 200		ПС - 300		ПС - 400	
	Расход эл.энер в кВт·ч	Расход воды в л/час	Расход эл.энер в кВт·ч	Расход воды в л/час	Расход эл.энер в кВт·ч	Расход воды в л/час
1	0,008	7,8	0,009	7,6	0,01	7
2	0,009	7,4	0,011	7,2	0,012	6,4
3	0,01	6,8	0,012	6,4	0,014	5,8
4	0,012	6,4	0,014	5,8	0,016	5
5	0,014	6	0,016	5,1	0,018	4,2
6	0,017	5,2	0,018	4,6	0,02	3,6
7	0,021	4,4	0,022	3,8	0,024	3,2
8	0,023	3,8	0,024	3,4	0,026	2,8
9	0,025	3,2	0,026	2,8	0,027	2,6
10	0,026	2,8	0,027	2,6	0,028	2,4

Анализ динамики расхода воды показал устойчивое снижение водопотребления в течение цикла проращивания. Это связано с постепенной стабилизацией транспирационных процессов и формированием развитой корневой системы растений, способной более эффективно использовать доступную влагу. Снижение расхода воды по мере развития растений объясняется стабилизацией водообмена, увеличением эффективности использования влаги корневой системой и уменьшением потерь при распылении раствора в более поздние периоды вегетационного цикла.

Одновременно с этим отмечен рост энергопотребления установки по мере увеличения продолжительности проращивания, что обусловлено возрастанием потребности в искусственном освещении и интенсификацией воздухообмена вследствие увеличения биомассы растений.

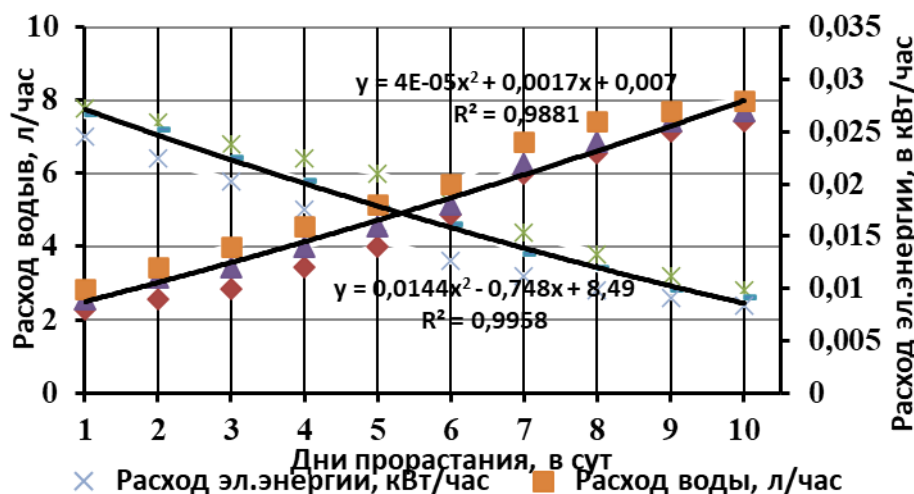


Рис. 3. Динамика изменения расхода воды и электроэнергии в процессе прорастания
 [Fig. 3. Dynamics of water and electricity consumption during germination].

Как видно из рис. 3, с увеличением продолжительности прорастания наблюдается снижение расхода воды, что обусловлено стабилизацией водопотребления растениями и формированием корневой системы. При этом энергопотребление возрастает вследствие увеличения нагрузки на систему освещения и вспомогательное оборудование.

По результатам аппроксимации экспериментальных данных получены регрессионные зависимости, описывающие изменение расхода воды и энергопотребления в функции времени проращивания:

$$Q_B = 0,0144T^2 - 0,748T + 8,49 \quad (R^2=0,9958) \quad (4)$$

$$W = 4 \cdot 10^{-5}T^2 + 0,0017T + 0,007 \quad (R^2=0,9881) \quad (5)$$

где T – время прорастания, сутки;

Q_B – расход воды, л/ч;

W – потребление электроэнергии, кВт·ч.

Высокие значения коэффициентов детерминации ($R^2 = 0,9958$ и $R^2 = 0,9881$) свидетельствуют о высокой адекватности разработанных математических моделей и подтверждают возможность их применения для прогнозирования ресурсопотребления в интеллектуальной системе управления.

Сравнительный анализ показал, что оптимальным режимом освещения является PPFD = 300 мкмоль/м²·с, при котором достигается наилучшее соотношение между урожайностью и удельными энергетическими затратами [James и др., 2015; A'risya A'ina Abdullah и др., 2023: 368–377]. Данный результат согласуется с исследованиями Weber et al. и Abdullah et al., установившими аналогичный диапазон оптимального светового потока для интенсивного выращивания гидропонной биомассы

Влияние концентрации сапропеля на продуктивность гидропонного зеленого корма.

Экспериментальная оценка влияния концентрации сапропелевой биоактивной среды на продуктивность гидропонного зеленого корма показала выраженный нелинейный характер зависимости урожайности от степени минерализации питательного раствора. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Урожайность ГЗК в зависимости от концентрации сапропеля

Концентрация сапропеля в (%)	Удельная урожайность в кг/м ²	Рост растений в (см)
0	22	0,25
0,5	24,5	1,3
1	27,1	2,6
1,5	28,8	3,6
2	29,8	4,2
2,5	29	4,3
3	27,5	4,4
3,5	25	4,3

Установлено, что увеличение концентрации сапропеля от 0 до 2,0 % сопровождается устойчивым ростом урожайности гидропонной массы с 22 до 29,8 кг/м², что соответствует увеличению продуктивности на 35,4 %. Полученный результат свидетельствует о выраженном стимулирующем дей-

ствии сапропеля как биоактивного компонента питательной среды. Вероятно, положительный эффект обусловлен наличием гуминовых веществ, микроэлементов и органических соединений, активизирующих обменные процессы в проростках.

Одновременно зафиксировано увеличение линейного роста растений с 0,25 до 4,2 см, что свидетельствует об интенсификации физиологических и биохимических процессов в растительной ткани. Рост линейных размеров растений сопровождался формированием более развитой корневой системы и повышением однородности зеленой массы, что имеет важное значение для получения стабильного по качеству кормового продукта

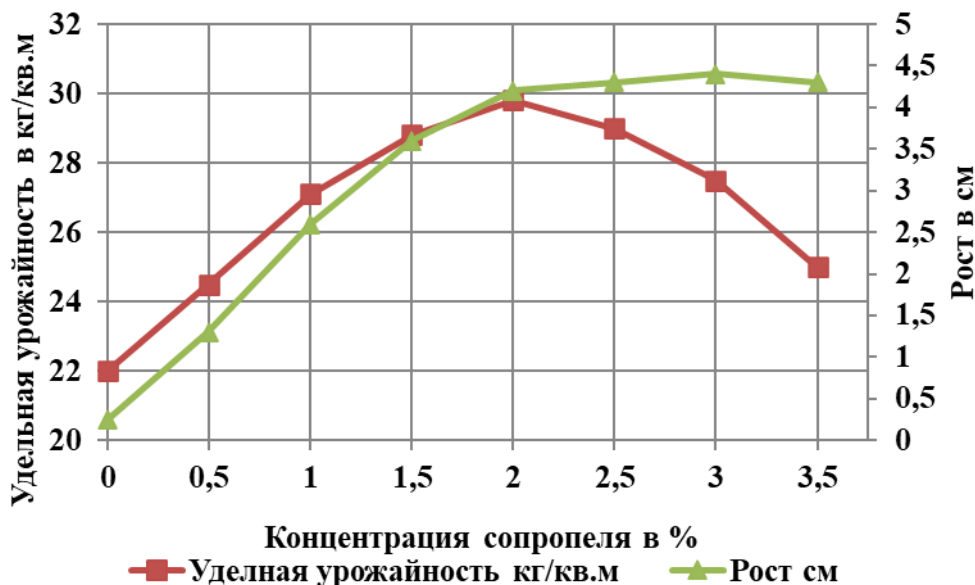


Рис. 4. Зависимость удельной урожайности от концентрации сапропеля
[Fig. 4. Dependence of specific yield on sapropel concentration].

При дальнейшем увеличении концентрации сапропеля свыше 2,0 % наблюдается снижение урожайности до 25 кг/м² при сохранении высокой скорости линейного роста растений. Данный эффект указывает на возникновение физиологического перенасыщения питательной среды минеральными компонентами, что приводит к ухудшению условий осмотического обмена и снижению эффективности усвоения питательных веществ.

Таким образом, оптимальной концентрацией биоактивной среды является 2,0 %, обеспечивающая максимальную продуктивность системы без признаков ингибирования роста.

Эффективность интеллектуального предиктивного управления.

Внедрение интеллектуального алгоритма предиктивного управления позволило реализовать адаптивную корректировку режимов полива, освещения и вентиляции на основании текущего состояния биомассы и параметров окружающей среды.

Сравнение статического и интеллектуального режимов управления показало:

- снижение суммарного потребления воды на 31,2 %;
- снижение энергопотребления на 28,7 %;
- повышение стабильности микроклимата в зоне выращивания на 22,4 %;
- сокращение отклонений pH и ЕС питательной среды на 18,9 %.

Полученные результаты подтверждают, что использование интеллектуального управления позволяет одновременно решать задачи ресурсосбережения и стабилизации технологического процесса. Особенно важно это для автономных хозяйств и удаленных производственных площадок, где стоимость воды и электроэнергии оказывает существенное влияние на себестоимость продукции.

Обсуждение результатов.

Полученные экспериментальные данные подтверждают высокую эффективность интеграции биоактивной сапропелевой среды и интеллектуального предиктивного управления в технологию гидропонного производства полнорационных кормов. Следует отметить, что положительный эффект достигается не за счет отдельного технологического фактора, а вследствие комплексного взаимодействия нескольких подсистем: рационального светового режима, стабилизированного микроклимата, управляемого полива, биоактивной стимуляции роста растений и адаптивного регулирования ресурсных потоков. Такой системный подход обеспечивает более высокий совокупный результат по сравнению с

использованием отдельных решений по отдельности.

Установленный в работе прирост урожайности на 35,4 % при использовании сапропелевой среды сопоставим, а в ряде случаев превышает результаты зарубежных исследований, посвященных применению органоминеральных стимуляторов в гидропонных системах. Так, Farvardin et al. показали, что использование биоактивных добавок в гидропонных установках позволяет увеличить продуктивность зеленой массы в среднем на 18–27 % в зависимости от вида культуры и состава применяемого стимулятора [Farvardin et al., 2024; Farvardin и др., 2024; Elmulthum и др., 2023].

Полученный в настоящем исследовании более высокий эффект может быть обусловлен специфическим гуминовым, аминокислотным и минеральным составом используемого сапропеля.

С практической точки зрения выявленный рост урожайности означает возможность увеличения выхода кормовой массы без расширения производственных площадей и без существенного роста эксплуатационных затрат. Для хозяйств с ограниченными земельными ресурсами и высокой стоимостью кормов это имеет особое значение, поскольку позволяет повысить автономность кормообеспечения и снизить зависимость от сезонных поставок.

Следует отметить, что выявленный экстремальный характер зависимости урожайности от концентрации сапропеля соответствует фундаментальным закономерностям физиологии растений. Аналогичные нелинейные зависимости ранее были установлены в исследованиях, где показано, что чрезмерная минерализация питательной среды приводит к осмотическому стрессу, нарушению водобмена и снижению эффективности фотосинтетического аппарата растений [Jung et al., 2000]. Это подтверждает необходимость точного дозирования биоактивных компонентов в автоматизированных системах выращивания. Использование избыточных концентраций не только не повышает продуктивность, но и может приводить к снижению экономической эффективности процесса.

Определенный в исследовании оптимальный диапазон освещенности 300 мкмоль/м²·с также согласуется с международными данными. В работах Abdullah et al. и Weber et al. установлено, что при интенсивном выращивании гидропонной биомассы повышение PPFD свыше 300–350 мкмоль/м²·с сопровождается ростом энергозатрат без пропорционального увеличения продуктивности растений [Jamesi др., 2015; A'risya A'ina Abdullah и др., 2023: 368–377].

Следовательно, чрезмерная световая нагрузка не всегда является экономически оправданной.

Полученные данные имеют прикладное значение при проектировании новых гидропонных комплексов, поскольку позволяют выбирать светотехническое оборудование не по максимальной установленной мощности, а по критерию оптимального соотношения биологической эффективности и удельных энергетических затрат. Это особенно важно в условиях роста стоимости электроэнергии и необходимости снижения себестоимости кормовой продукции.

Особый научный интерес представляет применение интеллектуального управления в системе гидропонного кормопроизводства. В отличие от традиционных таймерных систем, используемых во многих коммерческих установках, предложенный подход обеспечивает динамическую адаптацию параметров технологического процесса на основе анализа многопараметрических входных данных. Это позволяет оперативно изменять режимы полива, вентиляции, освещения и кондиционирования в зависимости от стадии роста растений и текущего состояния среды.

В условиях цифровизации сельского хозяйства такие системы могут быть интегрированы в единую информационную инфраструктуру предприятия с возможностью удаленного мониторинга, централизованного анализа данных, архивирования параметров работы оборудования и оперативного принятия управленческих решений [Emin и др., 2022]. В перспективе это создает основу для формирования полностью автономных модулей кормопроизводства.

С инженерной точки зрения разработанная система демонстрирует высокую степень интеграции технологических подсистем: водоподготовки, освещения, микроклимата, биостимуляции и интеллектуального управления. Такой комплексный подход выгодно отличает предложенную установку от большинства существующих решений, которые, как правило, реализуют лишь отдельные элементы автоматизации без полноценной координации всех процессов.

Контейнерное исполнение дополнительно расширяет возможности внедрения технологии, поскольку допускает размещение комплекса непосредственно вблизи животноводческих объектов. Это снижает логистические издержки, сокращает потери зеленой массы при транспортировке и повышает независимость хозяйства от внешних поставщиков кормов.

Отдельного внимания заслуживает экологический аспект разработанной технологии. Использование замкнутого водооборота, снижение потерь кормов при хранении, сокращение транспортной

составляющей и рациональное энергопотребление позволяют уменьшить совокупную нагрузку на окружающую среду и соответствуют принципам устойчивого агропроизводства.

Несмотря на полученные положительные результаты, следует отметить ряд ограничений исследования. Во-первых, испытания проводились на ограниченном наборе кормовых культур и в рамках одного технологического объекта, что требует дальнейшей проверки результатов в различных агроклиматических условиях. Во-вторых, для окончательного подтверждения универсальности алгоритмов искусственного интеллекта необходима дополнительная апробация на расширенной выборке эксплуатационных данных. В-третьих, перспективным направлением дальнейших исследований является внедрение технологий компьютерного зрения для визуального мониторинга биомассы и автоматической оценки стадий роста растений.

К дополнительным направлениям дальнейших исследований следует отнести изучение влияния различных зерновых культур, оптимизацию режимов проращивания в зависимости от сезона, оценку кормовой ценности получаемой биомассы при разных составах биоактивной среды, а также проведение длительных производственных испытаний в условиях действующих животноводческих предприятий.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что предложенная комбинированная система обладает высоким потенциалом промышленного внедрения в хозяйствах Казахстана и других стран с аридным климатом, обеспечивая повышение устойчивости кормопроизводства, снижение ресурсной нагрузки, рост производственной эффективности и улучшение качества кормовой базы.

Заключение.

В результате проведенного исследования разработана и научно обоснована комбинированная автоматизированная система контейнерного типа для круглогодичного производства полнорационных гидропонных зеленых кормов на основе биоактивной среды сапропелевого происхождения с применением алгоритмов искусственного интеллекта для управления технологическими процессами. Предложенная установка представляет собой интегрированный инженерно-технологический комплекс, объединяющий подсистемы подготовки и рециркуляции воды, ультрафиолетовой дезинфекции, регулируемого освещения, микроклиматического обеспечения, автоматизированного полива, биоактивной минерализации и интеллектуального предиктивного управления параметрами выращивания.

Разработанная система ориентирована на эксплуатацию в условиях ограниченности земельных и водных ресурсов, сезонной нестабильности кормопроизводства и необходимости круглогодичного обеспечения животноводческих хозяйств свежей зеленой кормовой массой. Контейнерный принцип исполнения обеспечивает мобильность комплекса, возможность размещения непосредственно на территории сельскохозяйственного предприятия и снижение затрат, связанных с транспортировкой и хранением традиционных кормов.

В ходе исследования сформирован комплекс математических и расчетных моделей, описывающих процессы обеззараживания поливной воды, светотехнического обеспечения, а также динамику ресурсопотребления установки. Полученные зависимости характеризуются высокой степенью достоверности и могут быть использованы для прогнозирования технологических параметров, оптимизации режимов эксплуатации оборудования и последующей интеграции в цифровые системы управления гидропонными комплексами.

Экспериментально установлено, что рациональным режимом светового облучения для выращивания гидропонного зеленого корма является плотность фотосинтетического потока $300 \text{ мкмоль/м}^2 \cdot \text{с}$. Указанный режим обеспечивает оптимальное соотношение между интенсивностью накопления биомассы и удельными энергетическими затратами. Повышение освещенности свыше данного уровня сопровождается ростом энергопотребления без сопоставимого увеличения урожайности, что свидетельствует о наличии технологического и экономического предела дальнейшей интенсификации процесса.

Одним из ключевых результатов работы является установление оптимальной концентрации сапропелевой биоактивной среды на уровне 2,0 %. При данной концентрации достигается максимальная урожайность гидропонного зеленого корма $29,8 \text{ кг/м}^2$, что на 35,4 % превышает контрольный вариант без применения биоактивной добавки. Установлено, что дальнейшее увеличение содержания сапропеля в питательном растворе приводит к снижению продуктивности вследствие перенасыщения среды минеральными компонентами и ухудшения условий усвоения питательных веществ растениями.

Показано, что использование сапропеля способствует активизации физиолого-биохимических процессов проращивания, улучшению корнеобразования, ускорению накопления зеленой массы и по-

вышению биологической ценности получаемого корма. Наличие в его составе гуминовых веществ, аминокислот, макро- и микроэлементов позволяет рассматривать сапропель как перспективный природный биоактивный компонент для применения в ресурсосберегающих технологиях кормопроизводства.

Важным научно-практическим результатом является подтверждение эффективности применения алгоритмов искусственного интеллекта в системе управления комплексом. Использование предиктивного подхода позволило перейти от статического временного регулирования к адаптивному управлению технологическими параметрами на основе анализа текущих данных датчиков и состояния производственного процесса. Интеллектуальная система обеспечивает динамическую корректировку режимов полива, освещения, вентиляции и микроклимата в режиме реального времени.

Внедрение интеллектуального управления позволило снизить суммарный расход воды на 31,2 % и энергопотребление на 28,7 % при сохранении высокой урожайности и стабильности параметров выращивания. Это подтверждает высокую эффективность цифровых методов управления для замкнутых гидропонных систем и открывает возможности дальнейшей автоматизации производственных процессов в аграрном секторе.

Практическая апробация разработанной установки показала, что производительность комплекса до 500 кг/сутки позволяет обеспечить кормовую потребность животноводческих хозяйств малой и средней мощности, а также использовать систему как дополнительный источник свежих кормов в периоды сезонного дефицита. Внедрение технологии обеспечивает снижение совокупных затрат на кормопроизводство за счет уменьшения расхода воды, электроэнергии, транспортных издержек и потерь при хранении кормов.

Научная новизна работы заключается в комплексном объединении в рамках единой технологической платформы биоактивной сапропелевой среды, автоматизированного гидропонного выращивания, математически обоснованного ресурсного моделирования и интеллектуального предиктивного управления. В отличие от существующих решений, предложенная система ориентирована не только на получение кормовой биомассы, но и на оптимизацию всего производственного цикла с учетом ресурсов, экономических и технологических факторов.

Практическая значимость результатов определяется возможностью промышленного внедрения разработанного комплекса в хозяйствах Республика Казахстан, а также в других регионах с аридными и полуаридными климатическими условиями. Технология может быть востребована в удаленных сельских районах, где наблюдается ограниченность пастбищных ресурсов, нестабильность погодных условий и высокая стоимость завозимых кормов.

Экологическая значимость разработки выражается в снижении водопотребления, рациональном использовании энергии, сокращении транспортной нагрузки и уменьшении потерь органической массы по сравнению с традиционными схемами кормообеспечения. Это соответствует современным принципам устойчивого развития агропромышленного комплекса и ресурсосберегающего производства.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением перечня выращиваемых культур, адаптацией системы к различным климатическим зонам, совершенствованием алгоритмов машинного обучения, внедрением технологий компьютерного зрения для мониторинга роста растений и созданием цифровых платформ дистанционного управления комплексом.

Таким образом, разработанная комбинированная система производства полнорационных кормов на основе биоактивной среды с применением искусственного интеллекта представляет собой эффективное инженерно-технологическое решение для модернизации кормопроизводства, повышения устойчивости животноводства и дальнейшей цифровизации сельского хозяйства. Полученные результаты подтверждают высокую перспективность внедрения подобных комплексов в условиях современного агропромышленного производства.

REFERENCES

- Address of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the People of Kazakhstan. “Kazakhstan in the Era of Artificial Intelligence: Current Challenges and Their Solutions through Digital Transformation.” <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-kazahstan-v-epohu-iskusstvennogo-intellekta-aktualnye-zadachi-i-ih-resheniya-cherez-cifrovuyu-transformatsiyu-885145>
- Annisa Hakim, Nur Rachmy Fazriyah, Tera Fit Rayani, Pria Sembada and Sulassih (2024). The effect of different harvest ages on the productivity of maize and sorghum green fodder //E3S Web of Conferences 577, 02009 (2024) *ICAS 2024*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457702009>
- A'risya A'ina Abdullah, Chu-Liang Lee, Sew-Kin Wong, Ahmad Farimin Ahmad Osman, Zhi-Lin Sum, Kah-Yoong Chan (2023). The Effect of LED Grow Light Photoperiods on Indoor Hydroponic Lettuce Farming //Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology 32. Issue 1 (2023). 368–377 <https://doi.org/10.37934/araset.32.1.368377>
- Elmulthum N.A., Zeineldin F.I., Al-Khateeb S.A., Al-Barrak K.M., Mohammed T.A., Sattar M.N., Mohmand A.S. (2023). Water Use Efficiency and Economic Evaluation of the Hydroponic versus Conventional Cultivation Systems for Green Fodder Production in Saudi Arabia. *Sustainability* 2023. 15. 822. <https://doi.org/10.3390/su15010822>.
- Emin M., Waseem M. (2022). Investigation and analysis of effective approaches, opportunities, bottlenecks and future potential capabilities for digitalization of energy systems and sustainable development goals, *Elec. Power Syst. Res.* 211 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108251>.
- Farvardin M., Taki M., Gorjian S., Shabani E., Sosa-Savedra J.C. (2024). Assessing the Physical and Environmental Aspects of Greenhouse Cultivation: A Comprehensive Review of Conventional and Hydroponic Methods. *Sustainability* 2024. 16. 1273. <https://doi.org/10.3390/su16031273>
- Green Fodder. <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10602>
- Gümüş H., Kowalczyk-Vasilev E. (2024). Effect of different sowing densities on biomass production and nutritive value of barley green fodder grown in hydroponic system. *Agron. Sci.* 79(3). 65–72. <https://doi.org/10.24326/as.2024.5400>
- Grazia Pastorelli, Valentina Serra, Lauretta Turin (2024). Everaldo Attard Hydroponic fodders for livestock production – a review *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 24. No. 3 (2024). 645–656. <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0075>
- Kirdan E.N. (2000). Energy-Saving Technology and Mechanization Tools for the Production of Hydroponic Green Fodder: PhD dissertation in Technical Sciences / KGAU. Simferopol, 2000.130 p.
- Ma Y., Guo T., Zhang Z., Amat G., Jing Y., Tuo Y. and Hou L. (2024). Effect of feeding hydroponic barley seedlings to lactating ewes on blood biochemical indexes and growth performance of lambs. *Front. Vet. Sci.* 10:1280544. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1280544>
- James A. Weber, John D. Tenhunen, David M. Gates, Otto L. Lange (2015). The effect of photosynthetic photon flux density on cucumber and tomato transplants assimilative indices // *Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development*. 2015
- Jung S., Kim J.S., Cho K.Y., Tae G.S., Kang B.G. (2000). Antioxidant responses of cucumber (*Cucumis sativus*) to photoinhibition and oxidative stress induced by norflurazon under high and low PPFDs // *Screening Research Division, Korea Research Institute of Chemical Technology*. P.O. Box 107. Yusung. Taejon. — South Korea. *Plant Sci.* 2000. Apr 25. 153 (2).
- Upreti, S., Ghimire, R.P., & Banskota, N. (2022). Comparison of different cereals for hydroponic fodder production in locally constructed polyhouse at Khumaltar, — Lalitpur, Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 15(1). 27–33. <https://doi.org/10.3126/janr.v5i1.50378>.



K.A. Iskakov^{1*}, A.C. Katasheva², M.B. Kalmagambetov³, B.T. Kulataev³

¹Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Food Production, Almaty, Kazakhstan;

²Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

³Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: kairat11101988@mail.ru

STUDY OF THE PARAMETERS OF ECONOMICALLY USEFUL SIGNS OF THE QIGAI SHEEP BREED

Iskakov Kairat Alimgozhaevich, PhD, Senior Researcher, Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Food Production LLP, 51 Zhandosova Street, 050035 Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: kairat11101988@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8424-009X>;

Katasheva Alma Chamaevna, candidate of agricultural Sciences, associate Professor, Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, ul. Tolebi 100

E-mail: alma_81.kz81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4242-4747>;

Kalmagambetov Murat Baitugelovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Coordination of Scientific Research Institute and OH. JSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010 Almaty, Abaya Avenue 8

E-mail: mbaitugel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0675-1369>;

Beibit Turganbekovich Kulataev, Candidate of Agricultural Sciences, Professor of Zooengineering, Kazakh National Agrarian Research University, Abai Avenue 8, 050010 Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: bnar68@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1567-4713>.

Abstract. The results of experiments conducted to study the fertility of queens have shown that, depending on the class affiliation, the yield of lambs per 100 surrounding queens ranges from 111–105.4 %. It should be noted that the largest number of lambs was obtained from queens of the selected elite group (111 %), which is 5.6 % higher than the number of lambs obtained from queens of the first class. A varietal analysis of the passport runes showed that with a decrease (coarsening) of the wool tone, the specific weight of the based variety decreases: the yield of the latter in the runes of sheep of 56–50 qualities was 73.9 %, in the runes of 48 qualities - 69.8 %. Breeding groups of sheep of the desired type with a live weight of 55 ± 0.13 kg, with a shorn coat of 2.4 kg. In the process of breeding the breed's population, an array of animals adapted to the natural and climatic conditions of the regions has been developed, with good productive qualities, and further breeding of animals of this breed is aimed at improving competitive productivity indicators (meat and dairy productivity, which is gaining importance). without deterioration of the quality characteristics of wool. In general, the fecundity of the wool-meat «Kazakh type» of Qigai sheep is at the level of other wool-meat semi-fine sheep breeds.

Keywords: breeding, producing sheep, sheep sheep, coarse wool, reproductive ability, meat

For citation: K.A. Iskakov, A.C. Katasheva, M.B. Kalmagambetov, B.T. Kulataev (2026). Study of the parameters of economically useful signs of the qigai sheep breed // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 24–31. <https://doi.org/10.37884/2-2026/02> [In Eng.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

К.А. Искаков^{1*}, А.Ч. Каташева², М.Б. Калмагамбетов³ Б.Т. Кулатаев³

¹Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты ЖШС.
Алматы, Қазақстан;

²Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан;

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: kairat11101988@mail.ru

ЦИГАЙ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ-ПАЙДАЛЫ БЕЛГІЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Искаков Кайрат Алимгожаевич, PhD докторы, аға ғылыми қызметкер, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, 050035 Алматы, Жандосов көшесі, 51

E-mail: kairat11101988@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8424-009X>;

Каташева Алма Чамаевна, ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, «Тағамдық биотехнология» кафедрасының қауым.профессор м.а., Алматы Технологиялық Университеті, Қазақстан, 050012, Алматы, Төле би көшесі, 100

E-mail: alma_81.kz81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4242-4747>;

Калмагамбетов Мурат Байтүгелович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент «ҒЗИ және ТШ жұмыстарын үйлестіру орталығының жетекшісі» Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8; E-mail: mbaitugel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0675-1369>;

Кулатаев Бейбит Турганбекович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «зооинженерия» профессоры, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: mbaitugel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1567-4713>.

Аннотация. Мақалада саулықтардың өсімталдылығын зерттеу бойынша жүргізілген тәжірибелердің нәтижелері көрсеткендей, сыныпқа байланысты 100 аналық қозылардың өнімділігі 111–105,4 % құрайды. Бұл ретте қозылардың ең көп саны таңдаулы элиталық топтағы аналықтардан (111 %) алынғанын атап өткен жөн, бұл I класты аналықтардан алынған қозылар санының 5,6 %-на жоғары. Паспорттық рундардың сұрыптық талдауы көрсеткендей жүн тоннасының төмендеуімен (өрлеуімен) негізделген сорттың үлес салмағы төмендейтінін көрсетті: шығу соңғы қошқар рундарында 56–50 сапа шығымы 73,9 %, рундарда 48 сапа – 69,8 % құрады. Тірі салмағы бар қойлардың селекциялық топтары 55±0,13 кг, жүнді қырқу арқылы 2,4 кг. Селекция популяциясын іріктеу процесінде жақсы өнімді қасиеттері бар аймақтардың табиғи-климаттық жағдайларына бейімделген жануарлар массиві жасалды, ал осы тұқымның жануарларын одан әрі өсіру жүннің сапалық сипаттамаларын нашарлатпай өнімділіктің бәсекелестік көрсеткіштерін (ет және сүт өнімділігінің өсіп келе жатқан рөлі) жақсартуға бағытталған. Жалпы, Цигай қойларының жүнді-етті «қазақ типіндегі» өсімталдылығы басқа жүнді-етті биязылау жүнді қой тұқымдарының деңгейінде.

Түйін сөздер: селекция, өндіруші қошқар, қошқар қой, қылшық жүн, көбею қабілеті, ет

Дәйексөз үшін: К.А. Искаков, А.Ч. Каташева, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев (2026).

Цигай қой тұқымның шаруашылық-пайдалы белгілерінің параметрлерін зерттеу // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 24–31. <https://doi.org/10.37884/2-2026/02> [In Eng.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

К.А. Искаков^{1*}, А.Ч. Каташева², М.Б. Калмагамбетов³, Б.Т. Кулатаев³

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Алматы, Казахстан;

²Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан;

³Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан.
E-mail: kairat11101988@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЦИГАЙСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

Искаков Кайрат Алимгожаевич, доктор PhD, старший научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства», Казахстан, 050035, Алматы, улица Жандосова, 51

E-mail: kairat11101988@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8424-009X>;

Каташева Алма Чамаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Алматинский технологический университет, Казахстан, 050012, Алматы, ул.Толе би 100

E-mail: alma_81.kz81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4242-4747>;

Калмагамбетов Мурат Байтугелович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент руководитель центра координации деятельности НИИ и ОХ НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: mbaitugel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0675-1369>;

Кулатаев Бейбит Турганбекович, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор «Зооинженерия», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: mbaitugel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1567-4713>.

Аннотация. В статье приведены результаты проведенных опытов по изучению плодовитости маток, которые показали, что в зависимости от классной принадлежности выход ягнят на 100 окотивших маток составляет от 111–105,4 %. При этом следует отметить, что наибольшее количество ягнят получено от маток отборной элитной группы (111 %), что выше на 5,6 % количества ягнят, полученных от маток I класса. Сортотипный анализ паспортных рун показал, что с понижением (огрублением) тонины шерсти удельный вес основного сорта уменьшается: выход последнего в рунах баранов 56–50 качеств составил 73,9 %, в рунах 48 качеств – 69,8 %. Селекционные группы овцематок желательного типа живой массой 55±0,13 кг, настригом шерсти 2,4 кг. В процессе селекции популяции породы выработался массив животных, приспособленных к природно-климатическим условиям регионов, имеющих хорошие продуктивные качества, а дальнейшее разведение животных этой породы направлено на улучшение конкурентных показателей продуктивности (мясная и набирающая роль молочная продуктивность) без ухудшения качественных характеристик шерсти. В целом, плодовитость шерстно-мясного «казахского типа» цигайских овец находится на уровне других шерстно-мясных полутонкорунных пород овец.

Ключевые слова: селекция, баран-производитель, баранчик, овцематка, грубая шерсть, воспроизводительная способность, мясность

Для цитирования: К.А. Искаков, А.Ч. Каташев, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев (2026). Изучение параметров хозяйственно-полезных признаков цигайской породы овец // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 24–31. <https://doi.org/10.37884/2-2026/02> [In Eng.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction.

In Kazakhstan, sheep farming is the leading branch of agriculture. The republic has developed a wide variety of sheep farming industry management systems, ranging from year-round pasture to semi-stable pasture. The variety of natural and economic conditions in the agricultural sector, the different levels of intensification of livestock industries, determine the use of various systems and methods of feeding and keeping sheep [Zengku et al., 2022]. The domestication of sheep (*Ovis aries*) from wild mouflon was initiated in the Early Neolithic period on the peninsula of Asia Minor, and in the period from 8000 BC spread to continental Europe,

reaching its northern part along the Danube route by the 6000s BC [Larsson et al., (2024)]. During the Roman Empire, sheep entered ancient Egypt, where the textile industry was formed based on the wool produced [Orfinskaya, 2024: 104–118]. In 3–5 thousand years BC, sheep migrated from their center of domestication to other regions of Asia, Europe and Africa. During this period, both woolly and thick-tailed breeds were formed, which spread in Central Asia, Southwest Asia and East Africa from Egypt to South Africa. In the period of about 3000–5000 BC, sheep from the Mongolian plateau spread to Southeast Asia [Akhatayeva et al., 2025: 934–960]. As a result, there is an increase in the overall variability between the rocks being formed, of which there are currently about 1400 [Fonseca et al., 2024]. The Tsigai sheep breed is one of the oldest breeds originating from the Balkan Peninsula. It is currently widespread in Russia, Kazakhstan, Ukraine and other countries. Qigai sheep are characterized by high productivity in meat and wool, as well as good adaptability to different climatic conditions.

The most common of these are stable-pasture or pasture-stable, and in some areas, year-round stable keeping of sheep [Prache et al., 2022].

The Qigai breed of sheep of the intra-breed «Kazakh type» is characterized by its outstanding vitality, constitutional strength, transportability and adaptive abilities. According to these qualities, Qigai sheep know no equal among cultivated breeds. Wool is the best raw material for the production of technical cloths used in pulp, paper and other industries and for the manufacture of knitwear. The wool tone of Qigai sheep ranges from 44–56 quality. The most important feature of wool is its high elasticity and low rolling capacity, which are of paramount importance in the production of technical fabrics. The average length of wool of Qigai sheep in most herds is 8–10 cm, but there are large groups of animals with longer hair, reaching 12–18 cm, which includes the intra-breed «Kazakh type».

The yield of pure wool is 56–58 %. Wool has a good balance in fleece and staple, wool is low in fat content, the fat content is 8–15 %, with good feeding, this fat content ensures the preservation of normal physical properties of wool. According to the conclusion of wool processing plants and laboratory research data, wool is characterized by high fiber strength. Its breaking length is within 8–10 km [Instructions for bonitating semi-fine sheep with the basics of breeding work, 1986].

Currently, breeding and research work are aimed at increasing the number of animals of the desired type.

The Tsigai sheep breed, which successfully combines high wool and meat productivity, is the only breed in Kazakhstan that is zoned in the conditions of farms in the Aktobe region. It is well adapted to the local climatic and economic conditions. One of the most valuable properties of Qigai sheep is wool, which has high elasticity, rigidity, low felling capacity, increased hygroscopicity and good strength, which distinguishes it from wool of other semi-fine sheep breeds. An analysis of the pace of development of sheep farming indicates that the overall production, harvesting and processing technology of sheep products still do not meet modern requirements [Alishev, 1994: 185].

Currently, the further development of sheep farming is largely due to an increase in demand for the meat productivity of animals [Smagulov et al., 2023; 30–36]. There are several ways to achieve these goals. Some scientists believe that the further development of the Qigai sheep breed is based on crossing them with precocious specialized sheep breeds, but the attraction of genotypes not characteristic of the selected region is often eliminated, since it involves the choice of those paternal forms that would guarantee heterosis. That is why the involvement of other breeds is considered laborious, since cases of a low level of additive effect and, consequently, a low degree of heritability of productivity indicators have been noted [Černá et al., 2023; 407–413].

In the practice of global sheep breeding, an important place is given to the crossing of local indigenous sheep breeds with factory breeds of different areas of productivity, using global gene pools. Such methods make it possible to increase the volume of sheep production and improve its quality in a short period of time. The resulting crossbreeds are characterized by precocity and productive characteristics are not inferior to the original breeds [Orakbayeva et al., 2023].

Methods and materials.

The improvement of Qigai sheep is carried out mainly by purebred breeding, using intra-breed types. In the course of the work, selection and selection was carried out according to the main productive and economically useful characteristics. For the selection of animals of the desired type, the minimum requirements for productivity indicators of Qigai sheep, developed by scientists from VIZHA and KazNITIO, have been adopted.

The determination of fatness and live weight of ewes before mating is carried out by weighing for

targeted selection [Methodological guidelines for the study of sheep wool, 1983].

The reproductive capacity of the queens was determined based on insemination and lambing data, and the survival rate of lambs was determined by taking into account the mating and departure of lambs during the suckling period.

Determination of the length of the wool of breeding sheep and ewes intended for selection - according to the length of the wool, by measuring with a ruler with an accuracy of 0.1 cm. The experimental material obtained in the experiments was processed by the method of variational statistics according to the method of E. K. Merkuriev [Merkurieva, 1988].

Results and discussion.

Reproductive properties of Kazakh wool and meat type queens of the Qigai breed

In 2018, the reproductive properties of Kazakh wool and meat type queens of the Qigai breed of Kumzhargan LLP, Mugalzhar district, Aktobe region, were studied. A comparative characteristic of the fertility of ewes is presented in Table 1.

For the experiment, two groups of sheep of the desired type were formed, the first selected group of elite class queens (n= 500) with an average live weight of 55 kg. The second group of queens of class I (n= 648) - 53 kg.

Table 1 – Fertility of the formed groups of female sheep

Indicators	Groups	
	I	II
Number of inseminated queens, heads	500	648
Total lambs received, heads	555	683
Per 100 pregnant queens, in %	111	105,4
Education of lambs from birth to weaning	99,6	98,5

The results of the study of the fertility of the queens showed that, depending on the class affiliation, the yield of lambs per 100 surrounding queens ranges from 111–105.4 %. It should be noted that the largest number of lambs was obtained from queens of the selected elite group (111 %), which is 5.6 % higher than the number of lambs obtained from queens of the first class. In general, the fecundity of the wool-meat «Kazakh type» of Qigai sheep is at the level of other wool-meat semi-fine sheep breeds in Kazakhstan.

In 2018–2020, the growth and development of young animals from birth to 12 months of age were studied. The quality of offspring obtained from the tested sheep. Table 2 shows the productive indicators of the sheep producers used in the experiment.

Table 2 – Characteristics of the tested sheep by the quality of offspring used in the experiment at the age of 12 months.

Individual number	Live weight, kg	Sheared wool in kg 13 months	Bonitization
KZD223611082	53	4,2	Cm D 13.0 And 50 y w w k * 00000 el
KZD223106290	56	4,5	Cm D 13.0 And 50 y w w k * 00000 el
KZD223610701	55	4,2	Cm D 14.0 And 48 y w w k * 00000 el
KZD2236110381	56	4,5	Cmm D 12.0 And 56 y w w k * 00000 el
KZD2236113110	54	4,6	Cmm D 14,5 And 56 y w w k * 00000 el

The sheep used in the experiment, both in live weight, shearing and quality, meet the requirements of the elite class.

The dynamics of growth and development of young animals obtained from tested sheep in terms of offspring quality are shown in Table 3.

The growth and development of lambs from birth to 12 months of age differs from the tested rams in terms of offspring quality [Bogolyubsky, 1963: 46–62].

Table 3 – Live weight of offspring from the tested sheep at the age of 12 months.

Инд.номер	Sex of offspring	n	Live weight, kg		Average daily increase, g	Live weight, kg	Animal class elite+ 1 class
			at birth $m \pm m$	when chipping $m \pm m$		12 month $m \pm m$	
KZD223611082	ram	30	3,66 $\pm$ 0,15	27,42 $\pm$ 0,73	196	47,0 $\pm$ 0,05	64
	sheep	25	3,19 $\pm$ 0,11	26,1 $\pm$ 0,53	186	38,6 $\pm$ 0,05	55

KZD223106290	ram	31	3,3±0,15	26,07±0,69	184	46,4±0,06	59
	sheep	23	3,43±0,13	25,9±0,81	180	37,7±0,05	49
KZD223610701	ram	22	3,68±0,2	28,1±0,69	201	47,3±0,06	67
	sheep	24	3,56±0,15	27,6±0,74	189	38,7±0,07	59
KZD2236110381	ram	26	3,52±0,14	27,0±0,52	193	46,8±0,06	61
	sheep	27	3,34±0,15	26,9±0,81	180	38,0±0,07	50
KZD2236113110	ram	27	3,43±0,18	27,5±0,55	196	47,0±0,05	65
	sheep	24	3,15±0,15	25,9±0,81	180	38,4±0,06	54

As can be seen from this table 3, in terms of live weight, both at birth and at the age of 3 months, the offspring of KZD223610701 sheep have a noticeable superiority compared to peers and relatives from other groups of sheep. So, when weaning from queens at the age of 4 months, sheep from sheep KZD223610701 exceeded their peers from sheep in live weight: KZD223611082 by 0.7 kg or 2.5 %; KZD223106290 by 2.03 kg or 7.2 %; KZD2236110381 by 1.0 kg or 3.9 %; KZD2236113110 by 0.6 kg or 2.1 %.

A similar pattern is observed for the group of female peers, respectively: by 1.5 kg or 5.4 %; by 1.7 kg or 6.2 %; by 0.7 kg or 2.5 %; by 3.1 kg or 11.2 %; by 1.7 kg or 6.2 %.

At the age of 12 months, sheep from KZD223611082 and KZD2236113110 sheep had the same live weight (47.0–47.0), and sheep from KZD223610701 sheep exceeded their peers in live weight: from sheep KZD223106290 and KZD2236110381 by 0.9 kg or 1.2 % and 0.5 kg or 1.0 %. According to the group of yarns: yarns from sheep KZD223610701 had a live weight of 38.7 kg, which is higher than the yarns from sheep KZD223106290 per 1 kg or 2.6 %, there is no significant difference between the other groups according to these indicators.

Breeding groups of sheep of the desired type were formed in Kumzhargan LLP (n=570) with a live weight of 55±0.13 kg and a wool cut of 2.4 kg. Physical and mechanical properties of wool of various sexes and age groups.

In 2019, laboratory studies of wool of the Kazakh wool and meat type of the Qigai breed were carried out according to the following characteristics: the condition and nature of the coat, the balance of the coat in tone and length, the quality and color of the fat content, the amount of convolution per 1 cm of length and the nature of the convolution, the varietal composition of the wool, the characteristics of the passport runes were given.

The fleece 58 qualities were balanced in terms of tone and length, however, the fiber tone in the staple did not meet the requirements of the industrial standard.

The wool is dry and weakened at the base of the staple. The amount of fat is insufficient. Zhiropot of different colors: cream, yellow, lemon. The convolution of the coat is mostly clear, sometimes washed out and stretched. The number of convolutions per 1 cm of length is 4, rarely 5.

Fleece 56 qualities are balanced in terms of the tone and length of the wool. The uneven fiber toning in the staple met the requirements of the standard. The wool is dry, weakened at the base of the staple. The amount of fat is insufficient. The color of the fat is mostly cream. The sinuosity of the wool is clearly expressed, but there were runes whose wool had a sinuosity elongated and washed away. The number of convolutions per 1 cm in most runes is 3, rarely 4–5.

The fleece 50 qualities are mainly balanced in terms of the tone and length of the wool, the indicators of uneven tone of the wool fibers in the staple met the requirements of the industrial standard.

The wool is dry, weakened at the base of the staple. The amount of fat is insufficient. The zhiropot is cream-colored, but there were runes with lemon-colored zhiropot. The tortuosity is mostly normal, well-defined, sometimes slightly elongated and washed out. The number of coils per 1 cm of length is from 1.5 to 3. The fleece 48 qualities are mainly balanced in terms of the tone and length of the wool.

Wool is most often dry, blistered at the base of the staple. The amount of fat is insufficient. The color of the fat is lemon and cream. The convolution is slightly elongated and washed out. The number of convolutions per 1 cm of length is 1–2.

A varietal analysis of passport runes showed that with a decrease (coarsening) of the wool tone, the specific weight of the based variety decreases: the yield of the latter in the runes of sheep of 56–50 qualities was 73.9 %, in the runes of 48 qualities - 69.8 % (Table 4). An anological pattern was also observed in the uterus, where wool of the main grade was isolated from runes of 58–56 qualities, 76.8–79.9 % and from runes of 50–48 qualities, 53.9–59.5 %.

Table 4 – Characteristics of the studied runes by quality

The tonin of the wool of the established grade, quality	Number of runes	Including				
		58	56	50	48	46 and rude
ram						
56	5	2,4	73,9	19,5	4,2	
50	5		14,8	73,9	10,8	0,5
48	5			23,3	69,8	6,9
sheep						
58	5	76,8	18	4	0,8	0,4
56	5	3,5	79,9	12,5	3,6	0,5
50	5	0,1	30,4	59,5	8,9	1,1
48	5	0,3	11,9	34,1	53,2	0,5

At the same time, it was noted that in all runes, the bulk of wool (84.7–93.4) consisted of two adjacent qualities: 56–50 and 50–48, which indicates their good balance in tone.

The fleece of Qigai sheep was also characterized by good wool tone balance in the middle zone of the staple, which grew during a favorable season (Table 4). This gives reason to assert that, from a genetic point of view, the Qigai sheep of the breeding herd are capable of producing wool that is well balanced in the staple. However, under the influence of paratypical factors (low level of feeding, dryness, lactation of queens, etc.), the balance of wool fibers in terms of tonin decreases by 3–4 absolute percent. It follows that improving the quality of Qigai wool produced in the Aktobe region primarily depends on the feed base.

Table 5 – Toning and equalization of wool in the staple (middle zone)

Wool tone, quality	Number of samples	The equalization of wool fibers in the staple by tonin		
		m±m	±G	C%
The main ram				
50	10	30,8±0,12	6,32	20,5
58	10	33,3±0,10	7,64	22,9
46	10	35,6±0,13	8,43	23,7
sheep				
58	15	26,1±0,10	6,81	26,1
56	15	27,9±0,09	6,30	22,6
50	15	29,7±0,1	7,22	24,3
48	15	32,5±0,12	7,80	24,0
sheep are 1 year old				
56	10	27,9±0,09	6,22	22,3
50	10	29,3±0,11	6,77	23,1
48	10	31,8±0,10	7,76	24,4

Breeding groups of sheep of the desired type were formed in Kumzhargan LLP (n=600) with a live weight of 54±0.13 kg, with a wool cut of 2.4 kg.

Conclusions.

In general, with the proper organization of breeding and breeding research, the breeding of wool and meat Kazakh type Qigai sheep in the Central zone of the Aktobe region is an economically profitable branch of sheep breeding. In general, the wool of young Qigai sheep was typical of a homogeneous semi-fine, well-balanced staple and fully met the requirements of the light processing textile industry.

REFERENCES

- Alishev K.Z. (1994). Aktoke semi-coarse-wooled sheep /Aktyubinsk 1994. 185 p. [in Russ.].
- Bogolyubsky S.N. (1963). On the growth and development of sheep. — M: Publishing House of Agricultural Literature, Magazines and Posters, 1963. Pp.46–62 [in Russ.].
- Černá, M., Margetin, M., Veselá, Z., & Milerski, M. (2023). Effects of crossbreeding on milk production of sheep. *Czech Journal of Animal Science*. 68(10). 407–413. doi: 10.17221/39/2023-CJAS [in Eng.].
- Fonseca, P.A.S., Suárez-Vega, A., Arranz, J.J., & Gutiérrez-Gil, B. (2024). Integration of selective sweeps across the sheep genome: understanding the relationship between production and adaptation traits. *Genetics, selection, evolution: GSE*, 56(1). 40. <https://doi.org/10.1186/s12711-024-00910-w> [in Eng.].
- Larsson, M. N. A., Morell Miranda, P., Pan, L., Başak Vural, K., Kaptan, D., Rodrigues Soares, A. E., Kivikero, H., Kantanen, J., Somel, M., Özer, F., Johansson, A. M., Storå, J., & Günther, T. (2024). Ancient Sheep Genomes Reveal Four Millennia of North European Short-Tailed Sheep in the Baltic Sea Region. *Genome biology and evolution*, 16(6). evae114. <https://doi.org/10.1093/gbe/evae114> [in Eng.].
- Methodological guidelines for the study of sheep wool. — Moscow. 1983 [in Russ.].
- Merkuryeva E.K. (1988). Methods of variational statistics. — Moscow: Agropromizdat. 1988 [in Russ.].
- Orfinskaya O. V. (2024). Archaeological textiles as an indicator of social relations and religious beliefs in Egypt. *Egypt and Neighboring Countries*. (1). 104–118. doi: 10.24412/2686-9276-2024-00005 [in Russ.].
- Orakbayeva A.D. Adylkanova Sh.R. Sadykulov T.S. Sansyzbayeva B.K. (2023). Formation of meat productivity of lambs of the saryarkinsky fat-tailed sheep breed (intra-breed zhanaarkinsky type) // *Istenister, natizheler-Research, results*. №4 (100). 2023. ISSN 2304–3334. <https://doi.org/10.37884/4-2023/03> [in Russ.].
- Prache S. Schreurs N. Guillier L. (2022). Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. *Animal*. Volume 16. Supplement 1. February 2022, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100330> [in Eng.].
- Instructions for bonitating semi-fine sheep with the basics of breeding work. — M. 1986. [in Russ.].
- Smagulov, D., & Kassimova, G. (2023). Bioconversion protein and energy in feed into meat productivity of the young sheep. *Science and education*, 3(2 (71), 30–36. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-2-3-30-36> [in Russ.].
- Xu, S., Akhatayeva, Z., Liu, J., Feng, X., Yu, Y., Badaoui, B., Esmailzadeh, A., Kantanen, J., Amills, M., Lenstra, J.A., Johansson, A.M., Colman, D.W., Liu, G.E., Curik, I., Orozco-terWengel, P., Paiva, S.R., Zinovieva, N.A., Zhang, L., Yang, J., Liu, Z., Li, M. (2025). Genetic advancements and future directions in ruminant livestock breeding: from reference genomes to multiomics innovations. — *Science China. Life sciences*, 68(4), 934–960. <https://doi.org/10.1007/s11427-024-2744-4> [in Eng.].
- Zengkui Lu. Yaojing Yue. Haina Shi. Jinxia Zhang. Tiaoguo Liu. Jianbin Liu. And Bohui Yang (2022). Effects of Sheep Sires on Muscle Fiber Characteristics // Fatty Acid Composition and Volatile Flavor Compounds in F1 Crossbred Lambs *Foods* 2022. 11(24), 4076; <https://doi.org/10.3390/foods11244076> [in Eng.].

Искаков Кайрат Алимгожаевич – концептуализация, написание и редактирование текста.

Каташева Алма Чамаевна – курирование данных, проведение экспериментов, ресурсы.

Калмагамбетов Мурат Байтугелович – проведение экспериментов, сбор данных.

Кулатаев Бейбит Турганбекович – проведение экспериментов, сбор данных.



E. Razuan¹, A.M. Ombayev^{1*}, S.A. Dauletov², S.T. Eshmuratova³

¹NAO “Kazakh National Agrarian Research University”, Almaty, Kazakhstan;

²LLP «Beket-Daulet», Almaty region, Ili district, village of Akshy, Kazakhstan;

³Karakalpak Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Nukus city, Karakalpakstan, Uzbekistan.

E-mail: abdi_rahman@mail.ru

AGE AND SEX-RELATED CHANGES IN LIVE BODY WEIGHT OF CAMEL

Razuan Ergali, Doctoral student, NAO “Kazakh National Agrarian Research University”, Almaty, Abai Avenue 8, 050021, Kazakhstan

E-mail: razuanergali@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-6750-4771>;

Ombayev Abdirakhman Moldanazaruly, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the International Research Center for Quality Management in Animal Husbandry, NAO “Kazakh National Agrarian Research University”, Almaty, Abai Avenue 8, 050021, Kazakhstan

E-mail: abdi_rahman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1347-6249>;

Dauletov Sydyk Abuovich, Candidate of Agricultural Sciences, General Director LLP «Beket-Daulet», Almaty region, Ili district, village of Akshy, Kunaev str., 27, Kazakhstan

E-mail: daulet.beket@mail.ru;

Eshmuratova Sulukhan Tulegenovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of “Zooengineering and Veterinary Medicine” of the Karakalpak Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Nukus city, Kh.Abdambetov str., 230101, Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan

E-mail: sulukhaneshmuratova@gmail.com.

Abstract. The article presents the results of a study on the live weight of Kazakh Bactrian and Turkmen dromedary camel breeds at the ages of 3 days, 6, 18, and 42 months, raised at the “Daulet-Beket” LLP farm in the Ile district of the Almaty region. The study analyzes the live weight indicators of camel offspring based on age and sex, describes their weight gain patterns, and determines their compliance with the standard requirements for camel breeds raised in Kazakhstan. It was established that the primary growth process of the live body weight of Kazakh Bactrian and Turkmen dromedary camel calves reaches its peak intensity during the period up to six months of age. Subsequently, further weight gain is shaped by changes in body conformation, physiological adaptation to the natural environment, and other biological characteristics inherent to the species. In the south-eastern region of Kazakhstan, the birth weight of three-day-old Kazakh Bactrian calves was 39.7 kg for females and 42.1 kg for males, while for Turkmen Dromedary calves, the weights were 37.5 kg and 44.7 kg, respectively. By six months of age, the live weight of Turkmen Dromedary calves reached 187.7 kg for females and 202.2 kg for males, whereas for Kazakh Bactrian calves, the weights were 184.5 kg and 192.6 kg, respectively. While the difference in live weight persisted among eighteen-month-old young camels, no significant differences were observed in camel offspring aged thirty and forty-two months.

Keywords: bactrian, dromedary, camel, live weight, sex, female, male

For citation: E. Razuan, A.M. Ombayev, S.A. Dauletov, S.T. Eshmuratova (2026). Age and sex-related changes in live body weight of camel // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 32–40. <https://doi.org/10.37884/2-2026/03> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Е. Разуан¹, А.М. Омбаев^{1*}, С.А. Дәулетов², С.Т. Ешмуратова³

¹КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Алматы, Қазақстан;

²«Бекет-Дәулет» ЖШС, Алматы облысы, Іле ауданы, Ақши ауылы, Қазақстан;

³Қарақалпақстан ауылшаруашылығы және агротехнология институты, Нөкіс, Қарақалпақстан, Өзбекстан.

ТҮЙЕ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ТІРІЛЕЙ САЛМАҒЫНЫҢ ЖАСЫНА ЖӘНЕ ЖЫНЫСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Разуан Ерғали, PhD докторанты, КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан, 050021, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: razuanergali@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-6750-4771>;

Омбаев Абдирахман Молданазарұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Мал шаруашылығы өнімдерін өндірудің сапасын басқару» Халықаралық зерттеу орталығының жетекшісі, КЕАҚ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Қазақстан, 050021, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: abdi_rahman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1347-6249>;

Дәулетов Сыдық Абуович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Бекет-Дәулет» ЖШС бас директоры, Қазақстан, Алматы облысы, Іле ауданы, Ақши ауылы, Қонаев көшесі, 27 үй

E-mail: daulet.beket@mail.ru;

Ешмуратова Сұлхан Төлегенқызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, «Зооинженерия және ветеринария» кафедрасының меңгерушісі, Қарақалпақстан ауылшаруашылығы және агротехнология институты, Нөкіс қаласы, Х.Абдамбетов көшесі, үй нөмірсіз, 230101, Қарақалпақстан Республикасы, Өзбекстан

E-mail: sulukhaneshmuratova@gmail.com.

Аннотация. Мақалада Алматы облысы Іле ауданы «Даулет-Бекет» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінде өсірілетін бір өркешті - қазақ бактриан және қос өркешті- түрікмен дромедар түйе тұқымдарының үш күндік, 6, 18 және 42 айлық жас түйелерінің тірілей салмақтарын өлшеп-зерттеу нәтижелері ұсынылған. Түйе тұқымдары төлдерінің жасына және жынысына қарай тірілей салмағы көрсеткіштерін талдау арқылы, олардың тірілей салмақ қосуы сипатталып, Қазақстанда өсірілетін түйе тұқымдарының стандартық талаптарына сәйкес келетіндігі анықталды. Қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдары боталарының негізгі тірілей салмағының өсуі жасының алты айлығына дейінгі кезеңде ең жоғарғы деңгейге жетеді, ары қарай салмақ қосуы дене пішінінің өзгеруіне, ағзасының табиғи ортаға бейімделуіне, тағы басқада жануар әлеміне тән қасиеттер арқылы қалыптасады. Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында өсірілетін қазақ бактриан түйе тұқымының үш күндік боталары жынысына қарай ұрғашысы 39,7 кг, еркегі 42,1 кг салмақ тартса, түркімен дромедар түйе тұқымы боталары сәйкесінше 37,5 кг және 44,7 кг болды, ал алты айлық түркімен дромедар түйе тұқымы боталарының тірідей салмағы жынысына қарай сәйкесінше 187,7 кг және 202,2 кг, ал қазақ бактриан түйе тұқымы боталарында сәйкесінше 184,5 және 192,6 кг болды. Он сегіз айлық жас түйелердің тірілей салмағының арасындағы айырмашылық сақталып, отыз және қырық екі айлық түйе төлдерінде айтарлықтай айырмашылық байқалмады.

Түйін сөздер: бактриан, дромедар, түйе, тірілей салмақ, жыныс, ұрғашы, еркек

Дәйексөз үшін: Е. Разуан, А.М. Омбаев, С.А. Дәулетов, С.Т. Ешмуратова (2026). Түйе тұқымдарының тірілей салмағының жасына және жынысына байланысты өзгеру ерекшеліктері // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 32–40. <https://doi.org/10.37884/2-2026/03> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс. Алматы облысы Іле ауданы «Даулет-Бекет» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің ұжымына ғылыми-зерттеулер аясында қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдары боталарының тірілей салмақтарын өлшеуге мүмкіндік жасап қол ұшын бергендеріне алғысымызды білдіреміз.

Е. Разуан¹, А.М. Омбаев^{1}, С.А. Даулетов², С.Т. Ешмуратова³*

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, Казахстан;

²ТОО «Бекет-Дәулет», Алматинская область, Илийский район, Акши, Казахстан;

³Каракалпакского института сельского хозяйства и агротехнологий, город Нукус, Каракалпакстан, Узбекистан.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ ВЕРБЛЮДОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА

Разуан Ергали, докторант PhD, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан 050021, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: razuanergali@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-6750-4771>;

Омбаев Абдирахман Молданазарулы, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель Международного исследовательского центра “Управление качеством производства продукции животноводства” НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050021, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: abdi_rahman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1347-6249>;

Даулетов Сыдық Абуович, кандидат сельскохозяйственных наук, генеральный директор ТОО «Бекет-Дәулет», Казахстан, Алматинская область, Илийский район, село Акши, улица Кунаева, дом 27
E-mail: daulet.beket@mail.ru;

Ешмуратова Сулукхан Тулегеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Заведующий кафедрой «Зооинженерия и ветеринария» Каракалпакского института сельского хозяйства и агротехнологий, город Нукус, улица Х. Абдамбетова б/н, 230101, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
E-mail: sulukhaneshmuratova@gmail.com.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования динамики живой массы молодняка двугорбых верблюдов породы казахский бактриан и одногорбых верблюдов породы туркменский дромедар в возрасте 3 дней, 6, 18 и 42 месяцев. Исследование проводилось на базе хозяйства ТОО «Даулет-Бекет» Илийского района Алматинской области. В работе проанализированы показатели живой массы приплода в зависимости от возраста и пола, описан процесс набора веса и установлено их соответствие стандартным требованиям к породам верблюдов, разводимых в Казахстане. Установлено, что наиболее интенсивный рост живой массы у верблюжат казахского бактриана и туркменского дромедара наблюдается в период до шестимесячного возраста. В дальнейшем темпы прироста массы стабилизируются и формируются под влиянием изменения экстерьера, адаптации организма к природной среде и других биологических особенностей, характерных для данных животных. В условиях юго-восточного региона Казахстана живая масса новорожденных верблюжат казахского бактриана составила: у самок – 39,7 кг, у самцов – 42,1 кг. У туркменского дромедара эти показатели составили соответственно 37,5 кг и 44,7 кг. К шестимесячному возрасту живая масса верблюжат туркменского дромедара достигла 187,7 кг (самки) и 202,2 кг (самцы), в то время как у казахского бактриана она составила соответственно 184,5 кг и 192,6 кг. Разница в живой массе сохранялась у молодняка в возрасте восемнадцати месяцев, а к тридцати и сорока двум месяцам существенных различий в живой массе между группами не наблюдалось.

Ключевые слова: бактриан, дромедар, верблюд, живая масса, пол, самка, самец

Для цитирования: Е. Разуан, А.М. Омбаев, С.А. Даулетов, С.Т. Ешмуратова (2026). Особенности изменения живой массы верблюдов различных пород в зависимости от возраста и пола // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 32–40. <https://doi.org/10.37884/2-2026/03> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе.

Қазақстан ерте заманнан қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдарын өсіруші республика болып саналды. Түйе шаруашылығымен 10 облыс айналысады, алдағы уақытта Қазақстанның барлық аймақтарында саланы дамыту өте маңызды іс-шара.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасындағы түйе саны 285,4 мың басты құрайды. Өндірістік түйе шаруашылығын дамыту жағдайында негізгі мәселе – түйе сүтін өндіруді тұрақты дамыту, себебі түйе сүтіне деген сұраныс оның өндірістік мүмкіндіктерінен асып түсуде.

Қазақстанда шөлейт жерлер Каспий теңізінен Қаратау етегіне дейінгі кең жолақты алып жатыр. Қазақтың Ұлы даласында үш шөлді-шөлейтті өңірі бар: құмды – Қызылқұм, Мойынқұм, Қарақұм, Тауқұм, Аралқұм, Жанқұм, Жаманқұм және Арал өңірі: сазды- Бетпақдала, Мырзашөл: жартасты – Сарыарқа, Бетпақдаланың шығысы [Баймукановжәне т.б, 2021: 22].

Түйе шаруашылығы- бәсекеге қабылетті нарықтық экономиканың барлық атрибуттары бар әлеуметтік инфрақұрылымды дамыта отырып шөл- шөлейтті жерлерді шаруашылық қызметіне пайдалануға мүмкіндік беретін мал шаруашылығының бірден-бір саласы болып саналады [Баймуканов т.б, 2021: 4; Alibaev т.б,2024].

Қазақстанның кең байтақ жайылымдық жерлерін тиімді пайдалану мақсатында оның ішінде шөлді- шөлейтті аймақтарда ежелден жергілікті халық түйе, жылқы, қылшық жүнді етті- майлы қой өсірумен айналысып келеді. Осы аймақта түйе малын өсіру шаруаға өте тиімді. Өйткені, түйе малы шөлді-шөлейтті жерлердің қатаң табиғатына, ауа-райына бейімделген, басқа малдар пайдаланбайтын өсімдік түрлерімен, ащы шөппен, тұзды сумен коректеніп адам баласына өте қажетті сүт, шұбат, ет, жүн және тері беретіндігімен ерекшеленетін мал түрі [Razuan т.б, 2025; Кененбай, 2021; Baimukanov т.б, 2023].

Қазақстанда түйе шаруашылығы ерте заманнан бері қолға алынған. Экономикалық тұрғыдан түйе малын өсіру ауылшаруашылығы малдарының басқа түрлерін өсіруге қарағанда тиімді. Өйткені түйе малын күтіп- бағу өте жеңіл бола тұра олар Қазақстанның шөл- шөлейтті аймағының тұрғылықты халқын ет, сүт және жүн қажеттілігімен қамтамасыз етеді. Сонымен қатар түйе малын басқа көлік түрлері болмаған жағдайда шөлді-шөлейтті аймақта көлік және жүк тасымалы ретінде пайдалануға болады [Баймуканов т.б, 2015; Iñiguez т.б, 2014; Baimukanov т.б, 2020].

Кейінгі жылдары республикада асыл тұқымды түйе өсіретін, шұбат өндіретін кешендер мен шаруашылықтар кең етек алуда. Солардың ішінде «Дәулет-Бекет» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі Алматы облысы Іле ауданы Ақши.ауылында орналасқан. Серіктестіктің мал шаруашылығы кешеніндегі жалпы жайылымдық жер көлемі 45000 гектар, түйе саны 5000 бас. Түйенің екі тұқымы өсіріледі – қазақ бактрианы мен түркімен дромедары. Шұбат өндіруге бағытталған 2,5 мың бас асылтұқымды түйе бар, әрбір аналық түйе күніне 5–7 литр сүт береді. Түйе сүтін өңдейтін заманауи қондырғылармен жабдықталған шұбат цехының қуаттылығы тәулігіне 5 тонна.

«Дәулет-Бекет» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі шығарған түйе сүтінен жасалған дәстүрлі түйе сүті сусыны «Шұбат» пен құрғақ сүт ұнтағы Қазақстанның түкпір-түкпіріде сатылып, Ресей, Қытай, Түркия, Германия, Франция елдерінде экспортталуды.

Жұмыстың мақсаты – Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында өсірілетін түйе тұқымдарының тірілей салмағының жасына және жынысына байланысты өзгеру ерекшеліктерін зерттеу.

Зерттеу жұмысының міндетіне:

- Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында өсірілетін түйе тұқымдары төлдерінің жасына және жынысына байланысты тірілей салмағының туылғаннан бастап 42 айлық жасына дейін өсу қарқыны мен өзгеру ерекшеліктерін зерттеу;

- жас қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдарының салмақ қосу ерекшеліктерін зерттей отырып, олардың жалпы өсу заңдылықтарын анықтау;

Зерттеу материалдары мен әдістемесі.

Зерттеу жұмыстары Алматы облысы Іле ауданы «Даулет-Бекет» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі шаруашылығында қазақ бактрианы мен түрікмен дромедары түйе тұқымдарымен жүргізілді.

Зерттеуді жүргізу үшін 2021 жылы қазақ бактриан және түркімен дромедары түйе тұқымдары

іріктелінді. Түйе боталарының тірілей салмақ өлшемдері туғаннан кейін үш күндік, 6, 18, 30 және 42 айлық кезінде қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдарын өсіру негіздерімен жіктеу жөніндегі нұсқаулыққа сәйкес, ал тәжірибелік жас түйе малдардың салыстырмалы тірілей салмағы жасына қарай тұрақты орнатылған таразыда 5 кг дәлдікпен өлшеніп, А.Баймұқанов пен Д.А.Баймұқанов ұсынған есептеу арқылы анықталды [Баймұқанов т.б, 2016: 51].

Алынған нәтижелер мен зоотехникалық деректерді статистикалық өңдеу Н.А. Плохинскийдің стандартты әдістемесі бойынша және Microsoft Excel 2010 бағдарламасына сәйкес жүргізілді. Орташа арифметикалық көрсеткіш пен оның кателігі

$(\bar{X} \pm m_x)$ – жалпыланған статистикалық параметр немесе түрленген белгілердің орташа деңгейінің статистикалық сипаттамасы болып саналады. Әр аттас белгілердің өзгергіштігін салыстыру үшін және әртүрлі жиынтықтың бір аттас белгілерінің өзгергіштік деңгейін білу үшін өзгергіштік коэффициентін (C_v , %) пайдаланылды. Сапалық белгілердің өзгергіштік шамасын стандарттық ауытқу (σ) көмегі формуласы бойынша анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.

Түйе шаруашылығында ауылшаруашылығы малдарының тірілей салмағын жеке өлшеу нәтижелері бойынша анықталатынын атап өткен жөн. Ол үшін тұрақты бір орында орналасқан бір тонналық таразылар қолданылады. Алайда, тәжірибе көрсеткендей, барлық түйе шаруашылықтарында таразылар бола бермейді. Сондықтан түйелердің тірілей салмағы көбіне есептік әдіспен, түйелерді бағалау жөніндегі нұсқаулыққа сәйкес анықталады, бірақ бұл тәсіл ересек түйелерге арналған және түйе төлдерінің салмағын анықтау тек таразы арқылы іске асырылады.

Түйе малының басқа мал тұқымдары сияқты өсіп-жетілуі олардың тектілік түрлері мен тұқымдарына тікелей байланысты. Түйе төлдерінің өсуі мен салмақ қосуы нәтижесінде, олардың дене-тұлғаларының, түрлерінің өзгешеліктері, өнімділігі бірте-бірте қалыптасады және ол әр малдың өзіндік тұқымдарына тән ұрпақтан-ұрпаққа беріліп, тұқым қуалаушылық нәтижесінде олардың шаруашылыққа тиімді белгілері қалыптасады.

Түйе төлдерінің туылғаннан кейінгі даму кезеңі олардың морфологиялық, биологиялық және физиологиялық ерекшеліктерімен сипатталады. Сондықтан олардың туылғаннан кейінгі кезеңдегі тірі салмағының жынысына қарай өзгеру ерекшеліктерін салыстырмалы түрде талдау өте маңызды.

1-кестеде көрсетілгендей қазақ бактриан түйе тұқымының боталары туылғанда жынысына қарай ұрғашысы $39,7 \pm 0,92$ кг $C_v = 7,3\%$, еркегі $42,1 \pm 0,95$ кг, $C_v = 7,2\%$ салмақ тартса, түркімен дромедар түйе тұқымы боталарында сәйкесінше $37,5 \pm 0,77$ және $44,7 \pm 1,26$ кг, $C_v = 6,5, 0,5\%$ болды. Атап айтқанда, туылған кездегі түрікмен дромедар және қазақ бактриан тұқымы еркек боталарының тірілей салмағы олардың ұрғашы төлдерінің тірілей салмағына қарағанда сәйкесінше $6,0\text{--}19,2\%$ салмақты болды..

Кесте 1 – Түйе төлдерінің жас ерекшеліктеріне байланысты тірілей салмағы (килограммен), $n=10$, $\sum n=40$, [Table 1. Live weight (in kilograms) of tollers according to age characteristics.], $n=10$, $\sum n=40$].

Түйелердің жасы	Статистикалық белгілер	Ұрғашы боталар		Еркек боталар	
		қазақ бактрианы	түркімен дромедары	қазақ бактрианы	түркімен дромедары
Туылған кезде (3 күн)	$\bar{X} \pm m_x$	$39,7 \pm 0,92$	$37,5 \pm 0,77$	$42,1 \pm 0,95$	$44,7 \pm 1,26$
	$C_v, \%$	7,3	6,5	7,2	0,5
	σ	2,9	2,4	3,0	4,0
6 ай	$\bar{X} \pm m_x$	$184,5 \pm 1,03$	$187,7 \pm 1,07$	$192,6 \pm 0,90$	$202,2 \pm 0,94$
	$C_v, \%$	1,8	1,8	1,5	0,6
	σ	3,3	3,4	2,8	3,0
18 ай	$\bar{X} \pm m_x$	$305,1 \pm 0,97$	$319,7 \pm 1,0$	$322,6 \pm 0,81$	$339,2 \pm 0,91$
	$C_v, \%$	1,0	1,0	0,8	0,8
	σ	3,1	3,2	2,6	2,9

30 ай	$\bar{X} \pm m_x$	415,1±0,92	437,7±1,06	414,7±0,82	443,9±0,87
	Cv, %	0,7	0,8	0,6	1,5
	σ	2,9	3,4	2,6	2,7
42 ай	$\bar{X} \pm m_x$	505,1±0,96	529,1±0,96	499,7±0,84	534,7±0,90
	Cv, %	0,6	0,6	0,5	0,9
	σ	3,0	3,0	2,7	2,8

Алты айлық түрікмен дромедар тұқымы боталарының тірілей салмағы қазақ бактриан тұқымы түйе төлдері салмағынан жынысына байланысты ұрғашысында 4,4 %, еркегінде 7,7 %-ға жоғары болып қала берді. 18 айлық жасында түрікмен дромедар тұқымы боталарының тірілей салмағы қазақ бактриан тұқымы түйе төлдерінің тірілей салмағынан жынысына байланысты сәйкесінше 5,7–6,1 %-ға жоғары болды, ал 30 және 42 айлық жасында жас түйелердің тірілей салмағы түйе тұқымдары және жыныстары бойынша біршама теңесіп айтарлықтай айырмашылық анықталмады.

Алты айдан 18 айға дейін қазақ бактриан түйе тұқымының ұрғашы боталарының тірілей салмағы 120,6±0,97 кг-ға, түркімен дромедар түйе тұқымы төлдерінің тірілей салмағы 132,0±1,0 кг-ға, ал түйе тұқымдарының еркек боталарының тірілей салмағы сәйкесінше 130,0±1,03, 137,0±1,05 кг-ға өсті. Боталардың өсуі әрі қарай сәл төмендеп, 18 айдан 30 айға дейін қазақ бактриан және түркімен дромедар тұқымдары түйелерінің ұрғашы төлдерінің тірілей салмағы сәйкесінше 110,0±1,04; 118,0±0,98 кг-ға, түйе тұқымдарының еркек боталарының тірілей салмағы сәйкесінше 92,1±1,03; 104,7±40,99 кг-ға өсті. Ал 30 айдан 42 айға дейінгі түйе тұқымдарының боталардың өсуін талдау көрсеткендей ұрғашы төлдерінің тірілей салмағы сәйкесінше 90,0±0,93; 91,4±0,81 кг-ға, түйе тұқымдарының еркек төлдерінің тірілей салмағы сәйкесінше 85,0±4,6; 90,8±0,86 кг-ға өсіп, әрі қарай өсу деңгейі жайлап тоқтай бастайды.

Жоғарыдағы мәліметтерге сәйкес, қазақ бактриан және түркімен дромедар тұқымдары боталарының туылғаннан 18 айлық жас аралық кезеңдерінде олардың жыныстық белгілері бойынша салыстырғанда тірілей салмақтары бойынша айырмашылықтары айқын білінді. Туылған кезінде және туылғаннан кейінгі өсіп-дамуының алғашқы 30 және 42 айларында тірілей салмағы бойынша еркек және ұрғашы боталардың арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмады.

Жалпы алынған мәліметтерді талдау жасау нәтижесінде түйе төлдерінің ағзасындағы негізгі өзгерістерді үш кезеңге бөлуге болады: туылғаннан алты айлығына дейінгі, алты айлығынан он сегіз айлығына дейінгі және он сегіз айлығынан қырық екі айлық жасына дейінгі аралықтар. Сыртқы сүйектердің қарқынды өсуі бірінші кезеңде жүреді. Қаңқаның түтікті сүйектерінің қарқынды өсуі екінші кезеңде басым болса, жыныстық жетілуінің ең ұзақ жүруіне байланысты барлық ағзаның жалпы қайта құрылуы үшінші кезеңде байқалады.

Түйе төлдерінің орташа тәуліктік салмақ қосу мөлшері жасы мен тірілей салмағының өзгеруіне сәйкес өзгереді (Кесте 2).

Кесте 2 – Түйе төлдерінің туылғаннан әр жасына байланысты орташа тәуліктік салмақ қосуы (грамммен), n=10, $\sum n=40$ [Table 2. Average weight gain (in grams) of camels by age at birth, n=10, $\sum n=40$]

Жас кезеңі (бастап – аяқталу)	Статистикалық белгілер	Ұрғашы боталар		Еркек боталар	
		қазақ бактрианы	түркімен дромедары	қазақ бактрианы	түркімен дромедары
Туғаннан 6 айға дейін	$\bar{X} \pm m_x$	804,4±0,97	834,4±0,78	780,5±0,95	875,0±1,01
	Cv, %	0,38	0,30	0,38	0,37
	σ	3,05	2,47	2,97	3,20
Туғаннан 18 айға дейін	$\bar{X} \pm m_x$	491,5±0,89	522,6±1,04	519,4±0,97	545,4±0,81
	Cv, %	0,59	0,63	0,59	0,47
	σ	2,82	3,30	307	2,57

Туғаннан 30 айға дейін	$\bar{X} \pm m_x$	503,0±0,99	443,5±0,88	414,0±0,96	443,5±0,88
	Cv, %	0,62	0,74	0,73	0,63
	σ	3,11	3,30	3,02	2,79
Туғаннан 42 айға дейін	$\bar{X} \pm m_x$	368,4±0,82	380,1±0,84	363,8±0,92	388,2±0,90
	Cv, %	0,71	0,70	0,80	0,73
	σ	2,58	2,67	2,89	2,85

Барлық зерттелген топтардың қазақ бактриан және түрікмен дромедар тұқымы түйе төлдерінде ең жоғары орташа тәуліктік салмақ қосуы ұрғашы боталар бойынша 804,4±0,94-834,4±0,78 г, еркек боталар бойынша 780,5±0,95-875,0±1,01 г алғашқы 6 айда байқалады. Ал туылғаннан 18 айлық жасқа жеткенде бұл көрсеткіштер түйе тұқымдары бойынша сәл төмендеп ұрғашы боталар бойынша сәйкесінше 481,5±0,89-522,6±1,04 г, еркек боталар бойынша сәйкесінше 519,4±0,97-545,4±0,81 г құрады, туылғаннан 30 айлық жасқа жеткенде бұл көрсеткіш түйе тұқымдарының ұрғашы боталары бойынша сәйкесінше 503,0±0,99- 443,5±0,88 г, еркек боталары бойынша сәйкесінше 414,0±0,96-443,5±0,88 г болса, ал туылғаннан 42 ай аралығында ұрғашы боталар сәйкесінше 368,4±0,82 -380,1±0,84 г, еркек боталар сәйкесінше 363,8±0,92-388,8±0,90г орташа тәуліктік салмақ қосты.

Осу қарқындылығының салыстырмалы деңгейін бағалау мақсатында зерттелген түйе төлдерінің жасына байланысты салыстырмалы тірілей салмақ өсімін есептедік (Кесте 3).

Кесте 3 – Түйе төлдерінің жасына байланысты салыстырмалы тірілей салмақ өсімі (пайызбен) [Table 3. Growth in live weight (in percent) relative to age of baby camels, n=10, $\Sigma n=40$]

Жас кезеңі (бастап – аяқталу)	Ұрғашы боталар	Еркек боталар			
	қазақ бактрианы	түрікмен дромедары	қазақ бактрианы	түрікмен дромедары	
Туғаннан 6 айға дейін	464,7±0,86	500,5±0,87	457,5±0,73	452,3±0,98	
Туғаннан 18 айға дейін	768,5±0,92	852,5±0,82	766,3±0,91	758,8±0,89	
Туғаннан 30 айға дейін	1045,6±1,04	1167,2±0,91	985,0±0,82	993,1±0,94	
Туғаннан 42 айға дейін	1272,3±1,13	1410,9±0,93	1186,9±0,82	1196,2±0,97	

Тірілей салмақтың салыстырмалы өсімі көрсеткіштері бойынша өсу қарқыны жағынан алғашқы 6 айлық түрікмен дромедар тұқымы боталары мен қазақ бактриан түйе төлдерінде айтарлықтай айырмашылық байқалмайды. Алайда 30 және 42 айлық боталардың туылғаннан бастапқы кезеңде 985,0 пайыздан 1410,9 пайызға дейін тірілей салмақ өсімі анықталды.

Зерттеу нәтижесінде алғашқы рет Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында өсірілетін түйе төлдерінің туылғаннан қырық екі айлық жасына дейінгі кездегі өсім коэффициенті анықталды. Нақты деректер алу үшін өсім коэффициентін анықтайтын есептеудің екі әдісі қолданылды: туылғаннан бастап тиянақты түрде зерттелетін жас шамасының белгілі кезеңіне дейін; алты айлығынан бастап тиянақты түрде зерттелетін жас шамасының келесі кезеңіне дейін.

Төлдердің өсім коэффициенттерін 1 кестедегі 6,18,30,42 айлық ботаның салмақ көрсеткішінен туылған кездегі салмақ көрсеткішін алып, алынған көрсеткіштен туылған кездегі салмақ көрсеткішін бөлу арқылы анықтадық.

Зерттеу нәтижесінде алынған сандық өсім коэффициенттері түйе төлдерінің туылғаннан кейінгі өсіп-өнуінің жалпы заңдылықтарын айқындауға мүмкіндік берді (Кесте 4).

Кесте 4 – Түйе төлдерінің тірілей салмақ өсімінің коэффициенті [Table 4. Coefficient of growth in live weight of the baby camels]

Жас кезеңі	Ұрғашы боталар		Еркек боталар	
	қазақ бактрианы	түрікмен дромедары	қазақ бактрианы	түрікмен дромедары
0-6 ай.	3,65±0,08	4,00±0,08	3,58±0,07	3,55±0,11
0-18 ай.	6,70±0,15	7,52±0,16	6,67±0,15	6,64±0,20
0-30 ай.	9,45±0,27	10,70±0,32	8,80±0,12	8,88±0,21

0-42 ай.	11,72±0,28	3,11±0,29	10,85±0,21	11,04±0,37
6-18 ай.	0,65±0,01	0,70±0,02	0,68±0,03	0,68±0,03
6-30 ай.	1,25±0,01	1,33±0,02	1,15±0,06	1,18±0,07
6-42 ай.	1,73±0,01	1,82±0,03	1,60±0,08	1,64±0,08

Туылғаннан алты айлығына дейін ұрғашы қазақ бактриан тұқымы түйелерінің боталарының өсім коэффициенті $3,65 \pm 0,08$, $C_v = 6,46\%$ болса, еркек боталарда $3,58 \pm 0,07$, $C_v = 6,30\%$ болды. Ал, ұрғашы түркімен дромедар тұқымы түйелерінің боталарының өсім коэффициенті $4,00 \pm 0,08$, $C_v = 6,19\%$ болса, еркек боталарда $3,55 \pm 0,11$, $C_v = 9,43\%$ болды. Осылайша алынған мәліметтер боталардың емізулі кезеңде алғашқы тірідей салмағы үш есеге артатынын көрсетті.

Боталардың туылғаннан он сегіз айлық жасқа дейінгі алғашқы тірілей салмағы 6 еседен аса артып, ұрғашы қазақ бактриан тұқымы түйелерінің боталарының өсім коэффициенті $6,70 \pm 0,15$, $C_v = 7,18\%$ болса, еркек боталарда $6,67 \pm 0,15$, $C_v = 6,90\%$ болды. Ал, өсім коэффициенті ұрғашы түркімен дромедар тұқымы боталарында $7,52 \pm 0,16$, $C_v = 6,91\%$, еркек боталарында $6,64 \pm 0,20$, $C_v = 9,34\%$ шамасында болды, ал 30 айынды тірі салмақ өсімінің коэффициенті сәйкесінше $8,75 \pm 0,27$, $C_v = 9,18\%$ – $8,80 \pm 0,12$, $C_v = 4,40\%$ және $10,70 \pm 0,32$, $C_v = 9,62\%$ – $8,88 \pm 0,21$, $C_v = 7,74\%$, ал 42 айлығында сәйкесінше $11,72 \pm 0,28$, $C_v = 7,45\%$ – $10,85 \pm 0,21$, $C_v = 6,10\%$ және $13,11 \pm 0,29$, $C_v = 7,03\%$ – $11,04 \pm 0,37$, $C_v = 10,68\%$ құрады.

Ал, тірілей салмақ өсімінің коэффициенті 6-дан 18 айға дейін ұрғашы және еркек қазақ бактриан боталарында сәйкесінше $0,65 \pm 0,01$, $C_v = 2,95\%$ – $0,68 \pm 0,03$, $C_v = 1,36\%$, түрікмен дромедар тұқымы түйе төлдерінде жынысына қарай сәйкесінше $0,70 \pm 0,02$, $C_v = 2,87\%$ – $0,68 \pm 0,03$, $C_v = 1,54\%$ болса; 6-дан 30 айға дейін бұл көрсеткіш тұқымына және жынысына қарай сәйкесінше $1,25 \pm 0,01$, $C_v = 2,36\%$ – $1,15 \pm 0,06$, $C_v = 1,64\%$ және $1,33 \pm 0,02$, $C_v = 1,76\%$ – $1,18 \pm 0,07$, $C_v = 2,00\%$; ал 6-дан 42 айға дейін бұл көрсеткіш тұқымына және жынысына қарай сәйкесінше $1,73 \pm 0,01$, $C_v = 2,10\%$ – $1,60 \pm 0,08$, $C_v = 1,65\%$ және $1,82 \pm 0,03$, $C_v = 1,78\%$ – $1,64 \pm 0,08$, $C_v = 1,49\%$ болды.

Бұл заңдылық қазақ бактриан және түрікмен дромедар түйе тұқымдары түйелері үшін ортақ болып, әрі Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағында өсірілетін түйе тұқымдарының өсуі мен дамуы туралы зерттеуімізге қатысты алынған құнды мәлімет болып табылады.

Қорытынды.

Туылғаннан он сегіз айлық жас аралық кезеңдерінде қазақ бактриан мен түркімен дромедар тұқымды боталардың жыныстық белгілері бойынша салыстырғанда тірілей салмақтары көрсеткіштерінде біршама жоғары өсімталдылығы байқалды. Ал, 30 және 42 айлық қазақ бактриан мен түркімен дромедар тұқымдары боталарының тірілей салмағы бойынша еркек және ұрғашы боталардың арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмады.

Қазақ бактриан және түрікмен дромедар түйе төлдерінің туылғаннан жасының алты айлығына дейінгі кезеңде қай жынысқа жататынына қарамай тәуліктік тірілей салмағының өсу деңгейі өте жоғары болатындығын көрсетті. Демек, қазақ бактриан және түркімен дромедар түйе тұқымдары боталарының негізгі тірілей салмағының өсуі жасының алты айлығына дейінгі кезеңде ең жоғарғы деңгейге жетеді, ары қарайғы мезгілде салмақ қосу, дене пішінінің өзгеруі, ағзасының табиғи ортаға бейімделуі, тағы басқада жануар әлеміне тән қасиеттер қалыптасады.

Қазақ бактриан және түрікмен дромедар түйе тұқымдары төлдерінің тірілей салмағының қарқынды өсім коэффициенті бойынша туылғаннан 42 айлық жасы аралығында ең жоғары көрсеткіш анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- Баймуканов А., Баймуканов Д.А., Турумбетов Б.С., Ермаханов М. (2015). Технология содержания и кормления верблюдов// Актуальные вопросы развития животноводства в современных условиях: Сборник трудов международной научной конференции. — М. РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2015. С. 20–25
- Баймуканов Д.А., Юлдашбаев Ю.А., Дошанов Д.А. (2016). Верблюдоводство (Бакалавриат). ISSN 978-5-906818-14-0. Учебное пособие. — М., 2016. 184 с.
- Баймуканов Д.А., Исхан К.Ж., Джунисов Д. (2021). Технология племенной работы и сертификация племенной продукции в верблюдоводстве. Учебное пособие. — А.: 2021. 147 с.
- Баймуканов Д.А., Исхан К.Ж., Джунисов Д. (2021). Технология производства продуктов верблюдоводства Учебное пособие. — А., 2021. 182 с.

- Baimukanov D.A., Semenov V.G. and Iskhan K.Zh. (2020). Biological and production capacities of Kazakh Bactrian camels of various pedigrees *Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 604 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012029>. <https://share.google/TfTg6Q4Cja68Bb39e>.
- Baimukanov D.A., Aubakirov K.A., Kargayeva M.T., Iskhan K.Z., Bekenov D.M., Yuldashbayev Y.A. & Baimukanov D.A. (2023). Productivity of Horse and Camel Breeds from the Arid Zone of the Republic of Kazakhstan // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 23(4). 402–410. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.402.410>. <https://share.google/uHmj2zPWgCjOMvkc8>.
- Iñiguez L., Mueller J.P., Ombayev A., Aryngazyev S., Ajibekov A., Yusupov S., Ibragimov A. & Suleimenov M., & El-Dine Hilali, M. (2014). Characterization of camel fibers in regions of Kazakhstan and Uzbekistan. *Small Ruminant Research*. 117(1). 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.018>
- Кененбай Ш.Ы., Каймбаева Л.А., Жандар А., Кадырбекұлы Ы., Батырбекұлы Б. (2021). Исследование реологических показателей верблюжатины // «Ізденістер, нәтижелер - Исследования, результаты» ғылыми журналы. №4(92). 2021. ISSN 2304-3334. 21–28 б. <https://doi.org/10.37884/4-2021/3/>.
- Nuradin Alibaev, Konysbay Abdullaev, Galymzhan Abuov, Meirambek Yermakhanov (2024). Current state and ways to increase the dairy productivity of camels in the south-western region of the Republic of Kazakhstan *CABI Reviews* // January -2024. 19(6). DOI: 10.1079/cabreviews.2024.0005.
- Razuan E., Ombayev A., Mirzakulov S., Buralkhiyev B., and Kozhabergenov F. (2025). Biological and productive features of camel breeds bred in Kazakhstan // *Caracteristicas biologicas e produtivas das racas de camelo criadas no Cazaquistao. Brazilian Journal of Biology*. 85. e289265. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.289265>.

REFERENCES

- Bajmukanov A., Bajmukanov D.A., Turumbetov B.S., Ermahanov M. (2015). Tehnologija sodержaniya i kormleniya verbljudic // Aktual'nye voprosy razvitiya zhivotnovodstva v sovremennykh usloviyakh: Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. —M.: RGAU-MSHA imeni K.A. Timirjazeva. 2015. Pp. 20–25 [in Russ].
- Bajmukanov D.A., Juldashbaev Ju.A., Doshanov D.A. (2016). Verbljudovodstvo (Bakalavriat). ISSN 978-5-906818-14-0. Uchebnoe posobie. — M., 2016. 184 p. [in Russ].
- Bajmukanov D.A., Ishan K.Zh., Dzhunisov D. (2021). Tehnologija plemennoj raboty i sertifikacija plemennoj produkci v verbljudovodstve. Uchebnoe posobie. — A., 2021. 147 p. [in Kaz.].
- Bajmukanov D.A., Ishan K.Zh., Dzhunisov D. (2021). Tehnologija proizvodstva produktov verbljudovodstva Uchebnoe posobie. — A., 2021. 182 p. [in Kaz.].
- Baimukanov D.A., Semenov V.G. and Iskhan K.Zh. (2020). Biological and production capacities of Kazakh Bactrian camels of various pedigrees *Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 604 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012029>. <https://share.google/TfTg6Q4Cja68Bb39e>.
- Baimukanov D.A., Aubakirov K.A., Kargayeva M.T., Iskhan K.Z., Bekenov D.M., Yuldashbayev Y.A. & Baimukanov D.A. (2023). Productivity of Horse and Camel Breeds from the Arid Zone of the Republic of Kazakhstan // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 23(4). 402–410. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.402.410>. <https://share.google/uHmj2zPWgCjOMvkc8>.
- Iñiguez L., Mueller J.P., Ombayev A., Aryngazyev S., Ajibekov A., Yusupov S., Ibragimov A. & Suleimenov M., & El-Dine Hilali, M. (2014). Characterization of camel fibers in regions of Kazakhstan and Uzbekistan. *Small Ruminant Research*. 117(1). 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.018>.
- Кененбай Ш.Ы., Каймбаева Л.А., Жандар А., Кадырбекұлы Ы., Батырбекұлы Б. (2021). Исследование реологических показателей верблюжатины // *Ізденістер, нәтижелер ғылыми журналы*. №4 (92). 2021. ISSN 2304–3334. Pp. 21–28. <https://doi.org/10.37884/4-2021/3/>. [in Kaz].
- Nuradin Alibaev, Konysbay Abdullaev, Galymzhan Abuov, Meirambek Yermakhanov (2024). Current state and ways to increase the dairy productivity of camels in the south-western region of the Republic of Kazakhstan *CABI Reviews* // January -2024. 19(6). DOI: 10.1079/cabreviews.2024.0005.
- Razuan E., Ombayev A., Mirzakulov S., Buralkhiyev B., and Kozhabergenov F. (2025). Biological and productive features of camel breeds bred in Kazakhstan // *Caracteristicas biologicas e produtivas das racas de camelo criadas no Cazaquistao. Brazilian Journal of Biology*. 85. e289265. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.289265>.

Ергали Разуан – Зерттеу, Мақаланы жазу, Материалды өңдеу.

Омбаев Абдирахман Молданазарұлы – Жобаны басқару, Әдістеме, Редакциялау.

Даулетов Сыдық Абуович – Деректерді жинақтау, Бақылау.

Ешмуратова Сулхан Тулегеновна – Тұжырымдама, Әдебиетке шолу.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

RESEARCH, RESULTS – ИЗДЕНИСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР – ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 2304-3334 (print)

Vol. 28. Is. 2. Number 110 (2026). Pp. 41–50

Journal homepage: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

<https://doi.org/10.37884/2-2026/04>

IRSTI/ FTAXP/MPHTI: 68.03.03



V.A. Volobaeva*, V.I. Kobernitsky, I.A. Zhirnova

LLP «Scientific and production center of grain farming named after. A.I. Baraeva,

Nauchny village, Shortandinsky district, Akmola, Kazakhstan.

E-mail: volobaevavera85@gmail.com

EVALUATION OF QUALITY TRAITS IN BUCKWHEAT DURING THE FINAL STAGES OF SELECTION IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Volobaeva Vera Alekseevna, junior researcher of the laboratory of cereals and grain forage crops, LLP «Scientific and Production Center for Grain Farming named after. A.I. Baraeva, Nauchny village, Shortandinsky district, Akmola region, Kazakhstan

E-mail: volobaevavera85@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9216-7366>;

Kobernitsky Vladimir Ivanovich, candidate of agricultural sciences, head. Laboratory of Cereals and Grain Forage Crops, LLP «Scientific and Production Center of Grain Farming named after. A.I. Baraeva, Nauchny village, Shortandinsky district, Akmola region, Kazakhstan

E-mail: vkobernitsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5395-0371>;

Zhirnova Irina Alexandrovna, PhD., head of the Laboratory of Genetic Resources of Cereal Crops, LLP «Scientific and Production Center for Grain Farming named after. A.I. Baraeva, Nauchny village, Shortandinsky district, Akmola region, Kazakhstan

E-mail: ira777.89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1716-8793>.

Abstract. Introduction. Issues related to buckwheat grain quality are often linked to the biological characteristics of this crop and deviations from standard agricultural practices. In conducting the planned research, the following objectives were set: to study the physical, culinary, and nutritional characteristics and properties of buckwheat grain samples in a competitive variety trial; to determine the parameters that restrict and limit the production of high-quality grain, in accordance with the requirements of approved GOST standards; to identify the best-quality forms of the crop for use in practical breeding and to supplement existing varieties. **Materials and Methods.** This article presents the main results of a long-term evaluation of grain productivity, processing properties, and culinary indicators of buckwheat grain raw materials, conducted during the competitive variety testing phase. The structural elements determining the productivity of the tested samples were identified. Processing and biochemical parameters were determined in an accredited grain quality assessment laboratory. **Results and Discussion.** The evaluation of the listed traits was conducted from 2022 to 2024 under varying moisture and temperature conditions. During the evaluation of the test material, samples were identified that were significant in terms of crop structure parameters. Based on the results of technological and biochemical grain quality assessments, high-yielding buckwheat lines with an optimal balance of physical, culinary, and nutritional characteristics and grain properties were identified. Line P149-92, selected

based on a comprehensive set of quality traits, has been prepared for submission to the State Variety Testing Program. *Conclusions.* The variety's potential can be realized only with high-quality seeds. The problem of improving grain quality can be solved through breeding—the creation of promising varieties—using appropriate agronomic practices.

Keywords: buckwheat, variety, sample, yield, grain quality, grain yield, nature, weight of 1000 grains, culinary assessment

For citation: Volobaeva V.A., Kobernitsky V.I., Zhirnova I.A. (2026). Assessment of the quality characteristics of buckwheat grain at the final stages of breeding in northern Kazakhstan// Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 41–50. <https://doi.org/10.37884/2-2026/04> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding. This work was carried out under the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan's Targeted Funding Program for 2024–2026 BR 22885857, “Development and Commercialization of High-Yielding Varieties and Hybrids of Oilseeds and Cereal Crops to Ensure Food Security in Kazakhstan”. The authors express their gratitude to the staff of the Cereal Crops Laboratory and the Grain Technological Properties Evaluation Laboratory for their assistance in conducting the presented research.

В.А. Волобаева*, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова

Бараев А.И. атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС,
Научный ауылы, Шортанды ауданы, Ақмола, Қазақстан.
E-mail: volobaevavera85@gmail.com

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА СЕЛЕКЦИЯНЫҢ СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕРІНДЕ ҚАРАҚҰМЫҚ САПАСЫНЫҢ БЕЛГІЛЕРІН БАҒАЛАУ

Волобаева Вера Алексеевна, Бараев А.И. атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС «Дәнді және дәнді дақылдар» зертханасының кіші ғылыми қызметкері. Научный ауылы, Шортанды ауданы, Ақмола облысы, Қазақстан

E-mail: volobaevavera85@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9216-7366>;

Коберницкий Владимир Иванович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Бараев А.И. атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС «Дәнді және дәнді дақылдар» зертханасының меңгерушісі. Научный ауылы, Шортанды ауданы, Ақмола облысы, Қазақстан

E-mail: vkobernitsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5395-0371>;

Жирнова Ирина Александровна, PhD, дәнді дақылдардың генетикалық ресурстары зертханасының меңгерушісі, Бараев А.И. атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Научный ауылы, Шортанды ауданы, Ақмола облысы, Қазақстан

E-mail: ira777.89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1716-8793>.

Аннотация. *Kipicne.* Қарақұмық дәнінің сапасына қатысты мәселелер көбінесе осы мәдениеттің биологиялық ерекшеліктерімен және оны өсірудің Агротехнологиялық әдістерінің бұзылуымен байланысты. Жоспарланған зерттеулерді орындау барысында мынадай міндеттер қойылды: конкурстық сұрыптық сынақта қарақұмық дәнінің үлгілерінің физикалық, аспаздық және тағамдық белгілері мен қасиеттерінің көрсеткіштерін зерттеу; бекітілген ГОСТ талаптарына сәйкес жоғары сапалы астық алуды шектейтін және шектейтін параметрлерді анықтау; практикалық селекцияда қолдану және қолданыстағы сорттарға толықтыру мақсатында мәдениеттің ең жақсы сапалы түрлерін анықтау. Материалдар мен әдістер. Мақалада конкурстық сортты сынау кезеңінде жүргізілген қарақұмық жармасы шикізатының астық өнімділігін, технологиялық қасиеттері мен аспаздық көрсеткіштерін ұзақ мерзімді бағалаудың негізгі нәтижелері келтірілген. Сыналған үлгілердің өнімділігін анықтайтын құрылымдық элементтер анықталды. Технологиялық және биохимиялық көрсеткіштер астық сапасын бағалау бойынша аккредиттелген зертханада анықталды. *Нәтижелер және талқылау.* Аталған белгілерді бағалау 2022–2024 жылдар бойы ылғалдандыру мен температуралық режимнің өзгермелі жағдайларында жүргізілді. Сыналатын материалды бағалау кезінде егін құрылымының параметрлері бойынша маңызды үлгілер бөлінді. Астық сапасын технологиялық және биохимиялық бағалау нәтижелері бойынша

қарақұмықтың физикалық, аспаздық және тағамдық белгілері мен астық қасиеттерінің оңтайлы арақатынасы бар жоғары өнімді түрлері анықталды. Сапа белгілері кешені бойынша іріктелген p149–92 желісі мемлекеттік сорттық сынаққа беруге дайындалған. *Қорытынды.* Сорттың әлеуетті мүмкіндіктерін тұқымның жоғары сапасымен ғана жүзеге асыруға болады. Астық сапасын арттыру мәселесін селекция арқылы шешуге болады - тиісті агротехникалық әдістерді қолдана отырып, перспективалы сорттарды құру.

Түйін сөздер: қарақұмық, сорт, үлгі, өнімділік, астық сапасы, Жарма өнімділігі, табиғаты, 1000 дән салмағы, аспаздық бағалау

Дәйексөз үшін: В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова (2026). Солтүстік қазақстанда селекцияның соңғы кезеңдерінде қарақұмық дәнінің сапа белгілерін бағалау // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 41–50. <https://doi.org/10.37884/2-2026/04> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Алғыс. Ұсынылған жұмыс Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған Br 22885857 «Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында майлы, жарма дақылдарының жоғары өнімді сорттары мен будандарын құру және өндіріске енгізу» бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде орындалды. Авторлар ұсынылған зерттеулерді орындауға жәрдемдескен жарма дақылдары зертханасының және астықтың технологиялық қасиеттерін бағалау зертханасының қызметкерлеріне алғыстарын білдіреді.

В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий*, И.А. Жирнова

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,

Научный, Шортандинский, Акмолинская, Казахстан.

E-mail: volobaevavera85@gmail.com

ОЦЕНКА ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ГРЕЧИХИ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ СЕЛЕКЦИИ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Волобаева Вера Алексеевна, младший научный сотрудник лаборатории крупяных и зернофуражных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п.

Шортанды, Акмолинская обл., Казахстан

E-mail: volobaevavera85@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9216-7366>;

Коберницкий Владимир Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией крупяных и зернофуражных культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Шортанды, Акмолинская обл., Казахстан

E-mail: vkobernitsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5395-0371>;

Жирнова Ирина Александровна, PhD, заведующая лабораторией Генетических ресурсов зерновых культур, ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п.

Шортанды, Акмолинская обл., Казахстан

E-mail: ira777.89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-17168793>.

Аннотация. *Введение.* Проблемы качества зерна гречихи часто связаны с биологическими особенностями этой культуры и нарушениями агротехнологических приемов ее возделывания. В процессе выполнения запланированных исследований были поставлены следующие задачи: изучение показателей физических, кулинарных и пищевых признаков и свойств образцов зерна гречихи в конкурсном сортоиспытании; определение параметров ограничивающих и лимитирующих получение высококачественного зерна, согласно требованиям утвержденных ГОСТов; выявление лучших качественных форм культуры с целью использования в практической селекции и дополнения к существующим сортам. Материалы и методы. В статье приведены основные результаты многолетней оценки зерновой продуктивности, технологических свойств и кулинарных показателей крупяного сырья гречихи, проведенных на этапе конкурсного сортоиспытания. Определены структурные элементы, определяющие продуктивность испытываемых образцов. Технологические и биохимические показатели определялись в аккредитованной лаборатории по оценке качества зерна. Результаты и

обсуждение. Оценка перечисленных признаков проведена на протяжении 2022–2024 года в изменяющихся условиях увлажнения и температурного режима. При оценке испытываемого материала выделены образцы, значимые по параметрам структуры урожая. По результатам технологической и биохимической оценки качества зерна выделены высокоурожайные формы гречихи с оптимальным соотношением физических, кулинарных и пищевых признаков и свойств зерна. Отобранная по комплексу признаков качества линия Р149–92 подготовлена к передаче в Государственное сортоиспытание. Выводы. Потенциальные возможности сорта могут быть реализованы только при высоком качестве семян. Проблему повышения качества зерна можно решить селекцией – созданием перспективных сортов, используя соответствующие агротехнические приемы.

Ключевые слова: гречиха, сорт, образец, урожайность, качество зерна, выход крупы, натура, масса 1000 зерен, кулинарная оценка

Для цитирования: В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова (2026). Оценка признаков качества зерна гречихи на заключительных этапах селекции в Северном Казахстане // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 41–50. <https://doi.org/10.37884/2-2026/04> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность. Представленная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования на 2024–2026 годы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR 22885857 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных, крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана». Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории крупяных культур и лаборатории оценки технологических свойств зерна, оказавших содействие в выполнении представленных исследований.

Введение.

Целью данной работы была оценка качества зерна перспективных линий на этапе конкурсного сортоиспытания. Это позволяет выявить наиболее ценные линии для дальнейшего их использования в селекции. Гречиха является ценной крупяной культурой. При заготовке крупяного сырья для продовольственных целей особое внимание уделяется его качественным характеристикам [Фесенко, 2019; Гамботова, 2022; Амелин, 2021].

Для изучения потенциала и создания новых сортов гречихи селекционеры принимают во внимание высокую продуктивность, устойчивость к стрессовым факторам среды, технологические качества крупяного сырья и его пищевую ценность.

К важнейшим критериям качества крупяного сырья относятся масса 1000 зерен, высокий показатель выхода ядра, натура, выполненность и крупность зерен.

В балансе питания населения пищевые крупы, получаемые из зерновых и бобовых культур, имеют важное стратегическое значение. [Тарануха, 2020; Клыков 2020; Sajad Ahmad, 2022;]. Особое место занимают продукты переработки гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* M.). Обработка культуры позволяет получать крупу-ядрицу, которая состоит из цельного неразрушенного ядра, продела и смоленской крупы, изготовленной из дробленных частей, а также и гречневую муку тонкого помола. [Марьин, 2019; Бадамшинова, 2022].

Уникальный химический состав гречихи обусловлен сбалансированным содержанием белков и углеводов. Это способствует более полному и полноценному усвоению питательных веществ [Жеруков, 2022; Тимошенко, 2022]. Белки гречихи содержат повышенное количество незаменимых аминокислот по сравнению с белками других зерновых культур, в чем и состоит особая ценность гречневой крупы [Огороднова, 2020; Никифоров, 2025].

Культура является лидером по питательности и поглощению организмом веществ белкового комплекса (75–80 %). Наличие крахмала, сахаров, растительного белка, органических кислот, витаминов группы В, РР, Е, и различных микроэлементов делает гречиху особо ценной культурой для организации здорового питания всех групп населения [Кадырова, 2022].

Методы и материалы.

Полевые и лабораторные исследования проведены в ТОО «Научно-производственном центре зернового хозяйства им. А. И. Бараева».

Материалом для исследования служили селекционные образцы гречихи конкурсного

сортоиспытания, созданные в предыдущие годы. Изучение проводилось на делянках площадью 25 м² в четырехкратной повторности. Установленная норма высева 2,5 млн всхожих зерен на гектар. Посев селекционной сеялкой ССФК-7. Срок посева — 25–30 мая при устойчивом прогревании почвы на глубине 8–10 см до 12–14 градусов Цельсия. Полевые наблюдения проводились по общепринятым методикам. *Структурный анализ проведен в лабораторных условиях в фазу полной спелости растений гречихи.*

Были изучены следующие показатели: содержание сырого и переваримого протеина, содержание сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы, безазотистых экстрактивных веществ. Содержание сырого протеина определяли по ГОСТ 13496.4–93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина». В основу данного метода положен общепринятый метод Кьельдаля. Определение проводилось при помощи автоматической системы отгонки паром UDK-142 фирмы VELP scientific, Швеция. Сущность метода заключается в минерализации органического вещества кипящей концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора с образованием солей сульфата аммония, разрушении сульфата аммония щелочью с выделением аммиака, отгонке аммиака водяным паром в раствор борной кислоты с последующим титрованием. Расчет содержания азота с последующим пересчетом на белок проводился с использованием коэффициента 5,7 для зерна и 6,25 для растительных образцов.

Содержание протеина – наиболее важный показатель при оценке качества корма. В сыром протеине различают белки, составляющие наиболее ценную питательную часть, которая не может быть заменена другими органическими веществами. Кроме того, в сыром протеине содержатся амиды – азотистые соединения небелкового характера, куда входят аминокислоты, глюкозиды, нитраты, аммиачные соли.

Содержание сырого жира по обезжиренному остатку ГОСТ 13496.15–97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира».

Метод основан на экстракции сырого жира из взвешенной анализируемой пробы растворителем и взвешивании обезжиренного остатка. В качестве растворителя использовали петролейный эфир.

Определение содержания сырой золы проводили по ГОСТ 26226–95 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы».

Сущность метода заключается в определении массы остатка после сжигания и последующего прокаливания пробы. Зола сжигается обычным способом, поэтому содержит различные примеси: углекислые соли, окислы, песок. Такая зола называется сырой. При сжигании сухого вещества растения в тигле остается зола, которая содержит неорганические (минеральные или зольные) вещества. Основная же масса растения, сгораемая при сжигании, называется органическим веществом.

Определение содержания сырой клетчатки по ГОСТ 13496.2–91 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки».

Метод основан на удалении из продукта кислотоустойчивых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку.

Показатели физических свойств зерна и технологические достоинства (масса 1000 зерен, натура, пленчатость, выравненность, крупность и выход крупы) определяли согласно методическим указаниям. Технологические свойства определялись по показателям: разваримость, цвет каши, вкус каши, согласно методике Государственного сортоиспытания.

Результаты.

В питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) на заключительном этапе селекционного процесса отбираются лучшие линии, исходя из комплексной оценки количественных и качественных показателей по сравнению со стандартным сортом.

Средняя урожайность по опыту составила 28,2 ц/га. Максимальное значение признака 32,4 ц/га, минимальное 23,5 ц/га. Вегетационный период изучаемых образцов составил 93–97 дней.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа выделилось 4 линии (Р149–92, Р187–94, и 3/96–13, Р136–94), достоверно превышающие стандартный сорт Шортандинская крупнозёрная, уровень продуктивности которого составил урожайность 30,7 ц/га. Линии Р 149–92 и 3/96–13 показали превышение над стандартным сортом Шортандинская крупнозёрная на 1,4 ц/га и 1,3 ц/га. Также высокую урожайность: 31,9–32,1 ц/га имели линии Р136–94, Р187–92. Крупность зерна у лучших образцов составила 30,5–31,6 г (таблица 1).

Таблица 1 – Высокопродуктивные образцы гречихи питомника КСИ, среднее за 2022-2024 гг.

Сорт, линия	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/ га (+,-)	Масса 1000 зёрен, г
Шортандинская крупнозёрная, st.	30,7	0	30,5
P 149-92	32,4	+1,4	31,6
3/96-13	32,3	+1,3	31,4
P136-94	32,1	+1,1	29,6
P187-92	31,9	+0,85	30,9

Для оценки зерновой продуктивности изучаемых линий гречихи на первом этапе изучения был проведен полный структурный анализ растений в фазу полной спелости. Проанализированы показатели высоты стеблестоя, урожайности образцов и массы 1000 зерен. Кроме этого, были оценены параметры архитектуры – строения стебля (количество стеблей первого порядка, число междоузлий и число соцветий на растении), таблица 2.

Таблица 2 – Структурные показатели перспективных линий гречихи

Сорт, линия	Высота растения, см	Кол-во ветвей 1-го порядка, шт.	Кол-во ветвей 2 порядка, шт.	Число соцветий, шт.	Период вегетации, дни	Урожай зерна, ц/ га.	Масса 1000 зерен, шт.
Шорт. круп.	98	3	11	28	94	30,7	30,5
3/96-12	96	4	10	29	97	29,8	29,8
Шорт. 2	99	3	12	31	93	30,1	30,2
P 149-92	103	3	11	33	95	32,4	31,6
3/96-13	100	4	11	29	94	32,3	31,4
P 136-94	97	4	15	29	93	32,1	29,6
P 187-92	98	3	14	30	95	31,9	30,9

Была проведена биохимическая оценка на образцах конкурсного сортоиспытания по содержанию белка в крупе. Было также проанализировано 29 линий. Средний уровень содержания протеина в зерне гречихи составил 16,5 %, с диапазоном варьирования от 14,7 до 17,8 %. Высокое содержание белка показали линии: P123–94, P174–92, P149–92, P191–92, Идеал, P187–92.

По результатам оценки было определено достоверное превышение содержания белка линии P149–92 над показателем стандартного сорта Шортандинская крупнозёрная. Содержание белка у линий P123–94 и Идеал на 1,0 и 0,5 %, соответственно, выше, чем у стандарта (табл.3).

Таблица 3 – Содержание белка в образцах гречихи питомника КСИ

Сорт, линия.	Белок, %.	Отклонение от стандарта, % (+,-)
Шортандинская крупнозёрная, st.	16,7	0
P 149-92	17,8	+1,1*
P123-94	17,7	+1,0*
Идеал	17,2	+0,5
P174-92	16,9	+0,2
P191-92	16,9	+0,2
НСР _{0,5}	1,0	
* - значение достоверно на 5 % уровне значимости		

Определялись физические свойства зерна, технологические и кулинарные достоинства крупы (масса 1000 зерен, натура, пленчатость, выравненность, крупность, выход крупы, коэффициент разваримости, цвет, вкус, структура, общая кулинарная оценка) в соответствии с методическими указаниями.

Обсуждение.

В результате исследований установлены показатели качества, по оценке которых выделены лучшие образцы из питомника конкурсного сортоиспытания для дальнейшего использования в селекционном процессе. Одним из важных технологических признаков зерна гречихи, имеющих прямую связь

с выходом и качеством крупы является крупность плодов. Важнейшим показателем крупности плодов гречихи является масса 1000 зерен. Его величина у лучших линий варьировала в пределах 29,5–31,4 г.

Средний уровень натуры зерна составил – 611 г/л, массы 1000 зерен – 30,1г, пленчатости – 20,1 %, выравненности – 60,0 %, крупности зерна – 92,7 %, выхода ядра – 67,2, таблица 4.

Таблица 4 – Технологическая оценка высокопродуктивных линий гречихи.

Линия	Натура, г/л	Пленчатость, %	Масса 1000 зерен, г	Выход крупы, %	Выравненность, %	Крупность, %
Шортандинская крупнозерная, st	604показ	20,0	30,4	68,0	67,6	95,8
P 149-92	618	20,0	31,4	69,5	71,1	96,3
P 187-92	603	20,0	31,1	68,0	68,4	96,8
P202-92	620	17,2	29,5	69,7	55,1	92,1
P187-92	590	18,0	30,9	72,0	68,8	93,3
P137-94	616	18,0	30,9	72,6	56,4	92,7
P136-94	606	17,6	31,9	69,6	62,8	92,1

Изучение кулинарных свойств крупы (структура, вкус и цвет каши, коэффициент разваримости, общая кулинарная оценка) позволило выявить лучшие линии в соответствии с таблицей 5. Все образцы характеризовались рассыпчатой консистенцией каши, наибольший балл – 4,8 у Линии P 149–92 и Идеал. Цвет каши коричневый у всех высокопродуктивных линий (4 балла). По показателю вкуса отличились P 149–92 и P 123–94 — (4,8 баллов). По коэффициенту разваримости максимально выделилась линия P 174–92 (4,9 баллов). По показателю общей кулинарной оценки лучшими оказались линии P 149–92 и P 174–92 (4,6 баллов).

Таблица 5 – Кулинарная оценка зерна лучших линий гречихи.

Сорт, линия	Цвет каши, балл	Структура каши, балл		Вкус каши, балл	Коэффициент разваримости, балл	Общая, кулинарная оценка, балл
		консистенция	балл			
Шорт. крупн.	4,0	рассыпчатая	4,7	4,5	4,8	4,5
P 149-92	4,0	рассыпчатая	4,8	4,8	4,7	4,6
Идеал	4,0	рассыпчатая	4,8	4,6	4,4	4,5
P 174-92	4,0	рассыпчатая	4,7	4,6	4,9	4,6
P 123-94	4,0	рассыпчатая	4,5	4,8	4,6	4,5



Рис. 1. Посев питомника КСИ с экранной изоляцией

[Fig. 1. Planting at the KSI nursery with screen insulation]



Рис. 2. Перспективная линия гречихи P149–92

[Fig. 2. Perspective view of buckwheat R149–92]

Перспективная линия гречихи создана многократным семейно-групповым отбором крупнозерных среднеспелых форм из гибридного материала, полученного при скрещивании сортов Шатиловская 5 и Шортандинская 2. Принадлежит к подвиду *Vulgare*, разновидности-*Alata*. Характеризуется относительной скороспелостью, дружностью созревания, устойчивостью к полеганию и осыпанию. Созревает на 4–5 дней ранее стандартного сорта Шортандинская крупнозерная. Растение высокорослое – при достаточном увлажнении достигает 90–95 см. Цветки белые, крупные, плоды крылатые, хорошо выполненные. Масса 1000 семян 31–36 г, натура зерна высокая и колеблется от 610 до 635 г/л. Пленчатость зерна средняя 19,9–21,6 %. Технологические и кулинарные показатели высокие. Выравненность зерна 53–58 %, легко обрушивается. Выход ядра высокий 70–78 %. Крупа светло-лилового цвета, каша светло-коричневого цвета, кулинарная оценка каши от 4,3 до 4,6 баллов. По урожайности зерна превышает стандартный сорт на 1,5–2,0 центнера с гектара.

Новая линия гречихи отличается оптимальным соотношением урожайной продуктивности и качественными показателями технологических и крупяных достоинств.

Агротехнологические особенности возделывания включают в себя следующие положения. Тщательная обработка почвы и создание благоприятных условий для роста и развития растений. Положительный эффект имеет внесение азотно-фосфорных удобрений перед посевом или в последнюю обработку предыдущего года. Оптимальный срок посева в регионе северного Казахстана – последняя пятидневка мая – первая пятидневка июня. Норма высева при рядовом посеве — 2,0–2,5 млн всхожих зерен на гектар. Глубина заделки семян 4–8 см в зависимости от степени увлажнения посевного горизонта. Обязательным приемом является до- и послепосевное прикатывание почвы. Приветствуется наличие пчелосемей в количестве 2–3 шт. на га. В зависимости от состояния растений и высоты стеблестоя проводится уборка прямым комбайнированием или скашиванием на свал при созревании 75–80 % плодов. Для получения качественного крупяного сырья требуется своевременная подработка полученного зерна от засорения и доведение его до стандартной влажности.

Выводы.

Выход и свойства крупы, формируемые различными селекционными линиями гречихи, находятся в тесной зависимости от качества исходного сырья. К числу наиболее важных показателей, характеризующих качество гречихи как исходного сырья для переработки крупяной промышленностью, относят пленчатость, натуру зерна, крупность и выравненность зерновой фракции. Эти параметры в значительной мере определяются сортовыми особенностями биотипов гречихи и дают косвенное представление о технологических свойствах сортов. Определение пленчатости, выполненности, крупности и выравненности зерна наиболее точно можно определить на заключительных этапах селекции. При наличии достаточного количества семян изучаемых линий необходимо начинать технологический анализ параллельно с селекционной оценкой гибридного материала.

Процентное содержание плодовых оболочек определяет пленчатость зерна гречихи. Данный показатель варьирует в больших пределах в зависимости от метеорологических условий и зоны возделывания культуры. Из изучаемых образцов диапазон варьирования признака пленчатости составлял 17,2–20,0 %. Более детальное исследование подтверждает большую изменчивость пленчатости гречихи от лет и зон выращивания также доказали, что она является сортовым признаком. При всех прочих равных условиях селекционные линии с более низким содержанием плодовых оболочек способны давать больше крупы, чем образцы с высокой пленчатостью. Этим и объясняется необходимость контроля показателя пленчатости в процессе селекции. В нашем опыте наиболее ценные формы имели показатель пленчатости 17–20 %.

Важным показателем ценности образцов является натура зерна, выражаемая г/л, среди высокопродуктивных линий варьировала в пределах 590–620 г/л. Наименьшую величину показала линия Р 187–92 (590 г/л), наибольшая у образца Р 202–92 (620 г/л).

Крупность зерна образцов гречихи варьирует в довольно широких пределах. По показателю крупности все образцы отличались сходом с сит 4,8–4,5 мм, со значением 92,1–96,8 %. С крупностью гречихи тесно связаны условия и режим переработки зерна, а также выход и качество получаемой крупы. В связи с наличием полостей между ядром и плодовой оболочкой, крупное, хорошо выполненное зерно быстрее обрушивается. Обрушенные ядра легче выделяются, что обеспечивает их сохранность во время переработки и высокий выход наиболее ценной крупы-ядрицы. Все это подчеркивает необходимость изучения крупноплодности как ценного признака.

Технологическое значение выравненности зерна гречихи тесно связано с крупностью. С увеличением крупности улучшаются и технологические свойства того или иного сорта. Для сравнения, если же сорт характеризуется мелким зерном, то даже при самой высокой выравненности он менее ценен в технологическом отношении.

По показателю массы 1000 зерен выделилась линия Р 136–94 (31,9 г). Вариация этого признака по опыту у высокопродуктивных образцов составила 29,5–31,9 г. Этот показатель во многом зависит от генотипа, агроклиматических условий, технологии возделывания и многих других факторов.

Показатель выравненности является ключевым показателем однородности зерна по размеру и массе, которые определяют технологические качества и выход крупы. Среди исследуемых высокопродуктивных линий эта величина варьировала в пределах 55,1–68,8 %.

В результате технологической оценки зерна гречихи из представленных на анализ образцов питомника конкурсного сортоиспытания изучены показатели, которые характеризуют физические свойства зерна, кулинарные достоинства крупы. Исходя из полученных данных дана характеристика каждой линии как по отдельным показателям качества, так и по совместному их комплексу.

Комплексная оценка по хозяйственно ценным признакам позволяет выделить линии, которые обладают высокой ценностью для селекции. Образцы, превышающие стандарт, имеющие высокий потенциал, в будущем могут быть использованы при создании новых сортов. По итогам изучения была выделена линия Р 149–92, которая сочетает высокую урожайность зерна с высокими показателями технологических и крупяных достоинств. Масса 1000 семян 31–36 г., натура зерна высокая и колеблется от 610 до 635 г/л. Плёнчатость зерна средняя 19,9–21,6 %. Технологические и кулинарные показатели высокие. Выравненность зерна 53–58 %, легко обрушивается. Выход ядра высокий 70–78 %. Крупа светло-лилового цвета, каша светло-коричневого цвета, кулинарная оценка каши от 4,3 до 4,6 баллов. Отобранная по комплексу признаков качества линия Р149-92 подготовлена к передаче в Государственное сортоиспытание.

Следовательно, селекция гречихи должна вестись одновременно с учетом следующих показателей: показатели пленчатости, выравненности, массы 1000 зерен, крупности, выполненности, выхода ядра. Такой комплексный подход должен обеспечить наибольший эффект при создании сортов с высокими качественными показателями.

ЛИТЕРАТУРА

- Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В. (2021). Морфо-анатомические и физиолого-биохимические параметры семян гречихи в связи с селекцией на высокую и качественную урожайность // Аграрный научный журнал. №9. 4–8.
- Бадамшинова Е.В., Вильданова Л.С., Карымсаков Т.Н. (2022). Исследования сортов гречихи с целью применения их в технологии производства хлеба. Сборник статей Международной научно-практической конференции “Функциональные продукты питания – здоровье молодежи”. — Уфа. 29–31.
- Гамботова М.У., Базгиев М.А., Бадургова К.Ш., Гандаров М.Х. (2022). Продуктивность и качество крупяных культур при возделывании в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия // Орошаемое земледелие. №3. 25–28.
- Жеруков Т.Б., Кимов М.А., Жерукова С.Б., Бекулова Л.А. (2022) Влияние элементов технологии возделывания гречихи на качественные показатели зерна. Материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б.Х. Фияпшеву “Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность”. — Нальчик. 17–20.
- Кадырова Ф.З. Климова Л.Р., Кадырова Л.Р. (2022) Формирование качества плодов в процессе селекции гречихи // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. Том 1. № 4.
- Клыкков А.Г., Тимошинова О.А., Муругова Г.А. (2020). Формирование урожайности, технологических и биохимических качеств зерна гречихи в условиях Приморского края. // Дальневосточный аграрный вестник. № 4(56). С. 32–35. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14045>
- Кадырова Ф.З., Климова Л.Р., Кадырова Л.Р. (2022). Формирование качества плодов в процессе селекции гречихи. // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. № 4 (4). С. 29–33.
- Климова Л.Р., Хайруллина А.Р. (2022). Влияние структурных элементов растений на формирование качественных показателей плодов и величины урожая сортов гречихи обыкновенной // Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции «Биологическая защита растений с использованием геномных технологий». Казань. С.178–184.
- Марьин В.А., Верещагин А.Л. (2019). Распределение размера ядра во фракциях зерна гречихи // Хранение и переработка сельхозсырья. №1. 130–138.
- Никифоров М.И., Никифоров В.М. (2025) Влияние разных норм посева семян и доз минеральных удобрений на продуктивность гречихи и качество зерна. / Зернобобовые и крупяные культуры. № 3 (55). 52–60
- Огороднова У.А., Тимофеева О.А. (2020). Большой практикум по физиологии и биохимии растений // Учебно-методическое пособие. — Казань: КФУ. 36 с.
- Тарануха Н.Г., Кошечкина А.Т. (2020). Оценка сортов гречихи по урожайности и технологическим качествам в коллекционном питомнике. // Международная научно-практическая конференция, посвященная кафедре селекции и генетики «Селекция и генетика: инновации и перспективы». С.125–129
- Тарасова Е.А. (2025). Исследование взаимосвязи между технологическими показателями зерна гречихи при хранении // Бюллетень науки и практики. Том 11. № 6. С. 415–425.

Тимошенко Э.В. (2022) Качество зерна гречихи сорта девятка при возделывании в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области // Сборник V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием “Теория и практика современной аграрной науки”. — Новосибирск. 206–209.

Фесенко А.Н., Бирюкова О.В., Фесенко И.Н. (2019). Морфобиологические особенности основных морфотипов гречихи, возделываемых в России // Земледелие. №4. 36–39.

Хацуков Х.А., Князев Б.М. (2023). Пути повышения урожайности и качества зерна крупяных культур в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Труды кубанского государственного аграрного университета. № 109. 2023. С.95–99.

Fanyusya Kadyrova, Lilya Klimova (2022) Improving fruits quality in the process of breeding buckwheat. Agrobiotechnologies and digital farming. 1 (4). 29–33. Doi:10.12737/2782-490x-2022-29-33.

Sajad Ahmad Sofi, Naseer Ahmed, Asmat Farooq, Shafiya Rafiq, Sajad Majeed Zargar, Fozia Kamran, Tanveer Ali Dar, Shabir Ahmad Mir, B N Dar, Amin Mousavi Khaneghah (2022). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview // Food Science & Nutrition. 2022 Dec 22. 11(5). 2256–2276. doi: 10.1002/fsn3.3166.

REFERENCES

Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V. (2021). Morfo-anatomicheskie i fiziologo-biohimicheskie parametry semyan grechihi v svyazi s selekciej na vysokuyu i kachestvennyuyu urozhajnost' // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. №9. 4–8.

Badamshinova E.V., Vil'danova L.S., Karymsakov T.N. (2022). Issledovaniya sortov grechihi s cel'yu primeneniya ih v tekhnologii proizvodstva hleba // Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii “Funkcional'nye produkty pitaniya-zdorov'e molodezhi”. — Ufa. 29–31.

Fesenko A.N., Biryukova O.V., Fesenko I.N. (2019). Morfobiologicheskie osobennosti osnovnyh morfotipov grechihi, vozdeliyaemyh v Rossii // Zemledelie. №4. 36–39.

Fanyusya Kadyrova, Lilya Klimova (2022). Improving fruits quality in the process of breeding buckwheat. Agrobiotechnologies and digital farming. 1 (4). 29–33. Doi:10.12737/2782-490x-2022-29-33

Hacukov H.A., Knyazev B.M. (2023). Puti povysheniya urozhajnosti i kachestva zerna krupyanyh kul'tur v predgornoj zone Kabardino-Balkarii. // Trudy kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. № 109. 2023. Pp. 95–99.

Kadyrova F.Z., Klimova L.R., Kadyrova L.R. (2022) Formirovanie kachestva plodov v processe selekcii grechihi // Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie. Tom 1. № 4

Kadyrova F.Z., Klimova L.R., Kadyrova L.R. (2022). Formirovanie kachestva plodov v processe selekcii grechihi // Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie. № 4 (4). Pp. 29–33.

Klimova L.R., Hajrullina A.R. (2022). Vliyanie strukturnykh elementov rastenij na formirovanie kachestvennykh pokazatelej plodov i velichiny urozhaya sortov grechihi obyknovennoj // Sbornik nauchnyh trudov po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Biologicheskaya zashchita rastenij s ispol'zovaniem genomnyh tekhnologij». Kazan. Pp. 178–184.

Klykov A.G., Timoshinova O.A., Murugova G.A. (2020). Formirovanie urozhajnosti, tekhnologicheskikh i biohimicheskikh kachestv zerna grechihi v usloviyah Primorskogo kraja // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. № 4(56). Pp.32–35. <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14045>

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. (2019). Raspredelenie razmera yadra vo frakciyah zerna grechihi // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. №1. 130–138.

Nikiforov M.I., Nikiforov V.M. (2025). Vliyanie raznyh norm vyseva semyan i doz mineral'nyh udobrenij na produktivnost' grechihi i kachestvo zerna // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. № 3 (55). 52–60

Gambotova M.U., Bazgiev M.A., Badurgova K.Sh., Gandarov M.H. (2022). Produktivnost' i kachestvo krupyanyh kul'tur pri vozdelivanii v usloviyah lesostepnoj zony Respubliki Ingushetiya // Oroschaemoe zemledelie. №3. 25–28.

Ogorodnova U.A., Timofeeva O.A. (2020). Bol'shoj praktikum po fiziologii i biohimii rastenij // Uchebno-metodicheskoe posobie. — Kazan': KFU. 36 p.

Taranuho N.G., Koshevaya A.T. (2020). Ocenka sortov grechihi po urozhajnosti i tekhnologicheskimi kachestvam v kollekcionnom pitomnike. // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya kafedre selekcii i genetiki «Selekciya i genetika: innovacii i perspektivy». Pp.125–129

Tarasova E.A. (2025). Issledovanie vzaimosvyazi mezhdu tekhnologicheskimi pokazatelyami zerna grechihi pri hranenii. // Byulleten' nauki i praktiki. Tom 11. № 6. Pp. 415–425.

Timoshenko E.V. (2022). Kachestvo zerna grechihi sorta devyatka pri vozdelivanii v yuzhnoj sel'skohozyajstvennoj zone Amurskoj oblasti. Sbornik V nacional'noj (vserossijskoj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem // Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki”. — Novosibirsk. 206–209

Sajad Ahmad Sofi, Naseer Ahmed, Asmat Farooq, Shafiya Rafiq, Sajad Majeed Zargar, Fozia Kamran, Tanveer Ali Dar, Shabir Ahmad Mir, B.N. Dar, Amin Mousavi Khaneghah (2022). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. Food Science & Nutrition. 2022 Dec 22. 11(5). 2256–2276. doi: 10.1002/fsn3.3166

Zherukov T.B., Kimov M.A., Zherukova S.B., Bekulova L.A. (2022) Vliyanie elementov tekhnologii vozdelivaniya grechihi na kachestvennye pokazateli zerna. Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya professora B.H. Fiyapshevu “Sel'skohozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost'». — Nal'chik. 17–20.

Волобаева В.А. – методология, визуализация, ресурсы, создание черновика рукописи.

Коберницкий В.И. – концептуализация, методология, руководство исследованием, анализ и обработка экспериментальных данных, интерпретация результатов и подготовка научной статьи.

Жирнова И.А. – проведение полевых и лабораторных исследований, анализ и обработка экспериментальных данных



Sh.Ye. Yelikbayeva^{1*}, D.K. Molzhigitova¹, A.K. Kassen², Z. Kuzairova¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

²International educational corporation KazGASA, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru

EFFECTIVENESS OF THE USE OF GIS TECHNOLOGY IN THE TERRITORIAL PLANNING OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Yelikbayeva Shadiya Yerbolovna, PhD Student, Scientific Assistant, «Kazakh National Agrarian University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Abaya Avenue, building 8

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2348-52846>;

Molzhigitova Dinara Kumarbekovna, Acting Associate Professor, «al-Farabi Kazakh National University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, al-Farabi Avenue, building 71

E-mail: dikosh.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1149-8333>;

Kassen Aliya Kairatkyzy, Research Associate, Tutor of the Department of «Geodesy, Cartography and Cadastre», LLP «International educational corporation» Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty, Ryskulbekov Street, building 28

E-mail: a.kasen@kazgasa.kz, <https://orcid.org/0009-0000-6891-0834>;

Kuzairova Zemfira Manarbekkyzy, PhD Student, «al-Farabi Kazakh National University», Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty region, Almaty, al-Farabi Avenue, building 71

E-mail: zkuzairova1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3332-5601>.

Abstract. This study examines the ways of agroecological zoning of agricultural lands in Northern Kazakhstan and their ecological and economic optimization. The scientific work was carried out within the framework of the BR24993222 program and was based on the concept of sustainable development of the territory. The study used Sentinel-2 satellite images, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and PLI (Prairie Landscape Inventory) indexes, GIS (geographic information system) technologies and cartographic analysis methods. Changes in the structure of arable lands, climatic factors, and land degradation (especially a decrease in humus) are analyzed and trends in the redistribution of agricultural land. There is a growing importance of oilseeds, which is associated with their climatic inclinations and export potential. It is shown that for effective planning of agricultural space, it is necessary to take into account natural, economic, and social factors comprehensively. The results of the study make it possible to develop practical recommendations aimed at ensuring the spatial organization of agricultural landscapes and the sustainability of the agricultural sector.

Keywords: agroecological zoning, GIS technology, agrolandscape, territorial planning

For citation: Sh.Ye. Yelikbayeva, D.K. Molzhigitova, A.K. Kassen, Z. Kuzairova (2026). Effectiveness of the use of GIS technology in the territorial planning of the North Kazakhstan region // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 51–60. <https://doi.org/10.37884/2-2026/05> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: *The study was conducted within the framework of the Scientific and Technical Program BR24993222, “Creation of a decision support system for the natural and economic development of the North Kazakhstan region in the context of sustainable development.”*

Ш.Е. Еликбаева^{1*}, Д.К. Молжигитова¹, Ә.Қ. Қасен², З.М. Құзаирова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Халықаралық білім беру корпорациясы ҚазБСҚА, Алматы, Қазақстан.

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫН АУМАҚТЫҚ ЖОСПАРЛАУДА ГАЗ-ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Еликбаева Шадия Ерболовна, докторант, «Қазақ Ұлттық аграрлық университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2348-52846>;

Молжигитова Динара Кумарбековна, доцент міндетін атқарушы, «Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті», Қазақстан, 050010, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: dikosh.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1149-833>;

Қасен Әлия Қайратқызы, ғылыми қызметкер, «Геодезия, картография және кадастр» кафедрасының тьюторы, «Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Қазақстан, 050010, Алматы, Рысқұлбеков көшесі, 28

E-mail: a.kasen@kazgasa.kz, <https://orcid.org/0009-0000-6891-0834>;

Құзаирова Земфира Манарбекқызы, докторант, «әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті», Қазақстан, 050010, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: zkuzairova1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3332-5601>.

Аннотация. Мақалада Солтүстік Қазақстандағы ауыл шаруашылығы жерлерін агроэкологиялық аудандастырудың ғылыми-теориялық және әдістемелік негіздері қарастырылып, олардың экологиялық-экономикалық оңтайландыру жолдары жан-жақты талданады. Зерттеу BR24993222 бағдарламасы аясында жүзеге асырылып, аймақтық аумақты тұрақты дамыту тұжырымдамасына негізделген. Солтүстік Қазақстан өңірі елдің астықты белдеуі болып саналатындықтан, оның жер ресурстарын тиімді пайдалану мәселесі аграрлық сектордың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуде стратегиялық маңызға ие. Зерттеу барысында заманауи қашықтықтан зондтау деректері (Sentinel-2 спутниктік суреттері), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) және PLI (Prairie Landscape Inventory) индекстері, сондай-ақ ГАЗ (Географиялық Ақпараттық Жүйе) технологиялары қолданылды. Бұл әдістер агроландшафтардың кеңістіктік ұйымдасуын, егістік құрылымындағы өзгерістерді, климаттық факторлардың әсерін және жер деградациясының деңгейін кешенді бағалауға мүмкіндік берді. Әсіресе топырақ құнарлылығының негізгі көрсеткіші болып саналатын гумус мөлшерінің азаюы, жерді ұтымсыз пайдалану нәтижесінде туындайтын экологиялық қауіптердің бірі ретінде қарастырылды. Сонымен қатар, ауыл шаруашылық алқаптарын қайта бөлу үрдістері мен дақыл құрылымындағы трансформация сипатталды. Майлы дақылдардың маңызы жылдан жылға артып келе жатқаны атап өтілді, бұл олардың климаттық бейімділігімен, жоғары экономикалық қайтарымымен және экспорттық әлеуетімен тікелей байланысты. Мұндай үрдістер ауыл шаруашылық өндірісінің жаңа бағыттарын айқындап, егіс алқаптарын әртараптандырудың қажеттілігін көрсетеді. Зерттеу нәтижелері ауыл шаруашылық кеңістігін тиімді жоспарлау барысында табиғи-географиялық, экономикалық және әлеуметтік факторларды кешенді түрде ескерудің маңыздылығын дәлелдейді. Авторлар ұсынған практикалық ұсыныстар агроландшафтарды ғылыми негізде ұйымдастыруға, жер ресурстарын ұтымды бөлуге және ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын арттыруға бағытталған.

Түйін сөздер: агроэкологиялық аудандастыру, ГАЗ-технологиясы, агроландшафт, аумақтық жоспарлау

Дәйексөз үшін: Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, Ә.Қ. Қасен, З.М. Құзаирова (2026). Солтүстік Қазақстан облысын аумақтық жоспарлауда ГАЗ-технологиясын қолданудың тиімділігі // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 51–60. <https://doi.org/10.37884/2-2026/05> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс: Мақала бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде Қазақстан Республикасы

Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын «Орнықты даму контекстінде Солтүстік Қазақстан облысының аумағын табиғи-шаруашылық жайластыру үшін шешімдер қабылдауды қолдау жүйесін құру» ЖТН BR24993222 ғылыми-техникалық бағдарламасын іске асыру шеңберінде жүргізілді.

Ш.Е. Еликбаева^{1*}, Д.К. Молжигитова¹, А.К. Касен², З.М. Кузаирова¹

¹«Казахский национальный университет им. эл-Фараби», Алматы, Казахстан;

²«Международная образовательная корпорация КазГАСА», Алматы, Казахстан.

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Еликбаева Шадия Ерболовна, докторант, научный консультант, НАО «Казахский национальный аграрный университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: yelikbayeva.shadi@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2348-52846>;

Молжигитова Динара Кумарбековна, исполняющая обязанности доцента, НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Казахстан, 050010, Алматы, проспект аль-Фараби, 71

E-mail: dikosh.m@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1149-833>;

Касен Алия Кайратқызы, научный сотрудник, тьютор кафедры «Геодезия, картография и кадастр», ТОО «Международная образовательная корпорация» Казахская головная архитектурно-строительная академия, Казахстан, Алматы, улица Рыскулбекова, 28

E-mail: a.kasen@kazgasa.kz, <https://orcid.org/0009-0000-6891-0834>;

Құзаирова Земфира Манарбекқызы, докторант, «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Республика Казахстан, 050010, Алматы, проспект аль-Фараби, 71

E-mail: zkuzairova1@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-3332-5601>.

Аннотация. В данном исследовании рассматриваются пути агроэкологического районирования сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана и их эколого-экономической оптимизации. Научная работа проводилась в рамках программы BR24993222 и основывалась на концепции устойчивого развития территории. В исследовании использовались спутниковые снимки Sentinel-2, индексы NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) и PLI (Prairie Landscape Inventory), технологии ГИС (географическая информационная система) и методы картографического анализа. Проанализированы изменения в структуре пахотных земель, климатические факторы, деградация земель (особенно уменьшение гумуса) и тенденции перераспределения сельскохозяйственных угодий. Отмечается растущее значение масличных культур, что связано с их климатическими наклонностями и экспортным потенциалом. Показано, что для эффективного планирования сельскохозяйственного пространства необходимо комплексно учитывать природные, экономические и социальные факторы. Результаты исследования позволяют выработать практические рекомендации, направленные на обеспечение пространственной организации агроландшафтов и устойчивости отрасли сельского хозяйства.

Ключевые слова: агроэкологическое районирование, технология ГИС, агроландшафт, территориальное планирование

Для цитирования: Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, А.К. Касен, З.М. Кузаирова (2026). Эффективность применения ГИС-технологии в территориальном планировании Северо-Казахстанской области // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 51–60. <https://doi.org/10.37884/2-2026/05> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе.

Аумақтық жоспарлау стратегиялық болжауды, кеңістіктік талдауды, модельдеуді және жобалауды қамтитын кешенді әдіснамалық тәсілге негізделген ғылыми-жобалау қызметінің дербес

бағыты болып табылады. Ғылым мен практиканың бұл саласы аумақтық дамудың әлеуметтік–экономикалық, экологиялық және функционалдық оңтайлылығына қол жеткізуге бағытталған кеңістіктік шешімдерді әзірлеуді және іске асыруды көздейді.

Аумақтық жоспарлаудың негізгі міндеті табиғи, әлеуметтік–демографиялық, экономикалық және экологиялық факторларды ескере отырып, аумақтағы әртүрлі қызмет түрлерін кеңістіктік ұйымдастыруды негіздеу болып табылады. Бұл тұрғыда жоспарлау даму мүдделері мен қоршаған ортаны қорғау, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, сондай-ақ халықтың өмір сүруіне қолайлы жағдайлар жасау қажеттілігі арасындағы тұрақты тепе-теңдікті қамтамасыз етуі керек.

Қазақстан Республикасында бұл бағыт кеңінен зерттелуде. Мәселен, BR24993222 бағдарламасына сәйкес «Тұрақты даму контекстінде Солтүстік Қазақстан облысының аумағын табиғи-шаруашылық жайластыру үшін шешімдер қабылдауды қолдау жүйесін құру» [Груздев, 2014]. Осы ғылыми бағдарламаға сәйкес, табиғи–шаруашылық жайластыру – бұл аумақтарды тұрақты дамыту мақсатында аумақтық жоспарлауды, агроөнеркәсіптік инфрақұрылымды орналастыруды, жерді тиімді пайдалануды, мелиорацияны, табиғи ресурстарды қорғау мен қалпына келтіруді, сондай-ақ ауыл шаруашылығы өндірісін ұйымдастыруды қамтитын кешенді іс-шаралар жүйесі ретінде қарастырылады [Тараканов және т.б., 2014].



Сур. 1. Аумақтық жоспарлауды жетілдіру құрылымы [авторлық жұмыс].
 [Fig. 1. Structure for Improving Spatial Planning [author's work].]

Әдістер мен материалдар.

Аграрлық дамудың қазіргі кезеңінде Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы секторында орнықты серпінді көрсетіп отыр, оның шеңберінде егіншілік стратегиялық маңызды рөл атқаруды жалғастыруда. Экономикалық құрылымды өзгерту және ауыл шаруашылығы өндірісін технологиялық жаңғыртуды жеделдету жағдайында өсімдік шаруашылығы ішкі құрылымдық өзгерістерге де, жаһандық агроазық-түлік нарығының әсеріне де байланысты сапалы өзгерістерге ұшырайды.

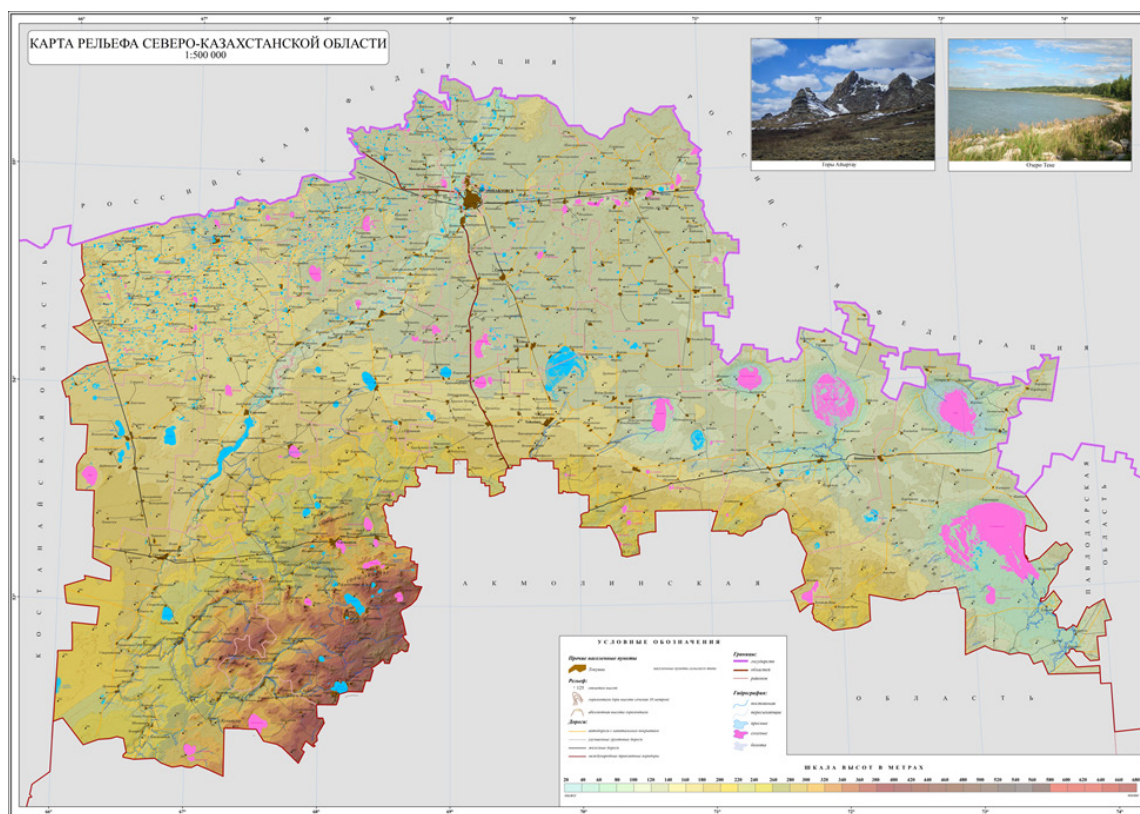
Соңғы жылдары егін шаруашылығы саласының өрлеуі байқалады, ол кешенді сипатқа ие және өндірістік жабдықтарды технологиялық жаңарту, прогрессивті агротехнологияларды (соның ішінде дәл егіншілік элементтерін) енгізу, сондай-ақ өсірілетін дақылдар спектрін кеңейту арасындағы синергияның әсерін көрсетеді. Зығыр-бұйра, рапс және соя сияқты майлы дақылдардың өсіп келе жатқан маңыздылығын ерекше атап өткен жөн, олардың аумақтары Климаттық–ресурстық бейімділікке де, жоғары экспорттық маржаға да байланысты тұрақты өсуде. Аталған өнімдер Еуропалық Одақ мемлекеттері, Қытай, ал соңғы жылдары Иран тарапынан тұрақты экспорттық сұранысты көрсетеді, бұл қазақстандық өсімдік шаруашылығының экспорттық бәсекеге қабілеттілігін растайды [Пашков, 2019].].

Қазақстандағы ауыл шаруашылығының агрогеографиялық құрылымы тарихи тұрғыдан екі басым белдеу түрінде қалыптасты:

– Негізінен техникалық және жемшөп дақылдарын (мақта, жүгері, қант қызылшасы және жоңышқаны қоса алғанда) өсіруге бағытталған суармалы жерлер басым болатын Оңтүстік белдеу;

– Бидай басым болатын егіншілік жаңбыр аймағымен сипатталатын солтүстік белдеу. Бұл аумақ бастапқыда 1950–60 жылдары тың игеру процесінде қалыптасты және кең аумақтарды қамтыды: Тың өлкесі, Орал облысы, Ақтөбе және Қарағанды облыстарының солтүстік аудандары, Қарағанды қаласының ендігіне дейін [Пашков, 2019; Пашков және т.б., 2020].

Егістік жер маскасы Sentinel-2 суреттерін пайдаланып қолмен цифрланған. Дәлдікті жақсарту үшін Scene Classification Layer (SCL) алгоритмі арқылы бұлттар мен көлеңкелерді маскировка қолданылады. Цифрландыру түсті Композиттердің визуалды интерпретациясы негізінде жүзеге асырылды: жер бетінің табиғи көрінісін бағалау үшін 4,3,2 (шынайы түстер: қызыл, жасыл, көк) және 12,8,4 (SWIR–NIR–Red, негізінен) арналарының тіркесімі ретінде пайдаланылды, бұл өсімдік жамылғысы мен топырақ сипаттамаларын оқшаулауда тиімді. Сонымен қатар, NDVI индексі жер бедерінің ерекшеліктерін айқындау үшін қолданылады.



Сур. 2. Солтүстік Қазақстан облысының жер бедері картасы.
[Fig. 2. Topographic map of North Kazakhstan Region].

Нақты егістік жерлер мен буларды тану үшін Қазақстандағы егістік жерлерді сәйкестендіру үшін әзірленген PLI (Plowed Land Index) индексі қолданылды. PLI Солтүстік Қазақстан облысындағы ауыл шаруашылығы циклінің белсенді кезеңіне сәйкес келетін мамыр–шілде кезеңдеріндегі Sentinel-2 деректері негізінде есептелген. Индекс өңделген жерлер мен булардың спектрлік сипаттамаларын ескере отырып, дала аймақтарындағы егістік жерлерді тиімді анықтайды (сурет 2).

Бүгінгі таңда егіншіліктің солтүстік белдеуі үш негізгі облыстың аумақтарымен шектелген: Қостанай, Солтүстік Қазақстан және Ақмола. Оның оңтүстік шекарасы изогия бойынша солтүстік-батысқа қарай жылдық атмосфералық ылғалдылықтың 280 мм-ге ауысты, ал 1960 жылдардың басында ауылшаруашылық майданы изогияға 200 мм-ге дейін созылды, бұл агроклиматтық параметрлердің өзгеруін де, жерді экономикалық өсіруді де көрсетеді. Осылайша, өнімді ауылшаруашылық алқаптары неғұрлым тұрақты және рентабельді жер массаларының пайдасына табиғи түрде қайта бөлінеді, содан кейін өсімдік шаруашылығына инвестицияларды қайтару коэффициенті өте төмен аумақтар айналымнан шығарылады [Пашков, 2019].

Кесте 1 – Қазақстанның өсімдік шаруашылығы және аграрлық өзгерістер бойынша аналитикалық–статистикалық кесте (2024–2025 жж.)

Көрсеткіш	Маңызы / Динамикасы	Көрсеткіштің маңыздылығын негіздеу
1. АӨК-тің (Агроөнеркәсіптік кешен) жалпы өнімінің өсуі	7,8 трлн ₸ (+13,4 %)	Макроэкономикалық сын-тегеуріндер жағдайында агроөнеркәсіп өндірісінің орнықты кеңеюін растайды
Егін шаруашылығы	+19,9 %	Технологияландыру және дақылдар құрылымын өзгерту арқылы саланың өсуінің негізгі драйвері
Мал шаруашылығы	+3,2 %	Инерциялық сипатта, бірақ тұрақты қалпына келетін сегмент
2. Дәнді дақылдар өнімі (2024)	26,7 млн т (соның ішінде бидай — 19,8 млн т)	Тың науқанның максималды уақытына сәйкес деңгей
Дәнді дақылдардың орташа өнімділігі	16,1 ц/га	2023 жылмен салыстырғанда 47% - ға өсім-жерді жаңғырту және дұрыс іріктеу нәтижесі
3. Майлы дақылдар	Егін - 3,34 млн тонна (+52,8 %); дақылдар-2,735 млн га	Құрылымдық әртараптандыру: зығыр, рапс және майбұршақ экспортқа бағытталған
4. Климаттың өзгеруі	Изогетаның ауысуы: 200 мм → 280 мм жауын-шашын	Ауыл шаруашылығын жаңа гидроклиматтық жағдайларға бейімдеу қажеттілігі
5. Тұрақты егіншілік агрозоналары	Қостанай, СҚО, Ақмола	Бидай белдеуінің фокусы ең өнімді аймақтарда шоғырланған және тұрақтандырылған

Зерттеудің мақсаты экологиялық-экономикалық алғышарттарды ескере отырып, геоақпараттық және картографиялық массивтерді талдау негізінде модельдік аумақты агроландшюктуралық аудандастыруды жүргізу болып табылады (кесте 2). Экология – бұл экологиялық және экономикалық аспектілерді біріктіретін, табиғи ортаға рұқсат етілген жүктемелердің шектерін және табиғатты пайдаланудағы шектеулерді еңсеру мүмкіндіктерін зерттейтін салыстырмалы түрде жаңа ғылыми бағыт, әсіресе ауылшаруашылық жерді пайдалану контекстінде [Омарова және т.б., 2025; Мажитова, 2021].

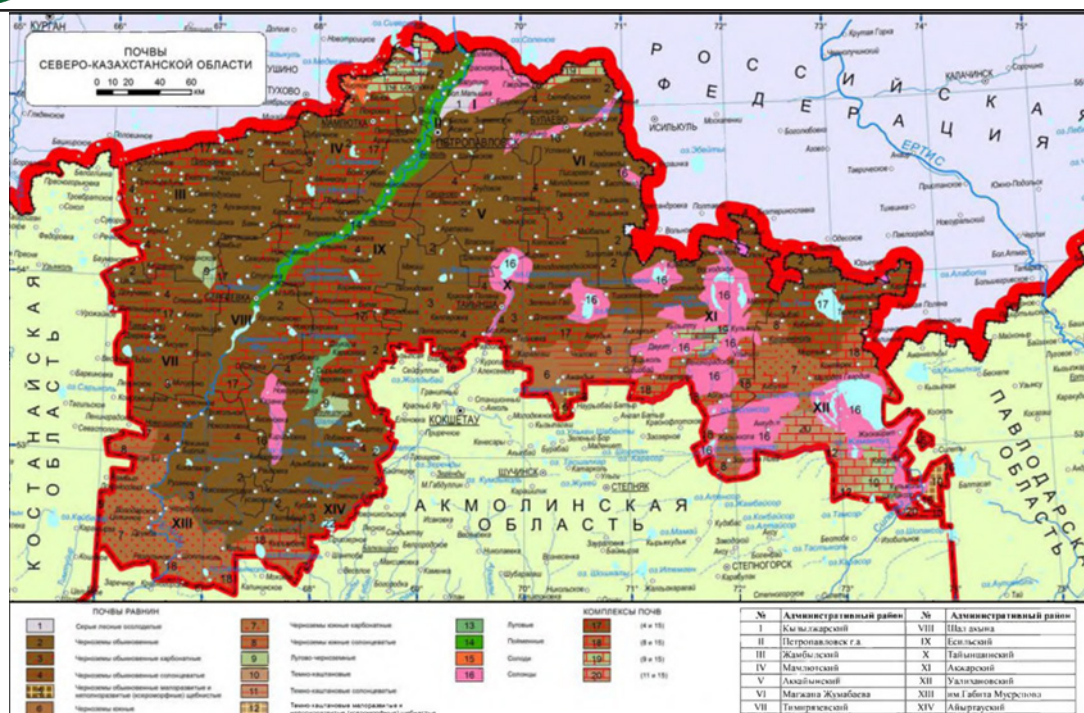
Біздің жағдайда біз табиғи-өндірістік жүйелерді түрлендіруді көздейтін ауылшаруашылық жерлерінің, әсіресе егістік жерлердің құрылымын экологиялық-экономикалық оңтайландыру туралы айтып отырмыз. Бұл процесс агроэкологиялық аудандарды бөлу нәтижесінде алынған өзекті агроэкологиялық көрсеткіштерге негізделеді. Экологиялық аспектіні (агрогрунттар мен экожүйелік сипаттамаларды есепке алу) және экономикалық аспектіні – зығыр-бұйра және рапс сияқты жоғары кірісті техникалық дақылдардың үлесін арттыра отырып, егіншілікті әртараптандыруды ескере отырып, егістік дақылдарының желісін кеңейту маңызды бөлік болып табылады. Аграрлық ландшафтты аудандастырудың экологиялық және экономикалық құрамдас бөлігінің бұл интеграциясы егіншілікті кеңістіктік-уақыттық ұйымдастыруды ретке келтіруге ғана емес, сонымен қатар егістіктің максималды экономикалық құнарлылығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Солтүстік Қазақстанның топырақ жамылғысы (сурет 3), оның генезисі, дамуы, географиялық таралуы, тұз құрамы мен құнарлылығы көптеген ресейлік және кеңестік топырақтанушылардың зерттеу нысаны болды.

Алайда, топыраққа дейінгі зерттеулердің көп бөлігі тек қара топырақтың таралу аймағына бағытталған [Кожаметов және т.б., 2017; Валентина және т.б., 2024; Стриелковский және т.б., 2024; Билло және т.б., 2019]. Алайда, бұл, әсіресе қазіргі экологиялық-экономикалық шындықты ескере отырып, одан әрі зерттеу қажеттілігін жоққа шығармайды.

Нәтижелер мен талқылау.

Геоақпараттық технологияларды пайдалануға негізделген кешенді тәсіл ауылдық елді мекендер аумағын аумақтық жоспарлау үшін берік негіз қалыптастыруға мүмкіндік берді. Осы үдеріс шеңберінде белгілі бір сипаттамалары бар агроланд пейзаждық жолақтарды бөлу жүргізіледі, бұл табиғи жағдайлардың кеңістіктік гетерогенділігін және антропогендік жүктеме деңгейін ескеруге мүмкіндік береді. Бұл тұрақты жерді иеленуді қамтамасыз етудегі маңызды қадам болып табылады, өйткені ол эмпирикалық деректер негізінде эрозиялық белсенділіктің әртүрлі деңгейлері және басқа да экологиялық қауіптері бар учаскелерді ажыратуға мүмкіндік береді.



Сур. 3. СҚО топырақ жамылғысы.
[Fig. 3. Soil cover of north Kazakhstan region].

Сонымен қатар, аумақтық жоспарлау әртүрлі табиғи элементтер арасындағы қатынастарды ескеретін ландшафттың динамикалық құрылымын қалыптастыруға бағытталған. Бұл өз кезегінде жерді пайдалануды ұтымды етуге ықпал етеді және экологиялық жағдайларды ескере отырып, дақылдарды орналастыру үшін ең оңтайлы аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай жоспарлаудың негізгі факторларының бірі – эрозия мен топырақтың басқа деградация процестерінің қаупін азайтуға мүмкіндік беретін заттардың, энергияның және заттардың бір бағытты ағыны бар аймақтарды оқшаулау. Маңыздысы, мұндай градиенттер тек көлбеудің тіктігі мен экспозициясына байланысты өзгеруі мүмкін, бұл аумақтық жоспарлау процесінде нақты деректер мен егжей-тегжейлі талдаудың маңыздылығын көрсетеді.

Осылайша, аумақтық жоспарлауда ГАЖ технологияларын пайдалану болжау дәлдігін және ауылшаруашылық алқаптарын тиімді басқаруды айтарлықтай жақсартыды, бұл тұрақты және өнімді аграрлық ландшафттарды қалыптастыру үшін өте маңызды.

ГАЖ және қашықтықтан зондтау деректерін аумақтық жоспарлау аудандастыруға біріктіру – белсенді дамып келе жатқан халықаралық зерттеулердің тағы бір маңызды саласы. Олардың зерттеуі спутниктік деректер арқылы жердің деградациясын жоғары дәлдікпен бағалауға және суару және химиялық тыңайтқыштарды қолдану үшін суды пайдалану сияқты аграрлық тәжірибелердің әсерінен оның ықтимал өзгерістерін болжауға болатынын анықтады.

Жерді қашықтықтан зондтау деректері ретінде Sentinel-2 2A түзету деңгейінің (surface reflectance) жоғары ажыратымдылықтағы мультиспектрлі бейнелері пайдаланылды. Суреттер 2025 жылдың мамыр-шілде айларында таңдалды, бұлтты қамту 10 %-дан аспады. Зерттеу нысаны екі көріністің шекарасында орналасқандықтан, коллекцияны ұлғайту және қауындардың ақпараттануын арттыру үшін зерттеу саласын қамтитын мозаика пайда болды. SCL (scene classification layer) қабатындағы деректерге негізделген әрбір кескін үшін бұлт көлеңкелері мен бұлттарға сәйкес келетін пикселдер кескін мозайкаларынан алынып тасталды, бұл GEE құралдарымен деректерді сүзу үшін пайдаланылатын sen2cor алгоритмін қолдану нәтижесінде алынған жіктелген кескін. Алынған жинақтардың арналарын пайдалану арқылы NDVI есептелді.

NDVI стандартты формула бойынша есептелген:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{NIR + RED}, \quad (1)$$

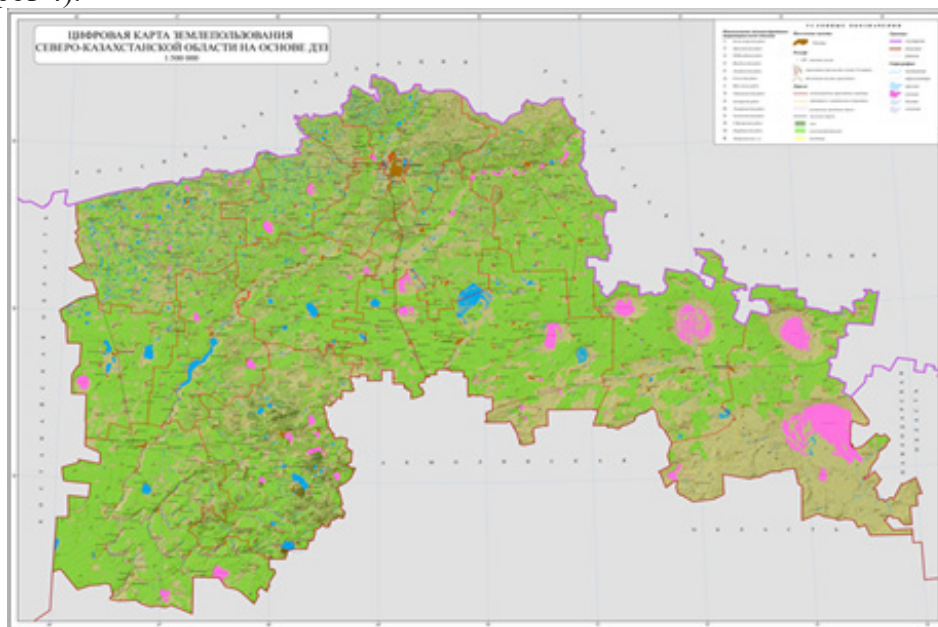
мұндағы, RED 650–680 нм және NIR 785–899 нм, диапазонындағы Sentinel 2 арналары.

Облысты толық қамтитын 10 Sentinel-2 кескінінің мозайкасы бойынша әр пиксел үшін NDVI

мәндері есептеліп, соңынан облыс бойынша орташа (mean), медиана және стандартты ауытқу көрсеткіштері алынған. Осы есептеу нәтижесінде облыс бойынша орташа NDVI 0.42, медиана 0.40, стандартты ауытқу 0.12 болып табылды. NDVI мәндерінің таралуына негізделген интерпретацияларда төменгі өнімділікке сәйкес келетін NDVI < 0.20 учаскелері облыстың шамамен 18 % жерін, төмен – 0.20–0.39 диапазонында 35 %, орташа 0.40–0.59 диапазонында 30 %, жоғары өнімділік (>0.60) шамамен 17 % ауданды құрады. Бұл көрсеткіштер өңірдегі өнімділік әркелкілігін айқын көрсетеді және әсіресе гумус мөлшері төмен және эрозияға бейім аудандарда NDVI мәндерінің төмен екенін растайды.

Цифрландыру түсті композиттердің визуалды интерпретациясы негізінде жүзеге асырылды: жер бетінің табиғи көрінісін бағалау үшін 4,3,2 (шынайы түстер: қызыл, жасыл, көк) және 12,8,4 (SWIR–NIR–Red, негізінен) арналарының тіркесімі ретінде пайдаланылды. Бұл өсімдік жамылғысы мен топырақ сипаттамаларын оқшаулауда тиімді. Сонымен қатар, NDVI индексі ауылшаруашылық жерлеріне тән өсімдік жамылғысы бар аймақтарды бөлу үшін қолданылады.

NDVI деректері бойынша Солтүстік Қазақстан облысының жер пайдаланудың цифрлық картасы салынды (сурет 4).



Сур. 4. ЖКЗ негізінде СҚО жер пайдаланудың цифрлық картасы.

[Fig. 4. Digital map of land use in North Kazakhstan Region based on GIS data].

PLI (Plowed Land Index) индексы келесі формула бойынша есептелді:

$$PLI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}, \quad (2)$$

мұндағы NIR ретінде Sentinel-2 арнасы B8, ал SWIR ретінде B12 (1590–1650 нм) алынды. Бұл индекс өңделген және буланған жерлерді анықтауда қолданылды: PLI оң мәндерге ие болған кезде өңделген егістік жерлердің спектралдық сипаты басымдық көрсеткен болады. Облыс бойынша есептеу нәтижелері PLI үшін орташа мәnnің 0.15 болуын көрсетті (медиана 0.12, стандартты ауытқу 0.10). PLI > 0.10 шегі бойынша есептегенде, өңделген (пашня/буланған) жерлер облыстың шамамен 24 % ауданын құрайтыны анықталды.

Есептеу процесі Google Earth Engine платформасында алдын ала түзетілген (surface reflectance) Sentinel-2 2A деңгейіндегі деректер қолданылып, SCL қабатының негізінде бұлт пен көлеңке пикселдері алып тасталғаннан кейін орындалды. Мозаика жасау барысында кезектесетін кескіндердің радиометриялық және атмосфералық сәйкестігі қамтамасыз етіліп, әр кескін үшін NDVI және PLI есептеліп, кейінгі агрегирлеу облыс шекарасына сәйкес орындалды. Кеңістіктік статистика және картографиялық жіктеу ArcGIS Pro құралдарында орындалып, нәтижелер картографиялық түрде көрсетілді.

Жоғарыдағы сандық көрсеткіштер зерттелген кезеңдегі (2025 жылғы мамыр–шілде) агроэкологиялық жағдайдың сипаттамасын береді және аумақтық жоспарлау барысында төмен өнімді учаскелерді қалпына келтіру, майлы дақылдар және көпжылдық шөптерді енгізу сияқты шараларды бағыттауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, PLI нәтижелері өңделген және пайдаланылмай жатқан жерлердің

кеңістіктік таралуын нақтылап, жер қорын тиімді бөлуге негіз болады.

Нәтижелер мен талқылау.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Солтүстік Қазақстан облысының агроэкологиялық әлеуетін бағалау және ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді пайдаланудың қазіргі құрылымын талдау тұрғысынан бірқатар маңызды ғылыми және қолданбалы қорытындылар жасауға мүмкіндік берді.

Sentinel-2 спутниктік деректері негізінде NDVI және PLI индекстерін қолдану арқылы Солтүстік Қазақстан облысының егістік жерлерінің кеңістіктік құрылымы мен өнімділік әлеуеті жоғары дәлдікпен бағаланды. Бұл әдіс егіншілік белсенділігінің нақты шекараларын, сондай-ақ уақыт бойынша агроландшафттардың динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Қолданылған қашықтықтан зондтау технологиялары және геоақпараттық талдау егістік жерлердің деградацияланған учаскелерін анықтау мен оларды ауыл шаруашылығы айналымынан шығару үрдісін нақтылау үшін сенімді негіз қалыптастырды.

Аграрлық өндірістің табиғи-климаттық жағдайларға тәуелділігін ескере отырып, егіншіліктің тиімді шекаралары 1960 жылдармен салыстырғанда изогеталық ылғалдылықтың 200 мм–ден 280 мм-ге дейін ауысуына сәйкес оңтүстікке ығысты. Бұл климаттық өзгерістердің нақты ауылшаруашылық практикасына ықпалын көрсетеді және аграрлық жоспарлаудың жаңа экологиялық–экономикалық парадигмасын талап етеді.

Облыстың шекараларындағы топырақ құрылымы мен агрогрунттық ерекшеліктерін картографиялау нәтижелері деградацияға ұшыраған қара топырақ учаскелерінің анықталуына және оларды экологиялық–экономикалық оңтайландыру бағытында қайта құрылымдауға жол ашты. Атап айтқанда, құнарлы емес учаскелерде майлы дақылдарды (зығыр, рапс, соя) енгізу арқылы құрылымды әртараптандыру және жердің агроэкологиялық әлеуетін барынша тиімді пайдалану ұсынылды.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылығы аумағын тиімді ұйымдастыру мен дамытудың аумақтық жоспарлауының үлгілік тұжырымдамасы ұсынылады. Бұл тұжырымдама аймақтың табиғи-экологиялық әлеуетін барынша тиімді пайдалануға, ауыл шаруашылығы өндірісін әртараптандыруға және экологиялық тұрақтылықты сақтауға бағытталған.

Аумақтық жоспарлаудың негізі ретінде геоақпараттық деректер мен қашықтықтан зондтау нәтижелері алынған. Бұл деректер егістік құрылымын, топырақ құнарлылығын, жер деградациясы мен эрозиялық үрдістердің таралуын талдауға мүмкіндік береді. Мұндай талдау агроландшафтық жүйелердің кеңістіктік ұйымдасуын айқындап, әрбір аймақтың табиғи және экономикалық әлеуетіне сәйкес ауыл шаруашылық жерлерін бөлудің тиімді жолдарын анықтайды.

Ұсынылған аумақтық жоспарлау тұжырымдамасы Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылық кеңістігін тұрақты дамытуға бағытталған, әрі экологиялық, экономикалық және әлеуметтік факторлардың өзара теңгерімін сақтай отырып, аймақтың аграрлық өндірісін жаңа сапалы деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Қорытынды.

Жүргізілген зерттеу Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылығы жерлерін кеңістіктік талдау негізінде экологиялық және экономикалық тұрғыдан оңтайландырудың тиімді жолдарын ұсынды. Sentinel-2 спутниктік деректері мен NDVI (орташа = 0.42) және PLI (орташа = 0.15) индекстерін қолдану арқылы агроландшафттардың өнімділік құрылымы, деградация деңгейі және ауыл шаруашылығы айналымындағы өзгерістер нақтыланды.

NDVI мәндерінің таралуы төмен өнімді учаскелердің облыстың шамамен 18 % ауданын құрайтынын көрсетті, бұл жұмысқа топырақты қалпына келтіру және эрозияны тежеу шараларын енгізу қажеттігін дәлелдейді. PLI нәтижелері өңделген жерлердің кеңістіктік орналасуын айқындап, жер қорын қайта бөлу және мелиоративтік шараларды жоспарлауға негіз бола алады.

ArcGIS Pro, QGIS және Google Earth Engine секілді ГАЖ платформаларының интеграциясы зерттеу процесін автоматтандыруға және карта жасау дәлдігін арттыруға мүмкіндік берді. Осылайша, ұсынылған әдістеме аумақтық жоспарлауды ғылыми негізде жүзеге асыруға және Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға ықпал етеді.

Алынған геоақпараттық және NDVI деректері негізінде СҚО жер пайдаланудың цифрлық картасы әзірленді. Бұл карта ауылшаруашылық алқаптарының жағдайын нақты уақыт режимінде бақылауға және болашақта ауыл шаруашылығы кеңістігін тұрақты жоспарлау мен басқару үшін негіз бола алады. NDVI көрсеткіштері вегетациялық белсенділіктің әртүрлі деңгейлерін көрсетіп, өнімділіктің

аймақтық айырмашылықтарын дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Осылайша, зерттеу нәтижелері Солтүстік Қазақстан облысында егістік жерлердің құрылымын экологиялық және экономикалық оңтайландырудың қажеттілігін нақты дәлелдеп отыр. Агроэкологиялық аудандастыру, ГАЖ және ЖҚЗ әдістерін интеграциялау ауыл шаруашылығы кеңістігін жоспарлау мен басқарудың жаңа сапалы деңгейіне шығуға мүмкіндік береді. Бұл әдіснама болашақта тек аймақтық агроөнеркәсіптік дамудың негізі ғана емес, сонымен қатар еліміздің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды құралы ретінде қызмет атқара алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- Билло О., Субейран М., Луке С. және Ленорманд М. (2019). Кешенді шешімдер-аумақтық жоспарлаудың тиімді стратегиялары үшін ғарышты игеру стратегиясы // Халықаралық Географиялық Ақпараттық Ғылымдар Журналы. <https://arxiv.org/abs/1911.11460>. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1911.11460>
- Валентина М., Карлос М., Эльза Акраут (2024). Иерархиялық құрылымдарды салыстырмалы талдау. Қоршаған орта Және Жоспарлау // Қалалық Аналитика және Қала Туралы Ғылым. 51(9). 2126–2145 <https://doi.org/10.1177/23998083241234405>.
- Груздев В.М. (2014). Территориальное планирование. Теоретические аспекты и методология пространственной организации территории [Учебное пособие]. — Нижний Новгород: ННГАСУ.
- Кожамбетов П. Ж., Акиянова Ф. Ж. (2017) (ред. Байшоланов С. С.). Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научно-прикладной справочник. — А.: // Издательство Ізденістер, нәтижелер. 125 с. ISBN 978-601-7150-88-4.
- Мажитова Г.З. (2021). Агроландшафты Северо-Казахстанской области: проблемы и пути оптимизации. Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева. — Петропавловск-П. <https://doi.org/10.24412/cl-36359-2021-492-495>.
- Омарова Ш.Ж., Молжигитова Д.К. (2025). Территориальное планирование. Теоретические аспекты и методология пространственной организации территории [Учебное пособие]. — А.: КНАИУ. 146 с.
- Пашков С.В. (2019). Ландшафтно-экологические основы земледельческой освоенности территории Северо-Казахстанской области // Научные ведомости БГТУ. Серия «Естественные науки». 43(4). 400–411. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411>.
- Пашков С.В., Шаяхметова А.С. (2020). Постцелинная дегумификация пахотных почв Северо-Казахстанской области. Геополитика и экогеодинамика регионов. 6(16)(1). 145–156. <https://doi.org/10.17223/25421379/20/7>.
- Пашков С.В. (2019). Экологическая устойчивость сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области. Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 5(3). 183–193.
- Стриелковский В., Мухорянова О., Кузнецова О. және Сыров Ю. (2024). Тұрақты аймақтық экономикалық даму және жерді пайдалану: Ресей жағдайы. Институционалды Зерттеулер журналы. 16(4). 82–96. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2024.16.4.082-096>.
- Тараканов О.В., Киселева Н.А., Акимова М.С. (2014). Территориальное планирование как основа управления развитием территорий [Учебное пособие]. — Пенза: ПГУАС. 135 с.

REFERENCES

- Billaud, O., Soubeyrand, M., Luque, S. & Lenormand, M. (2019). Comprehensive decision-strategy space exploration for efficient territorial planning strategies. *International Journal of Geographical Information Science*. Advance online publication. <https://arxiv.org/abs/1911.11460> [in Eng.]
- Gruzdev V.M. (2014). Territorial'noe planirovanie. Teoreticheskie aspekty i metodologiya prostranstvennoi organizatsii territorii [Учебное пособие]. Nizhnii Novgorod: NNGASU. [in Russ.].
- Kozhakhmetov P.ZH., & Akiyanova F.ZH. (2017) (red. Bajsholanov S.S.). Agroklimaticheskie resursy Severo-Kazakhstanskoy oblasti: nauchno-prikladnoy spravochnik. Astana: [Izdatel'stvo]. 125 p. ISBN 978-601-7150-88-4. [in Russ.]
- Mazhitova G.Z. (2021). Agrolandshafty Severo-Kazakhstanskoy oblasti: problemy i puti optimizatsii. Severo-Kazakhstanskij universitet im. M. Kozymbaeva. — Petropavlovsk. [in Russ.]
- Omarova SH.ZH. & Molzhigitova D.K. (2025). Territorial'noe planirovanie. Teoreticheskie aspekty i metodologiya prostranstvennoj organizatsii territorii [Uchebnoe posobie]. — A.: KNAIU. 146 p. [in Russ.]
- Pashkov S.V. (2019). Landshaftno-ekologicheskie osnovy zemledel'cheskoj osvoennosti territorii Severo-Kazakhstanskoy oblasti // Nauchnye vedomosti BG TU. Seriya "Estestvennye nauki". 43(4). 400–411. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-400-411> [in Russ.].
- Pashkov S.V. & Shayakhmetova A.S. (2020). Posttselinnaya degumifikatsiya pakhotnykh pochv Severo-Kazakhstanskoy oblasti // Geopolitika i ehkogeodinamika regionov. 6(16)(1). 145–156. <https://doi.org/10.17223/25421379/20/7> [in Russ.]
- Pashkov S.V. (2019). Ekologicheskaya ustojchivost' sel'skokhozyajstvennogo zemlepol'zovaniya v Severo-Kazakhstanskoy oblasti. Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 5(3). 183–193. [in Russ.]
- Strielkowski, W., Mukhoryanova, O., Kuznetsova O. & Syrov Y. (2024). Sustainable regional economic development and land use // A case of Russia. *Journal of Institutional Studies*. 16(4). 82–96. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2024.16.4.082-096> [in Russ.]
- Taranov O.V., Kiseleva N.A. & Akimova M.S. (2014). Territorial'noe planirovanie kak osnova upravleniya razvitiem territorij. — Penza: PGUAS. 135 p. [in Russ.]
- Marin V., Molinero C., & Arcaute E. (2024). The scalar mismatch of regional governance: A comparative analysis of hierarchical structures. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. <https://doi.org/10.1177/23998083241234405> [in Eng.]

Еликбаева Шадия Ерболовна – концептуализация; написание – обзор и редактирование; визуализация; исследование.
Молжигитова Динара Кумарбековна – курирование данных; приобретение финансирования; методология; проверка; роли/письмо – первоначальный проект; администрирование проекта.
Құзаирова Земфира Манарбекқызы – ресурсы; роли/письмо – первоначальный проект.
Қасен Әлия – программное обеспечение; надзор.



M.Zh. Koshmagambetova^{1*}, Zh.A. Tokbergenova¹, O.V. Karpova², S. Murat¹, Weixing Shan⁴

¹LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing”, Kainar Regional Branch;

²RSE on the REM “Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry”;

³College of Agronomy and State Key Laboratory of Crop Stress Resistance and Hi-Efficiency Production
Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, China.

E-mail: k.meruert91@mail.ru

ECOLOGICAL EVALUATION OF FOREIGN POTATO VARIETIES IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN

Koshmagambetova Meruyert Zhalgasbaykyzy, 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

E-mail: k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>;

Tokbergenova Zhursinkul Abdugapparovna, candidate of agricultural sciences, associate professor, corr. member of NAAS RK, Head of the Department of Potato Breeding, Seed Production and Biotechnology of the «Kainar» regional branch of «Kazakh Scientific Research Institute of Fruit Growing» LLP, Almaty region, Kainar settlement, Nauryz 1, Republic of Kazakhstan

E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4978-1525>;

Karpova Oksana Vladislavovna, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Proteins and Nucleic Acids, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Republic of Kazakhstan

E-mail: oxkarpova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9643-2913>;

Sunkar Murat, Junior Researcher of the Potato Biotechnology Laboratory. LLP «Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing», Regional Branch «Kainar». Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: sunkarmurat67@gmail.com;

Professor Weixing Shan, PhD, Assistant Rector, College of Agronomy and State Key Laboratory of Crop Stress Resistance and Hi-Efficiency Production, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100 P.R. China

E-mail: wxshan@nwfau.edu.cn, <https://orcid.org/0000-0001-7286-4041>.

Abstract. The article presents the results of an ecological evaluation of foreign potato accessions under the soil and climatic conditions of southeastern Kazakhstan in an ecological variety testing nursery. The research was carried out in open-field conditions using a four-replicate experimental design. A total of 38 accessions of foreign breeding were studied, including 16 from South Korea (Wangan Seed Company), 13 from the Russian Federation (Federal Scientific Center of Potato named after A.G. Lorkh), and 9 from the People’s Republic of China (Northwest University, Shaanxi Province). The evaluation was conducted based on a complex of morphological, agronomic, and marketable traits. It was established that the yield of foreign accessions in the conditions of the region ranged from 46.2 to 56.3 t/ha, while the standard varieties showed the following yields: Aksor – 46.0 t/ha, Tokhtar – 55.6 t/ha, Miras – 50.1 t/ha, which indicates significant variability in adaptive properties and production potential of the studied gene pool. The most promising were the Korean accession Teguan 181 (A6), characterized by high tuber marketability (up to 58.8 %) with a yield of 48.0 t/ha, the Russian accession 18–10–4 with the maximum yield of 56.3 t/ha, and the Chinese accession XS 8, combining a yield of 50.5 t/ha with high-quality tuber traits. The selected accessions will be further studied for genetic resistance to major viral diseases in Kazakhstan. Accessions combining high genetic resistance and

valuable traits will be transferred to state variety testing for use in breeding and development of new potato varieties.

Keywords: potato accession, ecological variety testing, yield, marketability

For citation: M.Zh. Koshmagambetova, Zh.A. Tokbergenova, O.V. Karpova, S. Murat (2026). Ecological evaluation of foreign potato accessions in the agroclimatic conditions of southeastern Kazakhstan // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 61–74. <https://doi.org/10.37884/2-2026/06> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: This study was carried out within the framework of Budget Program 267 «Enhancing the Accessibility of Education and Scientific Research», under the Program-Targeted Financing (PTF) of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, IRN BR22885335 «Ensuring Sustainable Development of Potato, Vegetable and Melon Production in Kazakhstan Based on Breeding, Seed Production, Biotechnology and Innovative Agricultural Technologies» for 2024–2026, funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan.

М.Ж. Кошмагамбетова^{1*}, Ж.А. Токбергенова¹, О.В. Карпова², С. Мұрат¹, Weixing Shan³

¹ЖШС «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты», «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан;

²РМҚК «М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институты»;

³Агрономия колледжі және Солтүстік-Батыс ауыл және орман шаруашылығы университеті (Northwest A&F University), Янлин, Шэньси провинциясы, Қытай.

E-mail: k.meruert91@mail.ru

ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ШЕТЕЛДІК КАРТОП СОРТУЛГІЛЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

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
E-mail: k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>;

Токбергенова Журсинкул Абдугаппаровна, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, ҚР АШАА корр. мүшесі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалының картоп селекциясы, тұқым шаруашылығы және биотехнология бөлімінің меңгерушісі, Алматы облысы, Қайнар ауылы, Наурыз 1, Қазақстан
E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4978-1525>;

Карпова Оксана Владиславовна, биологиялық ғылымдарының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының ақуыздар мен нуклеин қышқылдары зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан
E-mail: oxkarpova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9643-2913>;

Мұрат Сұңқар, картоп биотехнологиясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері. «Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, «Қайнар» аймақтық филиалы, Алматы, Қазақстан
E-mail: sunkarmurat67@gmail.com;

Вэйсин Шан, профессор, PhD, агрономия колледжінің және Солтүстік-Батыс ауыл және орман шаруашылығы университетінің (Northwest A&F University) көмекші ректоры, ауыл шаруашылығы дақылдарының стресс факторларына төзімділігі және жоғары өнімді өндіріс жөніндегі мемлекеттік негізгі зертханасының өкілі. Янлин қ., Шэньси провинциясы, 712100, Қытай Халық Республикасы
E-mail: wxshan@nwfafu.edu.cn, <https://orcid.org/0000-0001-7286-4041>.

Аннотация. Мақалада оңтүстік-шығыс Қазақстанның топырақ-климаттық жағдайында экологиялық сортсынақ көшеттігінде шетелдік картоп сорттарын экологиялық бағалау нәтижелері келтірілген. Зерттеулер ашық танап жағдайында төрт қайталаным бойынша жүргізілді. Барлығы 38 шетелдік сортүлгі зерттелді, олардың ішінде 16 – Оңтүстік Кореядан (Wangan Seed Company), 13 – Ресей Федерациясынан (А.Г. Лорха атындағы Федералдық ғылыми-картоп орталығы), 9 – Қытай Халық Республикасынан (Солтүстік-Батыс Университеті, Янлин қ., Шэньси провинциясы). Бағалау

морфологиялық, шаруашылық-құнды және тауарлық сапасына қатысты кешенді көрсеткіштер бойынша жүргізілді. Аймақ жағдайында шетелдік сорттардың өнімділігі 46,2–56,3 т/га аралығында өзгергені анықталды, ал стандарт сорттар үшін бұл көрсеткіштер: Ақсор – 46,0 т/га, Тохтар – 55,6 т/га, Мирас – 50,1 т/га, бұл зерттелген сортүлгілердің бейімделгіш қасиеттері мен өнімділік потенциалының айтарлықтай айырмашылығын көрсетеді. Болашағы зор сортүлгілер ретінде жоғары тауарлық сапасы (58,8 % -ға дейін) мен 48,0 т/га өнімділігімен ерекшеленген корейлік Teguan 181, максималды өнімділігі 56,3 т/га болатын ресейлік 18–10–4 және 50,5 т/га өнімділігі мен жоғары сапалы түйнектер қасиеттерін біріктіретін қытайлық XS8 анықталды. Сортүлгілерді Қазақстанда таралған негізгі вирус ауруларына генетикалық тұрақтылық белгілері бойынша қосымша зерттеу жоспарлануда. Жоғары генетикалық тұрақтылыққа және шаруашылық-құнды белгілері бойынша жоғары көрсеткіштерге ие сортүлгілер мемлекеттік сортсынаққа беріліп, селекцияда және жаңа картоп сорттарын шығару мақсатында қолданылатын болады.

Түйін сөздер: картоп, сортүлгі, экологиялық сортсынақ, өнімділік, тауарлық сапасы

Дәйексөз үшін: М.Ж. Қошмағамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, С. Мұрат (2026). Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы агроклиматтық жағдайларда шетелдік картоп үлгілерін экологиялық бағалау // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 61–74. <https://doi.org/10.37884/2-2026/06> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс айту: Ғылыми-зерттеулер 267 «Білім және ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасы, ЖТН BR22885335 «Селекция, тұқым шаруашылығы, биотехнология және инновациялық агротехнологиялар негізінде Қазақстанда картоп, көкөніс және бақша шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету» 2024–2026 жж.бағдарламалық мақсатты қаржыландыру аясында Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландыруымен орындалды.

М.Ж. Кошмағамбетова^{1*}, Ж.А. Токбергенова¹, О.В. Карпова², М. Сұңқар¹, Weixing Shan³

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводство», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Казахстан;

²РГП на ПВХ «Институт молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина», Алматы, Казахстан;

³Агрономический колледж и Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства (Northwest A&F University), Янлин, Шэньси, Китай.

E-mail: k.meruert91@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАРТОФЕЛЯ ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Кошмағамбетова Меруерт Жалғасбайқызы, магистр сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции двулетних овощных культур, ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Казахстан

E-mail: k.meruert91@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6011-4363>;

Токбергенова Журсинкул Абдугаппаровна, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, член корр. НААН РК, заведующий отделом селекции, семеноводства и биотехнологии картофеля регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», Алматинская область, п.Кайнар, Наурыз 1, Казахстан

E-mail: zh.tokbergenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4978-1525>;

Карпова Оксана Владиславовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории белка и нуклеиновых кислот Института молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина, Алматы, Казахстан

E-mail: oxkarpova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9643-291>;

Мұрат Сұңқар, младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии картофеля. ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства», региональный филиал «Кайнар», Алматы, Казахстан;

E-mail: sunkarmurat67@gmail.com;

Вейсин Шань, профессор, PhD. Помощник ректора агрономического колледжа и Северо-Западного университета сельского и лесного хозяйства (Northwest A&F University), Государственная ключевая лаборатория устойчивости сельскохозяйственных культур к стрессам и высокоэффективного производства. г. Янлин, провинция Шэньси, 712100. Китайская Народная Республика
E-mail: wxshan@nwfafu.edu.cn; <https://orcid.org/0000-0001-7286-4041>.

Аннотация. В статье представлены результаты экологической оценки зарубежных сортообразцов картофеля в условиях юго-востока Казахстана в питомнике экологического сортоиспытания. Исследования проводились в условиях открытого грунта по схеме четырехкратной повторности. В испытании изучено 38 сортообразцов зарубежной селекции, в том числе 16 – из Южной Кореи (Wangan Seed Company), 13 – из Российской Федерации (ФГБНУ «Федеральный научный центр картофеля им. А.Г. Лорха»), 9 – из Китайской Народной Республики (Северо-Западный университет, г. Янлин). Оценка проводилась по комплексу морфологических, хозяйственно-ценных и товарных признаков. Установлено, что урожайность зарубежных сортообразцов в условиях региона варьировала в пределах 46,2–56,3 т/га, тогда как у стандартных сортов она составила: Аксор – 46,0 т/га, Тохтар – 55,6 т/га, Мирас – 50,1 т/га, что свидетельствует о значительной вариабельности адаптивных свойств и продукционного потенциала изучаемого генофонда. Наиболее перспективными оказались корейский сортообразец Teguan 181 (А6), отличавшийся высокой товарностью клубней (до 58,8 %) при урожайности 48,0 т/га, российский сортообразец 18–10–4 с максимальной урожайностью 56,3 т/га и китайский XS 8, сочетающий урожайность 50,5 т/га с высокими качественными показателями клубней. Выделенные сортообразцы планируется дополнительно изучить по признакам генетической устойчивости к основным вирусным заболеваниям, распространенным в Казахстане. Образцы, сочетающие высокую генетическую устойчивость и комплекс хозяйственно-ценных признаков, будут переданы на государственное сортоиспытание с целью последующего использования в селекции и семеноводстве картофеля. Цель исследования – выявление перспективных сортообразцов картофеля по комплексу морфологических, хозяйственно-ценных и товарных признаков в почвенно-климатических условиях юго-востока Казахстана. Задачей исследования является экологическая оценка зарубежных сортообразцов различных групп спелости. При этом отбор сортообразцов картофеля, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона имеет ключевое значение для формирования стабильной и высокой урожайности культуры.

Ключевые слова: картофель, сортообразец, экологическое сортоиспытание, урожайность, товарность

Для цитирования: М.Ж. Кошмагамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, С. Муратс (2026). Экологическая оценка зарубежных образцов картофеля в агроклиматических условиях юго-востока Казахстана // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 61–74. <https://doi.org/10.37884/2-2026/06> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: статья написана в рамках бюджетной программы 267 «Повышение доступности образования и научных исследований» программно-целевого финансирования МСХ РК, ЖТН BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» на 2024-2026 гг., финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Введение.

Картофель является одной из приоритетных сельскохозяйственных культур многоцелевого назначения, обладающей высокой питательной ценностью и традиционно рассматриваемой как «второй хлеб». Его биохимический состав характеризуется оптимальным соотношением органических и минеральных веществ, необходимых для обеспечения физиологических потребностей человека.

Содержание сухого вещества в клубнях варьирует от 15 до 35 % в зависимости от сортовых особенностей, при этом преобладающей фракцией являются углеводы в форме крахмала, тогда как доля белка и жира остается относительно невысокой.

По состоянию на 2023 год объем производства картофеля в Республике Казахстан превышает

2,5 млн тонн, а посевные площади составляют 120–125 тыс.га. Выращивание культуры охватывает ключевые аграрные регионы страны, включая южные, юго-восточные (Жамбылская и Алматинская области), восточные (Восточно-Казахстанская область), западные (Актюбинская и Западно-Казахстанская области), центральные (Карагандинская область) и северные (Павлодарская, Акмолинская и Северо-Казахстанская области) регионы, что обеспечивает ее стратегическую значимость для продовольственной безопасности страны [Токбергенова, 2025: 4–10].

Производство картофеля в республике полностью покрывает потребности населения в товарной продукции (1650–1700 тыс. т, или около 100 кг на человека). Однако обеспечение картофелевыращивающих хозяйств высококачественными семенами отечественных сортов была и остается острой проблемой отрасли. [Токбергенова и др., 2014: 31–32].

Важнейшим этапом селекционной работы с картофелем является экологическое сортоиспытание, которое позволяет оценить как продуктивность, так и экологическую пластичность того или иного сорта. Основная задача экологического сортоиспытания картофеля - оценка сортообразцов на изменение условий выращивания [Дергилев и др., 2007: 78–85; Васильев и др., 2004: 6–7].

Согласно V.K. Gupta, требования к сортам картофеля зависят от агроклиматических условий выращивания и целей их использования. Для всех регионов приоритетными являются высокая урожайность и важные агрономические характеристики, такие как форма клубня, цвет мякоти, глубина глазков и лежкость. Показатели сорта изменяются в зависимости местоположения и года из-за взаимодействия генотипа и окружающей среды, что требует проведения испытаний в различных условиях для выявления генотипов с высокой и стабильной продуктивностью. Несмотря на то, что селекция сортов для конкретной целевой среды может быть целесообразна в отдельных регионах, главная цель большинства селекционеров - создание широко адаптированных сортов. [Sud и др., 2022: 215–228].

Создание адаптивных сортов картофеля, сочетающих высокий потенциал урожайности, устойчивости к фитопатогенам и высокой пластичности к широкой вариации экологических условий, является существенным резервом увеличения производства продукции [Глаз и др., 2019: 13–22].

Необходимость увеличения производства картофеля ставит перед агротехнологической наукой задачу внедрения высокопродуктивных сортов различного хозяйственного назначения. Создание таких сортов обеспечивается методами селекции, разработанными в последние годы на основе данных о наследовании ценных качеств картофеля – устойчивости к болезням, скороспелости, крахмалистости и др [Pityurina и др., 2022].

В условиях современного рынка и в результате возрастающих требований к потребительским и кулинарным качествам клубней отечественных сортов картофеля, устойчивых к био- и абиотическим факторам среды, возникает необходимость создания высокоурожайных конкурентоспособных сортов картофеля столового назначения [Абазов и др. 2024: 123–132].

Как отмечают А.И. Марков и Н.П. Анохин, повышение урожайности картофеля в значительной степени связано с использованием современных сортов. Перед внедрением в производство они должны быть оценены по уровню адаптации к условиям региона, что обосновывает актуальность экологического испытания. Основной целью развития картофелеводства является обеспечение стабильного производства клубней при изменяющихся погодных условиях [Марков и др., 2015: 31].

По данным В. В. Челноковой, отбор сортов должен проводиться с учётом взаимодействия генетической природы растения и факторов внешней среды. Адаптация к конкретным условиям возможна при наличии генетически обусловленной устойчивости к биотическим и абиотическим факторам. Реализация генотипа в процессе вегетации проявляется через фенотип, характеризующийся совокупностью признаков, что позволяет формировать модель сорта с оптимальным набором хозяйственно-ценных свойств [Челнокова, 2018: 60–65].

По данным В.Ф. Красавина актуальной задачей селекции является создание сортов, сочетающих высокую продуктивность с хорошими качественными показателями клубней, высокой сохраняемостью при хранении, а также устойчивостью к основным болезням и стрессовым факторам внешней среды. Авторы подчеркивают, что для картофелеводческих хозяйств региона особое значение имеет изучение адаптивных свойств и комплексная оценка хозяйственно-ценных признаков новых сортов картофеля, что подтверждает актуальность проводимых исследований [Красавин. и др., 2021: 149–160].

Материалы и методы.

Научные исследования проводились на стационарных опытных полях регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», расположенного в юго-восточной зоне Казахстана. Научные исследования проводились согласно следующим методическим указаниям.

Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля [Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля 2015: 108–112]. Методические указания: Экологическое сортоиспытание картофеля в Казахстане [Экологическое сортоиспытание картофеля в Казахстане: методические указания. 2004]. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б.А. Доспехова с использованием дисперсионного анализа, что позволило определить достоверность полученных результатов [Доспехов, 1985: 372].

Почвенно-климатические условия региона характеризуются континентальным климатом, жарким летом, умеренным количеством осадков и значительными суточными колебаниями температуры, что позволяет объективно оценивать адаптивность и продуктивность изучаемых сортов образцов.

Объектом исследований являлись зарубежные сорта образцы картофеля различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта использовались районированные сорта, возделываемые в производстве. Закладка опытов проводилась по общепринятой методике полевого эксперимента с соблюдением принципов рендомизации и повторности.

Посадка картофеля осуществлялась в оптимальные агротехнические сроки с применением рекомендованной схемы размещения растений. Агротехника возделывания включала стандартный комплекс мероприятий, принятый для данной зоны: предпосевную обработку почвы, внесение удобрений, междурядные обработки, орошение и защиту растений от вредителей и болезней.

Оценка сортов образцов проводилась по комплексу хозяйственно-ценных признаков, включая урожайность, структуру урожая, товарность клубней, а также устойчивость к основным заболеваниям. Учёт урожайности проводился путём взвешивания клубней с учётной площади с последующим пересчётом на гектар. Биометрические и фенологические наблюдения выполнялись в течение вегетационного периода.

Результаты и их обсуждение.

В 2024–2025 гг. в питомнике экологического сортоиспытания проведена оценка 38 сортов образцов картофеля зарубежной селекции: 16 сортов образца из Южной Кореи (Wangan Seed Company), 13 сортов образцов из России (ФГБНУ «Федеральный центр по картофелю им. А.Г. Лорха»), 9 сортов образцов из Китая (Северо-Западный Университет, г. Янлин, Шэньси).

Экологическое сортоиспытание картофеля представляет собой комплексную оценку сортов образцов в различных почвенно-климатических условиях для определения их адаптивности, продуктивности и устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам. В условиях изменяющегося климата и засоления почв, особенно в Центральной Азии (включая Казахстан), такие испытания позволяют отбирать сорта, минимизирующие экономические потери и обеспечивающие устойчивость производства. Исследования фокусируются на биометрических показателях, динамике урожайности, устойчивости к патогенам и экономической эффективности внедрения оздоровленного материала (миниклубней).

Проведены биометрические измерения, анализ хозяйственно-ценных признаков, продуктивности и устойчивости к патогенам. Динамическая копка позволила оценить структуру урожая. Все сорта образцы, кроме одного китайского (XS7), показали высокую устойчивость к вирусным и грибным заболеваниям.

Биометрические учёты были проведены в фазу цветения путем измерения высоты стебля, количества основных и боковых стеблей, числа листьев на растение ($n=10$ растений/сорта образец) (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические учеты образцов корейской, российской и китайской селекции в фазу цветения

Сортообразцы	Высота стебля, см	Количество стеблей, шт.		Количество листьев, шт
		основных	боковых	
Корейские сортообразцы				
Сорт st. Аксор	87,5	7	30	304
НС-6 (W1)	81,8	8	32	375
НС-8 (W2)	88,9	7	34	356
НС-13 (W3)	79,5	8	31	380
НС-4 (W4)	87,8	6	30	325
Dubek (W5)	90,5	7	35	342
Beakjak (W6)	88,9	8	36	381
Hongik (W7)	84,2	6	38	319
Picasso (W8)	89,7	7	35	346
Golden Bull (A1)	81,5	7	36	338
Teguan 76 (A2)	86,7	8	39	374
Teguan 178(A3)	94,9	6	37	326
Teguan 179(A4)	87,4	8	37	329
Teguan 180(A5)	91,2	7	36	365
Teguan 181(A6)	84,8	8	35	382
Teguan 182(A7)	94,2	6	36	305
Teguan 183(A8)	88,9	7	32	348
Российские сортообразцы				
Сорт st. Тохтар	92,8	8	36	362
Вымпел	87,9	7	34	345
Садон	94,6	8	37	375
Фобос	91,4	6	32	311
Крепыш	87,1	8	39	382
Метеор	87,8	7	35	355
Фаворит	98,7	8	38	380
Ариэль	96,9	6	30	309
Гулливвер	82,5	7	34	346
Флагман	99,3	7	36	363
Спринтер	87,5	8	38	375
20-81-5	97,1	7	38	379
20-2-19	96,9	8	37	375
18-10-4	99,4	8	39	381
Китайские сортообразцы				
Сорт st. Мирас	87,8	5	14	123
XS 9	90,0	4	15	148
XS 4	93,9	6	17	196
XS 6	88,6	5	18	186
XS 7	96,9	5	14	149
XS 5	88,3	5	21	210
XS 1	94,6	6	19	198
XS 3	96,3	7	18	186
XS 2	96,7	7	21	206
XS 8	99,2	7	17	179

У Корейских сортообразцов высота стебля варьировала от 79,5 до 94,9 см, количество основных стеблей - 6–8, боковых - 30–39, листьев - 303–382, что сопоставимо с сортом Аксор. У Российские сортов Высота стебля составила 82,5–99,4 см, основные стебли -6–8, боковые - 30–39, листья - 311–382, на уровне сорта Тохтар. У Китайских сортообразцов высота стебля - 87,8–99,2 см, основные стебли - 4–7, боковые 14–21, листья - 123–210.

Оценка урожайности и качества клубней является ключевым этапом экологического сортоиспытания картофеля, позволяющим выявить адаптивность сортообразцов к почвенно-климатическим условиям Алматинской области Казахстана. В 2025 году проведены две динамические копки (15 и 25 августа) для анализа общей урожайности, процента товарных клубней и среднего веса товарных клубней у 38 сортообразцов зарубежной селекции: 16 корейских (Wangan Seed Company),

13 российских (ФГБНУ «Федеральный центр по картофелю им. А.Г. Лорха») и 9 китайских (Северо-Западный Университет, г. Янлин, Шэньси). Результаты демонстрируют различия в продуктивности и товарных характеристиках, что важно для отбора перспективных сортов.

Первая копка (15.08.2025) проведена в фазу активного клубнеобразования, вторая (25.08.2025) – в период технической спелости. Урожайность (т/га), процент товарных клубней (%) и средний вес товарных клубней (г) определялись на делянках с трехкратной повторностью. Статистическая обработка данных проводилась с использованием критерия НСР05 ($P=0,05$) для оценки значимости различий (рис 1).



Рис 1. Биометрические учеты в питомнике образцов корейской, российской и китайской селекции
 [Fig. 1. Biometric records in the nursery of Korean, Russian, and Chinese selection samples].

При первой копке урожайность корейских сортообразцов варьировала от 14,3 до 18,8 т/га, доля товарных клубней составила 39,2–54,3 %, средний вес клубней - 29,5–52,8 г. Наиболее эффективный стал НС-6 (W1) с 54,3 % товарных клубней и средним весом 31,5 г, что указывает на высокую товарность на ранней стадии. У Российских сортов урожайность составила 13,8–25,1 т/га, доля товарных клубней - 39,2–51,8 %, средний вес клубней - 28,6–51,9 г. Сортообразец 20–81–5 показал наилучший результат (52,7 %, 52,6 г), демонстрируя стабильную продуктивность. У Китайских сортообразцов урожайность варьировала от 15,9 до 19,3 т/га, доля товарных клубней - 39,8–52,0 %, средний вес клубней - 38,8–54,3 г. Сортообразец XS 8 выделился с 52,0 % товарных клубней и весом 49,5 г, что подчеркивает его пригодность для условий Казахстана (таблица 2).

Таблица 2 – Динамическое накопление урожая картофеля образцов зарубежной селекции

Сортообразцы	1-я копка (15.08.2025)			2-я копка (25.08.2025)		
	Урожайность, т/га	% товарных клубней	Вес клубней, г	Урожайность, т/га	% товарных клубней	Вес клубней, г
Корейские сортообразцы						
Сорт st. Аксор	15,5	41,0	42,8	-	-	-
НС-6 (W1)	16,7	54,3	31,5	22,8	58,8	79,7
НС-8 (W2)	15,6	42,2	32,7	18,8	46,7	70,7
НС-13 (W3)	16,8	39,5	29,7	18,4	51,7	64,8
НС-4 (W4)	15,8	40,7	31,7	22,0	46,7	48,7
Dubek (W5)	17,0	41,7	42,8	23,8	43,7	70,7
Beakjak (W6)	15,9	38,7	40,7	19,8	47,7	48,7
Hongik (W7)	14,3	51,7	29,6	20,8	58,7	50,2
Picasso (W8)	18,8	43,7	51,7	23,0	47,7	73,9
Golden Bull (A1)	15,7	39,2	48,7	19,8	45,3	76,2
Teguan 76 (A2)	14,4	51,7	29,5	21,8	58,8	61,1
Teguan 178(A3)	16,9	43,8	49,7	24,6	48,7	56,7
Teguan 179(A4)	15,3	50,7	46,7	27,9	47,8	59,7
Teguan 180(A5)	17,0	45,7	52,8	24,0	50,7	68,8
Teguan 181(A6)	16,1	39,2	40,7	19,8	47,7	62,7
Teguan 182(A7)	15,6	42,0	37,8	25,0	48,8	57,8
Teguan 183(A8)	17,0	42,8	43,9	22,9	48,4	59,7

Сортообразцы	1-я копка (15.08.2025)			2-я копка (25.08.2025)		
Российские сортообразцы						
Сорт st. Тохтар	16,6	41,3	51,9	-	-	-
Вымпел	14,0	51,7	28,8	21,0	57,7	50,0
Садон	16,3	39,2	40,7	19,8	47,3	61,7
Фобос	13,8	50,7	28,6	21,1	56,5	51,2
Крепыш	17,7	49,4	33,7	20,3	47,8	74,0
Метеор	14,7	48,2	30,5	20,8	58,6	77,7
Фаворит	17,4	44,3	31,2	19,7	46,5	71,2
Ариэль	18,6	49,5	42,8	23,9	51,7	74,5
Гулливёр	16,6	49,8	30,2	19,6	52,2	69,4
Флагман	16,8	51,8	32,1	22,1	47,8	61,5
Спринтер	16,3	46,2	33,3	23,7	47,5	51,0
20-81-5	18,8	52,7	53,1	24,2	57,8	77,8
20-2-19	17,9	50,8	50,7	25,1	58,4	76,9
18-10-4	18,6	51,9	52,6	24,8	59,1	77,9
Китайские сортообразцы						
Сорт st. Мирас	17,1	47,5	48,1	-	-	-
XS 9	15,9	39,8	42,0	21,8	50,7	55,8
XS 4	17,0	47,0	50,7	26,4	53,8	59,3
XS 6	17,6	45,9	38,8	24,4	55,0	63,1
XS 7	17,9	48,1	52,9	24,7	55,7	68,2
XS 5	16,7	40,8	49,5	21,3	49,1	61,8
XS 1	18,5	49,5	54,3	24,8	57,8	71,7
XS 3	18,8	51,5	49,4	26,1	60,0	76,1
XS 2	18,6	49,2	47,2	24,7	58,3	71,4
XS 8	19,3	52,0	49,5	26,7	61,1	76,1

Во время второй копки урожайность корейских сортообразцов увеличилась до 18,4–27,9 т/га, доля товарных клубней - 43,7–58,8 %, средний вес клубней - 48,6–79,7 г. Доминирующий по показателям стал НС-6 (W1), (58,8 %, 79,7 г), что свидетельствует о высокой товарности и крупноплодности. У Российских сортов урожайность составила 19,6–25,1 т/га, доля товарных клубней - 46,5–59,1%, средний вес клубней - 50,0–77,9 г. Сортообразец 18-10-4 показал лучшие результаты (59,1 %, 77,9 г), подтверждая его пригодность для поздней уборки (рис 2). У Китайских сортообразцов урожайность варьировала от 21,3 до 26,7 т/га, доля товарных клубней - 49,1–61,1%, средний вес клубней - 55,8–76,1 г. Сортообразец XS 8 сохранил продуктивность (61,1 %, 76,1 г), демонстрируя стабильную качество (рис 3).

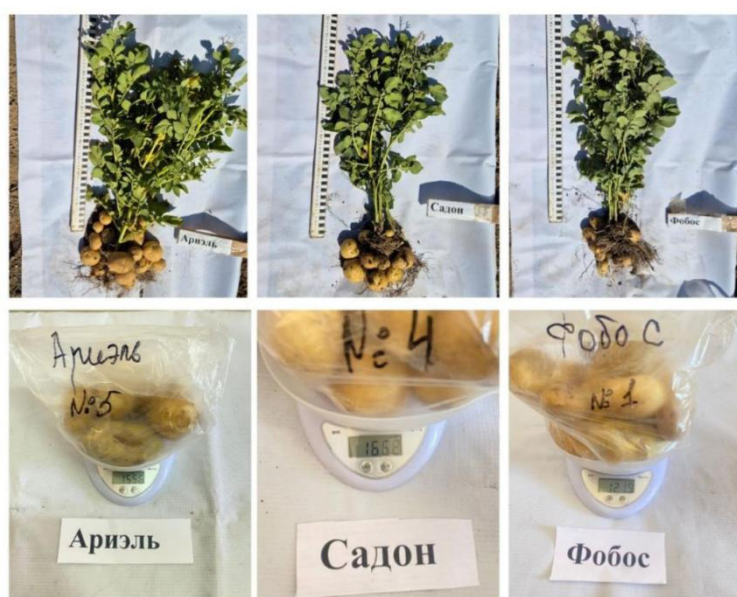


Рис 2. Измерение биометрических показателей, подсчет и взвешивание клубней с одного стебля сортов Ариэль, Садон и Фобос
[Fig. 2. Measurement of biometric traits, counting, and weighing of tubers from a single stem of the varieties Ariel, Sadon, and Phobos].



Рис 3. Измерение биометрических показателей, подсчет и взвешивание клубней с одного стебля сортов XS-5, XS-8 и XS-9
[Fig. 3. Measurement of biometric traits, counting, and weighing of tubers from a single stem of the varieties XS-5, XS-8, and XS-9].

Результаты динамической копки подчеркивают высокую адаптивность зарубежных сортообразцов к условиям Алматинской области. Корейский сортообразец (НС-6 (W1)) показал наилучшую товарность на разных стадиях. Российские сорта (Флагман, Метеор) продемонстрировали стабильность, а китайский XS 8 выделился крупноплодностью и высоким процентом товарных клубней, что делает его перспективным для семеноводства. Увеличение урожайности ко второй копке (на 4–10 т/га) отражает эффективное накопление биомассы, обусловленное агротехническими мерами (глубокая вспашка, ирригация) и качеством посадочного материала.

Динамические копки выявили высокая товарность среди сортообразцов: НС-6 (W1) (Корея), Метеор (Россия) и XS 8 (Китай). Высокая товарность (до 61,1 %) и крупноплодность (до 79,7 г) подтверждают целесообразность использования оздоровленных миниклубней для повышения продуктивности. Рекомендуется внедрение в фермерские хозяйства юго-востока Казахстана с акцентом на масштабирование микроклонального размножения.

Визуальная оценка (таблица 3) выявила высокую устойчивость всех сортообразцов к вирусным (крапчатость, мозаики) и грибным (парша, ризоктониоз, фузариоз, сухая гниль) болезням, кроме XS7 (Китай), где поражение фузариозом составило 1,8 %.

Таблица 3 – Поражаемость сортообразцов картофеля зарубежной селекции вирусными и грибными болезнями в полевых условиях (визуальная оценка, 2025 г.)

Сортообразцы	Вирусные болезни, %				Грибные болезни, %			
	крапчатость	обыкновенная мозаика	мозаичное закручивание	Полосчатая мозаика	парша обыкновенная	ризоктониоз	фузариозное увядание	сухая гниль
Корейские сортообразцы								
Сорт st. Аксор	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
НС-6 (W1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
НС-8 (W2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
НС-13 (W3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
НС-4 (W4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dubek (W5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beakjak (W6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hongik (W7)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Picasso (W8)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Golden Bull (A1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 76 (A2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 178(A3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Сортообразцы	Вирусные болезни, %				Грибные болезни, %			
Teguan 179(A4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 180(A5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 181(A6)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 182(A7)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teguan 183(A8)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Российские сортообразцы								
Сорт st. Тохтар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Вымпел	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Садон	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Фобос	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Крепыш	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Метеор	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Фаворит	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ариэль	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Гулливёр	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Флагман	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Спринтер	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-81-5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-2-19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18-10-4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Китайские сортообразцы								
Сорт st. Мирас	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
XS 5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XS 8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Экологическое сортоиспытание картофеля в 2025 году в Алматинской области Казахстана позволило оценить продуктивность 38 сортообразцов зарубежной селекции: 16 корейских (Wangan Seed Company), 13 российских (ФГБНУ «Федеральный центр по картофелю им. А.Г. Лорха») и 9 китайских (Северо-Западный Университет, г. Янлин, Шэньси). Средняя урожайность и прибавка к стандартным сортам (Аксор, Тохтар, Мирас) были проанализированы для выявления наиболее адаптивных генотипов к условиям Алматинской области (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность сортообразцов картофеля зарубежной селекции в питомнике экологического сортоиспытания (2025 г.)

Сортообразцы	Средняя урожайность, т/га	Прибавка к стандартам				
		Корейские сортообразцы				
		Аксор		Тохтар		Мирас
		т/га	%	т/га	%	т/га
Сорт st. Аксор	46,0	-	-	-	-	-
HC-6 (W1)	46,2	0,2	0,4	-	-	-
HC-8 (W2)	46,9	0,9	2,0	-	-	-
HC-13 (W3)	47,8	1,8	3,9	-	-	-
HC-4 (W4)	46,9	0,9	2,0	-	-	-
Dubek (W5)	46,7	0,7	1,5	-	-	-
Beakjak (W6)	46,5	0,5	1,1	-	-	-
Hongik (W7)	47,5	1,5	3,3	-	-	-
Picasso (W8)	47,0	1,0	2,2	-	-	-

Сортообразцы	Средняя урожайность, т/га	Прибавка к стандартам				
	Корейские сортообразцы					
Golden Bull (A1)	47,5	1,5	3,3	-	-	-
Teguan 76 (A2)	46,9	0,9	2,0	-	-	-
Teguan 178(A3)	47,7	1,7	3,7	-	-	-
Teguan 179(A4)	47,5	1,5	3,3	-	-	-
Teguan 180(A5)	46,8	0,8	1,7	-	-	-
Teguan 181(A6)	48,0	2,0	4,2	-	-	-
Teguan 182(A7)	47,2	1,2	2,6	-	-	-
Teguan 183(A8)	46,6	0,8	1,2			
HCP ₀₅ = 2,2 т/га			P % = 4,2			
Российские сортообразцы						
Сорт st. Тохтар	55,6	-	-	-	-	-
Вымпел	51,3	-	-	-4,3	-7,7	-
Садон	52,5	-	-	-3,1	-5,6	-
Фобос	50,0	-	-	-5,6	-10,1	-
Крепыш	51,5	-	-	-4,1	-7,4	-
Метеор	51,1	-	-	-4,5	-8,1	-
Фаворит	51,7	-	-	-3,9	-7,0	-
Ариэль	56,0	-	-	0,4	0,7	-
Гулливер	53,1	-	-	-2,5	-4,5	-
Флагман	51,8	-	-	-3,8	-6,8	-
Спринтер	51,1	-	-	-4,5	-8,1	-
20-81-5	55,8	-	-	0,2	0,4	-
20-2-19	56,1	-	-	0,5	0,9	-
18-10-4	56,3	-	-	0,7	1,3	-
HCP ₀₅ = 2,5 т/га			P % = 4,4			
Китайские сортообразцы						
Сорт st. Мирас	50,1	-	-	-	-	-
XS 9	48,9	-	-	-	-	-1,2
XS 4	47,4	-	-	-	-	-2,7
XS 6	47,3	-	-	-	-	-2,8
XS 7	48,5	-	-	-	-	-1,6
XS 5	49,6	-	-	-	-	-0,5
XS 1	47,1	-	-	-	-	-3,0
XS 3	47,7	-	-	-	-	-2,4
XS 2	48,6	-	-	-	-	-1,5
XS 8	50,5	-	-	-	-	0,4
HCP ₀₅ = 2,7 т/га			P % = 4,6			

Сравнительная оценка зарубежных сортообразцов картофеля показала, что их урожайность в условиях юго-востока Казахстана изменялась в пределах 46,2–56,3 т/га, тогда как стандарты имели урожайность Аксор – 46,0 т/га, Тохтар – 55,6 т/га, Мирас – 50,1 т/га. Это свидетельствует о широких различиях в адаптивности и продуктивном потенциале изучаемого материала.

В результате продуктивности Корейские сортообразцы (например, Teguan 181(A6)) показали высокую продуктивность (48,0 т/га) и товарность (до 58,8 %), что превосходит стандарт Аксор. Российский сортообразец 18–10–4 подтвердил высокую адаптивность (56,3 т/га), а китайский XS 8 выделился по урожайности (50,5 т/га) и качеству клубней.

Выводы.

В результате проведения экологического сортоиспытания зарубежных сортообразцов картофеля в условиях юго-востока Казахстана были получены данные, позволяющие объективно оценить их продуктивность и адаптивные возможности. Урожайность изученного материала находилась в пределах от 46,2 до 56,3 т/га. При этом следует подчеркнуть, что ряд образцов не только не уступал, но и превышал по данному показателю стандартные сорта (Аксор, Тохтар, Мирас), которые на протяжении ряда лет используются в производстве и хорошо зарекомендовали себя в регионе.

Анализ результатов показал, что интродуцированные сортообразцы в целом обладают высоким потенциалом продуктивности и способны достаточно полно реализовывать его в конкретных почвенно-климатических условиях юго-востока Казахстана. Это свидетельствует о хорошей адаптивности отдельных генотипов к условиям выращивания, несмотря на различное эколого-географическое происхождение исходного материала. В то же время отмечены различия между образцами по степени проявления отдельных хозяйственно-ценных признаков.

При проведении оценки особое внимание уделялось таким показателям, как товарность клубней, их выравненность, а также устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Установлено, что не все образцы одинаково реагируют на условия выращивания, что отражается как на уровне урожайности, так и на качестве продукции. Это вполне закономерно и связано с генетическими особенностями сортов.

По совокупности признаков были выделены наиболее перспективные сортообразцы. Так, корейский образец Teguan 181 отличался высокой товарностью и выравненностью клубней, что особенно важно при реализации продукции. Российский сортообразец 18–10–4 продемонстрировал максимальную урожайность, что позволяет рассматривать его как источник высокой продуктивности. Китайский образец XS 8 показал сбалансированное сочетание урожайности и качества клубней, включая их плотность и форму.

Выявленные различия между сортообразцами подтверждают наличие значительного генетического разнообразия, что представляет интерес для дальнейшей селекционной работы. Отобранные генотипы целесообразно использовать в последующих исследованиях, в том числе для оценки их устойчивости к основным вирусным заболеваниям, распространённым в Казахстане (PVY, PVM, PVS, PVX, PLRV), а также к стрессовым факторам внешней среды.

В дальнейшем наиболее ценные формы могут быть переданы на государственное сортоиспытание с целью их районирования и внедрения в производство. Кроме того, они могут служить исходным материалом для создания новых сортов картофеля, сочетающих высокую урожайность, устойчивость и адаптивность, что имеет важное значение для повышения эффективности отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

- Абазов А.Х. и др. (2024). Экологическое сортоиспытание новых гибридов картофеля в условиях горной зоны КБР // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2024. № 6(78). С. 123–132. doi.org/10.32786/2071-9485-2024-06-12
- Васильев А.А., Дергилев В.П. (2004). Сорт – основа урожая // Картофель и овощи. 2004. № 7. С. 6–7. <https://potatoveg.ru>
- Глаз Н.В. и др. (2019). Экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля селекции Костанайского НИИСХ // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 2(50). С. 13–22. <https://vestnik.dalgu.ru/upload/iblock/ac5/ddbmj3si1zms91thczty3gdhjkqedlnz>
- Дергилев В.П., Дергилева Т.Т. (2007). Селекция картофеля с использованием экологического испытания // Селекция, семеноводство и технология плодовых культур и картофеля. — Челябинск: ЮУНИИПОК, 2007. Т.IX. С.78–85. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_Per_514311
- Доспехов Б.А. (1985). Методика полевого опыта. — М. 1985. <http://ir.nmu.org.ua/handle/GenofondUA/29921>
- Красавин В.Ф., Елешев Р.Е., Алимханов Е.М., Айтбаева А.Т. (2021). Сортоизучение картофеля в условиях юго-востока Казахстана // Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. 2021. № 2(90). С. 149–160. doi.org/10.37884/2-2021/15
- Марков А. И., Анохин Н. П. Сортоиспытание картофеля в Рязанской области // Картофелеводство. – 2015. – № 2. – С. 31. – <https://sciup.org/147235546>
- Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля // Наука и мир. 2015. Т. 12. № 28. С. 108–112. Электронный каталог издательства: <https://elibrary.ru/>
- Токбергенова Ж.Ә. (2025). Биотехнологиялық әдістер негізіндегі картоп дақылдың бастапқы тұқым шаруашылығы // Научный журнал КазНИИПО. 2025. № 1. С. 4–10.
- Токбергенова Ж.А., Бабаев С.А. (2014). Инновационная технология производства семенного картофеля в Казахстане. Защита картофеля, (1), 31–32
- Челнокова В.В. (2018). Экологическое испытание сортообразцов картофеля в условиях Мурманской области // Экология и строительство. 2018. № 1. С. 60–65. doi.org/10.24411/2413-8452-2018-00010
- Экологическое сортоиспытание картофеля в Казахстане: методические указания. — Кайнар: КАЗНИИКО «Кайнар». 2004.
- Pityurina I.S. et al. (2022). Agro-ecological testing of potato varieties and tuber quality in the Ryazan region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 979(1):012031. doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012031

Sud S., Bhardwaj V., Kumar V. (2022). BLUP and stability analysis of multi-environment potato trials // Potato Research. 2022. Vol. 65. No. 3. Pp. 215–228. doi.org/10.1007/s11540-022-09632-1

REFERENCES

- Abazov A.Kh. et al. (2024). Ecological variety testing of new potato hybrids in the mountain zone of the KBR // Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agro-University Complex. 2024. No. 6(78). Pp. 123–132. doi.org/10.32786/2071-9485-2024-06-12 [in Russ.].
- Vasiliev A.A., Dergilev V.P. Variety (2004). The basis of yield // Potato and Vegetables. 2004. No. 7. Pp. 6–7. https://potatoveg.ru/ [in Russ.].
- Glaz N.V. et al. (2019). Ecological plasticity and stability of potato varieties bred at Kostanay NIISKH // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2019. No. 2(50). Pp. 13–22. https://vestnik.dalgau.ru/upload/iblock/ac5/ddbmj3si1zms91thczty3gdhjkqedlnz [in Russ.].
- Dergilev V.P., Dergileva T.T. (2007). Potato breeding using ecological testing // Breeding, Seed Production and Technology of Fruit, Berry and Potato Crops. – Chelyabinsk: YuUNIPOK. 2007. Vol. IX. Pp. 78–85. https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_Per_514311 [in Russ.].
- Dospekhov B.A. (1985). Field experiment methodology. — M., 1985. http://ir.nmu.org.ua/handle/GenofondUA/29921 [in Russ.].
- Krasavin V.F., Eleshev R.E., Alimkhanov E.M., Aytbayeva A.T. (2021). Potato variety study in southeastern Kazakhstan // Izdenister, Na-ti'zheler – Issledovaniya, Rezultaty. 2021. No. 2(90). Pp. 149–160. doi.org/10.37884/2-2021/15 [in Russ.].
- Markov A.I., Anokhin N.P. (2015). Potato variety testing in the Ryazan region // Kartofelevodstvo. 2015. No. 2. P. 31. https://sciup.org/147235546 [in Russ.].
- Methodical guidelines for ecological potato variety testing // Science and World. 2015. Vol. 12. No. 28. Pp. 108–112. https://elibrary.ru [in Russ.].
- Tokbergenova Zh.Ä. (2025). Primary seed production of potato crops based on biotechnological methods // Scientific Journal KazNIPO. 2025. No. 1. Pp. 4–10. [in Kaz.].
- Tokbergenova Zh.A., & Babaev S.A. (2014). Innovative technology for seed potato production in Kazakhstan. Potato Protection, (1), 31–32 [in Russ.].
- Chelnokova V.V. (2018). Ecological testing of potato varieties in the Murmansk region // Ecology and Construction. 2018. No. 1. Pp. 60–65. doi.org/10.24411/2413-8452-2018-00010 [in Russ.].
- Ecological potato variety testing in Kazakhstan: methodical guidelines. — Kaynar: KAZNIICO “Kaynar”. 2004. [in Russ.].
- Pityurina I.S. et al. (2022). Agro-ecological testing of potato varieties and tuber quality in the Ryazan region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 979(1):012031. doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012031 [in Eng.].
- Sud S., Bhardwaj V., Kumar V. (2022). BLUP and stability analysis of multi-environment potato trials // Potato Research. 2022. Vol. 65. No. 3. Pp. 215–228. doi.org/10.1007/s11540-022-09632-1 [in Eng.].

Кошмагамбетова Меруерт Жалғасбайқызы – исследование;
Токбергенова Журсинкуль Абдугаппаровна – концептуализация;
Карпова Оксана Владиславовна – надзор;
Сұңқар Мұрат – методология;
Weixing Shan – формальный анализ.



I.A. Nurpeisov*, Zh.D. Kadyrbekova, R.Zh. Saparbaev

LLP Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan.

E-mail: nisatay@mail.ru

SPRING WHEAT VARIETIES AND LINES FOR THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN

Nurpeisov Isatay Akhaevich, Doctor of Biological Sciences, professor, head of the Laboratory of facultative and spring wheat, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, 040909, Almaty region, Karasai district, Almalybak, Erlepesova str., 1, Republic of Kazakhstan

E-mail: nisatay@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-4979-8538>;

Kadyrbekova Zhumakyz Demeusinovna, Master of Agricultural Sciences, Junior Researcher at the Laboratory of facultative and spring wheat, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, Almaty region, Karasai district, Almalybak, Erlepesova str., 1, Republic of Kazakhstan

E-mail: jumbakkyz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5237-0365>;

Renat Zhardemgalievich Saparbayev, Master of Science in Agronomy with specialization in crop breeding, Junior Researcher at the Grain Crops Laboratory. Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, Almaty region, Karasai district, Almalybak, Erlepesova str., 1, Republic of Kazakhstan

E-mail: renat.saparbayev.76@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2482-9645>.

Abstract. The Republic of Kazakhstan (RK) ranks third in the Commonwealth of Independent States (CIS) market in terms of grain and flour production. At the same time, the development of new varieties of spring soft wheat suited to the specific conditions of Kazakhstan remains a pressing issue. The aim and objective of this research were to identify sources of economically valuable traits and biological properties, as well as promising lines for breeding, and to develop high-yielding, high-quality spring soft wheat varieties that are resistant to adverse factors and adapted to the specific environmental conditions of the Republic of Kazakhstan (RK). The study focused on the spring soft wheat varieties Tabys 60 and Bolashak, as well as lines of this crop from the competitive variety testing nursery (KSI). The research was conducted using methodologies from domestic and foreign sources and generally accepted methods of the breeding process. Based on the results of this research, breeders at the Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production (KazNIIZiR) have developed eight varieties of spring soft wheat suited to the conditions of Kazakhstan. Among these, in 2019 and 2023, the State Commission of the Republic of Kazakhstan on Crop Variety Testing approved the use of spring soft wheat varieties such as Tabys 60 and Bolashak for production in the southern regions of the Republic of Kazakhstan. New sources of valuable traits and characteristics have been identified as parental pairs for hybridization, as well as promising lines that are candidates for future spring soft wheat varieties.

Keywords: wheat, yield, disease resistance, product quality

For citation: Nurpeisov I.A., Kadyrbekova Zh.D., Saparbaev R.Zh. (2026). Spring wheat varieties and lines for the southern regions of Kazakhstan // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 75–86. <https://doi.org/10.37884/2-2026/07> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The authors express their gratitude to the staff of the Laboratory of Spring Bread Wheat Breeding of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing (KazNIIZiR) for their assistance in conducting this work. The authors declare that there is no conflict of interest. This work was carried out within the framework of grant funding under budget program 217, IRN AP23488612, “Development of new spring bread wheat varieties that are competitive and adapted to the conditions of the south and south-east of the Republic of Kazakhstan.” This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP23488612).

И.А. Нурпеисов, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев*

ЖШС Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтыны, Алмалыбақ ауылы,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: nisatay@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК Өңірлеріне арналған жаздық бидайдың СОРТТАРЫ МЕН ЖЕЛІЛЕРІ

Нұрпейісов Исатай Ахайұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Дәнді дақылдар» зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан, 040909, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ, Ерлепесова к-сі, 1

E-mail: nisatay@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-4979-8538>;

Кадырбекова Жұмақыз Демеусінқызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Дәнді дақылдар» зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ, Ерлепесова к-сі, 1, Қазақстан

E-mail: jumbakkyz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5237-0365>;

Сапарбаев Ренат Жардемғалиұлы, ауыл шаруашылығы дақылдарын іріктеу агрономия мамандығы бойынша ғылым магистрі, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Дәнді дақылдар» зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Алмалыбақ, Ерлепесова к-сі, 1, Қазақстан

E-mail: renat.saparbayev.76@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2482-9645>.

Аннотация. Қазақстан Республикасы (ҚР) бидай өндірудің ірі елдерінің бірі болып табылады және Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы (ТМД) нарығында дән мен ұн өндіру бойынша үшінші орын алады. Болашақта Қазақстан Орталық Азия, Ауғанстан және Еуропалық Одақ нарықтарында дән эквиваленті бойынша (бидай, ұн және қосылған құнды бидай өнімдері) 10 миллион тоннадан астам өнімге ие болуы мүмкін. Осы тұрғыдан алғанда ауыл шаруашылығы өндірісінің күннен-күнге артып келе жатқан сұранысын қанағаттандыратын жаңа бидай сорттарына ерекше мән беріледі, сондықтан бұл зерттеу өзекті болып табылады. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері шаруашылыққа-құнды белгілер мен биологиялық қасиеттер көздері мен болашақты желілерін бөлу, қолайсыз факторларға төзімді және ҚР нақты жағдайларына бейімделген жоғары сапалы өнімді жаздық бидай сорттарын шығару болып табылады. Зерттеу материалдары ретінде Қазақстан жағдайына пайдалануға ұсынылған жаздық жұмсақ бидайдың Табыс 60 және Болашақ сорттары мен бәсекеге қабілетті сорт сынау питомнигіндегі (БҚССП) осы дақылдың болашақты тұрақты желілері алынған. Зерттеу жұмысы отандық және шетелдік дереккөздердің әдістемелері мен селекциялық жұмыстың жалпы қабылданған әдістерін қолданылып жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде ҚазЕжӨШҒЗИ селекционерлері Қазақстан жағдайына арналған 8 жазғы жұмсақ бидай сортын шығарды. Осылардың ішінен 2019 және 2023 жылдары, Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы дақылдарының сорттарын сынау жөніндегі мемлекеттік комиссиясы Табыс 60 және Болашақ жаздық жұмсақ бидай сорттарын ҚР жағдайында өндіріске енгізуге рұқсат берді. Будандастыруға қажетті ата - аналық жұп ретінде құнды белгілер мен қасиеттердің жаңа көздері, сондай-ақ жаздық жұмсақ бидайдың жаңа сорттарының үміткерлері болып табылатын желілері бөлінді.

Түйін сөздер: бидай, өнімділігі, ауруға төзімділігі, өнім сапасы

Дәйексөз үшін: Нурпеисов И.А., Кадырбекова Ж.Д., Сапарбаев Р.Ж. (2026). Қазақстанның оңтүстік өңірлеріне арналған жаздық бидайдың сорттары мен желілері // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 75–86. <https://doi.org/10.37884/2-2026/07> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Алғыс білдіру: Осы жұмысты орындауға қолдау көрсеткені үшін Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты (ҚазЕжӨШҒЗИ) жаздық жұмсақ бидай селекциясы

зертханасының қызметкерлеріне алғыс білдіреміз. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді. Жұмыс 217 бюджеттік бағдарлама бойынша гранттық қаржыландыру аясында, ІРН АР23488612 «Қазақстан Республикасының оңтүстігі мен оңтүстік-шығыс жағдайына бейімделген жаңа бәсекеге қабілетті жаздық жұмсақ бидай сорттарын шығару» жобасы шеңберінде орындалды. (Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті).

И.А. Нурпеисов*, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алмалыбак, Казахстан.

E-mail: nisatay@mail.ru

СОРТА И ЛИНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА

Нурпеисов Исатай Ахаевич, д.б.н., профессор, Главный научный сотрудник лаборатории зерновых культур ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», 040909, Алматинская обл., Карасайский район, Алмалыбак, ул Ерлепесова д.1, Казахстан

E-mail: nisatay@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-4979-8538>;

Кадырбекова Жумакез Демеусиновна, магистр сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории зерновых культур. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алматинская обл., Карасайский район, Алмалыбак, ул Ерлепесова д.1, Казахстан

E-mail: jumbakkyz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5237-0365>;

Сапарбаев Ренат Жардемгалиевич, магистр наук по специальности агрономия со специализацией селекция сельскохозяйственных культур, младший научный сотрудник лаборатории зерновых культур. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алматинская обл., Карасайский район, Алмалыбак, ул Ерлепесова д.1, Казахстан

E-mail: renat.saparbayev.76@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2482-9645>.

Аннотация. Республика Казахстан (РК) является крупным производителем пшеницы, и занимает третье место на рынке Союза Независимых Государств (СНГ) по производству зерна и муки. В будущем на рынке пшеницы в странах Центральной Азии, Афганистана и ЕС Казахстан может занять более 10 млн. тонн продукции в зерновом эквиваленте (пшеница, мука, продукты глубокой переработки пшеницы). В этом вопросе большое место отводится новым сортам пшеницы, отвечающим все возрастающим требованиям сельскохозяйственного производства и отсюда вытекает актуальность проведение данных исследований. Целью и задачей настоящих исследований явилась выделение источников хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств и перспективных линий для селекции, создание урожайных с высоким качеством продукции, устойчивых к неблагоприятным факторам и адаптированных к конкретным условиям среды Республики Казахстан (РК) сортов яровой мягкой пшеницы. Объектами исследования служили допущенные к использованию в производстве в условиях РК сорта яровой мягкой пшеницы Табыс 60 и Болашак, а также константные перспективные линий этой культуры из питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ). Исследования проводилась с использованием методик отечественных и зарубежных источников и общепринятыми методами селекционного процесса. По результату реализации исследования селекционерами Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) созданы 8 сортов яровой мягкой пшеницы для различных регионов Казахстана. Среди них в 2019 и 2023 годы решением Государственной комиссии РК по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур допущены к использованию в производстве в условиях южных регионов РК такие сорта яровой мягкой пшеницы как Табыс 60 и Болашак. Выделены новые источники ценных признаков и свойств в качестве родительских пар для гибридизации, а также перспективные линии, которые являются кандидатами будущих новых сортов яровой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, урожайность, устойчивость к болезням, качество продукции

Для цитирования: Нурпеисов И.А., Кадырбекова Ж.Д., Сапарбаев Р.Ж. (2026). Сорта и линии яровой пшеницы для южных регионов казахстана // Research, results – Ізденістер, нәтижелер

– Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 75–86. <https://doi.org/10.37884/2-2026/07> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: *Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы КазНИИЗиР, в содействии выполнения данной работы. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Работа выполнена в рамках грантового финансирования по бюджетной программе 217, ИРН AP23488612 “Создание новых сортов яровой мягкой пшеницы, конкурентоспособных и адаптированных к условиям юга и юго-востока Республики Казахстан». (Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).*

Введение.

Пшеница является культурой номер один в мире, ее производство и производительность должны быть увеличены, чтобы удовлетворить мировой спрос [Grassini и др., 2013; Long и др., 2015: 56–66]. Республика Казахстан является крупным производителем пшеницы, и её зерно считается национальным брендом страны. Благодаря почвенно-климатическим условиям, Казахстан получает зерно пшеницы с высоким содержанием белка и сильной клейковиной, которая может конкурировать с зерном этой культуры, производимой в США, Канаде и Австралии. Так, казахстанская пшеница экспортируется в следующие страны: Россия, Беларусь, Украина, Азербайджан, Узбекистан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Грузия, Афганистан, Иран, Германия и Греция. В этом плане на рынке пшеницы в странах Центральной Азии, Афганистана и ЕС Казахстан может занять более 10 млн тонн продукции в зерновом эквиваленте (пшеница, мука, продукты глубокой переработки пшеницы) [Нурпеисов, 2017: 45–47]. Для повышения производства зерна необходимы новые сорта пшеницы с улучшенными показателями ценных признаков и биологических свойств [Voronov и др., 2020: 64–66; Voronov и др., 2020: 19–22].

Если кратко остановиться на истории селекционной работы с яровой пшеницей, то впервые она была начата на юге и юго-востоке Казахстана в 1923 году прошлого столетия на Красноводопадской ГСС известным селекционером А.К. Гольбеком и в 1935 году – доктором биологических наук, профессором, членом- корреспондентом АН Казахской ССР Н.Л. Удольской на бывшей Алматинской селекционной станции, вошедшей в 1960 году в состав Казахского НИИ земледелия им В.Р. Вильямса.

Основным методом создания новых сортов на начальном этапе являлся массовый отбор из местных популяций. В частности, этим путем были созданы такие сорта популяции яровой мягкой пшеницы, как Грекум 239, Грекум 283, Грекум 433, Альбидум 22808 и Красная звезда. При этом площадь посева под сортом Красная звезда была порядка 300 тыс. га на юге Казахстана и в Узбекистане.

На втором этапе создания сортов яровой пшеницы, т.е. начиная с 1940 годов применялся метод гибридизации с широким использованием зародышевой плазмы местных популяций и образцов мировой коллекции. В результате были получены первые синтетические сорта яровой пшеницы типа Грекум 289 и известного Казахстанская 126 (сортобразец ВИР Лютесценс 47 х местный сорт Коже-Бидай), которая была с 1955 по 1972 годы широко районирована на юго-востоке страны (в Алматинской области) и в Киргизской ССР на площади до 300 тыс. га. В последующем в 50-е годы был также передан в производство сорт Украинка яровая, созданная путем трансформации озимой пшеницы в яровую.

Дальнейший этап работы по селекции яровой пшеницы в 1960–1980 г.г. характеризуется созданием интенсивных её сортов, таких как Казахстанская 3 и Казахстанская 4. Этому служила и составленная в то время в нашем Институте Программа селекционных работ до 1990 года.

В 1983 году в Восточном селекцентре при КазНИИЗиР были разработаны долгосрочные селекционные программы основных сельскохозяйственных культур, в том числе по яровой пшенице под названием «Ак Бидай», согласно которым разрабатывались селекционно-генетические подходы создания новых сортов этой культуры для нашей страны. В итоге разработаны модели различных идеатипов яровой пшеницы для определенных условий возделывания, усовершенствованы принципы и методы подбора родительских компонентов для скрещивания, а также пути создания широкого спектра изменчивости в гибридных популяциях и отбора среди них перспективных генотипов. В тот период в условиях благоприятного и сравнительно оптимального уровня финансирования и улучшения материально-технической базы Института, параллельно с теоретической и селекционной работой созданы предпосылки для объединения усилий селекционных учреждений республики и ученых

смежных специальностей. Проводилась широкая экологическая проработка селекционных материалов в основных зерносеющих регионах Казахстана и резко возросли объемы прорабатываемого материала в смежных аналитических лабораториях.

Начиная с этого периода, в Казахском НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) на основании многолетней селекционно-генетической работы было выведено свыше 70 сортов яровой мягкой пшеницы различных по интенсивности, спелости, устойчивости к стрессовым условиям среды, а также болезням и вредителям, формирующих зерно сильной и особо ценной пшеницы. Из них к настоящему времени допущено к использованию в производстве порядка 20 сортов яровой мягкой пшеницы для основных зон их возделывания в РК, а также в Кыргызстане, Башкортостане и в Тюменской, Курской и Челябинской областях РФ. Так, например, в настоящее время из числа допущенных к использованию в производстве в РК 43 сортов яровой мягкой пшеницы отечественной селекции 17 создано в КазНИИЗиР. Кроме этого, еще 3 сорта яровой мягкой пшеницы (Ильинская, СКЭНТ-3 и Лютесценс 70) выведены путем совместной работы КазНИИЗиР и НИИСХ Северного Зауралья (Россия), которые как и отечественные сорта Казахстанская раннеспелая и Казахстанская 10 допущены к использованию в производстве Российской Федерации. Эти сорта, кроме продуктивности, обладают и другими полезными и адаптивными к конкретным условиям среды особенностями. Так, сорта Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 4, Казахстанская 17, Лютесценс 32 и Мирас характеризуются раннеспелостью, Казахстанская 15, Самгау и Степная 50 отличаются высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к полеганию. Сорта Лютесценс 70 и Лютесценс 90 обладают устойчивостью к предуборочному прорастанию зерна на корню. Сорт Казахстанская 10 относится к факультативной пшенице, поэтому он используется как в осеннем, так и при весеннем посеве, обладая слабой чувствительностью к пониженным температурам, солеустойчивостью, а также устойчивостью к полеганию и осыпанию зерна при перестое. Казахстанская 10 и Казахстанская раннеспелая на сегодняшний день являются одними из самых распространенных как в Казахстане, так и в зарубежье.

По данным лаборатории технологической оценки качества зерна Госкомиссии РК по сортоиспытанию, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 4, Казахстанская 15, Казахстанская 17, Казахстанская 19, Казахстанская 25, Лютесценс 32 и Лютесценс 90 отвечают требованиям ГОСТа для сильной пшеницы, а сорта Казахстанская 10, Арай, Алем и Надежда – для ценной пшеницы.

По результатам оценок лаборатории иммунитета и защиты растений нашего института и Научно-исследовательского института проблем биологической безопасности Национального центра биотехнологии (НИИПБП НЦБ) МОН РК групповую устойчивость к желтой и бурой ржавчинам проявляют сорта Казахстанская 10, Казахстанская 19 и Лютесценс 90, а сорт Ильинская вынослив к головневому грибу.

Из вышеназванных сортов яровой мягкой пшеницы 8 сортов предназначены для возделывания на юге и юго-востоке РК. Это такие сорта, как Казахстанская 4, Казахстанская 10, Арай, Женис, Алем, Надежда, Мирас и Алмакен.

Анализ научно-технической литературы свидетельствует, что сегодня в мире по селекции яровой мягкой пшеницы такие базовые признаки, как продуктивность [Friedrich and Longin, 2016: 1–10; Нурпеисов, 2021: 33–42; Нурпеисов и др. 2024: 331–341], качества зерна [Fradgley и др., 2023.]; устойчивость к засухе [Tshikunde и др., 2019.]; раннеспелость [Maryam Dorrani-Nejad и др., 2022.], и устойчивость к болезням [Babu и др., 2020.] остаются неизменными. В работе преимущественно используются классические методы селекции, такие как сбор, изучение и использование зародышевой плазмы пшеницы [Rajaram, 2001: 3–15]; гибридизация [Sandhu et al., 2021]; оценка и отбор селективируемых признаков, а также методы, и методические рекомендации смежных биологических наук [Alam и др., 2024: 2].

Исходя из изложенного, вытекает актуальность проведения настоящих исследований с целью выделения источников хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств и перспективных номеров для селекции, создание урожайных с высоким качеством продукции и адаптированных к конкретным условиям среды РК сортов яровой мягкой пшеницы.

По результату реализации этой цели в последние десятилетия селекционерами Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) созданы порядка 8 сортов яровой мягкой пшеницы для различных регионов Казахстана. Среди них в 2019 и 2023 годы допущены к использованию в производстве в условиях южных регионов РК такие сорта яровой мягкой пшеницы, как Табыс 60 и

Болашак. Выделены новые источники ценных признаков и свойств в качестве родительских пар для гибридизации, а также перспективные номера, адаптированные к указанным условиям РК, которые являются кандидатами будущих новых сортов яровой мягкой пшеницы.

Материалы и основные методы.

Объектами исследования служили допущенные к использованию в производстве в условиях Алматинской и Жетысуской областей РК сорта яровой мягкой пшеницы Табыс 60 и Болашак, а также 25–29 константных перспективных линий этой культуры из питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ). Решение цели и задач исследования осуществлялось путем закладки и проведения полевых опытов на поливном участке ТОО Казахского НИИ земледелия и растениеводства, расположенный в предгорной зоне (расположен 800–1200 м над уровнем море, количество атмосферных осадков 350–500 мм, в год, сумма активных температур 2700–3200°C) Алматинской области.

Учеты, фенологические наблюдения изучаемых материалов, а также технологическая оценка их качества зерна проводились по Н.П. Гончарова, П.Л. Гончарова и общепринятыми методами селекционного процесса [Гончаров и Гончаров, 2018: 439]. Иммунологическая оценка на устойчивость к болезням и вредителям проводилась на инфекционном фоне ТОО КазНИИЗиР – по М. Койшыбаева, Х. Муминджанова [Койшыбаев и Муминджанов, 2016: 11–22]. Степень поражения растений в % оценивалась по шкале Петтерсон (с градацией 1, 5, 10, 20, 30, 40...100 %) [Peterson et al., 1948: 496–500], а тип реакции на поражения ржавчиной установлено по шкале СИММИТ (иммунный – О, устойчивый – R, умеренно устойчивый – MR, умеренно восприимчивый – MS и восприимчивый – S) [Stubbs et al., 1986]. Инфекционный фон создавался с использованием инокулюма, представленный Научно-исследовательским институтом проблем биологической безопасности (НИИПББ, Отар). В его составе имеется наибольшее количество рас.

Математическая обработка данных полевых исследований выполнена с использованием программы R (R version 3.2.3 (2015–12–10) – «WoodenChristmas-Tree») [Statistical processing using the open-source R program (R version 3.2.3 (2015–12–10) – «Wooden Christmas- Tree»). Standard parametric tests, analyses and statistical validity using built-in and add-on packages (dplyr, ggplot2, psych, etc.).] с открытым исходным кодом. Проведены стандартные параметрические тесты, анализы и определена статистическая достоверность с использованием встроенных и дополнительных пакетов (dplyr, ggplot2, psych и др.).

Результаты и обсуждение.

По результату реализации поставленной цели исследования в последние десятилетие селекционерами Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) созданы порядка 8 сортов яровой мягкой пшеницы для различных регионов Казахстана. Среди них в 2019 и 2023 годы допущены к использованию в производстве в условиях южных регионов РК такие сорта яровой мягкой пшеницы, как Табыс 60 и Болашак. Выделены новые источники ценных признаков и свойств в качестве родительских пар для гибридизации, а также перспективные линии, адаптированные к указанным условиям РК, которые являются кандидатами будущих новых сортов яровой мягкой пшеницы.

Табыс 60 создан методом индивидуального отбора из F3 гибридной популяции Лютесценс 1272 х Саратовская 70. Разновидность Lutescens (лютесценс). Он допущен к использованию в производстве с 2019 года в условиях Алматинской и Жетысуской области РК. Вегетационный период сорта в зависимости от условий года – в пределах 85–90 суток, Средняя его урожайность за годы испытания в КСИ на орошении составила 38,6 ц/га; превышение над стандартами до 6,0 ц/га. По качеству зерна он соответствует требованиям ценной и особо ценной пшеницы (масса 1000 зерен 40,3 г., натура зерна 807 г/л, содержание белка 15,6 %, сырой клейковины 35,6 %. общая хлебопекарная оценка хорошая). Сорт устойчив к засухе, желтой ржавчине и полеганию.

Болашак создан методом внутривидовой гибридизации и последующего отбора из гибридной популяции F10 Казахстанская 10 х Казахстанская 17. Он допущен к использованию в производстве в 2023 году для условий Алматинской и Жетысуской области РК. Сорт среднепозднеспелый с удлинённым периодом колошение - созревание (вегетационный период от всходов до хозяйственной спелости 97–100 суток). За годы испытания в КСИ его средняя урожайность на орошении составила 40,8 ц/га, превышая стандартный сорт Казахстанская 10 на 4,1 ц/га, При Государственном сортоиспытании в условиях Алматинской области в 2020–2022 годы сорт Болашак превышал по урожайности сорт Табыс 60 селекции института на Илийском комплексном сортоучастке (ГСУ) на 1,6 ц/га, на Кербулакском

ГСУ на 0,5 ц/га, на Когалинском ГСУ был на уровне стандартного сорта, но отличался повышенным показателям продуктивной кустистости и натуры зерна. По качественным показателям зерна Болашак относится в категории особо ценной пшеницы (масса 1000 зерен 40,3 г, натура 807 г/л, содержание сырой клейковины 32,9 %, протеин 15,7 %, показатель альвеографа 312 дж, общая хлебопекарная оценка хорошая), отличается устойчивостью к засухе и пыльной головне.

В КазНИИЗиР селекционная работа по созданию новых сортов яровой пшеницы для РК продолжается и в настоящее время в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) имеются целый ряд перспективных номеров с комплексом хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств (таблицы 1, 2 и 3).

Таблица 1 – Средняя урожайность и продолжительность периода всходы-колошения у номеров КСИ яровой мягкой пшеницы, 2022–2024 г.г.

№ п/п	Номер линии, сорт	Урожайность ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Длина периода всходы- колошения, сутки
1	Лютесценс 753	43,8	6,7	58
2	Лютесценс 851	44,4	7,3	58
3	Эритроспермум 468	43,7	6,6	59
4	Лютесценс 618	44,8	7,7	60
5	Лютесценс 528	44,6	7,5	62
6	Лютесценс 841	41,8	4,7	60
7	Лютесценс 647	43,3	6,2	58
8	Лютесценс 591	42,4	5,3	57
9	Лютесценс 1068	45,7	8,6	60
10	Лютесценс 940	41,9	4,8	60
11	Лютесценс 822	42,5	5,4	58
12	Лютесценс 824	45,2	8,1	58
13	Лютесценс 844	42,4	5,3	58
14	Лютесценс 717	43,7	6,6	58
15	Лютесценс 1125	42,6	5,5	62
16	Лютесценс 698	48,9	11,8	58
17	Лютесценс 968	43,7	6,6	58
18	Лютесценс 702	49,4	12,3	57
19	Лютесценс 1216	48,3	11,2	60
20	Лютесценс 1173	40,4	3,3	58
21	Лютесценс 669	43,4	6,3	60
22	Лютесценс 739	49,2	12,1	58
23	Лютесценс 653	46,7	9,6	59
24	Лютесценс 1148	44,1	7,0	62
25	Лютесценс 650	45,0	7,9	57
	Казахстанская 10, стандарт	37,1	-	62
	НСР при 0,95	4,1		

Так, в питомнике КСИ выделяются ряд номеров с урожайностью на поливе порядка 40,4-49,4 ц/га при урожае стандарта 37,1 ц/га. Среди них самые высокие показатели урожайности в пределах от 45,2 ц/га до 49,4 ц/га проявили такие номера, как Лютесценс 702 (49,4 ц/га), Лютесценс 1216 (48,3 ц/га), Лютесценс 698 (48,9 ц/га), Лютесценс 739 (49,2 ц/га), Лютесценс 653 (46,7 ц/га), Лютесценс 1068 (45,7 ц/га) и Лютесценс 824 (45,2 ц/га) (таблица 1). У них превышение урожайности над стандартом составляет порядка 8,1–12,3 ц/га. Номера Лютесценс 528, Лютесценс 618 и Лютесценс 650 проявили урожайность 44,6, 44,8 и 45,0 ц/га соответственно. Лютесценс 1173 показал урожайность на уровне стандартного сорта Казахстанская 10, а остальные номера – от 41,8 до 44,4 ц/га.

У номеров КСИ продолжительность периода всходы-колошение варьирует в пределах 57–62 суток при 62 суток у стандарта Казахстанская 10, то есть они в основном являются средние и

среднепозднеспелыми. В частности, среднеспелостью с длиной вегетационного периода всходы-колошение порядка от 57 до 59 суток отличаются Лютесценс 650, Лютесценс 702, Лютесценс 591, Лютесценс 753, Лютесценс 851, Лютесценс 647, Лютесценс 822, Лютесценс 824, Лютесценс 844, Лютесценс 717, Лютесценс 698, Лютесценс 968, Лютесценс 1173, Лютесценс 739. Среднепозднеспелыми являются такие номера как Лютесценс 618, Лютесценс 841, Лютесценс 1068, Лютесценс 940, Лютесценс 1216, Лютесценс 669, Лютесценс 1148, Лютесценс 1125, Лютесценс 528 с длиной вегетационного периода всходы-колошение 60–62 суток. Разница по изучаемому признаку между средн- и среднепозднеспелыми номерами составляет 3–6 суток.

В таблице 2 представлены иммунологическая характеристика линии яровой мягкой пшеницы на искусственно созданном инфекционном фоне.

Таблица 2 – Иммунологическая характеристика линии КСИ яровой мягкой пшеницы на искусственно-инфекционном фоне, 2024–2025 г.г.

№ п/п	Номер линии, сорт	Поражаемость болезнями, % / тип реакции			Номер линии, сорт	Поражаемость болезнями, % / тип реакции	
		бурая ржавчи- на	желтая ржавчи- на	стеблевая ржавчина		бурая ржавчи- на	желтая ржавчина
	2024 г				2025 г.		
1	Лютесценс 753	0	0	5/R	Лютесценс 753	R	R
2	Лютесценс 1125	5/MS	0	5/R	Лютесценс 1125	R	R1/5
3	Лютесценс 1216	5/R	0	20/MS	Лютесценс 1216	R	R
4	Лютесценс 528	0	5/R	5/MR	Лютесценс 528	R	20/MS
5	Лютесценс 1148	0	5/R	5/MR	Лютесценс 801	R	R1/5
6	Лютесценс 814	0	0	0	Лютесценс 789	40/S	R
7	Лютесценс 647	5/ MR	5/MR	10/MR	Лютесценс 647	5/R	R
8	Лютесценс 822	0	0	0	Лютесценс 822	10/MS	R2/5
9	Лютесценс 739	5/R	5/MR	0	Лютесценс 739	5/R	R
10	Лютесценс 468	0	0	5/R	Лютесценс 591	R	R
11	Лютесценс 453	0	5/R	0	Лютесценс 453	R	R
12	Лютесценс 1068	0	0	0	Лютесценс 1068	R	R
13	Лютесценс 702	0	10/ MR	5/R	Лютесценс 702	R	R1/5
14	Лютесценс 968	0	0	0	Лютесценс 968	5/R	10/MS
15	Лютесценс 698	0	0	5/R	Лютесценс 698	R	R
16	Лютесценс 983	10/MS	0	5/R	Лютесценс 983	5/MR	R
17	Лютесценс 824	0	0	5/R	Лютесценс 824	R	R1/5
18	Лютесценс 844	0	0	5/R	Лютесценс 844	R	R1/5
19	Лютесценс 717	0	0	5/R	Лютесценс 717	5/R	R1/5
20	Лютесценс 653	5/S	0	10/MR	Лютесценс 653	10/MS	R2/5
21	Лютесценс 940	5/MS	5/R	5/R	Лютесценс 940	R	R
22	Лютесценс 1121	0	0	5/MR	Лютесценс 1121	R	R
23	Лютесценс 72	0	5/R	5/MR	Лютесценс 72	R	R
24	Лютесценс 1173	0	0	0	Лютесценс 1173	R	R
25	Лютесценс 774	0	0	5/MS	Лютесценс 774	5/MR	R
26	Лютесценс 777	0	20/MS	0	Лютесценс 669	R	R
27	Лютесценс 1025	5/MS	0	0	Лютесценс 1025	R	R
28	Лютесценс 841	5/R	0	0	Лютесценс 841	5/R	R1/5
	Казахстанская 10, стандарт	10/MR	40/S	0	Казахстанская 10, стандарт	10/MS	R2/5

Примечание: где 0 – иммунный, R – устойчивый, MR – умеренно устойчивый, MS – умеренно восприимчивый.

Так, среди изучаемых материалов КСИ яровой мягкой пшеницы на искусственно созданном инфекционном фоне 13 линии (Лютесценс 753, Лютесценс 647, Лютесценс 739, Лютесценс 453, Лютесценс 1068, Лютесценс 698, Лютесценс 824, Лютесценс 844, Лютесценс 717, Лютесценс 1121,

Лютесценс 72, Эритроспермум 468, Лютесценс 1173, Лютесценс 702, Лютесценс 669 и Лютесценс 841) проявили к 3-м видам ржавчины иммунитет (0), устойчивость (R) и умеренную устойчивость (MR) с уровнем поражения до 5 %. Остальные номера поражались видами ржавчины в основном от 5 до 20 % с реакцией умеренной восприимчивости (MS).

В таблице 3 представлены технологические показатели качества зерна у линии КСИ яровой мягкой пшеницы. В основном, они показали результаты, соответствующие категории ценной и сильной пшеницы, т. е. натуры зерна от 724 до 791 мл. стекловидности 60–67 %; клейковины 32,4–37,9; ИДК 72–102; протеина 14,0–14,6 %. Среди них лучшими оказались 10 номеров (Лютесценс 1125, Лютесценс 647, Лютесценс 739, Лютесценс 717, Лютесценс 968, Лютесценс 1148, Лютесценс 824, Лютесценс 753, Лютесценс 698 и Эритроспермум 468), которые относятся к категории сильной пшеницы.

Таблица 3 – Технологические показатели качества зерна у линии КСИ яровой мягкой пшеницы, средняя за 2023–2024 г.г.

№ п/п	Номер линии, сорт	Натура, г/л	Стекло видность, %	Клейко- вина, %	ИДК	Протеин, %
1	Лютесценс 753	778	63	33,9	85	14,0
2	Лютесценс 851	791	66	34,2	92	13,6
3	Эритроспермум 468	785	67	31,8	90	14,0
4	Лютесценс 618	780	61	31,8	92	13,1
5	Лютесценс 528	763	58	30,6	72	13,5
6	Лютесценс 841	767	62	35,8	100	13,7
7	Лютесценс 647	777	57	37,9	102	14,5
8	Лютесценс 814	779	56	30,6	87	13,5
9	Лютесценс 1068	783	57	30,0	92	13,0
10	Лютесценс 940	789	62	34,2	92	13,7
11	Лютесценс 822	787	58	29,5	87	12,7
12	Лютесценс 453	767	57	32,6	92	12,9
13	Лютесценс 742	792	61	34,1	92	13,9
14	Лютесценс 801	766	60	32,5	92	13,4
15	Лютесценс 717	776	62	36,1	92	14,4
16	Лютесценс 1125	784	62	35,4	90	14,6
17	Лютесценс 857	774	56	30,3	72	13,2
18	Лютесценс 968	783	63	33,5	95	14,0
19	Лютесценс 702	776	59	31,3	90	13,3
20	Лютесценс 1216	781	60	35,3	90	13,8
21	Лютесценс 698	762	60	32,4	100	14,1
22	Лютесценс 824	726	61	32,8	95	14,7
23	Лютесценс 669	738	61	35,9	100	13,9
24	Лютесценс 739	749	63	35,0	93	14,2
25	Лютесценс 650	734	61	35,3	97	13,7
26	Лютесценс 783	753	66	35,9	85	13,5
27	Лютесценс 653	740	60	38,3	100	13,3
28	Лютесценс 1148	751	64	35,2	87	14,0
29	Лютесценс 777	724	60	36,6	85	13,3
	Казахстанская 10, стандарт	788	62	31,0	87	13,4

Из данных таблиц 1, 2 и 3 также следует, что по урожайности, устойчивости к видам ржавчины и по технологическим показателям качества зерна выделяются такие номера, как Лютесценс 739, Лютесценс 824, Лютесценс 647, Лютесценс 669 и Лютесценс 698 которые являются кандидатами для передачи в качестве новых сортов в Госкомиссию РК по сортоиспытанию. Они и другие выделившиеся номера КСИ по отдельным изученным показателям яровой пшеницы являются также хорошими источниками для селекции в виде исходных родительских форм.

Выводы.

Объектами исследования служили допущенные к использованию в производстве в условиях Алматинской и Жетысуской областях РК сорта яровой мягкой пшеницы Табыс 60 и Болашак, а также

константные перспективные линий этой культуры из питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ).

Исследования осуществлялось путем закладки и проведения полевых опытов на поливном участке ТОО Казахского НИИ земледелия и растениеводства, расположенный в предгорной зоне (расположен 800–1200 м над уровнем море, количество атмосферных осадков 350–500 мм в год, сумма активных температур 2700–3200°C) Алматинской области и проводилась с использованием методик отечественных и зарубежных источников. Так, учеты, фенологические наблюдения и технологическая оценка качества зерна проводились по Н.П. Гончарова, П.Л. Гончарова (2018) и общепринятыми методами селекционного процесса. Иммунологическая оценка на устойчивость к болезням и вредителям – по М. Койшыбаева, Х. Муминджанова (2016).

Математическая обработка данных полевых исследований выполнена с использованием программы R (R version 3.2.3 (2015–12–10) – «WoodenChristmas-Tree») [Statistical processing using the open-source R program (R version 3.2.3 (2015–12–10) – «Wooden Christmas-Tree»). Достоверность полученных результатов по урожайности исследуемых материалов показана значениями НСР при 0,95.

По результату реализации цели исследования селекционерами Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР) созданы и в 2019 и 2023 годы решением Государственной комиссии РК по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур допущены к использованию в производстве в условиях южных регионов РК такие сорта яровой мягкой пшеницы, как Табыс 60 и Болашак.

Табыс 60 создан методом индивидуального отбора из F3 гибридной популяции Лютесценс 1272 x Саратовская 70. Разновидность Lutescens (лютесценс). Вегетационный период сорта в зависимости от условий года в пределах 85–90 суток, Средняя его урожайность за годы испытания в КСИ на орошении составила 38,6 ц/га; превышение над стандартами – до 6,0 ц/га. По качеству зерна он соответствует требованиям ценной и особо ценной пшеницы Сорт устойчив к засухе, желтой ржавчине и полеганию.

Болашак создан методом внутривидовой гибридизации и последующего отбора из гибридной популяции F10 Казахстанская 10 x Казахстанская 17. Вегетационный период сорта 97–100 суток. Его средняя урожайность на орошении составила 40,8 ц/га, превышая стандартный сорт Казахстанская 10 на 4,1 ц/га, По качественным показателям зерна Болашак относится в категории особо ценной пшеницы, отличается устойчивостью к засухе и пыльной головне.

Выделены новые источники ценных признаков и свойств в качестве родительских пар для гибридизации, а также перспективные линии, которые являются кандидатами будущих новых сортов яровой мягкой пшеницы. В частности:

- по урожайности 10 линий – Лютесценс 702; Лютесценс 1216, Лютесценс 698. Лютесценс 739, Лютесценс 653, Лютесценс 1068, Лютесценс 824, Лютесценс 650, Лютесценс 618 и Лютесценс 528;

- по длине вегетационного периода всходы – колошение среднеспелостью выделяются 14 линий – (Лютесценс 650, Лютесценс 702, Лютесценс 591, Лютесценс 753, Лютесценс 851, Лютесценс 647, Лютесценс 822, Лютесценс 824, Лютесценс 844, Лютесценс 717, Лютесценс Лютесценс 698, Лютесценс 968, Лютесценс 1173, Лютесценс 739); среднепозднеспелостью – 9 номеров (Лютесценс 618, Лютесценс 841, Лютесценс 1068, Лютесценс 940, Лютесценс 1216, Лютесценс 669, Лютесценс 1148, Лютесценс 1125, Лютесценс 528).

- по устойчивости к видам ржавчины 16 линии – Лютесценс 753, Лютесценс 647, Лютесценс 739, Лютесценс 453, Лютесценс 1068, Лютесценс 698, Лютесценс 824, Лютесценс 844, Лютесценс 717, Лютесценс 1121, Лютесценс 72, Эритроспермум 468, Лютесценс 1173, Лютесценс 702, Лютесценс 669 и Лютесценс 841;

- по технологическим показателям качество зерна изучаемые номера КСИ в целом, характеризовались категориями ценной и сильной пшеницы. Среди них лучшими оказались 10 линий (Лютесценс 1125, Лютесценс 647, Лютесценс 739, Лютесценс 717, Лютесценс 968, Лютесценс 1148, Лютесценс 824, Лютесценс 753, Лютесценс 698 и Эритроспермум 468), которые относятся к категории сильной пшеницы.

- такие линии, как Лютесценс 739, Лютесценс 824, Лютесценс 647, Лютесценс 669 и Лютесценс 698 отличаются улучшенными показателями комплекса выше указанных хозяйственно-ценных признаков и свойств и являются кандидатами для передачи в качестве новых сортов в Госкомиссию РК по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур;

- новые сорта яровой мягкой пшеницы Табыс 60 и Болашак в 2019 и 2023 годы допущены к

ЛИТЕРАТУРА

- Alam M., Baenziger P.S., Frels K.A. (2024). Evaluation and selection of breeding traits as well as methods and methodological recommendations of related biological sciences. *Frontiers in Bioscience Elite*. — M. 16(1). Art. 2. <https://doi.org/10.31083/j.fbe16010020> [in Eng.]
- Babu P., Baranwal D.K., Hari Krishna, Pal D., Bharti H., Joshi P., Thiyagarajan B., Gaikwad K.B., Bhardwaj S.C., Singh G.P., Singh A. (2020). Application of genomics tools in wheat breeding to attain durable rust resistance. *Frontiers in Plant Science*. — M. 11. Art. 567147. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.567147> [in Eng.]
- Voronov S.I., Pleskachev Yu.N., Ilyashenko P.V. (2020). Fundamentals of production of high-quality winter wheat grain. *Fertility*. — M. 2(113). Pp. 64–66. <https://doi.org/10.25680/s19948603.2020.113.19> [in Eng.]
- Voronov S.I., Pleskachev Yu.N., Chernomorov G.V. (2020). Productivity of winter wheat depending on leaf application of CAS and growth regulators. *Problems of Development of the Agro-Industrial Complex of the Region*. — M. 1(41). Pp. 19–22. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i7> [in Eng.]
- Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. (2018). Методические основы селекции растений. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт цитологии и генетики. — 3-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». С. 439 — ISBN 978-5-6041445-4-1. [in Russ.]
- Grassini P., Eskridge, K.M., & Cassman, K.G. (2013). Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical crop production trends. // *Nature Communications*, 4, 2918. <https://doi.org/10.1038/ncomms3918> [in Eng.]
- Dorrani-Nejad M., Kazemipour A., Maghsoudi-Mood A.A., Abdolshahi R. (2022). Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high water conditions? *Ecological and Experimental Botany*. — M. 200. Art. 104902. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104902> [in Eng.]
- Койшибаев М., Муминджанов Х. (2016). Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур. — Анкара. С. 11–22. [in Russ.]
- Long S.P., Marshall-Colon A., Zhu X. (2015). Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. *Cell*. — M. 161(1). Pp. 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.019> [in Eng.]
- Нурпеисов И.А. (2017). Сорты пшеницы, адаптивные к условиям Республики Казахстан. Реализация потенциала сортов зерновых культур — путь решения продовольственной безопасности: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика-селекционера В.Н. Ремесла. — с. Центральное. С. 45–47. [in Russ.]
- Нурпеисов И.А. (2021). Эффективность отбора продуктивных линий факультативной мягкой пшеницы из гибридной популяции F2–F4, полученных от различных типов скрещивания. *Исследования, результаты*. — А. 3(91). С. 33–42. <https://doi.org/10.37884/3-2021/05> [in Russ.]
- Нурпеисов И.А., Баймагамбетова К.К., Булатова К.М., Сарбаев А.Т., Ержебаева Р.С. (2024). Создание нового конкурентоспособного и адаптированного к условиям юга и юго-востока Республики Казахстан сорта яровой мягкой пшеницы. *Исследования, результаты*. — А. 2–1. С. 331–341. [in Russ.]
- Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. (1948). A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Canadian Journal of Research*. — M. 26. Pp. 496–500. <https://doi.org/10.1139/CJR48C-033> [in Eng.]
- Rajaram S. (2001). Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century. *Euphytica*. — M. 119. Pp. 3–15. <https://doi.org/10.1023/A:1017538304429> [in Eng.]
- R Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing (version 3.2.3 “Wooden Christmas-Tree”). R Foundation for Statistical Computing. — Vienna. [in Eng.]
- Sandhu K.S., Mihalyov P.D., Lewien M.J., Pumphrey M.O., Carter A.H. (2021). Combining genomic and phenomic information for predicting grain protein content and grain yield in spring wheat. *Frontiers in Plant Science*. — M. 12. Art. 6133. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.613300> [in Eng.]
- Stubbs R.W., Prescott J.M., Saari E.E., Dubin H.J. (1986). *Cereal disease methodology manual*. CIMMYT. — Mexico. Pp. 1–46. <http://hdl.handle.net/10883/3997> [in Eng.]
- Tshikunde N.M., Mashilo J., Shimelis H., Odindo A. (2019). Agronomic and physiological traits and associated quantitative trait loci (QTL) affecting yield response in wheat (*Triticum aestivum* L.): a review. *Frontiers in Plant Science*. — M. 10. Art. 1428. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01428> [in Eng.]
- Friedrich C., Longin H. (2016). Genetic progress in wheat breeding: A review. *Field Crops Research*. — M. 196. Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.004> [in Eng.]
- Fragley N.S., Gardner K.A., Kerton M., Swarbreck S.M., Bentley A.R. (2023). Balancing quality with quantity: A case study of UK bread wheat. *Plants, People, Planet*. Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10462> [in Eng.]

REFERENCES

- Alam M., Baenziger P.S., Frels K.A. (2024). Ocenka i otbor selektiruyemykh priznakov, a takzhe metody i metodicheskie rekomendacii smezhnykh biologicheskikh nauk // *Frontiers in Bioscience Elite*. — M. 16(1). Art. 2. <https://doi.org/10.31083/j.fbe16010020> [in Eng.]
- Babu P., Baranwal D.K., Hari Krishna, Pal D., Bharti H., Joshi P., Thiyagarajan B., Gaikwad K.B., Bhardwaj S.C., Singh G.P., Singh A. (2020). Application of Genomics Tools in Wheat Breeding to Attain Durable Rust Resistance // *Frontiers in Plant Science*. — M. 11. Art. 567147. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.567147> [in Eng.]
- Friedrich C., Longin H. (2016). Genetic progress in wheat breeding: A review // *Field Crops Research*. 2016. Vol. 196. Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.004> [in Eng.]
- Fragley N.S., Gardner K.A., Kerton M., Swarbreck S.M., Bentley A.R. (2023). Balancing quality with quantity: A case study of UK bread wheat // *Plants, People, Planet*. Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10462> [in Eng.]
- Grassini P., Eskridge, K.M. & Cassman, K.G. (2013). Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical crop production trends. *Nature Communications*, 4, 2918. <https://doi.org/10.1038/ncomms3918> [in Eng.]
- Goncharov N.P., Goncharov P.L. (2018). Methodological bases of plant breeding // *Rus. acad. sciences, Siberian branch, Institute of Cytology and Genetics*. — 3rd ed., corrected. and add. — Novosibirsk: Academic publishing house «Geo». Pp. 439. ISBN 978-5-6041445-4-1. [in Russ.]
- Kojshibaev M., Mumindzhanov K.H. (2016). Metodicheskie ukazaniya po monitoringu boleznej, vreditel'ei sornykh rastenij na posevakh zernovykh kul'tur. — Анкара. Pp. 11–22. [in Russ.]
- Long S.P., MarshallColon A., Zhu X. (2015). Meeting the Global Food Demand of the Future by Engineering Crop Photosynthesis and Yield

Potential. Cell. — M. 161(1). Pp. 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.019> [in Eng.]

Maryam Dorrani-Nejad, Ali Kazemipour, Ali Akbar Maghsoudi-Mood, Ruhollah Abdolshahi 2022. Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high water conditions?// Ecological and experimental botany. — M. 200. Art. 104902. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104902> [in Eng].

Nurpeisov I.A. (2017). Sorta pshenitsy, adaptivnye k usloviyam Respubliki Kazakhstan // Realizatsiya potentsiala sortov zernovykh kul'tur – put' resheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashhennoj 110 letiyu so dnya rozhdeniya akademika - selektsionera V.N. Remesla. — selo Sentral'noe. Pp. 45–47. [in Russ.].

Nurpeisov I.A. (2021). Ehffektivnost' otbora produktivnykh linij fakul'tativnoj myagkoj pshenitsy iz gibridnoj populyatsii F2–F4, poluchennykh ot razlichnykh tipov skreshhivaniya // Issledovaniya, rezul'taty. 3(91). Pp. 33–42. <https://doi.org/10.37884/3-2021/05> [in Russ.].

Nurpeisov I.A., Bajmagambetova K.K., Bulatova K.M., Sarbaev A.T., Erzhebaeva R.S. (2024). Sozdanie novogo konkurentosposobnogo i adaptirovannogo k usloviyam yuga i yugo-vostoka Respubliki Kazakhstan sorta yarovoj myagkoj pshenitsy. Issledovaniya, rezul'taty. — A., 2–1. Pp. 331–341. [in Russ.]

Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. (1948). A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. — M. 26. Pp. 496–500. <https://doi.org/10.1139/CJR48C-033> [in Eng.].

Rajaram S. (2001). Prospects and promise of wheat breeding in the 21st century Euphytica. — M., 119. Pp. 3–15. <https://doi.org/10.1023/A:1017538304429> [in Eng.].

Sandhu K.S., Mihalyov P.D., Lewien M.J., Pumphrey M.O., Carter A.H. (2021). Combining genomic and phenomic information for predicting grain protein content and grain yield in spring wheat // Frontiers in Plant Science. — M. 12. Art. 6133. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.613300> [in Eng.]

Stubbs R.W., Prescott J.M., Saari E.E. and Dubin H.J. (1986). 'Cereal Disease Methodology Manual.' (CIMMYT: Mexico.). — Mexico. Pp. 1–46. <http://hdl.handle.net/10883/3997> [in Eng.].

Statistical processing using the open-source R program (R version 3.2.3 (2015-12-10) – “Wooden Christmas- Tree”). Standard parametric tests, analyses and statistical validity using built-in and add-on packages (dplyr, ggplot2, psych, etc.). — Vienna. [in Eng.]

Tshikunde N.M., Mashilo J., Shimelis H., Odindo A. (2019). Agronomic and physiological traits, and associated quantitative trait loci (QTL) affecting yield response in wheat (*Triticum aestivum* L.): a review // Frontiers in Plant Science. — M. 10. Art. 1428. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01428> [in Eng.]

Voronov S.I., Pleskachev Yu.N. and Ilyashenko P.V. (2020). Fundamentals of production of high quality winter wheat grain Fertility. 2(113). Pp. 64–66. DOI:10.25680/s19948603.2020.113.19

Voronov S.I., Pleskachev Yu.N. and Chernomorov G.V. (2020). Productivity of winter wheat depending on leaf application of CAS and growth regulators Problems of Development of the Agro-Industrial Complex of the Region 1(41) Pp. 19–22. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i7> [in Eng.].

Нурпеисов Исатай Ахаевич – концептуализация, написание и редактирование текста.

Кадырбекова Жумакез Демеусиновна – проведение экспериментов, сбор данных.

Сапарбаев Ренат Жардемгалиевич – проведение экспериментов, сбор данных.



E.A. Ten, I.P. Oshergina, D.M. Pestova*

A.I. Baraev Research and Production Center for Grain Farming, Nauchny settlement, Kazakhstan.

E-mail: jekon_t87.07@mail.ru

EFFECTS OF CLIMATIC FACTORS ON PHENOLOGICAL ADAPTATION AND YIELD OF SPRING RAPESEED GENOTYPES (BRASSICA NAPUS)

Ten Evgeny Alekseevich, Research and Production Center for Grain Farming named after A.I. Baraev, Kazakhstan, settlement Nauchny, Master of Agronomy, PhD student, head of the laboratory for the selection of legumes and oilseeds

E-mail: jekon_t87.07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8173-672X>;

Oshergina Irina Petrovna, Research and Production Center for Grain Farming named after A.I. Baraev, Kazakhstan, settlement Nauchny, Master of Agronomy, PhD student, head of the department of selection of cereals, legumes, grains and oilseeds

E-mail: egoriha76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5131-5091>;

Pestova Daria Maksimovna, A.I. Baraev Research and Production Center of Grain Farming, Kazakhstan, Nauchny settlement, Bachelor in Ecology, Junior Researcher of the Laboratory of Grain Legume and Oilseed Crop Breeding

E-mail: Peestov_a@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3922-6473>.

Abstract. The article presents the results of a long-term assessment of the effects of climatic factors on phenological adaptation, yield structure formation, and productivity of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes under the conditions of Northern Kazakhstan, characterized by high interannual variability of the hydrothermal regime. The aim of the study was to identify patterns of yield potential realization and adaptive responses of rapeseed plants depending on temperature conditions and moisture availability during the growing season, as well as to determine promising genotypes for breeding purposes. It was established that weather conditions have a significant impact on the progression of phenological stages, yield structure components, and overall productivity. The most environmentally sensitive trait was seed weight per plant, with the coefficient of variation reaching up to 55% in certain years, indicating high phenotypic plasticity. In contrast, thousand-seed weight showed relative stability ($V < 12\%$), confirming its predominantly genetic determination and breeding value as a stable component of yield. Average yield varied widely among years, ranging from 11.7 to 81.7 c/ha, reflecting a pronounced genotype $\times$ environment interaction. Correlation analysis revealed strong positive relationships between yield and indices of stability and stress tolerance ($r = 0.70\text{--}0.74$), confirming their high informativeness for assessing the adaptive potential of breeding material. As a result, the genotypes NPSR0607, Mirko, Hidalgo, Ordezh, and Krasnodarsky-3 were identified as combining high ecological plasticity, resistance to abiotic stresses, and stable yield formation under contrasting climatic conditions. The obtained results are of considerable scientific and practical importance and can be used to improve methodological approaches in spring rapeseed breeding aimed at enhancing adaptability and yield stability under ongoing climate change and increasing aridization of agroecosystems in Northern Kazakhstan.

Keywords: spring rapeseed, plasticity, stability, yield, Stress Tolerance Index, stress resistance

For citation: Ten E.A., Oshergina I.P., Pestova D.M. (2026). Effects of climatic factors on phenological adaptation and yield of spring rapeseed genotypes (*brassica napus*) // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 87–96. <https://doi.org/10.37884/2-2026/08> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

*Е.А. Тен *, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова*

А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Қазақстан, Научный.
E-mail: jekon_t87.07@mail.ru

ЖАЗДЫҚ РАПС ГЕНОТИПТЕРІНІҢ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БЕЙІМДЕЛУІ МЕН ӨНІМДІЛІГІНЕ КЛИМАТТЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ (BRASSICA NAPUS)

Тен Евгений Алексеевич, А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Агрономия магистрі, PhD докторанты, бұршақ және майлы дақылдар селекциясы зертханасының меңгерушісі, Научный кенті, Қазақстан

E-mail: jekon_t87.07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8173-672X>;

Ошергина Ирина Петровна, А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Қазақстан, Научный кенті, Агрономия магистрі, PhD докторанты, дәнді, бұршақ, дәнді және майлы дақылдар селекциясы бөлімінің меңгерушісі, Научный кенті, Қазақстан

E-mail: egoriha76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5131-5091>;

Пестова Дарья Максимовна, А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, эколог мамандығы бойынша бакалавр, дәнді бұршақ және майлы дақылдар селекциясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Научный кенті, Қазақстан

E-mail: Peestov_a@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3922-647>.

Аннотация. Мақалада Солтүстік Қазақстан жағдайында гидротермиялық режимнің жылдар бойынша жоғары өзгергіштігімен сипатталатын климаттық факторлардың жаздық рапс (*Brassica napus* L.) генотиптерінің фенологиялық бейімделуіне, өнімділік элементтерінің қалыптасуына және өнімділігіне әсерін көпжылдық бағалау нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты вегетациялық кезеңдегі температуралық жағдайлар мен ылғалмен қамтамасыз етілуге байланысты рапс өсімдіктерінің өнімдік әлеуетін жүзеге асыру заңдылықтары мен бейімделу реакцияларын анықтау, сондай-ақ селекциялық практика үшін перспективалы генотиптерді іріктеу болды. Ауа райы жағдайлары фенологиялық фазалардың өтуіне, өнім құрылымының элементтеріне және өнімділік деңгейіне елеулі әсер ететіні анықталды. Қоршаған орта факторларына ең сезімтал көрсеткіш ретінде бір өсімдіктен алынатын тұқым массасы белгіленді, оның вариация коэффициенті жекелеген жылдары 55 %-ға дейін жетіп, белгінің жоғары фенотиптік пластикалығын көрсетті. Сонымен қатар, 1000 тұқым массасы салыстырмалы тұрақтылықпен ($V < 12\%$) сипатталып, оның негізінен генетикалық шартталуын және өнімділіктің тұрақты компоненті ретіндегі селекциялық маңызын растады. Жылдар бойынша орташа өнімділік 11,7–81,7 ц/га аралығында айтарлықтай ауытқып, «генотип × орта» өзара әрекеттесуінің айқын көрінісін көрсетті. Корреляциялық талдау өнімділік пен тұрақтылық және төзімділік индекстері арасында тығыз оң байланыстардың ($r = 0,70–0,74$) бар екенін анықтап, олардың селекциялық материалдың бейімделу әлеуетін бағалаудағы жоғары ақпараттылығын дәлелдеді. Зерттеу нәтижесінде климаттық жағдайлары контрастты жылдары жоғары экологиялық пластикалықты, абиотикалық стресс факторларына төзімділікті және тұрақты өнім қалыптастыру қабілетін үйлестіретін НПСР0607, Mirko, Хидалго, Ордеж және Краснодарский-3 үлгілері бөлініп алынды. Алынған нәтижелер ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады және климаттың өзгеруі мен Солтүстік Қазақстан агроэкожүйелерінің аридизациясы жағдайында жаздық рапс селекциясының әдістемелік тәсілдерін жетілдіруде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: жаздық рапс, пластикалық, тұрақтылық, өнімділік, стресске төзімділік индексі, стресске тұрақтылық

Дәйексөз үшін: Тен Е.А., Ошергина И.П., Пестова Д.М. (2026). Жаздық рапс генотиптерінің фенологиялық бейімделуі мен өнімділігіне климаттық факторлардың әсері (*brassica napus*) // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 87–96 <https://doi.org/10.37884/2-2026/08> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова*

Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, Научный, Казахстан.

E-mail: jekon_t87.07@mail.ru

ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКУЮ АДАПТАЦИЮ И УРОЖАЙНОСТЬ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО РАПСА (*BRASSICA NAPUS*)

Тен Евгений Алексеевич, научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, магистр агрономии, аспирант, заведующий лабораторией селекции зернобобовых и масличных культур, п. Научный, Казахстан

E-mail: jekon_t87.07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8173-672X>;

Ошергина Ирина Петровна, научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, Казахстан, п. Научный, магистр агрономии, аспирант, заведующий отделом селекции зернобобовых, масличных и крупяных культур

E-mail: egoriha76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5131-5091>;

Пестова Дарья Максимовна, научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, бакалавр-эколог, МНС лаборатории селекции зернобобовых и масличных культур, п. Научный, Казахстан

E-mail: Peestov_a@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3922-6473>.

Аннотация. В статье представлены результаты многолетней оценки влияния климатических факторов на фенологическую адаптацию, формирование элементов продуктивности и урожайность генотипов ярового рапса (*Brassica napus* L.) в условиях Северного Казахстана, характеризующихся высокой межгодовой изменчивостью гидротермического режима. Целью исследования являлось выявление закономерностей реализации продуктивного потенциала и адаптивных реакций растений рапса в зависимости от температурных условий и влагообеспеченности вегетационного периода, а также определение перспективных генотипов для селекционной практики. Установлено, что погодные условия оказывают существенное влияние на прохождение фенологических фаз, элементы структуры урожая и уровень урожайности. Наиболее чувствительным к воздействию факторов среды показателем оказалась масса семян с растения, коэффициент вариации которой в отдельные годы достигал 55 %, что свидетельствует о высокой фенотипической пластичности признака. В то же время масса 1000 семян характеризовалась относительной стабильностью ($V < 12\%$), подтверждая её преимущественно генетическую обусловленность и селекционную значимость как стабильного компонента урожайности. Средняя урожайность по годам варьировала в очень широком диапазоне – от 11,7 до 81,7 ц/га, отражая выраженное взаимодействие «генотип × среда». Корреляционный анализ показал наличие тесных положительных связей урожайности с индексами устойчивости и стабильности ($r = 0,70–0,74$), что подтверждает их высокую информативность при оценке адаптивного потенциала селекционного материала. В результате исследований выделены образцы НПСР0607, Mirko, Хидалго, Ордеж и Краснодарский-3, сочетающие высокую экологическую пластичность, устойчивость к абиотическим стрессам и стабильное формирование урожая в контрастных по погодным условиям годам. Полученные результаты имеют важное научное и практическое значение и могут быть использованы для совершенствования методических подходов к селекции ярового рапса, направленных на повышение адаптивности и устойчивости сортов в условиях усиливающихся климатических изменений и аридизации агроэкосистем Северного Казахстана.

Ключевые слова: яровой рапс, пластичность, стабильность, урожайность, индекс толерантности к стрессу и устойчивости к стрессу

Для цитирования: Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова (2026). Влияния климатических факторов на фенологическую адаптацию и урожайность генотипов ярового рапса (*brassica napus*) // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 87–96. <https://doi.org/10.37884/2-2026/08> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о финансировании: работа выполнена в рамках программно-целевого

финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267, BR -22885857 «Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных и крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана».

Благодарности: Коллектив авторов выражает благодарность сотрудникам лаборатории селекции зернобобовых и масличных культур ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» за оказанную помощь в проведении полевых работ.

Введение.

Климатические изменения, сопровождающиеся ростом температур, изменением характера осадков и учащением засух, значимо влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур. Для рапса (*Brassica napus* L.) адаптация к таким стрессам – ключевой фактор устойчивого производства [Yang и др., 2014: 793–801]. Важными индикаторами адаптивного отклика являются фенологические параметры, такие как продолжительность фаз «всходы – цветение» и «цветение – созревание», которые тесно связаны с температурным и гидротермическим режимами и определяют урожайность [Нап и др., 2021: 39].

Однако пластичность периодов цветения и созревания рапса, отражающая характер генотип x среда (GxE) взаимодействия, до настоящего времени изучена недостаточно [Putterill и др., 2004: 363–373]. Установлено, что продолжительность вегетационного периода рапса определяется комплексным воздействием экологических факторов, прежде всего освещённости, влагообеспеченности и температурного режима [Bouché и др., 2016: 1167–1171]. При этом погодные условия в значительной степени формируют сроки прохождения основных фенологических фаз [Тен et al., 2025: 4], тогда как количество и распределение осадков по вегетации оказывают неоднозначное влияние на фенологические и морфологические процессы, что обусловлено региональными особенностями условий выращивания культуры [Zhao и др., 2022: 24]. В условиях меняющегося климата изучение GxE-взаимодействия приобретает особое значение для оценки адаптивного потенциала [Zhang и др., 2013: 77–88]. Показано, что для рапса оно влияет не только на урожайность, но и на качество продукции [Ошергина и др., 2025: 215–224], причём температурные и климатические факторы вносят значительный вклад в фенотипические различия [Liu и др., 2021: 1262–1275]. Хотя методы количественной генетики позволяют оценить связь между пластичностью и устойчивостью к абиотическим стрессам [Guo и др., 2020: 673–683], а исследования подтверждают значительное влияние среды на фенологию разных экотипов [Shen и др., 2018; Helal и др., 2021: 2475], данные о выраженности GxE-компоненты для связи вегетационного периода с урожайностью остаются ограниченными [Ну и др., 2022: 694–704; Методические указания по изучению коллекции технических и масличных культур, 1968: 39].

Цель работы: оценка влияния климатических факторов на фенологическую адаптацию и урожайность образцов ярового рапса в условиях Северного Казахстана.

Материалы и методы.

Исследования проводились на опытных участках ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» в 2021–2025 гг. Объекты изучения – 27 образцов ярового рапса из Казахстана, России, Германии, Канады, Белорусии, Финляндии, Украины, Франции и Бразилии.

Основным типом почв опытных участков является чернозём южно-карбонатный, характеризующийся высокой мощностью гумусового горизонта и умеренным уровнем естественного плодородия. Согласно данным агрохимической паспортизации опытных участков (по Мачигину) ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», содержание органического вещества составляет 3,4–3,7 %, подвижного фосфора – 0,10–0,15 %, обменного калия – 8–14 мг/кг, нитратного азота – 4–15 мг/кг. Содержание микроэлементов представлено следующими значениями: бор – 0,7 мг/кг, молибден – 0,2 мг/кг, марганец – 20 мг/кг, цинк – 0,8 мг/кг, медь – 0,2 мг/кг. Реакция почвенного раствора (рН водной вытяжки) варьирует в пределах 7,2–7,8. Плотность сложения почвы составляет 1,0–1,2 г/см³, общая порозность – 50–55 %, воздухоёмкость – 25–30 %. В отдельных пониженных элементах рельефа встречаются тёмно-каштановые и слабокарбонатные разновидности чернозёмов, что является характерной особенностью северо-степных ландшафтов Казахстана.

Закрытие влаги проводили по мере физического созревания почвы орудием Catros, агрегатированным с трактором тягового класса А–Б, на глубину до 5 см. Технология подготовки чистого пара включала весенне-летние обработки почвы после массового появления всходов сорной

растительности. Вторую и третью обработки выполняли плоскорезами КПШ-3 и КПШ-9 на глубину 10–12 и 12–14 см соответственно, по мере отрастания сорняков. Основную обработку почвы осуществляли в конце августа – сентябре плоскорезом-глубококорыхлителем ПГ-3 на глубину 25–27 см. Предпосевную обработку почвы проводили агрегатом СЗС-2,1 на глубину 3–4 см. Яровой рапс высевали по обычному селекционному фону – чистому пару.

Сроки сева конец второй – начало третьей декады мая. Посев проводился по чистому плоскорезному пару специализированной селекционной сеялкой ССФК-7. Норма высева – 1,5 млн / га, глубина заделки 3–4 см. Сразу после заделки семян проводилось прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками.

Опыт закладывался по схеме рандомизированного блочного размещения с двукратной повторностью. Площадь делянки – 4,0 м².

Для каждой делянки фиксировались даты наступления фаз: всходы, начало стеблевания, бутонизация, начало и массовое цветение, образование стручков и созревание.

Уборка проводилась однофазным способом при кондиционной влажности 10,0–11,0 %.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics (версия 23.0).

Оценка стабильности и адаптивности генотипов проводилась на основе индекса экологической пластичности (b_i) и стабильности (Qd^2) по методике разработанной Eberhart & Russell (1966) [Eberhart и др., 1966: 36–40].

Индекс засухоустойчивости (STI) рассчитан по формуле: $STI = (Y_p \cdot Y_s) / (\bar{Y}_p^2)$

Толерантность к засухе (TOL) рассчитана по формуле: $TOL = Y_p - Y_s$

Индекс урожайности при стрессе (K1SYI) рассчитан по формуле: $K1SYI = Y_s / \bar{Y}_s^2$, где:

Y_s – урожайность сортообразца в условиях засухи;

$\bar{Y}_s^2$ – средняя урожайность всех образцов в засухе.

Индекс урожайности без стресса (K2SYI) рассчитан по формуле: $K2SYI = Y_{ns} / \bar{Y}_{ns}$, где:

Y_{ns} – урожайность сортообразца в нормальных условиях; $\bar{Y}_{ns}$ – урожайность сортообразца в условиях засухи

Результаты и обсуждение.

В целях анализа степени реакции растений на контрастные условия среды проведено сравнение метеорологических параметров за 2021–2025 гг., представленных на рисунке 1.

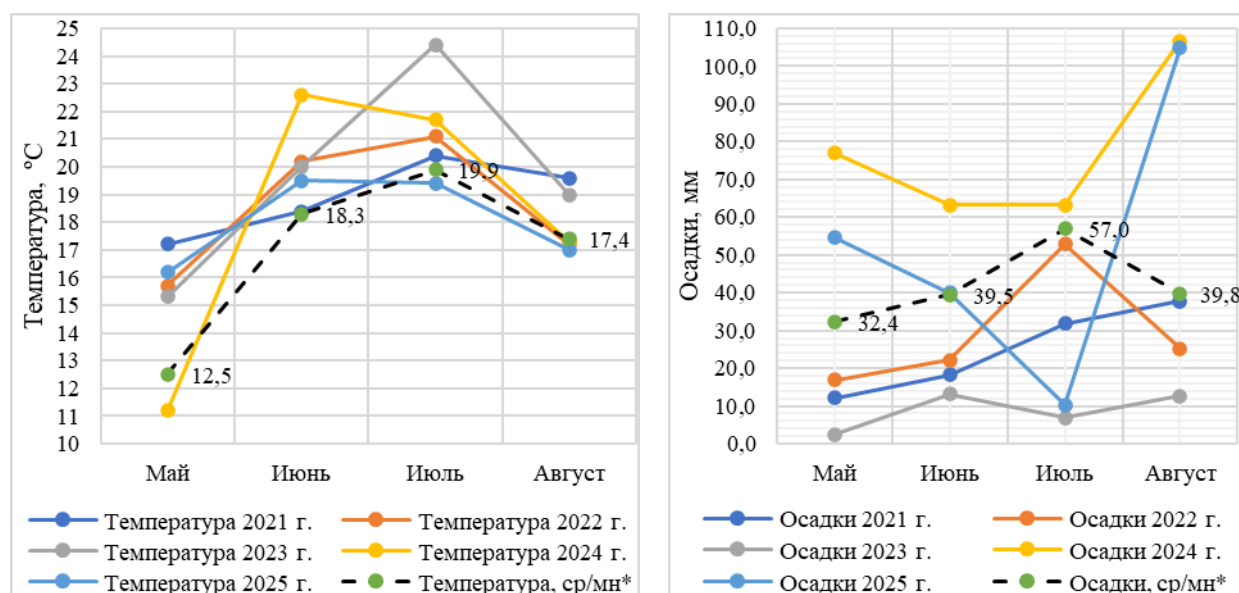


Рис. 1. Динамика среднесесячной температуры воздуха и количества осадков, 2021–2025 гг. (по данным ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», *ср/мн – среднее многолетнее значение)

[Fig. 1. Dynamics of average monthly air temperature and precipitation, 2021–2025 (according to LLP “NPCZH named after A.I. Baraev”, avg/mult – long-term average value)].

2021 год: Условия близкие к среднемноголетним (температура 18–20 °С, осадки 35–45 мм, ГТК=0,70) обеспечили равномерный рост и сбалансированное развитие.

2022 год: Повышенный термический фон (до 23–24 °С) и дефицит осадков (10–25 мм, ГТК<0,81)

вызвали ускорение формирования генеративных органов и сокращение цветения.

2023 год: Неблагоприятный гидротермический режим (температура 19–24 °С, осадки 30–40 мм, ГТК=0,16) нарушил нормальное прохождение репродуктивных фаз.

2024 год: Пониженные температуры на старте вегетации (12,5 °С в мае) и обильные осадки (до 90 мм в августе, ГТК>1,20) способствовали удлинению вегетационного периода и замедлению перехода к цветению.

2025 год: Параметры вблизи нормы (17–20 °С, 35–60 мм осадков) обеспечили стабильное развитие, но обильные дожди в августе спровоцировали вторичное цветение и удлинение периода всходы–созревание.

Для комплексной оценки адаптивности рапса важна взаимосвязь погодных условий вегетации с продолжительностью ключевых фенологических фаз. Температура воздуха и количество осадков определяют скорость развития растений, влияя на формирование генеративных органов и потенциал урожайности (рисунок 2).

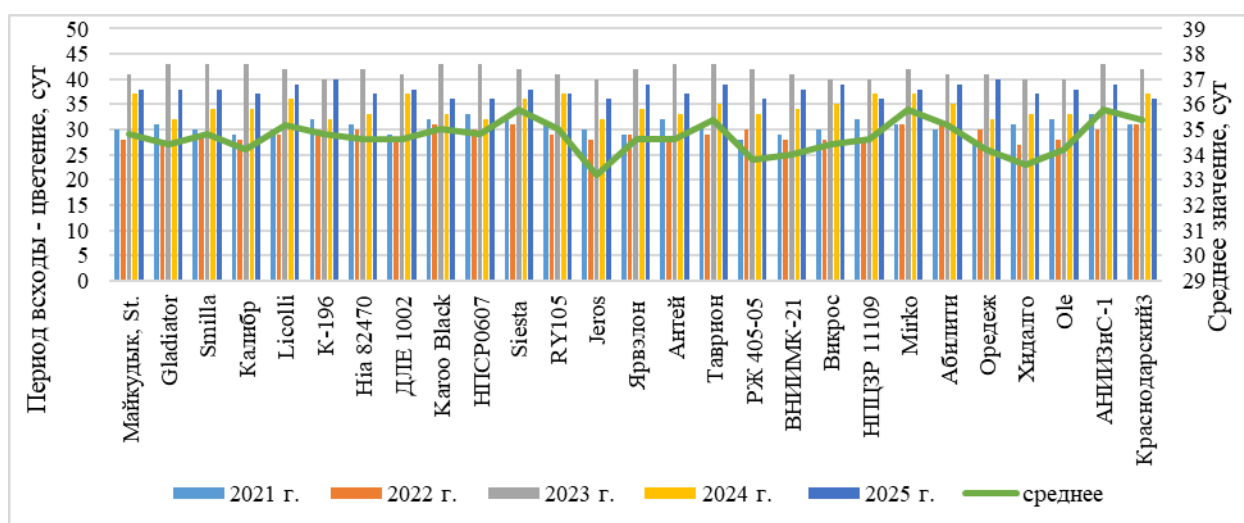


Рис. 2. Длительность фазы всходы – цветение
[Fig. 2. Duration of the emergence-to-flowering phase].

Средняя продолжительность фазы всходы – цветение составила 27,2–37,8 суток ($V = 11,4$). Наиболее раннее цветение отмечено у сортов Hia 2470 (27,2 суток), Sinola (28,0 сут) и Kamfo (28,5 сут). Поздним цветением, характеризующимся удлинённой вегетационной фазой, отличались образцы АНИИЗиС-1 (37,8 сут), Викрос (36,9 сут) и Майкулык St. (36,1 сут).

Анализ выявил прямую зависимость фенологии от погодных условий. В жаркие и засушливые 2022–2023 гг. (среднеиюльская температура 21,8–24,0 °С, осадки 32,4–39,5 мм/мес.) фаза всходы – цветение сокращалась до 28–30 суток. В более прохладный и влажный 2024 г. (температура 17,4–18,3 °С) её продолжительность увеличивалась до 35–37 суток, что подтверждается положительной корреляцией с количеством осадков ($r = 0,64$).

Продолжительность вегетационного периода всходы – созревание варьировала от 98 до 126 сут (рисунок 3)

Короткий период (98–104 сут) был характерен для ранних образцов Kamfo, Sinola и Hia 2470. Более длительный цикл (124–126 сут) показали сорта АНИИЗиС-1, Викрос и Красноярский-3, что отражает их замедленное развитие и высокую физиологическую пластичность для эффективного использования ресурсов. Межгодовые колебания напрямую зависели от погодных условий. В жарком и засушливом 2022 году период сокращался до 102 суток. В прохладном и влажном 2024 году он удлинялся до 115–118 суток. В 2025 году обильные осадки в августе вызвали вторичное цветение, что увеличило вегетацию до 125 суток.

Далее для оценки влияния климата на урожайность был проведён анализ среднего числа стручков и семян с растения у различных образцов, представленный на рисунке 4.

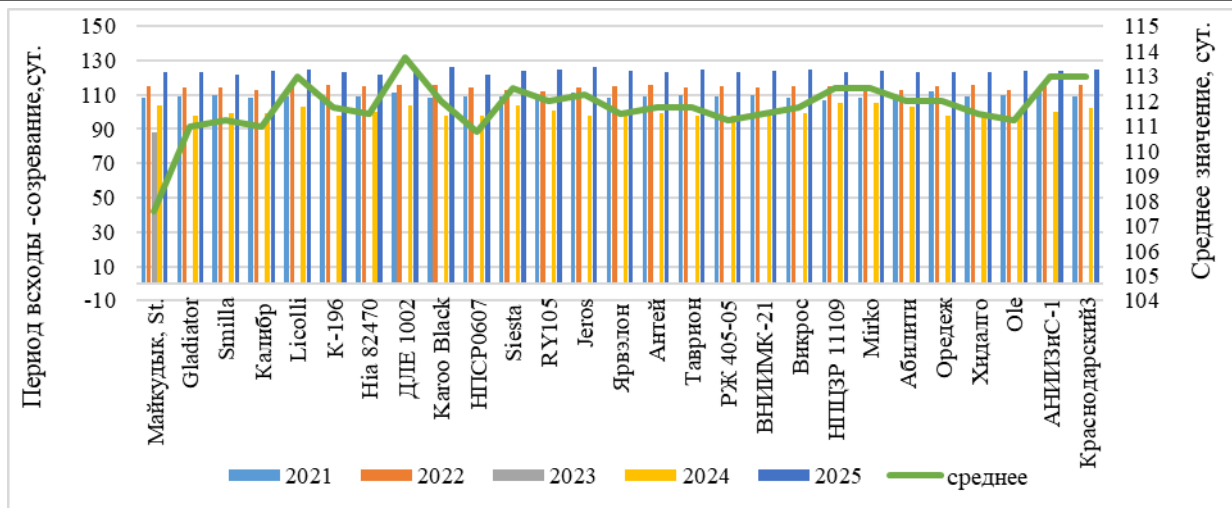


Рис.3. Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов рапса
[Fig. 3. Length of the growing season of rapeseed collection samples].

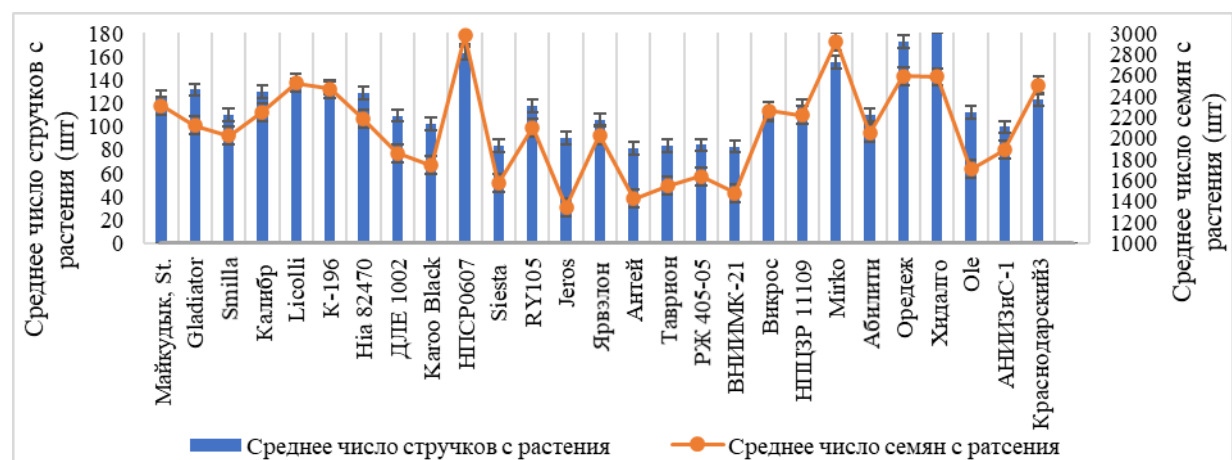


Рис. 4. Среднее число стручков и семян с растения у образцов рапса в зависимости от климатических условий вегетационного периода, 2021–2025 гг.

[Fig. 4. Average number of pods and seeds per plant in rapeseed samples depending on the climatic conditions of the growing season, 2021–2025].

Наибольшее среднее число стручков с растения сформировали Хидалго (185,2 шт.), Ордеж (173,0 шт.), НПСП0607 (163,1 шт.) и Mirko (155,0 шт.). Высокие значения числа семян с растения показали генотипы: НПСП0607 (2974,4 шт.), Mirko (2922,9 шт.), Ордеж (2594,1 шт.), Хидалго (2583,2 шт.), а также Licolli (2527,4 шт.) и Краснодарский-3 (2505,4 шт.), что подтверждает взаимосвязанность продуктивных признаков.

Минимальные значения отмечены у Антея (81,7 шт.), ВНИИМК-21 (82,9 шт.), Siesta (83,9 шт.), Тавриона (83,4 шт.) и РЖ 405-05 (84,3 шт.).

Таким образом, на основе данных за 2021–2025 гг. установлены значительные различия в массе семян с растения и массе 1000 семян у 27 образцов, отражающих их адаптивные реакции на климат (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика массы семян с растения и массы 1000 семян у образцов рапса в зависимости от климатических условий вегетационных периодов, 2021–2025 гг.

Название образца	Масса семян с растения, г						Масса 1000 семян, г					
	2021	2022	2023	2024	2025	среднее	2021	2022	2023	2024	2025	среднее
Майкудык, St.	19,55	10,11	2,40	5,50	14,40	10,23	4,60	3,51	3,80	4,85	4,52	4,27
Gladiator	33,90	4,86	2,90	10,60	9,20	12,09	4,57	3,54	4,00	5,00	4,33	4,29
Smilla	17,79	7,60	2,20	10,20	13,80	10,32	5,01	4,99	4,36	3,90	4,30	4,51
Калибр	25,25	8,40	1,40	19,40	5,80	12,05	5,00	4,53	3,87	4,36	4,13	4,38
Licolli	23,50	6,81	1,50	14,90	9,70	11,28	4,89	3,86	4,26	3,92	4,00	4,19
Nia 82470	11,28	3,47	2,10	9,50	26,60	10,59	4,76	3,73	4,10	5,07	4,35	4,40
Ярвэлон	18,01	6,12	2,80	10,40	16,20	10,31	5,49	4,46	3,52	4,47	4,00	4,39
НПЦЗР 11109	18,87	8,54	2,40	11,30	10,80	10,38	3,62	2,59	4,80	4,93	4,33	4,05
Mirko	28,75	11,38	1,30	19,90	7,50	13,77	4,84	3,81	3,40	5,13	4,00	4,24

Абилити	17,19	12,00	2,40	6,00	16,60	10,84	5,00	4,40	4,92	4,91	4,42	4,73
Оредеж	5,23	15,93	2,50	5,90	27,30	11,17	5,08	4,05	4,11	3,70	4,21	4,23
Хидалго	7,14	21,83	2,60	14,60	8,30	10,89	4,42	3,39	4,43	4,50	4,60	4,27
Краснодарский3	17,18	23,10	2,50	8,90	6,50	11,64	4,88	4,10	4,20	4,90	4,41	4,50
СА и ОС, М ± m	16,95 ±1,2	8,89 ±0,9	2,21 ±0,1	9,55 ±1,0	12,80 ±1,0	9,98 ±0,3	4,67 ±0,1	3,85 ±0,1	3,90 ±0,1	4,54 ±0,1	4,25 ±0,0	4,24 ±0,1
V %	33,78	55,37	22,44	55,26	42,45	17,85	10,68	17,59	11,22	11,83	5,30	6,23
Дисперсия s ²	38,9	24,3	0,2	27,8	29,5	3,2	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1

Средняя масса семян с одного растения варьировала в широких пределах: от минимальных значений у Siesta (7,82 г) и Тавриона (8,02 г) до максимальных у Mirko и Калибра (по 13,77 г) и НПСР0607 (12,76 г) при общем среднем показателе $9,98 \pm 0,3$ г. Высокие результаты также показали сорта Gladiator (12,09 г), Хидалго (10,89 г), Абилити (10,84 г) и Краснодарский 3 (11,64 г). Межгодовая динамика подтвердила высокую зависимость признака от условий: минимум (в среднем 2,21 г в 2023 г.) соответствовал засухе в фазу цветения, а максимумы (16,95 г в 2021 г. и 12,80 г в 2025 г.) – благоприятному гидротермическому режиму.

Признак массы 1000 семян оказался значительно стабильнее, с межгодовым разбросом от 3,68 до 4,73 г. Наибольшие значения отмечены у Абилити (4,73 г), Jeros (4,66 г), Siesta (4,56 г) и Краснодарского 3 (4,50 г). Низкие коэффициенты вариации ($V = 5,30\text{--}17,59\%$) и дисперсии ($s^2 = 0,1\text{--}0,5$) подтверждают генетическую детерминированность и устойчивость признака. Даже у образцов с низкой массой семян с растения (ДЛЕ 1002 – 8,85 г, Karoo Black – 8,18 г) масса 1000 семян оставалась стабильной (3,97 г и 4,51 г, соответственно).

Таким образом, многолетние исследования выявили существенные различия между образцами по урожайности и адаптивным параметрам. Средняя урожайность по годам варьировала в очень широком диапазоне от 11,69 до 81,71 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Комплексная характеристика продуктивности, пластичности и стрессоустойчивости коллекционных образцов ярового рапса, 2021–2025 гг.

Название образца	Урожайность по годам, ц/га					bi*	Qd ² *	STI*	TOL*	K1SYI*	K2SYI*
	2021	2022	2023	2024	2025						
Майкудык, St.	52,57	30,56	25,87	40,72	50,75	1,00	7,39	0,50	26,70	0,98	1,01
Smilla	44,36	29,93	27,92	38,69	60,00	0,93	54,04	0,46	16,44	1,06	0,85
Калибр	46,86	29,98	21,49	41,88	60,25	1,11	62,00	0,37	25,37	0,82	0,90
Licolti	53,50	27,08	21,53	41,88	58,00	1,27	24,41	0,42	31,97	0,82	1,03
Karoo Black	48,36	28,63	36,07	29,81	45,75	0,65	26,88	0,64	12,29	1,37	0,93
НПСР0607	52,93	26,50	20,08	22,19	48,50	1,22	30,27	0,39	32,85	0,76	1,02
Jeros	54,64	28,88	17,44	40,88	48,00	1,16	35,74	0,35	37,20	0,66	1,05
Ярвэллон	48,93	27,81	28,32	40,00	44,00	0,75	11,27	0,51	20,61	1,08	0,94
Антей	51,43	26,56	18,75	32,50	43,50	1,06	11,65	0,36	32,68	0,71	0,99
Викрос	47,64	39,13	28,67	35,63	58,50	0,82	45,94	0,50	18,97	1,09	0,91
НПЦЗР 11109	45,22	37,50	38,74	34,69	45,75	0,34	9,81	0,65	6,48	1,47	0,87
Mirko	48,93	30,56	29,47	28,75	40,77	0,67	17,24	0,53	19,46	1,12	0,94
Абилити	45,86	23,31	37,45	27,19	41,50	0,58	55,07	0,63	8,41	1,42	0,88
Хидалго	79,43	30,31	25,81	35,31	62,25	1,87	40,45	0,76	53,62	0,98	1,52
Ole	81,71	31,44	31,37	42,50	58,50	1,67	65,11	0,94	50,34	1,19	1,57
АНИИЗиС-1	71,43	11,69	27,31	43,44	59,75	1,88	89,40	0,72	44,12	1,04	1,37
Краснодарский3	76,00	38,75	21,78	31,88	44,75	1,39	-	0,61	54,22	0,83	1,46
НСР ₀₅	6,1	5,9	6,3	7,6	7,9	-	-	-	-	-	-
СА и ОС, М ± m	52,1 ±2,4	28,1 ±1,1	26,3 ±1,3	35,0 ±1,2	49,8 ±1,5	-	-	-	-	-	-
KB, V %	23,96	21,19	25,90	17,12	15,14	-	-	-	-	-	-
Дисперсия s ²	155,7	35,5	46,4	36,0	56,9	-	-	-	-	-	-
*Пластичность (bi), *стабильность (Qd ²), *индекс засухоустойчивости (STI), *толерантность к засухе (TOL), *индекс урожайности при стрессе (K1SYI), *индекс урожайности без стресса (K2SYI)											

Стандартный сорт Майкудык продемонстрировал стабильную урожайность в диапазоне 25,87–52,57 ц/га. Его высокую экологическую устойчивость подтверждают нейтральный коэффициент пластичности ($bi=1,00$) и низкое значение дисперсии отклонений стабильности ($Qd^2=7,39$), что обосновывает его использование как надёжного стандарта для сравнительной оценки.

На основе анализа реакции на условия среды все изученные образцы были разделены на несколько характерных групп:

Высокопластичные и высокоурожайные образцы. К этой группе относятся Хидалго ($b_i = 1,87$), АНИИЗиС-1 ($b_i = 1,88$), Ole ($b_i = 1,67$) и Краснодарский 3 ($b_i = 1,39$). В благоприятные годы их урожайность превышала 70–80 ц/га, а высокие значения индекса засухоустойчивости ($STI = 0,72–0,94$) указывают на способность сохранять потенциал в стрессе. Однако повышенные значения Qd^2 (40–185) свидетельствуют о меньшей стабильности, поэтому их рекомендуется использовать в регионах с устойчиво благоприятным климатом.

Образцы со средней пластичностью и сбалансированной устойчивостью. Такие как Калибр ($b_i = 1,11$), Licolli ($b_i = 1,27$), НПСР0607 ($b_i = 1,22$) и Jeros ($b_i = 1,16$), показали хорошую урожайность (40–55 ц/га) и достаточно низкую вариабельность ($Qd^2 = 24–62$). Их отличают высокий индекс STI (0,35–0,42) и умеренная толерантность к засухе ($TOL = 30–37$), что позволяет им поддерживать продуктивность при кратковременных стрессах.

Образцы стресс-устойчивого типа. Для образцов Karoo Black ($b = 0,65$), НПЦЗР 11109 ($b = 0,34$), Абилити ($b_i = 0,58$) и Mirko ($b_i = 0,67$) характерна пониженная пластичность ($b_i < 1$) и сравнительно низкая стабильность ($Qd^2 = 9–26$). Их ключевая особенность – повышенные значения индекса урожайности при стрессе ($K1SYI = 1,12–1,47$), что делает их ценными источниками толерантности к засухе для засушливых регионов.

Образцы со средней пластичностью и стабильностью. В эту категорию вошли Антей, Ярвэлон, Smilla и Викрос с коэффициентами пластичности 0,75–0,93 и сбалансированными показателями ($STI = 0,44–0,50$; $TOL = 16–21$). Они обеспечивают относительно постоянный уровень урожайности (40–50 ц/га) и устойчивое развитие, что определяет их как экологически стабильные формы для условий умеренного стресса.

Для более глубокого понимания механизмов адаптации генотипов рапса к изменяющимся климатическим условиям был проведен корреляционный анализ между урожайностью и основными адаптивными параметрами (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционные взаимосвязи между показателями урожайности и адаптивными индексами у генотипов ярового рапса

Признаки	Урожайность	b_i	Qd^2	STI	TOL	$K1SYI$	$K2SYI$
Урожайность	1,00	0,551**	0,243	0,700**	0,514**	0,310	0,742**
b_i	0,551**	1,00	0,342	0,332	0,917**	-0,351	0,823**
Qd^2	0,240	0,340	1,00	0,442*	0,34	0,181	0,465*
STI	0,700**	0,330	0,442*	1,00	0,29	0,724**	0,720**
TOL	0,514**	0,917**	0,340	0,29	1,00	-0,437*	0,872**
$K1SYI$	0,310	-0,350	0,180	0,724**	-0,437*	1,00	0,06
$K2SYI$	0,742**	0,823**	0,465*	0,720**	0,872**	0,06	1,00

** . Корреляция значима на уровне 0,01, * . Корреляция значима на уровне 0,05

Корреляционный анализ выявил статистически значимые взаимосвязи урожайности ярового рапса с адаптивными индексами. Высокие положительные корреляции урожайности с индексом засухоустойчивости ($STI, r = 0,700^*$) и индексом урожайности без стресса ($K2SYI, r = 0,742^*$) показывают, что генотипы, стабильно продуктивные в стрессовых условиях, также эффективнее поддерживают урожай при изменчивом климате. Урожайность существенно связана и с толерантностью к стрессу ($TOL, r = 0,514^*$), что подтверждает её ценность как критерия приспособленности.

Уровень продуктивности зависит от экологической пластичности, что отражает положительная связь урожайности с коэффициентом пластичности ($b_i, r = 0,551^{**}$). При этом сильная корреляция b_i с TOL ($r = 0,917^*$) означает, что высокая пластичность часто сочетается с выраженной толерантностью, демонстрируя комплексный адаптивный ответ.

Отрицательная корреляция между индексом урожайности при стрессе ($K1SYI$) и TOL ($r = -0,437^*$) отражает закономерное снижение продуктивности у чувствительных генотипов в неблагоприятных условиях. Однако положительная связь $K1SYI$ с STI ($r = 0,724^*$) доказывает, что сочетание стабильности и стрессоустойчивости достижимо для ограниченного числа высокопластичных образцов.

Выводы.

Исследования подтвердили, что урожайность ярового рапса в Северном Казахстане определяется адаптивностью, экологической пластичностью и устойчивостью образцов к абиотическим стрессам. Наиболее чувствительным к погодным условиям элементом структуры урожая была масса семян с растения, в то время как масса 1000 семян оставалась стабильным сортовым признаком.

Урожайность тесно коррелировала с индексами засухоустойчивости (STI) и урожайности без стресса (K2SYI). Выделены высокоадаптивные образцы (НПСР0607, Mirko, Хидалго и др.), сочетающие продуктивность с устойчивостью, перспективные для селекции на стабильность в условиях изменяющегося климата.

Таким образом, для повышения эффективности селекции необходим учёт климатических факторов и применение адаптивных индексов при оценке и отборе коллекционных образцов рапса.

REFERENCES

- Bouché F., Lobet, G., Tocquin P., Périlleux C. (2016). FLOR-ID: an interactive database of flowering-time gene networks in *Arabidopsis thaliana*. *Nucleic Acids Res.* 2016. № 44. Pp. 1167–1171. <https://doi.org/10.1093/nar/gkv1054>
- Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966;6(1):36–40.
- Helal M.M.U., Gill R.A., Tang M., Yang L., Hu M., Yang L. SNP- and haplotype-based GWAS of flowering-related traits in *Brassica napus*. *Plants*, 2021.– № 10.– P. 2475. <https://doi.org/10.3390/plants10112475>
- Hu J., Chen B., Zhao J., Zhang F., Xie T., Xu K. (2022). Genomic selection and genetic architecture of agronomic traits during modern rapeseed breeding. *Nat. Genet.* 2022. № 54. Pp. 694–704. <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01055-6>
- Han X., Xu Z.R., Zhou L., Han C.Y., Zhang Y.M. (2021). Identification of QTNs and their candidate genes for flowering time and plant height in soybean using multi-locus genome-wide association studies. *Mol. Breed.* 2021. №41. P.39. <https://doi.org/10.1007/s11032-021-01230-3>
- Liu N., Du Y., Warbuton M.L., Xiao Y., Yan J. (2021). Phenotypic plasticity contributes to maize adaptation and heterosis. *Mol. Biol. Evol.* 2021. № 38. Pp. 1262–1275. <https://doi.org/10.1093/molbev/msaa283>
- Putterill J., Laurie R., Macknight R. (2004). It's time to flower: the genetic control of flowering time. *BioEssays*. 2004. №26. Pp. 363–373. <https://doi.org/10.1002/bies.20021>
- Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektzii tekhnicheskikh i maslichnykh kul'tur. Leningrad: VIR. 1968. 39 p.
- Ten E.A., Oshergina I.P., Dorogova Yu.P. (2025). Izuchenie vliyaniya gidrotermicheskikh uslovii na produktivnost' kollektсионnykh obraztsov yarovogo rapsa v usloviyakh sukhosopnoi zony Akmolinskoi oblasti. *Izdenister Natigeler*. 2025. №2(106). Pp. 141–155. <https://doi.org/10.37884/2-2025/14>
- Oshergina I.P., Ten E.A. (2025). Adaptivnyi potentsial perspektivnykh linii yarovogo rapsa v izmenyayushchikhsya klimaticheskikh usloviyakh severnogo regiona Kazakhstana. 3i: Intellect, Idea, Innovation – intellekt, ideya, innovatsiya. 2025. №3. Pp. 215–224.
- Guo T., Mu Q., Wang J., Vanous A. E., Onogi A., Iwata H. (2020). Dynamic effects of interacting genes underlying rice flowering-time phenotypic plasticity and global adaptation. *Genome Res.* 2020. № 30. Pp. 673–683. <https://doi.org/10.1101/gr.255703.119>
- Song J., Guan, Z., Hu, J., Guo, C., Yang, Z., Wang, S., et al. (2020). Eight highquality genomes reveal pan-genome architecture and ecotype differentiation of *Brassica napus*. *Nat. Plants*. 2020. № 6. Pp. 34–45. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0577-7>
- Shen Y., Xiang Y., Xu E., Ge X., Li Z. (2018). Major co-localized QTL for plant height, branch initiation height, stem diameter, and flowering time in an alien introgression derived *Brassica napus* DH population // *Front. Plant Sci.* 2018. № 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00390>
- Yang C., Gan Y., Harker K.N., Kutcher H.R., Gulden R., Irvine B. (2014). Up to 32 % yield increase with optimized spatial patterns of canola plant establishment in western Canada. *Agron. Sustain. Dev.* 2014. № 34. Pp. 793–801. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0218-5>
- Zhao H., Savin K.W., Li Y., Breen E.J., Maharjan P., Tibbits, J.F. (2022). Genome-wide association studies dissect the G × E interaction for agronomic traits in a worldwide collection of safflowers (*Carthamus tinctorius* L.). *Mol. Breed.* 2022. № 42. P. 24. <https://doi.org/10.1007/s11032-022-01295-8>
- Zhang J., Yi Q., Xing F., Tang C., Wang L., Ye W. (2018). Rapid shifts of peak flowering phenology in 12 species under the effects of extreme climate events in Macao. *Sci. Rep.* 2018. № 8.13950. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32209-4>
- Zhang H., Berger J.D., Milroy S.P. (2013). Genotype×environment interaction studies highlight the role of phenology in specific adaptation of canola (*Brassica napus*) to contrasting Mediterranean climates. *Field Crops Res.* 2013. №144. Pp.77–88. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.01.006>

Тен Евгений Алексеевич – курирование данных; формальный анализ; приобретение финансирования; расследование; методология; администрирование проекта; программное обеспечение; надзор; проверка; написание – обзор и редактирование.

Ошергина Ирина Петровна – курирование данных; формальный анализ; расследование; методология; проверка; написание – обзор и редактирование.

Пестова Дарья Максимовна – расследование; методология;



S.P. Makhmadjanov, O.A. Kostak, B.S. Asabaev, D.S. Makhmadjanov*
LLP “Agricultural Experimental Station of Cotton Growing and Melon Growing”,
Atakent, Kazakhstan.
E-mail: max_s1969@mail.ru

COLLECTION AND STUDY OF FOREIGN AND DOMESTIC COTTON VARIETIES

Makhmadjanov Sabir Partovich, PhD in Agricultural Sciences, LLP «Agricultural Experimental Station of Cotton Growing and Melon Growing», 1A, Laboratornaya str., Atakent v., Maktaaral district, Turkestan region, Republic of Kazakhstan, 160525

E-mail: max_s1969@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-0591>;

Kostak Olzhas Amandykovich, Master, Junior Researcher, LLP «Agricultural Experimental Station of Cotton and Melon Growing», 1A Laboratornaya St., Atakent, Maktaaral district, Turkestan region, Republic of Kazakhstan, 160525

E-mail: Amandykuly95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0580-509X>;

Asabayev Bakdaulet Sembiyevich, Master, Junior Researcher, LLP «Agricultural Experimental Station of Cotton and Melon Growing», 1A Laboratornaya St., Atakent, Maktaaral district, Turkestan region, Republic of Kazakhstan, 160525

E-mail: Bahash90@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1242-521X>;

Makhmadjanov Djanibek Sabirovich, bachelor, LLP «Agricultural experimental station of cotton and melon growing», 1A, Laboratornaya str., Atakent v., Maktaaral district, Turkestan region, Republic of Kazakhstan, 160525

E-mail: dmakhmadzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9337-1411>.

Abstract. Introduction. The preservation and study of cotton genetic resources are fundamental to ensuring the stability of the textile industry in the face of global climate change. In the Republic of Kazakhstan, the diversification of the cotton gene pool is a strategic task for breeding programs aimed at drought resistance and fiber quality. The aim of the study was to evaluate the adaptive potential, productivity, and fiber technological characteristics of 180 foreign and domestic cotton accessions in the arid conditions of the Turkestan region. Methods. The research was conducted in 2024–2025 at the “AES of Cotton and Melon Growing” (Plot 44). The assessment followed the State Variety Testing methodology (2015) and Simongulyan’s selection principles. The collection included 50 newly introduced samples (primarily from Turkey) and 130 domestic and world accessions. Results. Field trials in 2025, characterized by extreme thermal stress (4.3–5.6 °C above normal), identified high-potential genotypes. Among the introduced samples, lines T-104 and T-88 demonstrated superior fiber outturn (40.7–41.2 %). In the domestic collection, the PA-4 line reached a record productivity of 52.0 c/ha, exceeding the M-4005 standard by 47%. Additionally, ultra-early maturing lines (104–115 days), such as K-349, were identified as crucial donors for northern cotton-growing zones. Conclusion. The study confirmed the high efficiency of using Turkish and domestic genetic resources to enhance regional breeding programs. The identified donors of high yield and fiber quality are recommended for integration into hybridization programs to develop climate-resilient cotton varieties.

Keywords: Cotton, gene pool, breeding, *Gossypium hirsutum* L., collection accessions, early maturity, fiber outturn

For citation: Makhmadjanov S.P., Kostak O.A., Asabayev B.S., Makhmadjanov D.S. (2026). Collection and study of foreign and domestic cotton varieties // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 97–110. <https://doi.org/10.37884/2-2026/09> [In

Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interest.

Funding: This work was carried out within the framework of the scientific and technical program of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan (grant No. BR22885305) “Breeding and genetic technology for the development of systems for long-term storage, restoration, monitoring, and rational use of agrobiodiversity as a fundamental basis for improving breeding programs in the Republic of Kazakhstan” for 2024–2026. The authors express their sincere gratitude to the program leader, Doctor of Biological Sciences M.A. Yesimbekova, for her scientific and methodological support and significant contribution to the organization of research on the conservation and study of cotton genetic resources.

С.П. Махмаджанов*, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов

«Ауыл шаруашылығы мақта өсіру тәжірибе станциясы және қауын өсіру» ЖШС, Атакент, Түркістан облысы, Қазақстан.

E-mail: max_s1969@mail.ru

ШЕТЕЛДІК ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ МАҚТА СОРТТАРЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Махмаджанов Сабир Партович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Мақта және бақша шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, 160525, Атакент, Мақтаарал ауданы, Қазақстан; E-mail: max_s1969@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-591>;

Қостак Олжас Амандықұлы, магистр, кіші ғылыми қызметкер, «Мақта және бақша шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, 160525, Атакент, Мақтаарал ауданы, Түркістан облысы, Қазақстан; E-mail: Amandykuly95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0580-509X>;

Асабаев Бақдәулет Сембиұлы, магистр, кіші ғылыми қызметкер, «Мақта және бақша шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, 160525, Атакент, Мақтаарал ауданы, Түркістан облысы, Қазақстан; E-mail: Bahash90@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1242-521X>;

Махмаджанов Джанибек Сабирович, бакалавр, «Мақта және бақша шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, 160525, Атакент, Мақтаарал ауданы, Түркістан облысы, Қазақстан. E-mail: dmakhmadzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9337-1411>.

Аннотация. *Kipicne.* Мақтаның генетикалық ресурстарын сақтау және зерттеу жаһандық климаттың өзгеруі жағдайында тоқыма өнеркәсібінің тұрақтылығын қамтамасыз етудің негізі болып табылады. Қазақстан Республикасында мақтаның генофондын әртараптандыру - құрғақшылыққа төзімділік пен талшық сапасына бағытталған селекциялық бағдарламалардың стратегиялық міндеті. Зерттеудің мақсаты – Түркістан облысының аридті жағдайында 180 шетелдік және отандық мақта үлгілерінің бейімделу әлеуетін, өнімділігін және талшықтың технологиялық сипаттамаларын бағалау. Әдістер. Зерттеулер 2024–2025 жылдары «Мақта және бақша өсіру АШОС» ЖШС базасында (№44 учаске) жүргізілді. Бағалау Мемлекеттік сорт сынау әдістемесі (2015) және Симонгулянның селекциялық принциптері бойынша орындалды. Коллекцияға 50 жаңа интродукцияланған үлгі (негізінен Түркиядан) және 130 отандық және әлемдік желілер енді. *Нәтижелер.* 2025 жылғы экстремалды термиялық стресс (нормадан 4,3–5,6 °C жоғары) жағдайында өткен далалық сынақтар жоғары әлеуетті генотиптерді анықтады. Интродукцияланған үлгілер арасында Т-104 және Т-88 желілері талшық шығымы бойынша (40,7–41,2 %) үздік нәтиже көрсетті. Отандық коллекцияда ПА-4 желісі 52,0 ц/га рекордтық өнімділікке қол жеткізіп, М-4005 стандартынан 47 %-ға асып түсті. Сонымен қатар, К-349 сияқты аса ерте пісетін желілер (104–115 күн) солтүстік мақта өсіру аймақтары үшін маңызды донорлар ретінде анықталды. Қорытынды. Зерттеу аймақтық селекциялық бағдарламаларды жақсарту үшін түрік және отандық генетикалық ресурстарды пайдаланудың жоғары тиімділігін дәлелдеді. Өнімділігі мен талшық сапасы жоғары анықталған донорлар климатқа төзімді мақта сорттарын шығару үшін гибридизациялау бағдарламаларына интеграциялауға ұсынылады.

Түйін сөздер: мақта, генофонд, селекция, *Gossypium hirsutum* L., коллекциялық үлгілер, ерте піспеушілік, талшық шығымы

Дәйексөз үшін: Махмаджанов С.П., Костак О.А., Асабаев Б.С., Махмаджанов Д.С. (2026). Шетелдік және отандық мақта сорттарын жинау және зерттеу // Research, results – Ізденістер, нәтижелер

– Исследования, результаты. Т. 28. Іс. 2. Number 110. Рр. 97–110. <https://doi.org/10.37884/2-2026/09> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс. Жұмыс Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024–2026 жылдарға арналған BR22885305 «Агробиотүрлілікті сақтаудың, қалпына келтірудің, мониторинг жүргізудің және ұтымды пайдаланудың ұзақ мерзімді жүйелерін дамытудың селекциялық-генетикалық технологиясы ҚР селекциялық бағдарламаларын жақсартудың негізгі базасы ретінде» шифрі бойынша ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында орындалды. Авторлар бағдарлама жетекшісі, биология ғылымдарының докторы М.А. Есімбековаға ғылыми-әдістемелік қолдау көрсеткені және мақтаның генетикалық ресурстарын сақтау мен зерттеу жөніндегі зерттеулерді ұйымдастыруға қосқан елеулі үлесі үшін шынайы алғыс білдіреді.

С.П. Махмаджанов*, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов

ТОО «Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства», Атакент,

Туркестанская область, Казахстан.

E-mail: max_s1969@mail.ru

СБОР И ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА

Махмаджанов Сабир Партович, кандидат сельскохозяйственных наук, ТОО «Опытная станция хлопководства и бахчеводства», 160525, Атакент, Казахстан;

E-mail: max_s1969@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-591>;

Костак Олжас Амандыкулы, магистр, младший научный сотрудник, ТОО «Опытная станция хлопководства и бахчеводства», 160525, Атакент, Мактааральский район, Туркестанская область, Казахстан;

E-mail: Amandykuly95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0580-509X>;

Асабаев Бакдаулет Сембиулы, магистр, младший научный сотрудник, ТОО «Опытная станция хлопководства и бахчеводства», 160525, Атакент, Мактааральский район, Туркестанская область, Республика Казахстан;

E-mail: Bahash90@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1242-521X>;

Махмаджанов Джанибек Сабирович, бакалавр, ТОО «Опытная станция хлопководства и бахчеводства», 160525, Атакент, Казахстан.

E-mail: dmakhmadzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9337-1411>.

Аннотация. Введение. Сохранение и изучение генетических ресурсов хлопчатника является фундаментальной основой для обеспечения устойчивости текстильной промышленности в условиях глобального изменения климата. В Республике Казахстан диверсификация генофонда хлопчатника выступает стратегической задачей для селекционных программ, ориентированных на засухоустойчивость и качество волокна. Цель исследования заключалась в оценке адаптивного потенциала, продуктивности и технологических характеристик волокна 180 зарубежных и отечественных сортообразцов хлопчатника в аридных условиях Туркестанской области. Методы. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на базе ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» (участок №44). Оценка осуществлялась согласно методике Государственного сортоиспытания (2015) и селекционным принципам Симонгуляна. Коллекция включала 50 новых интродуцированных образцов (преимущественно из Турции) и 130 отечественных и мировых линий. Результаты. Полевые испытания 2025 года, характеризовавшиеся экстремальным термическим стрессом (на 4,3–5,6 °C выше нормы), позволили выявить высокопотенциальные генотипы. Среди интродуцированных образцов линии Т-104 и Т-88 продемонстрировали превосходство по выходу волокна (40,7–41,2 %). В отечественной коллекции линия ПА-4 достигла рекордной продуктивности 52,0 ц/га, что на 47 % превысило показатели стандарта М-4005. Кроме того, выделены ультраскороспелые линии (104–115 дней), такие как К-349, являющиеся критически важными донорами для северных зон хлопководства. Выводы. Исследование подтвердило высокую эффективность использования турецких и отечественных

генетических ресурсов для совершенствования региональных селекционных программ. Выявленные доноры высокой урожайности и качества волокна рекомендованы к интеграции в программы гибридизации для создания климатически оптимизированных сортов хлопчатника.

Түйін сөздер: мақта, генофонд, селекция, *Gossypium hirsutum* L., коллекциялық үлгілер, ерте піспеушілік, талшық шығымы

Для цитирования: Махмаджанов С.П., Костак О.А., Асабаев Б.С., Махмаджанов Д.С. (2026). Сбор и изучение зарубежных и отечественных сортов хлопчатника // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 97–110. <https://doi.org/10.37884/2-2026/09> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Работа выполнена в рамках научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (шифр BR22885305) «Селекционно-генетическая технология развития систем долгосрочного хранения, восстановления, мониторинга и рационального использования агробиоразнообразия как базовой основы улучшения селекционных программ РК» на 2024–2026 гг. Авторы выражают искреннюю признательность руководителю программы, доктору биологических наук М. А. Есимбековой за научно-методическую поддержку и значительный вклад в организацию исследований по сохранению и изучению генетических ресурсов хлопчатника.

Введение.

Фундаментальной платформой для прогресса в селекции и устойчивого развития агропромышленного сектора выступает генетическое разнообразие хлопчатника. Текущие приоритеты в работе с генофондом сместились в сторону не просто сохранения жизнеспособности коллекции, но и глубокого изучения адаптивных свойств образцов. Эффективность практического использования этих ресурсов напрямую коррелирует с качеством их оценки и интеграцией в стратегические цели современного хлопководства. Большинство районированных сортов вида *G. hirsutum* L. получены на основе межвидовой и внутривидовой гибридизации, что позволило консолидировать в них устойчивость к абиотическим стресс-факторам региона.

Мировая коллекция остается ключевым резервуаром для поиска и создания новых исходных форм. Учитывая обязательства Казахстана в рамках Конвенции о биологическом разнообразии (1992), вопросы мониторинга и рационального использования растительных ресурсов приобретают стратегический характер. Систематизация и пополнение банков генофонда, успешно реализованные в таких странах, как Китай, США, Узбекистан и Индия, служат ориентиром для отечественных программ. В этой связи, исследования по формированию и поддержанию коллекции хлопчатника на базе Республики Казахстан являются актуальной задачей, направленной на обеспечение селекционного процесса качественным генетическим материалом.

Развивающиеся государства, концентрирующие до 70 % мирового агробиоразнообразия, часто ограничены в ресурсах для полномасштабного мониторинга генетических фондов. Вид *Gossypium hirsutum* обладает широким природным ареалом (Мезоамерика, Карибский бассейн), представляя непрерывный ряд морфологических форм – от дикорастущих до культурных типов. Современный хлопчатник апланд, обеспечивающий около 90% мирового рынка, эволюционировал от субтропических многолетников к однолетним формам с нейтральной реакцией на фотопериод.

Генетический скрининг 538 образцов по 50 локусам подтвердил, что уровни изменчивости культурного апланда остаются сравнительно низкими. Структура этого разнообразия сформировалась под влиянием как доколумбовых цивилизаций, так и европейской колонизации. Исследования выявили два ключевых центра диверсификации: юг Мексики-Гватемалы и Карибский регион. В последнем отмечена активная межвидовая интрогрессия генов *G. barbadense* в геном *G. hirsutum*. Несмотря на гипотезы о массовом включении чужеродной плазмы в современные сорта, анализ 50 коммерческих линий не выявил уникальных аллелей из трансвидовых источников. Это указывает на то, что генетическая база современного апланда восходит преимущественно к мексиканским высокорослым формам, а существующие классификации рас требуют пересмотра для более точного отражения филогенетических связей.

Биологические особенности и филогенетический потенциал вида *Gossypium hirsutum* L. определяют его доминирующее положение в структуре мирового хлопководства. Являясь

аллотетраплоидом, данный вид характеризуется исключительной экологической пластичностью, что позволило ему занять до 90 % площадей мирового клина хлопчатника. Эволюционный переход от диких многолетних кустарников Центральной Америки к современным культурным формам сопровождался фундаментальными изменениями в фотопериодической реакции. Современные сорта апланда являются фотопериодически нейтральными, что обеспечивает возможность их возделывания в широком диапазоне широт, включая аридные зоны Туркестанской области Казахстана.

Морфологическая диверсификация *G. hirsutum* обусловлена сложным генетическим фундаментом для селекции. Генетический потенциал вида включает механизмы адаптации к абиотическим стрессам, в частности, развитие мощной корневой системы и наличие железистых структур, выполняющих защитную функцию. Однако длительная интенсивная селекция на выход и длину волокна привела к эффекту «бутылочного горлышка», сузив генетическое разнообразие современных сортов, что подтверждается данными FAO о необходимости диверсификации генетических ресурсов [FAO, 2023].

Мировые тренды в селекции хлопчатника демонстрируют переход к использованию высокотехнологичных платформ управления генофондом. В современных условиях акцент смещен на создание сортов для механизированного сбора в условиях жесткого дефицита водных ресурсов [Datta et al., 2019: 47–50]. Ученые активно используют дикорастущие формы для интрогрессии генов устойчивости, что позволяет достигать высокой продуктивности даже при дефиците орошения [Garcia-Vila et al., 2009: 477–480]. В США селекционные программы традиционно ориентированы на качество волокна, отвечающее требованиям автоматизированных производств [Grismer, 2002: 227–230]. Американский генофонд активно используется для поиска генов скороспелости и естественной дефолиации.

Особый интерес для Казахстана представляет опыт Турецкой Республики и Узбекистана. Благодаря схожести почвенно-климатических условий, эти сорта демонстрируют высокую адаптивность в условиях температурных инверсий и дефицита поливной воды [Ibragimov et al., 2007: 112–115]. Турецкая селекция сделала качественный рывок в увеличении массы одной коробочки и выхода волокна до уровня 42–44%, что делает этот материал ценным для интродукции. Применение современных моделей, таких как AquaCrop, позволяет точнее оценивать потенциал новых линий в условиях водного стресса. Таким образом, современные тренды подтверждают, что устойчивое развитие отрасли невозможно без постоянной инфузии генетического материала в национальные коллекции.

Генетический фонд ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» представляет собой репрезентативную коллекцию образцов с широким спектром хозяйственно ценных признаков. В состав коллекции включены линии, различающиеся по архитектуре куста, морфологии листа, типу опушенности семян и устойчивости к биотическим патогенам. Практическая значимость данной коллекции подтверждается успешным выведением и районированием ряда отечественных средневолокнистых сортов с сокращенным периодом вегетации, таких как Пахтаарал-3031, Пахтаарал-3044, Мактаарал-4005, БТМ-4047, Атакент-2010, Береке-07, Мырзашол-80 и перспективной серии Мактаарал (4007, 4011, 4017, 5027, 5030, 5035, 5040).

Дальнейшее вовлечение генофонда в селекционный процесс открывает новые перспективы для диверсификации хлопковой отрасли. Особое внимание уделяется селекции хлопчатника с естественно окрашенным волокном, что позволяет расширить ассортимент текстильной продукции без применения синтетических красителей. Кроме того, приоритетным направлением является закрепление признака естественного листопада. Переход к «листопадному» хлопководству позволит минимизировать использование дефолиантов и десикантов, что существенно снижает себестоимость сырья и уменьшает антропогенную нагрузку на агроценозы. Внедрение экологически безопасных агротехнологий на основе генетического потенциала новых сортов является необходимым условием устойчивого развития хлопководства в Республике Казахстан и странах СНГ.

Несмотря на значительный генетический потенциал рода *Gossypium*, его использование в селекционных программах остается недостаточно интенсивным, особенно в части поиска доноров засухоустойчивости среди дикорастущих видов и сортообразцов. Коллекционный фонд ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» постоянно пополняется новыми перспективными генотипами, такими как М-4017, М-5027, М-5030, М-5035 и М-5040. Данные линии обладают комплексом ценных признаков и в настоящее время активно размножаются для внедрения в семеноводческую сеть региона.

Актуальность развития отечественного генофонда продиктована глобальными вызовами. Хлопчатник остается ключевой волокнистой культурой мировой экономики [Datta et al., 2019: 47–50], однако его возделывание сопряжено с колоссальными затратами водных ресурсов. При годовом производстве около 52,1 млн тонн линта [FAO, 2023] отрасль сталкивается с проблемой высокой эвапотранспирации в летний период [Garcia-Vila et al., 2009: 477–480]. Усиление конкуренции за воду [Grismer, 2002: 227–230] особенно остро проявляется в аридных зонах Средиземноморья, Центральной Азии и юго-запада США, где традиционно применяется полное орошение. Дефицит поливной воды, потребность в которой достигает 800–1100 мм на гектар, ставит под угрозу устойчивость производства культуры [Farahani et al., 2009: 469–472].

Предыдущие исследования подтверждают, что нехватка влаги уже лимитирует урожайность во многих хлопкосеющих регионах [Farahani et al., 2009: 469–472]. Примеры деградации водоносных горизонтов на Южных Великих равнинах [Masasi et al., 2020: 593–595] и вынужденное использование засоленных вод в Северном Китае [Cheng et al., 2022: 107949] подчеркивают необходимость выведения адаптивных сортов, способных обеспечивать стабильную продуктивность в условиях водного стресса.

Хлопчатник вида *G. hirsutum* L. обеспечивает порядка 35% глобальной потребности в текстильном сырье [Huang et al., 2021: 437–440]. Морфологически хлопковое волокно представляет собой высокополярную удлиненную структуру, формирующуюся из одиночных клеток эпидермиса семязачатка [Xu et al., 2021: 471].

Материалы и методы.

Полевые опыты и фенологический мониторинг осуществлялись в соответствии с отраслевыми стандартами «Методики Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [Metodika., 2015: 5–10]. При проведении селекционно-генетических изысканий за основу была взята классическая методология Н.Г. Симонгуляна, А.Н. Шафрина и С.Р. Мухамеджанова [Simongulyan et al., 1980: 92–180]. Экспериментальная часть работы выполнялась на базе опытного участка №44 ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства». Распределение объемов работ по годам и структуре питомников отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Объем работ изучение коллекционного материала генофонда хлопчатника по питомникам 2023-2025 гг.

Мероприятие	НИУ	Культура	Питомники	Кол-во номеров, шт.	
				Запланировано	Фактически
Интродукция, изучение новых зарубежных и отечественных сортов и гибридов хлопчатника, организация краткосрочного, среднесрочного хранения и документирование генетических ресурсов культуры	ТОО «СХОС ХНБ»	Хлопчатник	Изучение коллекционного материала	130	130
			Сбор и пополнение местных и мировых генетических ресурсов	50	50
				180	180

В период 2023–2025 гг., согласно утвержденному календарному плану, были сформированы два специализированных питомника. Первый объект предназначался для комплексного изучения коллекционного фонда, второй – для оценки вновь привлеченных образцов из мировых и отечественных генетических ресурсов. Состав изучаемого материала в первом питомнике (130 номеров) включал генотипы из Республики Казахстан (82 обр.), Узбекистана (35 обр.), а также единичные и мелкогрупповые интродукции из Турции, КНР, США, Пакистана, Бразилии, ЮАР и Аргентины.

Второй блок исследований был сфокусирован на пополнении генетического банка новыми формами (50 номеров). Данная группа была представлена преимущественно турецкой селекцией (48 образцов) и двумя перспективными линиями казахстанского происхождения.

Результаты.

Почвенный покров на исследуемой территории представлен светлыми сероземами со среднесуглинистым механическим составом. Данный тип почв характеризуется типичными свойствами: дефицитом гумуса, интенсивной карбонатностью и сравнительно малым объемом поглощательной способности.

Вместе с тем, субстрат обладает благоприятной микроструктурой, хорошими показателями аэрации и водопроницаемости при умеренной подвижности водных масс и нутриентов. В пахотном

горизонте (0–20 см) концентрация гумуса варьирует в пределах 0,82–0,85%. Анализ элементного состава показал, что содержание подвижного фосфора составляет 12,0–22,0 мг/кг, а обменного калия – от 145,0 до 250,0 мг/кг сухого вещества.

Динамика зеркала грунтовых вод носила выраженный сезонный характер: от мини-мальных значений в марте–апреле (128,6–106,6 см) до существенного понижения к концу теплого периода. В частности, к сентябрю уровень опустился до отметки 275,0 см. Подобная депрессия зеркала грунтовых вод в летне-осенние месяцы (Таблица 2) обусловлена дефицитом атмосферных осадков в зимне-весенний цикл и аномально засушливыми погодными условиями года.

Таблица 2 – Основные метеорологические показатели периода вегетации 2025 года в условиях зоны Мактааральского района.



Месяцы	Осадки, мм			Температура воздуха, °С		
	сумма за месяц	средне-много-летние	отклонение от много-летней	сумма за месяц	средне-много-летние	отклонение от многолетней
	2025			2025		
Январь	23,1	34,5	-11,4	4,35	-1,8	6,15
Февраль	35,8	34,5	1,3	6,2	1,7	4,5
Март	46,0	50,5	-4,5	13,05	8,2	4,85
Апрель	27,8	41,5	-13,7	19,9	15,6	4,3
Май	12,4	23,5	-11,1	26,0	21,7	4,3
Июнь	5,0	8,5	-3,5	30,45	25,4	5,05
Июль	0,9	4,5	-3,6	32,05	27,7	4,35
Август	2,0	4,3	-2,3	29,95	24,3	5,65
Сентябрь	1,5	2,1	-0,6	24,75	22,6	2,15
Сумма осадков и средние температуры	154,5	203,9	-49,4	20,7	16,2	4,5



Весенний цикл (март–май) 2025 года отличался аномально высокими температурными показателями. В сравнении со среднестатистическими многолетними значениями, превышение температурного фона в марте составило 4,85 °С, в апреле и мае — по 4,3 °С. Подобный термический режим на ранних этапах вегетации форсировал ростовые процессы и обеспечил интенсивное развитие агроценоза.

Летний период характеризовался экстремальной засушливостью на фоне температурной инверсии: в июне превышение нормы составило 5,05 °С, в июле — 4,35 °С, а в августе достигло пиковых 5,65 °С. Дефицит атмосферных осадков в этот период принял критический характер. В пиковые часы (июнь–июль) фиксировались максимальные значения приземных температур в диапазоне 43,0–46,0 °С. Несмотря на дневную температурную депрессию и угнетение физиологических процессов в полуденные часы, в целом динамика развития хлопчатника в течение вегетации оценивается как благоприятная.

Сбор и пополнение коллекционного материала турецкими образцами.

В преддверии посевной кампании 2025 года была проведена целевая интродукция 50 новых сортообразцов хлопчатника (Таблица 3). Основу пополнения составили материалы турецкой селекции (48 единиц), дополненные двумя отечественными генотипами. В условиях коллекционного питомника был осуществлен комплексный скрининг биоресурсов, включающий оценку морфобиологических параметров, архитектоники растений, хозяйственно-биологических свойств и качественных характеристик волокна.

На основе фенологических наблюдений проведена дифференциация образцов по группам спелости. Раннеспелый сегмент был представлен двумя формами (С-1 и С-10); к среднеспелым генотипам отнесены 27 единиц, тогда как остальные 21 образец вошли в позднеспелую группу. По результатам оценки продуктивности выделены 7 наиболее перспективных сортов, которые по выходу урожая (31,2–31,8 ц/га) не уступали региональному стандарту М-4011 или превосходили его.

Таблица 3 – Показатели хозяйственно-ценных признаков собранного материала отечественной и зарубежной селекции хлопчатника

При оценке веса одной коробочки выявлено 13 перспективных генотипов, превысивших

показатели стандарта М-4011 с результатом 5,9–6,1 г. Группа из 9 образцов продемонстрировала стабильность на уровне контрольного сорта (5,8 г), в то время как оставшиеся 28 форм характеризовались меньшей массой в диапазоне 4,7–5,7 г.

Селекционный отбор по длине волокна позволил выделить 5 наиболее ценных образцов (33,3–34,1 мм), тогда как прочая часть коллекции (45 единиц) уступала стандарту на величину от 0,1 до 2,5 мм. Анализ технологического выхода волокна показал преимущество 26 сортообразцов над контролем (превышение составило 0,4–2,6 %). При этом у двух образцов данный параметр соответствовал уровню М-4011, а 22 генотипа показали отрицательную динамику в пределах 0,3–4,1 %.

Итоговые данные инвентаризированы в цифровой базе ресурсов. Особую ценность для дальнейшей селекции представляют 4 сортообразца с экстремально высокими показателями выхода волокна (40,7–41,2 %). Выявленные количественные и качественные характеристики послужат основой для включения данных линий в гибридизационные программы и селекционные процессы.

Изучение отечественных и зарубежных образцов в коллекционном питомнике.

Объектом углубленного изучения в текущем цикле стали 130 сортообразцов, представляющих мировой генофонд хлопчатника. На этапе лабораторного скрининга семенного фонда была проведена верификация посевных качеств. Установлено, что энергия прорастания варьирует в диапазоне 75–86 %, тогда как итоговая всхожесть достигает 90–96 % (анализ реализован в трехкратной повторности). Технологический параметр длины волокна верифицировали по стандартной методике в четырех повторностях (Таблица 4). стандартной методике в четырех повторностях (Таблица 4) Географический охват коллекции минимизирует риск узкой генетической базы: доминирующую долю занимают материалы из Казахстана (82 ед.) и Узбекистана (35 ед.), дополненные селекционными линиями из Турции, КНР, США и Южного полушария (Бразилия, ЮАР, Аргентина). Сравнительный анализ с контролем М-4005 выявил явное преимущество 120 образцов по длине волокна (32,9–34,7 мм), что соответствует 101–107 % от уровня стандарта. По выходу волокна в группу лидеров вошли 82 генотипа, показавшие значения в интервале 37,0–41,8 %.

Полевые работы стартовали 21 апреля. Мониторинг онтогенеза зафиксировал прохождение ключевых фаз: массовое появление проростков пришлось на конец апреля, а полная всхожесть — на первую декаду мая. Репродуктивный период (50 % раскрытия коробочек) наступил во второй декаде августа. При достижении фазы созревания биометрия растений показала высоту стеблестоя от 97,7 до 155,0 см. Оценка адаптивности подтвердила удовлетворительную толерантность всех номеров к солевому стрессу и дефициту почвенной влаги.

На основе межфазного периода «посев – созревание» проведена кластеризация коллекции. В группу ультраскороспелых (104–115 дней) вошли 43 линии, к раннеспелым отнесены 47 образцов, среднеспелый и позднеспелый сегменты составили 33 и 7 генотипов соответственно. Исследования опирались на действующие отраслевые регламенты и методические указания по техническим культурам.

Сравнительный анализ урожайности относительно стандарта М-4005 (35,4 ц/га) позволил выделить группу из 54 высокопродуктивных генотипов. Данные образцы продемонстрировали преимущество над контролем в диапазоне 10–38%, обеспечив сбор хлопка-сырца на уровне 38,8–52,0 ц/га.

Оценка массы одной коробочки в рамках всей коллекции (130 номеров) выявила ограниченное число линий, превосходящих эталонный показатель (5,9 г). Лишь 6 образцов показали массу 6,3 г, тогда как 19 генотипов сохранили паритет со стандартом. Технологический параметр выхода волокна продемонстрировал более выраженную вариативность: 111 сортообразцов превысили контрольное значение на 1,9–10,6 %. В отношении качественных характеристик волокна (длина) положительная динамика отмечена у 58 единиц, чьи показатели (32,7 мм в базе) варьировали в сторону увеличения на 0,3–4,6 % относительно сортового стандарта М-4005.

Обсуждение.

Полученные результаты комплексного изучения 180 сортообразцов хлопчатника в условиях аридной зоны Мактааральского района позволяют провести глубокий анализ адаптационных механизмов культуры и оценить перспективы обновления сортового состава региона. Особую актуальность данные исследования приобретают в контексте зафиксированных метеорологических условий 2025 года, характеризующихся экстремальными температурными инверсиями в период бутонизации и цветения. Превышение среднесуточных температур на 4,3–5,6 °С относительно многолетних норм создало условия «температурного стресса», что позволило объективно оценить

генетический потенциал жаростойкости при-влеченного материала.

Таблица 4 – Показатели хозяйственно-ценных признаков изучаемых образцов отечественной и зарубежной селекции хлопчатника

№	Сорта	Страна	Число дней от посева до 50 % созревания		Урожайность, ц/га		Средняя масса одной коробочки		Выход волокна		Длина волокна	
			абс.	откл. от St.	ц/га	откл. от St.	гр.	откл. от St.	%	откл. от St.	мм	откл. от St.
1	St-M-4005	KAZ	119	0	35,4	100	5,9	0	36,8	100	32,5	100
2	M-4001	KAZ	123	4	41,2	116	5,5	-0,4	34,7	94	30	92
3	M-4002	KAZ	129	10	34,4	97	5,9	0	34,5	94	29,6	91
4	M-4003	KAZ	125	6	36,9	104	6	0,1	35,3	96	31,9	98
5	M-4004	KAZ	123	4	41,4	117	5,8	-0,1	38,2	104	32,5	100
6	C-7510	UZB	127	8	31,8	90	5,5	-0,4	34	92	30,2	93
7	M-4006	KAZ	130	11	36,1	102	5,5	-0,4	38,8	105	32,6	100
8	M-4007	KAZ	129	10	38,8	110	5,6	-0,3	34,3	93	29,2	90
9	M-4008	KAZ	126	7	30,3	86	5,8	-0,1	34,8	95	31,2	96
10	M-4009	KAZ	128	9	33,5	95	5,7	-0,2	34	92	32,2	99
11	M-4010	KAZ	132	13	32,9	93	5,9	0	35,1	95	30,7	94
12	M-4011	KAZ	131	12	35,5	100	5,6	-0,3	35,2	96	32,6	100
13	M-4012	KAZ	134	15	35,9	101	5,8	-0,1	37	101	33	102
14	M-4014	KAZ	138	19	39	110	5,8	-0,1	34,8	95	33,1	102
15	M-4015	KAZ	145	26	35,7	101	5,6	-0,3	36	98	33	102
16	M-4016	KAZ	134	15	32,9	93	5,7	-0,2	35,5	96	33,3	102
17	M-4018	KAZ	135	16	36,5	103	5,4	-0,5	35,1	95	33,1	102
18	M-4019	KAZ	135	16	42,5	120	5,6	-0,3	34,2	93	31,9	98
19	M-4020	KAZ	138	19	31,4	89	5,2	-0,7	34	92	33,1	102
20	M-4021	KAZ	133	14	35,2	99	5,4	-0,5	34,6	94	33,2	102
21	M-4022	KAZ	135	16	33	93	5,4	-0,5	34,2	93	33	102
22	M-4023	KAZ	137	18	37,4	106	5,6	-0,3	34,9	95	33,4	103
23	M-4024	KAZ	131	12	32,4	92	5,4	-0,5	33,4	91	32,9	101
24	M-4025	KAZ	132	13	45,1	127	5,3	-0,6	34	92	33,1	102
25	M-4026	KAZ	138	19	35,3	100	5	-0,9	34,1	93	33	102

Сравнительный анализ интродуцированных турецких образцов (50 ед.) показал их высокую технологическую состоятельность. В частности, преимущество 26 генотипов над региональным стандартом М-4011 по выходу волокна подтверждает гипотезу о том, что турецкая селекция в последние десятилетия достигла значительного прогресса в преодолении отрицательной корреляции между продуктивностью и качеством линта. Образцы Т-104 и Т-88 с показателями выхода волокна 40,7–41,2 % могут рассматриваться как стратегические доноры для повышения эффективности первичной обработки хлопка-сырца на отечественных заводах. Как отмечают исследователи [Datta et al., 2019: 47–50], оптимизация генетического потенциала является наиболее экономически оправданным способом повышения доходности отрасли в условиях дефицита ресурсов.

Особого внимания заслуживает анализ скороспелости. В условиях глобального изменения климата сокращение вегетационного периода становится ключевым фактором стабильности урожая. Сокращение вегетационного периода становится ключевым фактором стабильности урожая. Выделение ультраскороспелых линий (104–115 дней), таких как К-349 и М-4032, демонстрирует возможность успешного возделывания хлопчатника даже при смещении сроков сева или сокращении периода доступности поливной воды. Эти данные коррелируют с результатами исследований [Ibragimov et al., 2007: 112–115], проводимых в Узбекистане, где также отмечается критическая важность скороспелости для минимизации водопотребления. В нашем случае, образцы К-349 не только созревали на 14 дней быстрее стандарта М-4005, но и обеспечили урожайность 47,3 ц/га, что свидетельствует о высокой интенсивности накопления биомассы и быстрой аттракции пластических веществ в коробочки.

Феноменальный результат образца ПА-4 (52 ц/га) требует отдельной интерпретации. Превышение стандарта на 47% в условиях дефицита осадков (сумма 154,5 мм при норме 203,9 мм) указывает на наличие у данного генотипа специфических механизмов засухо-устойчивости. Вероятно, ПА-4 обладает повышенной способностью к осморегуляции или более глубокой архитектоникой корневой системы, что позволяет эффективно использовать влагу из нижних горизонтов серозема, даже когда уровень грунтовых вод опускается ниже 270 см, как зафиксировано в наших измерениях. Эти наблюдения подтверждают научные выводы [Garcia-Vila и др., 2009: 477–480] о том, что генетическая вариативность сортов играет решающую роль в адаптации к водному стрессу, превосходя по значимости

даже неко-торые агротехнические приемы.

Вариабельность массы одной коробочки в изученной коллекции оказалась менее вы-раженной, чем выход волокна. Паритет большинства образцов со стандартом (5,8–5,9 г) ука-зывает на то, что данный признак жестко детерминирован генетически и сильно лимитиро-ван условиями минераль-ного питания. Тем не менее, выделение линий с массой коробочки 6,0–6,1 г (Т-100, Т-104, М-4048) открывает перспективы для крупноплодной селекции. Крупная коробочка не только облегчает ручной сбор (где он сохранился), но и коррелирует с более высокой энергией прорастания семян и жизнеспособностью проростков в ранневе-сенний период.

26	М-4027	KAZ	135	16	37,3	105	5,6	-0,3	34,3	93	32,9	101
27	М-4028	KAZ	131	12	45,3	128	5,3	-0,6	34,1	93	33	102
28	М-4029	KAZ	138	19	38,2	108	5,7	-0,2	35,4	96	33,2	102
29	М-4030	KAZ	131	12	36,4	103	5,9	0	37,4	102	33,5	103
30	М-4031	KAZ	114	-5	26,2	74	6	0,1	40,2	109	33,6	103
31	М-4032	KAZ	110	-9	44,8	127	5,9	0	40	109	33,7	104
32	М-4033	KAZ	117	-2	37,1	105	5,8	-0,1	39,8	108	33,5	103
33	М-4034	KAZ	113	-6	34,2	97	5,9	0	39,7	108	32,9	101
34	М-4035	KAZ	117	-2	44,8	127	5,8	-0,1	39,5	107	32,9	101
35	М-4036	KAZ	111	-8	34,6	98	5,8	-0,1	40,3	110	33,1	102
36	М-4037	KAZ	120	1	34,3	97	5,7	-0,2	39,8	108	32,8	101
37	М-4038	KAZ	112	-7	29,5	83	5,7	-0,2	40,3	110	33,2	102
38	М-4039	KAZ	114	-5	15,5	44	5,8	-0,1	41,5	113	33,6	103
39	М-4040	KAZ	115	-4	28,2	80	5,9	0	40,6	110	33	102
40	М-4041	KAZ	116	-3	41,2	116	5,8	-0,1	40,7	111	32,9	101
41	М-4042	KAZ	117	-2	43,3	122	5,8	-0,1	40,1	109	33,2	102
42	М-4043	KAZ	113	-6	34,2	97	5,8	-0,1	39,9	108	33,4	103
43	М-4044	KAZ	112	-7	36,3	103	5,7	-0,2	39,7	108	33,6	103
44	М-4045	KAZ	119	0	35,9	101	5,8	-0,1	41,4	113	32,9	101
45	М-4046	KAZ	117	-2	31,9	90	6	0,1	39,6	108	33,4	103
46	М-4047	KAZ	113	-6	41	116	5,8	-0,1	38,9	106	33,5	103
47	М-4048	KAZ	116	-3	44,6	126	6	0,1	40,1	109	33,4	103
48	М-4049	KAZ	113	-6	47,7	135	5,8	-0,1	39,8	108	33,6	103
49	М-4050	KAZ	115	-4	27,7	78	5,9	0	39,8	108	33	102
50	ПА-3031	KAZ	118	-1	32,8	93	5,7	-0,2	39	106	33,2	102
51	ПА-3044	KAZ	117	-2	39	110	5,9	0	39,7	108	33,9	104
52	С-4727	KAZ	118	-1	41,8	118	5,8	-0,1	40,1	109	33,2	102
53	Омад-45	UZB	119	0	20,8	59	5,9	0	39,6	108	33	102
54	Омад-4511	UZB	116	-3	37,4	106	5,9	0	38,9	106	33,6	103
55	Омад	UZB	119	0	32,6	92	5,9	0	39,8	108	33,3	102
56	Истикбол 13	UZB	121	2	38,8	110	6	0,1	39,9	108	33,1	102
57	Султан	UZB	114	-5	36,4	103	6	0,1	40,3	110	32,8	101
58	Ок Олтин	UZB	118	-1	39,9	113	5,9	0	37,6	102	33,3	102
59	Занги Ата	UZB	116	-3	30,4	86	5,9	0	39,2	107	33,3	102
60	Наманган 77	UZB	118	-1	43,2	122	6	0,1	38,8	105	33,2	102
61	Бухоро 102	UZB	120	1	40,6	115	5,9	0	38,5	105	33,1	102
62	Карши 8	UZB	116	-3	41,6	118	5,9	0	39,8	108	33	102
63	Сурхан-100	UZB	117	-2	34,6	98	5,7	-0,2	41	111	33,5	103
64	Сурхан-101	UZB	120	1	38,6	109	5,8	-0,1	40,1	109	33,6	103
65	Кармен	TUR	119	0	38,6	109	5,7	-0,2	40,2	109	33,5	103
66	Флора	TUR	120	1	31,2	88	5,9	0	39,6	108	33,7	104
67	BTM-4027	KAZ	121	2	45,4	128	5,8	-0,1	39,6	108	33,1	102
68	NCCN	TUR	118	-1	30,9	87	5,9	0	39,4	107	33,3	102
69	G.Bey	TUR	120	1	31,7	90	5,9	0	41,1	112	34	105
70	AyAAN1007	TUR	122	3	38,5	109	5,9	0	39,3	107	33,3	102
71	NAPA	TUR	118	-1	30,9	87	5,9	0	39,4	107	33,3	102
72	Cockar 312	USA	116	-3	35,4	100	5,7	-0,2	38	103	32,8	101
73	ZMO34-19	CHN	118	-1	44,6	126	5,3	-0,6	35,2	96	30,3	93
74	ZMO 30-28	CHN	124	5	37,1	105	5,7	-0,2	35	95	30,4	94
75	ZAOGHO	CHN	120	1	39,6	112	5,8	-0,1	35,8	97	32,7	101
76	Тарзан	PAK	118	-1	44,1	125	5,6	-0,3	38,6	105	33,2	102
77	Бразилия	BRA	122	3	34,3	97	5,3	-0,6	34,4	93	31	95
78	ЮАР	ZAF	125	6	38,6	109	5,3	-0,6	39,2	107	33,4	103
79	Аргентина	ARG	124	5	41,3	117	5,4	-0,5	34,7	94	30	92
80	С-6524	UZB	121	2	32,8	93	5,6	-0,3	35,2	96	32	98
81	С-6530	UZB	123	4	36	102	5,5	-0,4	34,4	93	33	102
82	С-9070	UZB	127	8	35,4	100	5,7	-0,2	35,5	96	31,5	97
83	Андижан 11	UZB	126	7	38,4	108	5,4	-0,5	35,6	97	33,4	103
84	Андижан13	UZB	129	10	38,8	110	5,6	-0,3	37,4	102	33,8	104

85	Наманган-2	UZB	133	14	41,9	118	5,6	-0,3	35,2	96	33,9	104
86	Бухара 6	UZB	140	21	38,6	109	5,4	-0,5	37,1	101	33,8	104
87	Гелера 236	UZB	129	10	35,8	101	5,5	-0,4	36,6	99	34,1	105
88	Кызыл рабат	UZB	130	11	40,2	114	5,2	-0,7	36,2	98	33,9	104
89	Анджан -9	UZB	130	11	46,2	131	5,4	-0,5	35,3	96	32,7	101
90	Уйчи-2	UZB	133	14	35,1	99	5	-0,9	35,1	95	33,9	104
91	Самарканд-3	UZB	128	9	38,9	110	5,2	-0,7	35,7	97	34,1	105
92	Ан-Узб-3	UZB	130	11	36,7	104	5,2	-0,7	35,3	96	33,9	104
93	Ташкент-6	UZB	132	13	41,1	116	5,4	-0,5	36	98	34,3	106
94	Ташкент-1	UZB	126	7	34,7	98	5,2	-0,7	34,5	94	33,8	104
95	Юлдуз	UZB	127	8	47,4	134	5,1	-0,8	35,1	95	34	105
96	Ан Баявчт-2	UZB	133	14	37,6	106	4,8	-1,1	35,2	96	33,9	104
97	АН-402	UZB	130	11	39,6	112	5,4	-0,5	35,5	96	33,8	104
98	К-1801	KAZ	126	7	47,6	134	5,1	-0,8	35,3	96	34,1	105
99	К-1588	KAZ	133	14	40,7	115	5,5	-0,4	36,6	99	34,3	106
100	К-1459	KAZ	126	7	38,9	110	5,7	-0,2	38,9	106	34,6	106
101	К-1430	KAZ	109	-10	28,7	81	5,8	-0,1	41,7	113	34,7	107
102	К-349	KAZ	105	-14	47,3	134	5,7	-0,2	41,5	113	34,8	107
103	АН-510	KAZ	112	-7	39,6	112	5,6	-0,3	41,3	112	34,6	106
104	АН-410	KAZ	108	-11	36,7	104	5,7	-0,2	41,2	112	34	105
105	К-1807	KAZ	112	-7	47,3	134	5,6	-0,3	41	111	34	105
106	К-1820	KAZ	106	-13	38,3	108	5,6	-0,3	41,8	114	34,2	105
107	К-1893	KAZ	115	-4	38	107	5,5	-0,4	41,3	112	33,9	104
108	К-1916	KAZ	107	-12	33,2	94	5,5	-0,4	39,2	107	34,3	106
109	К-1943	KAZ	109	-10	19,2	54	5,6	-0,3	40,4	110	34,7	107
110	К-1950	KAZ	110	-9	31,9	90	5,7	-0,2	39,5	107	34	105
111	К-1978	KAZ	111	-8	44,9	127	5,6	-0,3	39,6	108	33,9	104
112	К-2001	KAZ	112	-7	47	133	5,6	-0,3	39	106	34,2	105
113	К-5161	KAZ	108	-11	37,6	106	5,6	-0,3	38,8	105	34,4	106
114	Каз-2	KAZ	107	-12	39,7	112	5,5	-0,4	38,6	105	34,6	106
115	Каз-5	KAZ	114	-5	39,3	111	5,6	-0,3	40,3	110	33,9	104
116	Каз-6	KAZ	112	-7	35,3	100	5,8	-0,1	38,5	105	34,4	106
117	Каз-22	KAZ	108	-11	44,4	125	5,6	-0,3	38,1	104	34,5	106
118	С-9070	KAZ	111	-8	48,9	138	5,8	-0,1	39,3	107	34,4	106
119	ПА-4	KAZ	108	-11	52	147	5,6	-0,3	39	106	34,6	106
120	ПА-10	KAZ	110	-9	32	90	5,7	-0,2	39	106	34	105
121	ПА-12	KAZ	113	-6	37,1	105	5,5	-0,4	38,2	104	34,2	105
122	ПА-155	KAZ	112	-7	43,3	122	5,7	-0,2	39,7	108	34,9	107
123	ПА-177	KAZ	113	-6	46,1	130	5,6	-0,3	40,1	109	33,2	102
124	ПА-1976	KAZ	114	-5	25,1	71	5,7	-0,2	39,6	108	33	102
125	ПА-502	KAZ	111	-8	41,7	118	5,7	-0,2	38,9	106	33,6	103
126	ПА-549	KAZ	114	-5	37,3	105	5,7	-0,2	39,8	108	33,3	102
127	Юж.Каз 60	KAZ	116	-3	42,1	119	5,8	-0,1	39,9	108	33,1	102
128	С-4908	UZB	109	-10	39,7	112	5,8	-0,1	40,5	110	32,8	101
129	С-4909	UZB	113	-6	43,2	122	5,7	-0,2	37,8	103	33,3	102
130	С-6526	UZB	111	-8	33,7	95	5,7	-0,2	39,4	107	33,2	102
131	С-6530	UZB	113	-6	46,5	131	5,8	-0,1	39	106	32,4	100

НСР0,5=2,1

Технологические параметры длины волокна (33–34,7 мм) у выделенных образцов (ПА-155, К-1430) соответствуют требованиям мирового рынка к I–II типу волокна. Согласно научным данным [Хи и др., 2021: 471], формирование длины волокна является энергозатратным процессом, зависящим от состояния клеточных мембран в период активного роста волоска (фаза удлинения). Тот факт, что наши лидеры сохранили высокую длину волокна при температурах воздуха выше 40 °С, свидетельствует об их высокой термотолерантности на клеточном уровне.

Интеграция изученного генофонда в селекционные программы Казахстана позволит решить проблему монокультуры и узкого генетического базиса существующих сортов. Интродукция турецких, узбекских и других зарубежных линий создает эффект гетерозиса при последующей гибридизации, что необходимо для создания сортов с «прорывными» характеристиками. Результаты нашего мониторинга, задокументированные в цифровой базе, служат надежным фундаментом для развития отечественного семеноводства и обеспечения технологического суверенитета аграрного сектора республики.

В заключение раздела подчеркнем, что выявленные закономерности подтверждают необходимость перехода к «адаптивному хлопководству», основанному на подборе сортов под конкретные микрозоны с учетом их реакции на водный и температурный стресс. Изученная коллекция представляет собой репрезентативный срез мирового агробиоразнообразия, рациональное использование которого является залогом устойчивого развития отрасли.

Выводы.

В ходе реализации научно-исследовательской программы по изучению и мониторингу генетических ресурсов хлопчатника на экспериментальной базе ТОО «СХОС хлопководства и бахчеводства» в вегетационный период 2024–2025 гг. были получены результаты, имеющие стратегическое значение для отечественной селекции. Проведенная работа позволяет сформулировать следующие развернутые и детализированные выводы:

На этапе формирования первичного материала успешно реализована интродукция и пополнение национального генетического фонда хлопчатника 50 новыми сортаобразцами, из которых 48 единиц представляют ведущие селекционные центры Турецкой Республики. Инвентаризация данного материала позволила не только расширить видовое разнообразие коллекции, но и создать цифровую базу дескрипторов, обеспечивающую эффективный мониторинг хозяйственно-биологических признаков в режиме реального времени. Привлечение турецкого генофонда является обоснованным шагом, направленным на интеграцию в отечественные программы признаков высокой адаптивности к тепловому стрессу и стабильности выхода волокна, что критически важно для обеспечения технологического суверенитета аграрного сектора Республики Казахстан.

Скрининг коллекционного питомника, включающего 130 номеров отечественной и мировой селекции, обеспечил глубокую дифференциацию генотипов по адаптивному потенциалу. Аномально засушливые условия 2025 года, когда температурный фон в критические фазы развития превышал норму на 4,3–5,6 °С, послужили жестким фоном для выявления форм с высокой термотолерантностью. Кластеризация коллекции по периоду вегетации позволила выделить группу из 43 ультраскороспелых линий со сроком созревания 104–115 дней. Данные генотипы, такие как К-349 и М-4032, представляют исключительную ценность для северных регионов хлопкосеяния, где лимитирующим фактором выступает продолжительность безморозного периода. Их использование позволит гарантированно получать урожай до наступления осенних заморозков, минимизируя риски потери качества продукции.

Оценка технологических качеств волокна подтвердила высокий потенциал изученного материала. Установлено, что 111 сортаобразцов (более 85 % коллекции) продемонстрировали устойчивое преимущество над региональным стандартом по выходу волокна (Т-74, Т-88, Т-104, С-1), обеспечив превышение в диапазоне от 1,9 до 10,6 %. Особый научный и практический интерес представляют формы Т-104 и Т-88, характеризующиеся экстремально высоким выходом волокна на уровне 40,7–41,2 %. В части качественных характеристик длины волокна положительная динамика выявлена у 58 единиц, среди которых лидером признан образец ПА-155 (34,9 мм). Выявленные доноры позволяют переориентировать селекционный процесс на создание сортов, соответствующих мировым стандартам качества (I-II тип волокна), что существенно повысит экспортный потенциал казахстанского хлопка на международном рынке.

Анализ продуктивности в условиях температурного стресса выявил группу из 54 высокоурожайных генотипов (38,8–48,9 ц/га). Выдающийся результат был зафиксирован у перспективного образца ПА-4, фактическая урожайность которого составила 52,0 ц/га, что на 47% выше показателей сортового стандарта М-4005. Столь значимое превосходство в экстремально засушливый год свидетельствует о наличии у ПА-4 эффективных механизмов осморегуляции и способности сохранять высокую интенсивность фотосинтеза при температурах воздуха выше 40 °С. Данный генотип рекомендуется к немедленному включению в государственное сортоиспытание как наиболее перспективный для условий аридных территорий Туркестанской области.

Оценка средней массы одной коробочки показала, что, несмотря на жесткие лимитирующие факторы среды, ряд образцов (Т-100, Т-104, М-4048) сохранили показатели на уровне 6,0–6,1 г. Это свидетельствует о возможности преодоления корреляционного барьера между скороспелостью и крупноплодностью за счет рационального подбора пар при гибридизации. Выделенные крупноплодные формы являются ценным исходным материалом для программ, направленных на повышение индивидуальной продуктивности растений и оптимизацию процессов последующей механизированной уборки хлопка-сырца.

Практическая значимость исследования заключается в возможности формирования новой сортовой политики региона на основе внедрения изученных доноров засухоустойчивости и скороспелости. Рациональное использование выявленного генетического разнообразия позволит аграриям Казахстана диверсифицировать производство и снизить себестоимость продукции за счет сокращения затрат на дополнительное орошение и химическую дефолиацию. Рекомендуется использовать образцы

ПА-4, С-9070 и К-349 в качестве базовых родительских компонентов при создании гибридных популяций с заданными параметрами качества и экологической пластичности.

Научный мониторинг генофонда, реализованный в рамках данной программы, подтверждает необходимость регулярного обновления коллекций мировыми ресурсами для предотвращения сужения генетического базиса отечественных сортов. Сформированный банк данных по 180 образцам является надежной платформой для дальнейших молекулярно-генетических исследований и поиска локусов количественных признаков (QTL), связанных с устойчивостью к абиотическим стрессам. Это создает научный задел для перехода отечественной селекции к методам маркер-ассоциированного отбора, обеспечивая ускоренное создание конкурентоспособных сортов хлопчатника в условиях глобальных климатических вызовов.

Совокупность полученных данных позволяет заключить, что целенаправленное изучение мировых генетических ресурсов в конкретных почвенно-климатических условиях Казахстана является наиболее эффективным инструментом интенсификации селекции. Научная новизна работы заключается в выявлении корреляционных связей между скороспелостью и продуктивностью в условиях экстремальных температурных инверсий 2025 года. Результаты исследования закладывают основу для долгосрочного прогнозирования поведения новых генотипов и минимизации рисков при промышленном возделывании культуры в условиях юга республики.

ЛИТЕРАТУРА

- Abdurakhmonov I.Y. (Ed.). (2014). World Cotton Production. IntechOpen. DOI: 10.5772/56911
- Campbell B.T., Saha S., Percy R., et al. (2010). Status of the global cotton germplasm resources. *Crop Science*. 50(4). 1161–1179. DOI: 10.2135/cropsci2009.09.0551
- Cheng M., Wang H., Fan J. et al. (2022). Evaluation of the AquaCrop model for greenhouse cherry tomatoes with plastic film mulching under different water and nitrogen supply conditions // *Agricultural Water Management*. 274. 107949. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107949
- Datta A., Ullah H., Ferdous Z. et al. (2019). Water management in cotton production. *Cotton Production*. 47–59. DOI: 10.1002/9781119385523.ch3
- FAO. (2023). Cotton: Supply and demand statistics [WWW-document]. URL: fao.org (Accessed: 12.03.2024).
- Farahani H.J., Izzi G., Oweis T. (2009). Parameterization and evaluation of the AquaCrop model for full and deficit-irrigated cotton // *Agronomy Journal*. 101. 469–476. DOI: 10.2134/agronj2008.0182s
- Garcia-Vila M., Fereres E., Mateos L. et al. (2009). Optimizing deficit irrigation of cotton with AquaCrop // *Agronomy Journal*. 101. 477–487. DOI: 10.2134/agronj2008.0179
- Grismer M.E. (2002). Regional cotton lint yield, ETc and water value in Arizona and California. *Agricultural Water Management*. 54. 227–242. DOI: 10.1016/S0378-3774(01)00174-3
- Huang G., Huang J.K., Chen X.Y., Zhu Y.X. (2021). Recent advances and future perspectives in cotton research. *Annual Review of Plant Biology*. 72. 437–462. DOI: 10.1146/annurev-arplant-080720-113240
- Ibragimov N., Evett S.R., Esanbekov Y. et al. (2007). Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation // *Agricultural Water Management*. 90. 112–120. DOI: 10.1016/j.agwat.2007.01.016
- Masasi B., Taghvaeian S., Gowda P.H., et al. (2020). Validation and application of AquaCrop for irrigated cotton in the Southern Great Plains of US. *Irrigation Science*. 38. 593–607. DOI: 10.1007/s00271-020-00665-4
- Simongulyan N.G., Shafrin A.N., Mukhamedzhanov S.R. (1980). *Genetika, selektsiya i semenovodstvo khlopchatnika* [Genetics, breeding and seed production of cotton] — Tashkent: Ukutuvchi, 92–180 pp. [in Russ.]
- Xu F., Chen K., Li H., Luo M. (2021). Advances on the role of membranes in cotton fiber development. *Membranes* (Basel). 11. 471. DOI: 10.3390/membranes11070471. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vypusk pervyy. Obshchaya chast'.* (2015). [Methodology of the state variety testing of agricultural crops. Issue one. General part] — M.: Gos-komissiya po sortoispytaniyu. 15 p. [in Russ.]
- Wendel J.F., Grover C.E. (2015). Taxonomy and evolution of the cotton genus, *Gossypium*. *Cotton*. 57. 25–44. DOI: 10.2114/agronomonogr57.2015.0002
- Zhang T., Hu Y., Jiang W. et al. (2015). Sequencing of allotetraploid cotton (*Gossypium hirsutum* L. acc. TM-1) provides a resource for fiber improvement. *Nature Biotechnology*. 33(5). 531–537. DOI: 10.1038/nbt.3207

REFERENCES

- Abdurakhmonov I.Y. (Ed.). (2014). World Cotton Production. IntechOpen. DOI: 10.5772/56911
- Campbell B.T., Saha S., Percy R., et al. (2010). Status of the global cotton germplasm resources. *Crop Science*. 50(4). 1161–1179. DOI: 10.2135/cropsci2009.09.0551
- Cheng M., Wang H., Fan J. et al. (2022). Evaluation of the AquaCrop model for greenhouse cherry tomatoes with plastic film mulching

- under different water and nitrogen supply conditions // *Agricultural Water Management*. 274. 107949. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107949
- Datta A., Ullah H., Ferdous Z. et al. (2019). Water management in cotton production. *Cotton Production*. 47–59. DOI: 10.1002/9781119385523.ch3
- FAO. (2023). Cotton: Supply and demand statistics [WWW-document]. URL: fao.org (Accessed: 12.03.2024).
- Farahani H.J., Izzi G., Oweis T. (2009). Parameterization and evaluation of the AquaCrop model for full and deficit-irrigated cotton // *Agronomy Journal*. 101. 469–476. DOI: 10.2134/agronj2008.0182s
- Garcia-Vila M., Fereres E., Mateos L. et al. (2009). Optimizing deficit irrigation of cotton with AquaCrop // *Agronomy Journal*. 101. 477–487. DOI: 10.2134/agronj2008.0179
- Grismer M.E. (2002). Regional cotton lint yield, ETc and water value in Arizona and California. *Agricultural Water Management*. 54. 227–242. DOI: 10.1016/S0378-3774(01)00174-3
- Huang G., Huang J.K., Chen X.Y., Zhu Y.X. (2021). Recent advances and future perspectives in cotton research. *Annual Review of Plant Biology*. 72. 437–462. DOI: 10.1146/annurev-arplant-080720-113240
- Ibragimov N., Evett S.R., Esanbekov Y. et al. (2007). Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation // *Agricultural Water Management*. 90. 112–120. DOI: 10.1016/j.agwat.2007.01.016
- Masasi B., Taghvaeian S., Gowda P.H., et al. (2020). Validation and application of AquaCrop for irrigated cotton in the Southern Great Plains of US. *Irrigation Science*. 38. 593–607. DOI: 10.1007/s00271-020-00665-4
- Simongulyan N.G., Shafrin A.N., Mukhamedzhanov S.R. (1980). *Genetika, selektsiya i semenovodstvo khlopchatnika* [Genetics, breeding and seed production of cotton] — Tashkent: Ukituvchi, 92–180 pp. [in Russ.]
- Xu F., Chen K., Li H., Luo M. (2021). Advances on the role of membranes in cotton fiber development. *Membranes (Basel)*. 11. 471. DOI: 10.3390/membranes11070471.
- Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vypusk pervyy. Obshchaya chast'. (2015). [Methodology of the state variety testing of agricultural crops. Issue one. General part] — M.: Gos-komissiya po sortoispytaniyu. 15 p. [in Russ.]
- Wendel J.F., Grover C.E. (2015). Taxonomy and evolution of the cotton genus, *Gossypium*. *Cotton*. 57. 25–44. DOI: 10.2114/agronomonogr57.2015.0002
- Zhang T., Hu Y., Jiang W. et al. (2015). Sequencing of allotetraploid cotton (*Gossypium hirsutum* L. acc. TM-1) provides a resource for fiber improvement. *Nature Biotechnology*. 33(5). 531–537. DOI: 10.1038/nbt.3207

Махмаджанов С.П. – концептуализация и теория, администрирование проекта, проверка, обзор и редактирование.

Костак О.А. – курирование данных, методология, обзор и редактирование:

Асабаев Б.С. – формальный анализ.

Асабаев Б.С. – ресурсы.

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

RESEARCH, RESULTS – ИЗДЕНИСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР – ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 2304-3334 (print)

Vol. 28. Is. 2. Number 110 (2026). Pp.111–122

Journal homepage: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

<https://doi.org/10.37884/2-2026/10>

IRSTI/FTAXP/MPHTI 68.35.15.



K. Abaeva^{1*}, M. Shynybekov¹, B. Yessimbek¹, O. Adalkan¹, N. Tazhetdinov²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan;

²Karakalpak Agricultural and Agrotechnological Institute, Nukus, Uzbekistan.

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz

STUDY OF THE GROWTH PROCESS OF SAXAUL IN THE SOUTH BALKHASH REGION

Abayeva Kurmankul, Doctor of Economics, Professor of the Department of Forest Resources, Hunting and Aquaculture, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3092-5015>;

Shynybekov Murat, Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Department of “Forest resources, hunting and aquaculture”, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8^е

E-mail: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>;

Yessimbek Birzhan, agricultural master, assistant, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8^е

E-mail: birzhan.yessimbek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5478-6207>;

Adalkan Oral, Master of Agricultural Sciences, assistant, Department of “Forest resources, hunting and aquaculture”, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8^е

E-mail: oral.adalkan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0010-9762>;

Tazhetdinov Nauruzbay, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Storage of Agricultural Products, Technology of Growing and Processing of Medicinal Plants, Nukus city, Republic of Karakalpakstan, Republic of Uzbekistan, Abdambetov Street

E-mail: ntajetdinov414@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0516-3772>.

Abstract. Introduction. In the desert and semi-desert regions of the Republic of Kazakhstan, saxaul (*Haloxylon* spp.) forests play a key role in maintaining ecosystem stability. They perform important ecological functions, including stabilization of sandy and saline soils, prevention of wind erosion, reduction of soil degradation, and regulation of microclimatic conditions in arid environments. Currently, assessing the condition of saxaul forests, analyzing their growth across age groups, and evaluating natural regeneration are among the most pressing research priorities. The aim of this study is to comprehensively investigate growth dynamics of saxaul forests in the South Balkhash region, including age-related development and natural regeneration. The relevance of the study is обусловлена необходимостью determined by the need for a comprehensive assessment of saxaul forest conditions and identification of degradation factors. Materials and Methods. The study involved a comprehensive analysis of growth patterns, age dynamics, and natural regeneration of saxaul forests. Classical forest inventory methods were combined with specialized ecological and microclimatic

measurements. The research followed established forest management guidelines for saxaul ecosystems. Results and Discussion. Geographic information system technologies were applied to assess growth patterns. Morphometric parameters and biomass of saxaul trees aged 5–30 years were analyzed in relation to climate, soil properties, and moisture availability. The findings show that in early development stages, saxaul allocates resources primarily to root system formation, ensuring drought resistance. Conclusion. Growth rates, age structure and biometric characteristics were determined. Maximum biomass accumulation occurs at 15–25 years. Microclimatic conditions under the saxaul canopy differ significantly from those in open areas.

Key words: saxaul, forest, sandy, saline, growth dynamics, age structure, biomass, root collar, micro-climate, soil erosion

For citation: Abaeva K., Shynybekov M., Yessimbek B., Adalkan O., Tazhetdinov. (2026). Study of the growth process of saxaul in the South Balkhash region// Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 111–122. <https://doi.org/10.37884/2-2026/10> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: We would like to express our sincere gratitude to the team of the Ile-Balkhash MTR and the Okhotzooptom Public Enterprise for providing the necessary information and comprehensive support during the research work.

К.Т. Абаева^{1*}, М.К. Шыныбеков¹, Б.Б. Есімбек¹, О. Адалқан¹, Н.Д. Тажетдинов²

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан;

²Қарақалпақстан ауыл шаруашылығы және агротехнологиялары институты,
Нөкис, Өзбекстан.

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz

ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ Өңірінде сексеуілдің өсу барысын зерттеу

Абаева Курманкуль Тулеутаевна, экономика ғылымдарының докторы, «Орман ресурстары, аңшылықтану және аквакультура» кафедрасының профессоры, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3092-5015>;

Шыныбеков Мұрат Кенжебекұлы, ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, «Орман ресурстары, аңшылықтану және аквакультура» кафедрасының аға оқытушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>;

Есімбек Біржан Бағдатұлы, ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, «Ландшафтық дизайн және көгалдандыру» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: birzhan.yessimbek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5478-6207>;

Адалқан Орал, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі; «Орман ресурстары, аңшылықтану және аквакультура» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: oral.adalkan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0010-9762>;

Тажетдинов Наурузбай Дарибаевич, биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Ауыл қожалығы өнімдерін сақтау, дәрілік өсімдіктерді жетістіріу және қайта істеу технологиясы» кафедрасы, Қарақалпақстан ауыл шаруашылығы және агротехнологиялары институты, Өзбекстан Республикасы, Қарақалпақстан Республикасы, Нөкис

E-mail: ntajetdinov414@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0516-3772>.

Аннотация. *Kipicne.* Қазақстан Республикасының шөлейтті аймақтарында сексеуіл (*Haloxylon spp*) табиғи экожүйелердің тұрақтылығын сақтау. Сексеуіл ормандары жел эрозиясының алдын алу, топырақтың деградациясын тежеу, аридті аймақтардың микроклиматын реттеу сияқты экологиялық жұмыстарды жүргізу. Қазіргі таңда сексеуіл ормандарының жағдайын бағалау, өсу барысын жас топтары бойынша талдау, табиғи жаңарту өзекті мәселелердің бірі. Сексеуіл ормандарының қазіргі

жағдайын кешенді түрде бағалау, деградацияға ұшырау себептерін ғылыми тұрғыдан зерттеу. **Зерттеудің мақсаты-** Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуіл ормандарының өсу барысын, жас топтары бойынша өсу динамикасын және табиғи жаңару жағдайын кешенді түрде зерттеу. Материалдар мен әдістер. Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуілдің өсу барысын, жас топтары бойынша динамикасын және табиғи жаңару жағдайын зерттеу. Зерттеу әдістемесі орман таксациясының классикалық әдістері, сексеуілдің экожүйесіне тән арнайы экологиялық және микроклиматтық өлшеулер қамтылды. Нәтижелер мен талқылау. Жұмыс барысында сексеуілдің геоақпараттық жүйелердің технологиялары кеңінен қолданылды. Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуіл ағашының өсу ерекшеліктері мен даму динамикасы жасына, климаттық жағдайларға, топырақтың физика-химиялық қасиеттеріне және ылғалмен қамтамасыз етілу деңгейі зерттелді. Осы зерттеуде 5, 10, 15, 20, 25 және 30 жастағы сексеуіл ағаштарының морфометриялық көрсеткіштері мен биомассы салыстырмалы түрде қарастырылып, олардың жас ұлғаюына байланысты өзгеру заңдылықтары анықталды. Сексеуілдің алғашқы жылдары тамыр жүйесін қалыптастыруға жер үсті вегетативті мүшелерінің дамуына күш жұмсайтыны анықталды. Сексеуілдің сыртқы ортаға бейімделуі тіршілікке қабілеттілігі зерттелді. Қорытынды. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижесінде Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуіл ормандарында жүргізілген далалық зерттеулер нәтижесінде сексеуілдің өсу барысы, жас құрылымы, биометриялық көрсеткіштері жан-жақты анықталды. Сексеуілдің 5–30 жас аралығындағы өсу динамикасы биіктік пен тамырмойны диаметрінің біртіндеп артуы сипатталды, орта жаста (15–25 жас) биомассаның ең жоғары жинақталатыны анықталды. Сексеуіл желегінің астындағы микроклиматтық жағдайлардың ашық алаңдармен салыстырғанда айырмашылық болатындығы дәлелденді.

Түйін сөздер: сексеуіл, орман, құмды, сортаң, өсу динамикасы, жас құрылымы, биомасса, тамырмойны, микроклимат, топырақ эрозиясы

Дәйексөз үшін: Абаева К.Т., Шыныбеков М.К., Есімбек Б.Б., Адалқан О., Тажетдинов Н.Д. (2026). Оңтүстік балқаш өңірінде сексеуілдің өсу барысын зерттеу // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 111–122. <https://doi.org/10.37884/2-2026/10> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс: «Іле-Балқаш» МТР мен «Охотзоопром» ӨБ РМҚК ұжымына зерттеу жұмысын жүргізу барысында қажетті мәліметтермен қамтамасыз етіп, жан-жақты қолдау көрсеткендері үшін шынайы алғысымызды білдіреміз.

К.Т. Абаева^{1*}, М.К. Шыныбеков¹, Б.Б. Есімбек¹, О. Адалқан¹, Н.Д. Тажетдинов²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

²Каракалпакский сельскохозяйственный и агротехнологический институт, Нукус, Узбекистан.

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСТА САКСАУЛА В ЮЖНО-БАЛХАШСКОМ РЕГИОНЕ

Абаева Курманкуль Тулеутаевна, доктор экономических наук, профессор кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и аквакультура», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: kurmankul.abaeva@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-3092-5015>;

Шыныбеков Мурат Кенжебекович, магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и аквакультура», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: shynybekov.murat@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8392-4230>;

Есімбек Біржан Бағдатұлы, с/х. магистр, магистр сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры «Ландшафтный дизайн и озеленение», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: birzhan.yessimbek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0006-5478-6207>;

Адалқан Орал, магистр сельскохозяйственных наук; ассистент кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и аквакультура», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: oral.adalkan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0010-9762>;

Тажетдинов Наурузбай Дарибаевич, кандидат биологических наук, доцент, кафедры «Хранение сельскохозяйственной продукции, технология выращивания и переработки лекарственных растений» Каракалпакский сельскохозяйственный институт агротехнологий

E-mail: ntajetdinov414@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0516-3772>.

Аннотация. *Введение.* Поддержание устойчивости экосистем саксаула (*Haloxylon spp.*) в полупустынных районах Казахстана важно для сохранения экологического равновесия. Саксауловые леса выполняют ключевые функции: предотвращают ветровую эрозию, закрепляют пески, снижают деградацию почв и регулируют микроклимат засушливых территорий. В современных условиях усиления антропогенного воздействия и изменения климата проблема сохранения и восстановления саксауловых насаждений приобретает особую актуальность. Одной из приоритетных задач является оценка текущего состояния саксауловых лесов, включая анализ их возрастной структуры, динамики роста и процессов естественного возобновления, комплексные исследования, направленные на выявление причин деградации экосистем и разработку эффективных их сохранению и восстановлению. Цель исследования состоит во всестороннем изучении динамики роста саксаула и возрастного развития и состояния естественного возобновления в Южно-Балхашском регионе в выявлении факторов, влияющих на его продуктивность и устойчивость к засушливым условиям. *Материалы и методы.* В исследовании использованы классические методы лесоводственной оценки, а также экологические и микроклиматические подходы. Применялись геоинформационные системы для анализа пространственного распределения насаждений и условий их произрастания. *Результаты и обсуждение.* Изучены особенности роста саксаула в зависимости от возраста, климатических факторов, свойств почвы и уровня увлажнения. Проведён сравнительный анализ морфометрических показателей и биомассы деревьев в возрасте от 5 до 30 лет. Установлено, что на ранних этапах развития саксаул формирует корневую систему, обеспечивающую устойчивость к засухе. *Выводы.* Определены темпы роста, возрастная структура и биометрические показатели саксаула. Установлено, что максимальное накопление биомассы наблюдается в возрасте 15–25 лет, при этом рост деревьев сопровождается изменением морфометрических характеристик. Также выявлено, что микроклимат под пологом саксаула отличается от открытых территорий более высокой влажностью и сниженной температурой, что создаёт благоприятные условия для естественного возобновления и поддержания экосистемной устойчивости.

Ключевые слова: саксаул, лес, песчаный, засоленный, динамика роста, возрастная структура, биомасса, корневая шейка, микроклимат, эрозия почвы

Для цитирования: Абаева К.Т., Шыныбеков М.К., Есімбек Б.Б., Адалқан О., Тажетдинов Н.Д. (2026). Исследование процесса роста саксаула в Южно Балхашском регионе/// Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 111–122. <https://doi.org/10.37884/2-2026/10> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: выражаем искреннюю благодарность команде Иле-Балхашской МТР и государственному предприятию «Охотзоопром» за предоставление необходимой информации и всестороннюю поддержку в ходе исследовательской работы.

Кіріспе.

Сексеуіл – Қазақстанның шөл және шөлейт аймақтарының экожүйесінде ерекше маңызға ие ағаш-бұталы өсімдік. Оның биологиялық және экологиялық ерекшеліктері табиғаттағы тепе-теңдікті сақтауда шешуші рөл атқарады. Сексеуілдің тамыр жүйесі өте тереңге бойлап, ылғал тапшылығы бар аймақтарда да тіршілік етуге мүмкіндік береді. Бұл өсімдік шөл экожүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз етіп, құмды жерлерді бекітеді, топырақ эрозиясының алдын алады және шөлдену үдерісін баяулатады. Сонымен қатар, сексеуіл табиғи отын көзі ретінде кеңінен қолданылуы нәтижесінде оның қоры айтарлықтай азайып, экожүйеге экологиялық қауіп төндіруде. Осы себепті сексеуілдің табиғи жаңаруын, өсу қарқынын және экологиялық бейімделуін зерттеу қазіргі таңда аса өзекті мәселелердің бірі болып отыр [Жагловская және т.б., 2014: 78–88; Zhaglovskaya және т.б., 2016: 1565–1575]. Қазақстан аумағында сексеуілдің екі негізгі түрі – ақ сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) және қара сексеуіл

(*Haloxylon persicum*) кең таралған. Бұл түрлердің экологиялық бейімделуі әртүрлі болғанымен, екеуі де шөл және шөлейт аймақтардың негізгі орман құраушы өсімдіктері болып саналады. Оңтүстік Балқаш өңірі сексеуілдің табиғи таралу аймақтарының бірі ретінде ерекше зерттеу нысанына айналды, себебі мұнда климаттық жағдайлардың шектен тыс құрғақтығы, топырақтың тұздануы және антропогендік факторлардың әсері өсімдіктің тіршілік етуіне айтарлықтай ықпал етеді [Қожахметов және т.б., 2025: 45–53]. Осы аймақтағы сексеуіл ормандарының деградацияға ұшырау қарқыны жоғары болғандықтан, олардың қазіргі жағдайын бағалау және қалпына келтіру мүмкіндіктерін айқындау маңызды ғылыми әрі практикалық міндет болып табылады [Toktarbayev және т.б., 2020: 1–10]. Бұл зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуілдің өсу динамикасын, табиғи жаңару ерекшеліктерін және экологиялық бейімделу қабілетін кешенді түрде талдау. Зерттеу барысында сексеуілдің биомассалық көрсеткіштері, жас ерекшеліктері, табиғи жаңару деңгейі және топырақ-климаттық факторлармен өзара байланысы зерттелді. Сондай-ақ, сексеуіл ормандарының өнімділігіне антропогендік әсерлердің ықпалы бағаланды. Зерттеу нәтижелері негізінде экожүйенің деградациясын төмендету және орман жамылғысын қалпына келтіру бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар жасау көзделді [Serikbayev және т.б., 2021: 78–85; РГКП «Казахское лесохозяйственное предприятие», 2019: 1–58].

Соңғы жылдары климаттың жаһандық өзгерісі мен антропогендік қысым салдарынан Балқаш маңы экожүйесінің тепе-теңдігі бұзылып, шөлдену үдерісі күшейе түсті. Бұл жағдай өсімдіктер қауымдастығының түрлік құрамына, өсімдік биомассасына және топырақ құрылымына тікелей әсер етті. Сексеуіл ормандарының кемуі аймақтық биоалуантүрліліктің азаюына, микроклиматтың нашарлауына және жер бедерінің эрозияға ұшырауына алып келді. Сондықтан сексеуілдің экологиялық және шаруашылық маңызын ғылыми тұрғыдан бағалау, оның өсу жағдайлары мен табиғи жаңаруын талдау Қазақстанның экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі маңызды бағыттардың бірі болып табылады.

Зерттеу жұмысы табиғи және қолдан өсірілген сексеуіл екпелерінің өсу ерекшеліктерін салыстырмалы талдау арқылы жүргізілді. Далалық бақылаулар мен зертханалық өлшеулердің нәтижесінде сексеуілдің әр жастағы өсімдіктерінде биомасса, тамыр мойны диаметрі мен биіктігі бойынша айырмашылықтар анықталды. Сондай-ақ, топырақтың тұздануы мен ылғалдылық деңгейінің өзгеруі өсімдіктің өсу қарқынына елеулі әсер ететіні байқалды. Мұндай деректер аймақтық экологиялық саясатты жетілдіру мен шөлденуге қарсы іс-шараларды жоспарлауда ғылыми дәлел ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорыта келгенде, Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуілдің өсу барысын зерттеу – тек биологиялық тұрғыдан ғана емес, экологиялық және әлеуметтік-экономикалық тұрғыдан да ерекше маңызға ие. Зерттеу нәтижелері табиғатты ұтымды пайдалану, орман экожүйелерін қалпына келтіру және шөлдену үдерісін бәсеңдету бағытында нақты ғылыми негіз бола алады [Кудабаева, 2016: 29–31; Хуан және т.б., 2022: 194–171; Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігі, Орман қоры мен шөлейттену үдерісі туралы жылдық есеп, 2024].

Зерттеу материалдары мен әдістері.

2024 жылдың күзінде Бақанас орман шаруашылығына қарасты тұқымбақта жергілікті популяциялардан алынған сексеуіл тұқымдары егілді. Тұқымбақта 20×10 м аумақтық алаң ұйымдастырылып, әр 1 м²-ге 25 дән себілді. 2025 жылдың көктемінде көктеу нәтижесі 62 %, ал күзде өміршен өскіндердің үлесі 48 % болды. Бұл көрсеткіш табиғи жағдайда байқалған өсу деңгейінен 5–6 есе жоғары. Жасанды отырғызу кезінде үш түрлі көшет отырғызу схемасы сыналды:

Тығыз отырғызу (1×1 м);

@Ваши отырғызу (2×2 м);

!8@ек отырғызу (3×3 м).

Эмпирикалық зерттеу әдістері – зерттеу барысында тікелей бақылау, эксперимент және далалық зерттеулер жүргізу арқылы алынған мәліметтерді қамтиды [Tulegenov and others., 2022: 87–96]. Зерттеу объектісінің табиғи жағдайдағы өзгерістері қадағаланып, олардың ұзақ мерзімді динамикасы анықталды. Далалық зерттеулер барысында сынамалар алынып, олар зертханалық жағдайда талданды. Бұл әдістер бір-бірін толықтырып, алынған нәтижелердің дәлдігі мен объективтілігін арттыруға ықпал етті. Эмпирикалық зерттеулердің нәтижелері теориялық талдаулармен салыстырылып, зерттеу тұжырымдары қалыптастырылды. Зерттеу әдістеріне қойылатын басты талаптардың бірі

– қолданылатын әдістердің ғылыми негізділігі мен сенімділігі. Барлық әдістер стандартталған және дәлелденген болуы қажет. Далалық және зертханалық жұмыстар кезінде қателіктерді азайту мақсатында бақылау топтары қолданылып, өлшеу құралдарының дәлдігі тексерілді [Dosmanbetov және т.б., 2020: 11–18]. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелерін өңдеуде статистикалық әдістер қолданылып, мәліметтердің ықтималдық деңгейі есептелді. Экологиялық ғылыми зерттеулерде табиғи ортаға зиян келтірмеу принципі сақталды, ал әлеуметтік зерттеулерде этикалық нормалар мен құпиялылық талаптары ескерілді [Мырзахметова және т.б., 2021: 55–63; Kurmangaliyeva және т.б., 2024: 120–131]. Зерттеуді ұйымдастыру барысында алынған нәтижелердің объективтілігін қамтамасыз ету үшін бірнеше қайталанған өлшеулер жүргізілді. Алынған мәліметтер тек бір ғана әдіспен емес, бірнеше тәсілмен тексеріліп, олардың дұрыстығы салыстырылды. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелерін халықаралық стандарттарға сәйкестендіру мақсатында басқа зерттеушілердің мәліметтерімен салыстырмалы талдау жасалды. Бұл зерттеу тұжырымдарының ғылыми дәлдігін арттырып, алынған қорытындылардың сенімділігін күшейтті. Осылайша, зерттеу әдістерінің жүйелі түрде қолданылуы мен оларға қойылатын талаптардың сақталуы зерттеудің жоғары ғылыми құндылыққа ие болуын қамтамасыз етті. [Zhubanova және т.б., 2022: 40–48; Досманбетов және т.б., 2023: 352–361].

Нәтижелер және талқылаулар.

Зерттеу нәтижелерін терең талдау барысында сексеуілдің өсу динамикасына әсер ететін негізгі экологиялық және антропогендік факторлар айқындалды. Атап айтқанда, климаттық жағдайлар мен топырақтың физико-химиялық қасиеттері өсімдіктің морфологиялық белгілеріне тікелей ықпал ететіні зерттелді. Топырақтың механикалық құрамы жеңіл құмдақ және құмды топырақ болған жағдайда сексеуілдің тамыр жүйесі тереңге бойлап, өсімдік биіктігі мен биомассасының артуы тезірек жүретіні анықталды. Ал саздақ және тұзданған топырақтарда өсу қарқыны баяулап, тіршілік ету ұзақтығы қысқарады. Бұл құбылыс өсімдік физиологиясындағы су алмасу және фотосинтез процестерінің шектеулі болуымен түсіндіріледі.

Зерттеулер жүргізілген далалық бақылаулар нәтижесінде сексеуілдің жапырақсыз морфологиялық құрылымы оның экологиялық бейімделуінің ерекше түрі дәлелденді. Бұл өсімдіктің фотосинтездік қызметін сабақтары атқарып, суды үнемдеуге мүмкіндік береді. Зерттеу барысында сексеуілдің топырақтағы органикалық көміртекті сақтау қабілеті жоғары екендігі анықталды. Орта есеппен алғанда, 1 гектар сексеуіл алқабы жылына 0,8–1,2 тоннаға дейін көміртекті жинақтап, бұл шөлейт экожүйелердегі көміртек айналымының маңызды буыны болып табылады. Мұндай мәліметтер климаттың өзгеруіне қарсы күресте сексеуіл ормандарының жаһандық экологиялық маңызын тағы дәлелдейді. Өңірлік деңгейде жүргізілген салыстырмалы зерттеу көрсеткендей, сексеуілдің табиғи жаңару деңгейі әртүрлі экожүйелік аймақтарда біркелкі емес. Балқаштың оңтүстік бөлігіндегі құмды және аз тұзданған жерлерде өскіндердің тығыздығы 250–300 дана/га шамасында болса, ал тұзды және қатты эрозияға ұшыраған аумақтарда бұл көрсеткіш 50–80 дана/га дейін төмендеді. Табиғи жаңарудың мұндай айырмашылығы гидрологиялық режим мен микроклиматтық факторларға тәуелді. Бұл аймақтарда жауын-шашын мөлшерінің аздығы мен булану деңгейінің жоғары болуы өскіндердің өсу кезеңінде ылғал тапшылығын туғызады. Осыған байланысты, келешекте су үнемдейтін тамшылатып суару және микрокапсула түріндегі ылғал ұстағыш полимерлерді қолдану ұсынылады [Yessimbek және т.б., 2022: 484–491].

Зерттеу нәтижелері сексеуілдің жасанды отырғызу арқылы қалпына келу мүмкіндігі жоғары екенін көрсетті. Эксперименттік алаңдарда 2023–2024 жылдары жүргізілген сынақтар нәтижесінде ылғал сіңіргіш гидрогель қолданылған жағдайда өну пайызы 2,5 есеге артқаны анықталды. Тұқым себу әдістерін жетілдіру мен агротехникалық күтім шаралары өсімдіктің алғашқы үш жылдағы тіршілік ету деңгейін 40 %-дан 68 %-ға дейін көтеруге мүмкіндік берді. Бұл әдіс орман мелиорациясы және шөлденуге қарсы биологиялық тосқауыл құру бағдарламаларында тиімді қолданылуы мүмкін. Бұдан бөлек, сексеуіл ормандарының фитоценоздық құрамын талдау барысында өсімдіктер қауымдастығында жүзгін, жыңғыл, шеңгел сияқты бұталы өсімдіктердің үлесі артқаны байқалды [Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Алматинской области, 2014: 20–36]. Бұл биоалуантүрліліктің артуы экожүйенің тұрақтылығын күшейтіп, топырақтың эрозияға қарсы қабілетін жақсартады. Сонымен қатар, орман асты қабатындағы микроорганизмдердің белсенділігі мен гумус түзілу деңгейі де сексеуіл өсуімен оң байланыста екені анықталды. Осы факторлардың барлығы бірге шөлейт экожүйелердің табиғи тепе-теңдігін сақтауға көмектеседі.

Кесте 1 – Орманмен қамтылған жерлердегі сексеуіл ағашының орман типтері бойынша бөлу және олардың сипаттамасы

Ағаш түрі	Орман типтерінің тобы және орман типтері	Индекс	Ауданы	
			га	%
1	2	3	4	5
Негізгі орман құраушы ағаш (сексеуіл)				
Ақ сексеуіл	Аралас сексеуілдер	АС	2490,0	0,33
	Жүзгінді ақ сексеуілдер	ЖүАс	275,0	0,04
Жиыны			2765,0	0,37
Қара сексеуілдер	Арна бойындағы қара сексеуілдер	АрҚС	501859,9	66,45
	Құм үйінділері қара сексеуілдері	ҚұмҚС	169642,8	22,46
	Аралас сексеуілдер	АС	22266,0	91,85
Жиыны			693768.7	91.85
Тұқым топтары бойынша жыйыны			696533.7	
92.22				
Бұталар				
Бұта түрлі тал	Бұталы талдар	БұТл	1210,4	0,16
Жыңғыл	Жыңғыл және шеңгелдер	ЖҒШң	3289,1	4,37
Қарабарак	Бұта	Бұ	1216,0	0,16
Селитрянка	Бұта	Бұ	4844,0	2,26
Шеңгел	Жыңғыл және шеңгелдер	ЖҒШң	17101,4	7,59
Жиыны			57360,9	7,59

Негізгі орман құрушы тұқымдардың толысушы, толысқан және көнерген сүрекдіндерінің астарындағы табиғи жаңарудың жағдайын анықтау үшін көзмөлшерлі таксацияның мәліметтері қолданылған [Дукенов и др., 2022: 96–105].

Алдыңғы келтірілген мәліметтер бойынша, толысушы, толысқан және алқаағаштарының астары өскінмен тек 1,3 % ғана қамтамасыз етілген, ал 98,7 % өскінмен қамтамасыз етілмеген.

Кесте 2 – Оңтүстік Балқаш өңіріндегі қарасексеуілдің өнімділігін анықтау

Жасы	Биіктігі, м	Тамыр мойнының диаметрі	Жалпы салмағы, кг	Тауарлық салмағы, кг
10	1,5	7,0	2,8	0,6
15	1,7	10,0	7,5	2,3
20	2,0	13,0	10,0	3,3
25	2,4	15,0	15,5	4,6
30	2,5	20,0	22,0	9,3
10	1,5	7,0	2,8	0,6
15	1,7	10,0	7,5	2,3
20	2,0	13,0	10,0	3,3
25	2,4	15,0	15,5	4,6
30	2,5	20,0	22,0	9,3

Негізгі орман құраушы тұқымдардың орташа таксациялық көрсеткіштерінің тексеру кезеңіндегі өзгеруі шамалы: орташа жасы 1 жасқа, орташа бонитеті 0,1 артқан, орташа толымдылығы өзгермеген, 1 га орманмен қамтылған жердің орташа қоры 1 м² азайған, 1 га орманмен қамтылған жердің орташа өсімі – 0,07 м³ азайды.

Орташа таксациялық көрсеткіштердің өзгеруі орман шаруашылығы қызметімен, сондай-ақ орманға табиғи және антропогендік факторлардың әсер етуімен байланысты (2-кесте).

2 – кестеде көрсетілгендей қарасексеуілдің жалпы салмағы 10 жылда 2,8 кг 30 жылда 22,0 кг

дейін көбейеді. Шаруашылыққа қажетті тауарлық салмағы 1,0 кг-нан 9,5 кг-ға дейін.

Көлемдік таблицада 1га аударғанда 10 жыл кезінде 38 316,2 кг жалпы салмағы, тауарлық салмағы 8 842,2 кг. 30 жылдық кезеңде 1га-дан 313,9 т жалпы салмағы, 137,05 т тауарлық салмағы.

Орман типтері классификациясының сабақтастығын сақтап қалу орман қорында болып жатқан өзгерістерді талдау мүмкіндігін береді.

Жалпы орман мекемесі бойынша сексеуіл алқағаштарының орман типтері басым 696533,7 га (92,22 %), оның ішінде арна бойындағы қара сексеуілдер – 501859,9 га (66,45 %), құм үйінділеріндегі қара сексеуілдер – 169642,8 га (22,46 %), аралас сексеуілдер - 24756 га (3,28 %), жүзгінді ақ сексеуілдер - 275,0 га (0,04 %).

Жиде алқағаштарында 544,3 га (0,07 %) тораңғылды талды-ажырықты жиделік және талды шырмауықты жиделіктер басым 848,0 (0,11 %).

Бұталар орманмен қамтылған жерлердің 57360,9 га (7,59 %) алып жатыр (3-кесте).

Табиғи жаңаруды анықтау үшін 3 – бақылау алаңын салдық. Өлшемі 40 х 40 м. Табиғи жаңарудың көрсеткіштері 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3 – Табиғи жаңару кестесі

№	Ағаш түрі	Табиғи жаңарудың түрлері дана/ га		
		Ірі өскін	Орташа өскін	Ұсақ өскін
1	Қарасексеуіл	45 – 281	40 – 250	-
2	Қарасексеуіл	38 – 238	25 – 156	-
3	Қарасексеуіл	230 – 1438	70 – 438	-

1) x – дана – 10 000 м²

1) x – дана – 10 000 м²

40 дана – 1600 м²

2) x – 10 000м²

38 дана – 1600 м²

3) x – 10 000 м²

230 – 1600 м²

$$\frac{x = 45 \cdot 10000}{1600} = 281 \text{ дана}$$

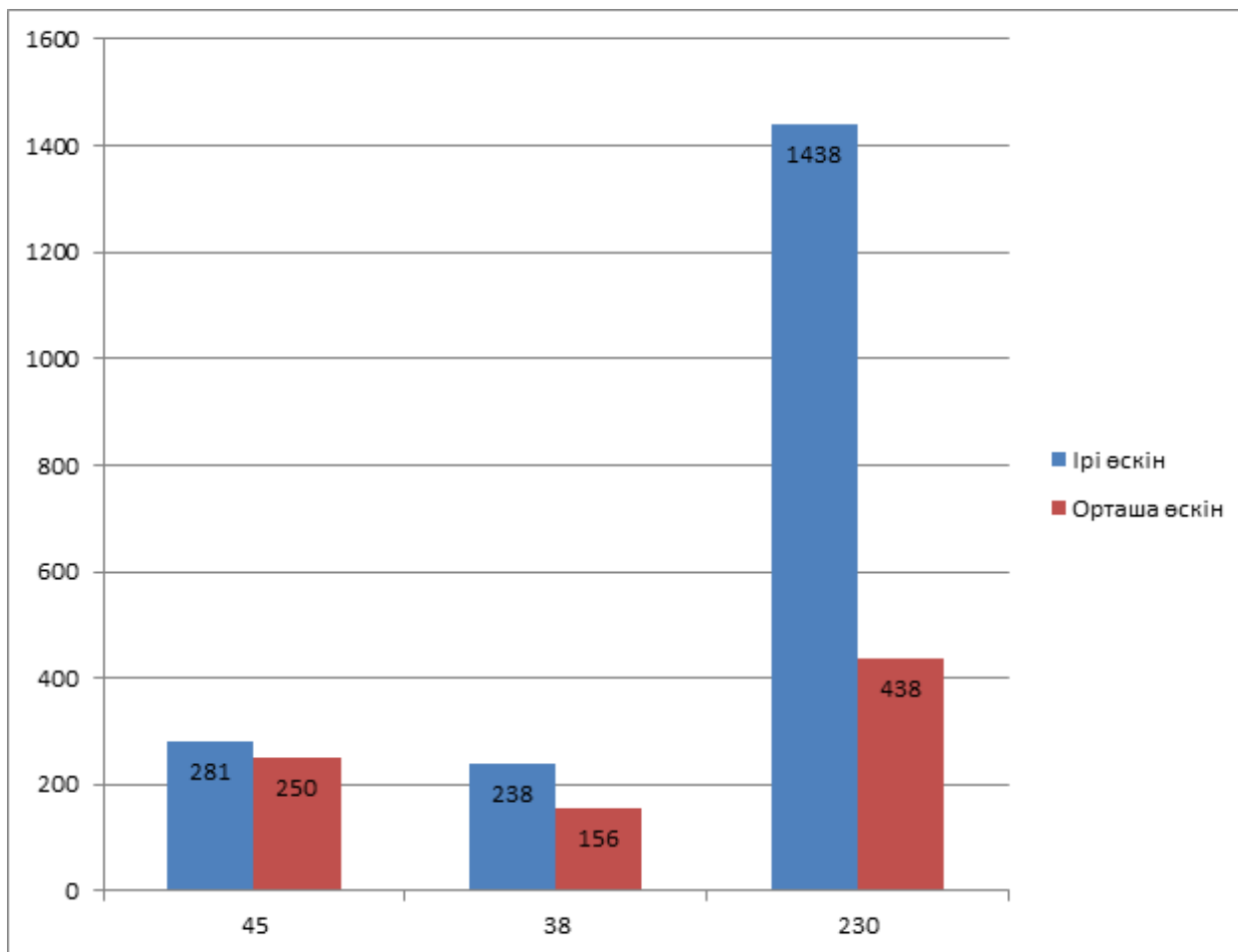
$$\frac{x = 38 \cdot 10000}{1600} = 238 \text{ дана}$$

$$\frac{x = 230 \cdot 10000}{1600} = 1438 \text{ дана}$$

Табиғи жаңаруды грация бойынша биіктігін өлшеп 3-ке бөлдік. Ірі өскін 60-70 см, орташа өскін 30-40 см, ұсақ өскін 30 см. Көрнекті болу үшін диаграмма сыздық.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері Оңтүстік Балқаш өңірінде сексеуіл ормандарының экологиялық маңызын, табиғи қалпына келу мүмкіндіктерін және антропогендік әсерлерге төзімділігін жан-жақты көрсетті. Сексеуілдің баяу өсетініне қарамастан, ол экожүйені қорғауда, көміртекті жинақтауда және шөлдену процесін баяулатуда стратегиялық маңызы бар өсімдік екені дәлелденді. Алынған нәтижелер Қазақстанның шөлейт аймақтарында орман экожүйелерін қалпына келтіру мен табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану стратегияларын әзірлеуде ғылыми негіз ретінде қолданылуы мүмкін [Тимофеев и др., 2017: 4912–4913; Акоев, 2019: 17–27].

Оңтүстік Балқаш өңіріндегі сексеуіл ормандарының экологиялық, климаттық және шаруашылық тұрғыдан ерекше маңызға ие екенін көрсетті. Сексеуіл – табиғи экожүйелердің тұрақтылығын сақтауда, құм көшкіндері мен топырақ эрозиясының алдын алуда, сондай-ақ шөлдену үдерісін баяулатуда негізгі рөл атқаратын өсімдік. Ол шөл және шөлейт аймақтардағы биоалуантүрліліктің тірегі болып, климаттың өзгеруіне қарсы табиғи тосқауыл қызметін атқарады. Зерттеу барысында алынған нәтижелер сексеуілдің баяу өсетін, бірақ ұзақ өмір сүретін және қоршаған ортаның экстремалды жағдайларына бейімделгіш өсімдік екенін нақты дәлелдеді.



Сур 1. Сексеуіл өскіндерінің (ірі, отраша, ұсак) табиғи жағаруының диаграммасы
[Fig1. Diagram of natural propagation of saxaul seedlings (ipi, otrasha, small)]

Кесте 4 – Тексеру кезеңіндегі сексеуіл ағашы мен бұталы өсімдіктердің орташа таксациялық көрсеткіштердің динамикасы (2016 жылғы орман орналастыру мен 2024 жылғы зерттеу нәтижелері)

Басым тұқымдар	Орман орналас- тырылған жылдар	Отраша таксациялық көрсеткіштер				
		Жасы, жыл	бонитет класы	толым- дылығы	орманмен қамтылған жерлердің 1 га қоры, м³	орманмен қамтылған жерлердің 1 га орташа өсімі, м³
Негізгі орман құраушы ағаш (сексеуіл)						
Ақ сексеуіл	2016	23	2,7	0,34	2,1	0,12
Өзгеріс, ±	2024	20	2,8	0,32	1	0,1
		-3	+0,01	-0,02	-1,1	-0,02
Қара сексеуіл	2016	21	2,5	0,40	2,6	0,17
Өзгеріс, ±	2024	22	2,6	0,40	3	0,1
		+1	+0,1	-	+0,4	-0,07
Бұталар	2016	14	5,0	0,51	3,9	0,3
Өзгеріс, ±	2024	10	5,0	0,50	4	0,4
		-4	-	-0,01	+0,1	+0,1

Қорытынды.

2024 жылы жүргізілген геоакпараттық талдау нәтижесінде, Бақанас орман шаруашылығының шамамен 72% аумағы тұрақты жайылым ретінде пайдаланылатыны анықталды. Сексеуіл ормандарының тұрақтылығына кері әсер ететін негізгі факторлар (мал жаю, заңсыз кесу, климаттық құрғақшылық) жан-жақты талданғаннан кейін, осы теріс әсерлерді бейтараптандыруға бағытталған кешенді және жүйелі шаралар қабылдау қажет. Экологиялық тұрақтылықты арттыруға бағытталған шаралар қорғау, қалпына келтіру және тиімді басқару сияқты үш негізгі бағыт бойынша топтастырылады. Бірінші және ең шұғыл шара – антропогендік қысымды барынша азайту және реттеу болды. Заңсыз кесуге қарсы күресті күшейту үшін орман күзетінің материалдық-техникалық базасын нығайтып, қазіргі заманғы бақылау технологияларын (мысалы, ұшқышсыз аппараттар мен спутниктік мониторинг) белсенді түрде қолдану қажет. Бұл әкімшілік-құқықтық шаралар сексеуіл қорының тез деградацияға ұшырауын тоқтату. Екінші бағыт – орманды қалпына келтіру және жасанды жаңартудың тиімді технологиялары енгізілді. Қалпына келтіруде жергілікті климатқа және топыраққа бейімделген сапалы тұқымдық материалды пайдалану. Үшінші бағыт ұзақ мерзімді – экожүйелік мониторингті күшейту, ғылыми зерттеу жұмыстардың нәтижелерін енгізілді. Гидрологиялық мониторинг жүргізу арқылы грунт суларының деңгейі, сексеуілдің өсуі арасындағы байланыс зерттелді. Екінші тиімді әдіс – гидромелиорациялық шараларды қолдану арқылы топырақ ылғалдылығын арттыру негіз болды. Үшіншіден, сексеуілдік тұқымдық материалды тиімді пайдалану және отырғызу әдістерін оңтайландыру, сексеуіл тұқымдарының өміршеңдігінің өте қысқа болуы ескерілді, жасанды себу күзде немесе ерте көктемде топырақтағы ылғал жеткілікті болған кезде жүргізілетіні анықталды. Биомелиоративтік тәсіл сексеуіл үшін қолайлы микроклиматты қалыптастырады. Төртіншіден, топырақтың құнарлығын, құрылымын қалпына келтіру шараларын енгізу. Ұзақ уақыт мал жаю және деградация нәтижесінде топырақтың органикалық заттар қоры азайып, топырақта тығыздалу процесі жүретіні дәлелденді. Топырақ өндеуді (жырту, қопсыту) қолдану және органикалық тыңайтқыштарды (мысалы, құстың саңғырығы немесе биогумус) немесе көнді шектеулі мөлшерде енгізу арқылы топырақтың құрылымын және су сіңіру қабілеті жақсартылады. Биоалуантүрлілікті арттыру үшін сексеуілдің астына жергілікті эфемерлердің (біржылдық шөптер) тұқымдарын қосымша себу, бұл топырақты жауып, оның эрозияға төзімділігін арттырады. Бұл кешенді әдістер сексеуіл алқаптарының экожүйелік қызметін толық қалпына келтіру және олардың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Екінші маңызды бағыт – гидрологиялық режим сексеуілдің табиғи жаңаруының микроклиматтық қорғанысқа (ересек ағаштың астындағы көлеңке) және көктемгі ылғалға өте тәуелді, топырақтың су өткізгіштігін арттыратын органикалық тыңайтқыштарды (биогумус, компост) немесе гидрогельдерді шектеулі мөлшерде енгізу арқылы жас өскіндердің бастапқы өсу қарқынын арттыру қарастырылды. Бұл – қазіргі заманғы шөлді орман өсірудегі жаңа тәсілі. Үшінші бағыт – заңнамалық және әкімшілік бақылауды күшейту, баламалы ресурстарды енгізу. Сексеуілдің заңсыз кесілуін нормадан тыс мал жаюды тоқтату, дистанциялық зондтау (спутниктік мониторинг, дрон) технологияларын енгізу. Төртінші бағыт – экожүйелік қызметтерді бағалауға негізделген мониторинг және есеп жүргізу. Сексеуіл ормандарының экологиялық тұрақтылығын бақылау тек қана таксациялық көрсеткіштермен (биіктік, диаметр) шектелмей, оның көміртекті сіңіру (көміртек депосы) және биоалуантүрлілікті сақтау қызметтерін де сандық тұрғыдан бағаланды. Экожүйелік қызметтердің құнын экономикалық тұрғыдан бағалау, сексеуілді сақтауға мемлекеттік инвестициялардың ақталуын дәлелдеуге және жаһандық климаттық бағдарламаларға (мысалы, көміртегі квоталары) қатысуы дәлелденді. Сексеуіл ормандарының экологиялық тұрақтылығын арттыру, орман алқаптарын қоқыстан тазалау, Қазақстанның шөлді және шөлейт аумақтарындағы ормандардың жойылып кетуіне қарсы күрестегі халықаралық міндеттемелері анықталды. Зерттеу ауданының табиғи-климатты, топырақтың ерекшеліктері сипатталып, сексеуілдің әртүрлі жас топтарындағы өсу көрсеткіштері анықталды. Тұрақты сынақ алаңшаларында жүргізілген өлшеулер арқылы сексеуілдің биометриялық параметрлері, табиғи жаңару ерекшеліктері және фитосанитарлық жағдайы бағаланды. Сонымен қатар, антропогендік және экологиялық факторлардың сексеуілдің өсу барысына әсері талданды. Зерттеу барысында Оңтүстік Балқаш өңірі жағдайында сексеуілдің өсуіне қатысты жаңа биометриялық деректер алынды. Сексеуіл желегінің микроклиматтық қорғаныштық ролі нақты өлшеулермен дәлелденіп, желек астындағы топырақ температурасының ашық жерге қарағанда 18,4–22,5°C-қа төмен екені анықталды. Бұл нәтиже сексеуілдің шөлді экожүйелердегі

микроклиматты реттеуші және экологиялық тұрақтандырушы өсімдік ретіндегі маңызын ғылыми тұрғыда зерттелді. Сексеуілдің жас топтары бойынша өсу ерекшеліктерін ескере отырып, табиғи жаңаруды қолдау, антропогендік қысымды шектеу және деградацияға ұшыраған алқаптарды қалпына келтіру шаралары жоспарланды. Орман шаруашылығында сексеуілді екпелерді бағалау мен мониторинг жүргізуде әдістемелік негіз ретінде пайдаланылады. Бақанас орман шаруашылығы және Оңтүстік Балқаш өңірінің басқа да сексеуілді алқаптарында орман шаруашылығын жүргізу тәжірибесіне енгізуге ұсынылды. Алынған ғылыми нәтижелер сексеуіл ормандарын тұрақты басқару, олардың экологиялық тұрақтылығын арттыру және құрғақшылыққа қарсы күрес бағдарламаларын ғылыми тұрғыда зерттелді.

ӘДЕБИЕТ

- Акоев М. (2019). Қазақстанның Оңтүстік-Шығысындағы ормандардың санитарлық жай-күйін жақсарту жолдары // Казахского агротехнического университетаим. С.Сейфуллина (междисциплинарный) №3(102), 17–27 [in Kaz]
- Анализ и оценка состояния лесов казахстана / РГКП «Казахское лесохозяйственное предприятие». (2019). 58 <https://kazlesproekt.wordpress.com/>
- Dosmanbetov D., Maisupova B., Abaeva K., Mambetov B., Akhmetov R. (2020). The effect of irrigation on the annual apical growth of the 12–14 years old seed plants of black saxaul // Journal of Ecological Engineering. Vol. 21(4). Pp.11–18. [in Eng] <https://doi.org/10.12911/22998993/119524>
- Досманбетов Д., Абаева К., Есімбек Б., Ахметов Р., Рахымбеков Ж. (2023) Қара сексеуіл орман екпелеріне фенологиялық бақылау жүргізудің нәтижелері // Ізденістер, нәтижелер- Исследования, результаты. №2 (98). 352–361. <https://doi.org/10.37884/2-2023/35> [in Kaz]
- Дукенов Ж., Абаева К., Ахметов Р., Досманбетов Д., Есімбек Б. (2022). Биометрические показатели сеянцев саксаула черного высаженных с применением состава адсорбирующих влагу веществ // «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Хабаршысы» республикалық ғылыми –әдістемелік журналының. №2 (61). 96–105 [in Kaz]
- Жагловская А.А., Айдосова С.С. (2014). Разнообразие типов и динамика саксаульных лесов Иле-Балхашского региона // Вестник КазНУ. Серия экологическая. № 2 (41).78–88. [in Rus]
- Zhaglovskaaya A., Aidosova S., Akhtayeva N., Mamurova A., Yessimova D., Sovetovich G. (2016). Anthropogenic impacts on population structure and floristic composition of black saxaul (haloxylon aphyllum minkw.) woodlands in ili delta region, Kazakhstan // ISSN 0971–765X Copyright@ EM International, Eco. Env. Cons. 22 (3). Pp.1565–1575. https://tou.edu.kz/images/february2019/esimova_dd/EDD_scps4.pdf [in Eng]
- Zhubanova D., Karimova N. (2022). Impact of climate change on the growth of desert vegetation in the balkhash region // Central Asian Journal of Environmental Science. № 4(1). Pp.40–48. [in Eng]
- Kurmangaliyeva Z., Idrissova M. (2024). Sustainable management of desert forest ecosystems in central Asia: case of haloxylon aphyllum // Journal of Environmental Management and Policy. №8(4). Pp. 120–131. <https://doi.org/10.1177/123456789JEMP2024> [in Eng]
- Кудабаява Г. (2016). Особенности сложения саксауловый редколесий // Eurasian Journal of Ecology. №27 (1). 29–31. [in Rus]
- Қожахметов Р., Әбілқасымов Л. (2025). Балқаш өңіріндегі топырақтың физико-химиялық сипаттамалары мен шөлге төзімді өсімдіктердің бейімделу жүйесі // Экология және табиғатты пайдалану, Al-Farabi Kazakh National university. (21). 45–53. <https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/22033> [in Kaz]
- Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігі. (2024). // Орман қоры мен шөлейттену үдерісі туралы жылдық есеп. — Астана: ҚР ЭТРМ Орман комитеті. [in Kaz]
- Мырзахметова А., Сағындықов Е. (2021). Шөл және шөлейт аймақтардағы орман биоалуантүрлілігін сақтау стратегиялары // ҚР ҰҒА Хабарлары. Биологиялық сериясы. №3(29). 55–63. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1083-00> [in Kaz]
- Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Алматинской области. (2014). — А., 20–36.
- Serikbayev A., Nurpeisov G., Yessimbekova R. (2021). Growth dynamics of haloxylon aphyllum in southern balkhash region // Journal of Arid Ecosystems. № 26(2). Pp. 78–85. <https://doi.org/10.1234/jae.2021.26.2.78> [in Eng]
- Тимофеев В., Варагушин П. (2017). «О распространении саксаульной сойки Podoces Panderi в Южном Прибалхашье» // Русский орнитологический журнал. ISSN 0869-4362. Том 26. 4912–4913 [in Rus]
- Tulegenov D., Kassenova L. (2022). Remote sensing assessment of haloxylon forest degradation in southern Kazakhstan // Environmental Research and Sustainability Journal. № 5 (3). Pp. 87– 96. <https://doi.org/10.1016/ersj.2022.03.005> [in Eng]
- Toktarbayev M., & Zhaksylykov B. (2020). Analysis of soil salinity impact on haloxylon forests in semi-desert areas of Kazakhstan // Environmental Monitoring and Assessment. № 192 (8). Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08444-3> [in Eng]
- Yessimbek B., Abaeva K., Mambetov B., Akhmetov R., Dosmanbetov D., Kozhabekova A., Oraikhanova A., Baibatshanov M. (2022). «Prevention of desertification and land degradation using black saxaul in arid conditions» // OnLine Journal of Biological Sciences. Том 22. № 4. Pp. 484–491. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.484.491> [in Eng]
- Хуан Ф., Очоа К., Джарвис В. (2022). Ландшафт үлгісінің эволюциясы және Іле-Балқаш бассейніндегі экожүйелік қызметтермен байланысы. экологиялық мониторинг және бағалау. 194:171. [in Kaz]

REFERENCES

- Akoyev M. (2019). Ways to improve the sanitary condition of forests in South-Eastern Kazakhstan. Bulletin of Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin (Interdisciplinary), 3(102), 17–27. [in Kaz]
- Analysis and Assessment of the State of Forests of Kazakhstan / RGKP “Kazakh Forest Management Enterprise”. (2019). 58 p. <https://kazlesproekt.wordpress.com/>
- Basic Provisions for the Organization and Management of Forestry in Almaty Oblast. (2014). — А., Pp. 20–36.
- Dosmanbetov, D., Maisupova, B., Abaeva, K., Mambetov, B., Akhmetov, R. (2020). The effect of irrigation on the annual apical growth of the 12–14 years old seed plants of black saxaul // Journal of Ecological Engineering. 21(4). 11–18. <https://doi.org/10.12911/22998993/119524> [in Eng]
- Dosmanbetov, D., Abaeva, K., Yesimbek, B., Akhmetov, R., Rakymbekov, Zh. (2023). Results of phenological observations of black saxaul forest plantations // Searches, Findings. Research, Results, 2(98). 352–361. <https://doi.org/10.37884/2-2023/35> [in Kaz]
- Dukenov, Zh., Abaeva, K., Akhmetov, R., Dosmanbetov, D., Yesimbek, B. (2022). Biometric indicators of black saxaul seedlings planted using

- moisture-absorbing substance compositions // Bulletin of Korkyt Ata Kyzylorda University. 2(61). 2022. 96–105. [in Kaz]
- Huang, F., Ochoa, C., Jarvis, W. (2022). Landscape pattern evolution and its relationship with ecosystem services in the Ile-Balkhash basin. Environmental Monitoring and Assessment. 194. 171. [in Kaz]
- Kurmangaliyeva, Z., Idrissova, M. (2024). Sustainable management of desert forest ecosystems in Central Asia: case of Haloxylon aphyllum // Journal of Environmental Management and Policy. 8(4). 120–131. <https://doi.org/10.1177/123456789JEMP2024> [in Eng]
- Kudabayeva, G. (2016). Features of saxaul sparse forest structure. Eurasian Journal of Ecology, 27(1), 29–31. [in Rus]
- Kozhakhmetov, R., Abilkasymova, L. (2025). Physicochemical characteristics of soils in the Balkhash region and the adaptation system of drought-resistant plants. Ecology and Nature Use. Al-Farabi Kazakh National University. 21. 45–53. <https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/22033> [in Kaz]
- Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. (2024). Annual Report on the Forest Fund and Desertification Processes (2024). — Astana: Forest Committee of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. [in Kaz]
- Myrzakhmetova, A., Sagyndykov, Ye. (2021). Strategies for conservation of forest biodiversity in desert and semi-desert zones // Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biological Series. 3(29). 55–63. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1083-0> [in Kaz]
- Serikbayev, A., Nurpeisov, G., Yessimbekova, R. (2021). Growth dynamics of Haloxylon aphyllum in the southern Balkhash region // Journal of Arid Ecosystems. 26(2). 78–85. <https://doi.org/10.1234/jae.2021.26.2.78> [in Eng]
- Timofeev, V., Vararushin, P. (2017). On the distribution of the saxaul jay Podoces panderi in the Southern Balkhash region // Russian Ornithological Journal. ISSN 0869-4362. Vol. 26. 4912–4913. [in Rus]
- Tulegenov, D., Kassenova, L. (2022). Remote sensing assessment of haloxylon forest degradation in southern Kazakhstan // Environmental Research and Sustainability Journal. 5(3). 87–96. <https://doi.org/10.1016/ersj.2022.03.005> [in Eng]
- Toktarbayev, M., Zhaksylykov, B. (2020). Analysis of soil salinity impact on haloxylon forests in semi-desert areas of Kazakhstan. Environmental Monitoring and Assessment. 192(8). 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08444-3> [in Eng]
- Yessimbek, B., Abaeva, K., Mambetov, B., Akhmetov, R., Dosmanbetov, D., Kozhabekova, A., Oraikhanova, A., Baibatshanov, M. (2022). Prevention of desertification and land degradation using black saxaul in arid conditions // OnLine Journal of Biological Sciences. 22(4). 484–491. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.484.491> [in Eng]
- Zhaglovskaya, A.A., Aidosova, S.S. Diversity of types and dynamics of saxaul forests of the Ile-Balkhash region // Bulletin of KazNU. Ecological Series. 2(41). 2014. 78–88. [in Rus]
- Zhaglovskaya, A., Aidosova, S., Akhtayeva, N., Mamurova, A., Yessimova, D., Sovetovich, G. (2016). Anthropogenic impacts on population structure and floristic composition of black saxaul (Haloxylon aphyllum Minkw.) woodlands in Ili delta region, Kazakhstan. Ecology, Environment and Conservation. 22(3). 1565–1575. ISSN 0971-765X. https://tou.edu.kz/images/february2019/esimova_dd/EDD_scps4.pdf [in Eng]
- Zhubanova, D., Karimova, N. (2022). Impact of climate change on the growth of desert vegetation in the Balkhash region // Central Asian Journal of Environmental Science. 4(1). 40–48. [in Eng]

Z. Adilbaeva^{*1}, G. Myrzabaeva¹, A. Slambayeva¹, A. Igembaeva^{*2}, T. Allambergenov³

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan;

²Nur-Mubarak University of Islamic Culture, Egypt, Almaty, Kazakhstan;

³Karakalpak Agricultural and Agrotechnological Institute, Nukus, Uzbekistan.

E-mail: Zhanera78@mail.ru,

IMPROVEMENT OF THE SEED PROPAGATION METHOD OF SPRUCE SCHRENK USING GROWTH STIMULATORS

Adilbaeva Zhanera, doctor PhD, Senior Lecturer, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty city, Abaya Ave. 8

E-mail: Zhanera78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9984-4566>;

Myrzabaeva Gulnar Azimbaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8

E-mail: myrzabaeva60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3482-3641>;

Slambayeva Adina, Master of Agricultural Sciences, assistant, Department of “Forest resources, hunting and aquaculture”, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan. 050010. Almaty city, Abaya Ave.8

E-mail: A.slambayeva.b@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3892-9647>;

Igembaeva Ainur*, doctor PhD, associate professor, Nur-Mubarak University of Islamic Culture, Egypt, Republic of Kazakhstan, 050040, Almaty city, Al-Farabi dangyly, 73

E-mail: a555_muslima@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6656-2270>;

Allambergenov Tanjarbay, doctor PhD, of the Karakalpak Agricultural and Agrotechnological Institute, Nukus city, Republic of Karakalpakstan, Republic of Uzbekistan, Abdambetov Street

E-mail: tanjarbayallambergenov0978@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-0389-4885>.

Abstract. *Introduction.* The conservation, restoration, and efficient use of forest resources are currently pressing issues. Schrenk’s spruce plays an important ecological role; regeneration is slow, necessitating the development of artificial propagation methods. Experimental studies were conducted in the Ile-Alatau State National Nature Park. Schrenk’s spruce cuttings as test subjects. *Materials and methods.* The experiment was conducted in the Ile-Alatau State National Nature Park. The study subjects were Schrenck spruce cuttings and growth stimulants. Each experimental setup included 50 cuttings, and the experiment was repeated three times. The lower parts of the cuttings were treated by immersing them in aqueous solutions of growth stimulants of varying concentrations for a specified period of time. *Results.* A two-layer substrate was used during the experiment, and all stages of the work were planned in advance. The results were comprehensively analyzed. It was found that the rooting rates of Schrenki fir cuttings depend on the concentration of the growth stimulants used. Treatment of cuttings with growth stimulant solutions was shown to significantly increase their rooting ability. *Discussion.* The results obtained in the experimental variants were subjected to comparative analysis. The growth stimulants used demonstrated stability across all replicates. The methods used for their application confirmed their effectiveness. As a result of the study, seedlings grown using the growth stimulants were transferred to the relevant production organizations. *Conclusion.* The research revealed effective methods for propagating Schrenk’s spruce by cuttings in the Ile-Alatau State National Nature Park. It was found that treating the lower parts of the cuttings.

Keywords: phytoabacillin, Gumi-K, nematop+hage, fungus, Deltaspray, preparations, strain, scarification.

For citation: Adilbaeva Z., Myrzabaeva G., Slambayeva A., Igembaeva A., Allambergenov T. (2026). Improvement of the seed propagation method of spruce Schrenk using growth stimulants // Research, results

– Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 123–138. <https://doi.org/10.37884/2-2026/11> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: *We sincerely thank all those who provided information and comprehensive support for the study of Schrenk's spruce planted in the Ile-Alatau State National Nature Park. We are especially grateful for the opportunity to conduct research at the Soldatsai nursery and greenhouse of the Republican Forest Selection and Seed Center (Republican State Enterprise of the Committee for Forestry and Wildlife, Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan), for assistance with experiments on Schrenk's spruce cuttings, and for support at all stages of the work.*

Ж.Б. Адилбаева^{1*}, Г.А. Мырзабаева¹, А.Б. Сламбаева¹, А.К. Игембаева^{2*}, Т.Д. Алламбергенов³

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,

Алматы, Қазақстан; ²Нұр-Мұбарак Египет ислам мәдениеті университеті,

Алматы, Қазақстан; ³Қарақалпақстан ауыл шаруашылығы және агротехнологиялары институты,

Нөкис, Өзбекстан;

E-mail: Zhanera78@mail.ru

ШРЕНК ШЫРШАСЫН ТҰҚЫММЕН КӨБЕЙТУ ӘДІСТЕМЕСІН ӨСУДІ ЖЕДЕЛДЕТКІШ СТИМУЛЯТОРЛАР АРҚЫЛЫ ЖЕТІЛДІРУ

Адилбаева Жанера Бекенқызы, доктор PhD, «Ландшафтық дизайн және көгалдандыру» кафедрасының аға оқытушысы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: Zhanera78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9984-4566>;

Мырзабаева Гулнар Азимбаевна, ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, доцент, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8;

E-mail: myrzabaeva60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3482-3641>;

Сламбаева Адина Болатқызы, ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, «Орман ресурстары, аңшылықтану және аквакультура» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8;

E-mail: A.slambaeva.b@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3892-9647>;

Игембаева Айнура Қанатқызы, доктор PhD, «Жалпы білім беру пәндері» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Нұр-Мұбарак Египет ислам мәдениеті университеті, 050040, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 73

E-mail: a555_muslima@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6656-2270>;

Алламбергенов Танжарбай Даулетмуратович, биология ғылымдарының философия докторы, «Егіншілік, ауыл шаруашылығы дақылдарының селекциясы және тұқым шаруашылығы» кафедрасының меңгерушісі, Қарақалпақстан ауыл шаруашылығы және агротехнологиялары институты, Өзбекстан Республикасы, Қарақалпақстан Республикасы, Нөкис қ., Абдамбетов көшесі

E-mail: tanjarbayallambergenov0978@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-0389-4885>.

Аннотация. *Kipicne.* Қазіргі таңда орман ресурстарын сақтау, қалпына келтіру тиімді пайдалану өзекті мәселе болып отыр. Шренк шыршасының рөлі ерекше, оның табиғи жолмен жаңаруы баяу жүретіндіктен, оны жасанды көбейту әдістерін зерттеу қажеттілігі туындап отыр. Осы мақсатта жүргізілген зерттеу барысында қаламшелерді өңдеу тәсілдері мен әртүрлі субстрат түрлері қарастырылды *Материалдар мен әдістер.* Іле Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде отырғызылған Шренк шыршасының қаламшелері алынды өсу стимуляторлары қолданылды. Әрбір тәжірибе нұсқасында 50 қаламше пайдаланылып, тәжірибе үш рет қайталанды. Қаламшелердің төменгі бөліктері белгілі бір уақыт аралығында әртүрлі концентрациядағы өсу стимуляторларының сулы ерітінділеріне батырылып өңделді. *Нәтижелер мен талқылау.* Тәжірибе барысында екі қабатты субстрат қолданылып, барлық жұмыс кезеңдері алдын ала жоспарланды. Алынған нәтижелер талданды Шренк шыршасының қаламшелерінің тамырлану көрсеткіштері қолданылған өсу стимуляторларының концентрациясына тәуелді екені анықталды.

Қалемшелерді өсу стимуляторларының ерітінділерімен өңдеу олардың тамыр түзу қабілетін айтарлықтай арттырғаны дәлелденді. Тәжірибе нұсқалары бойынша алынған нәтижелер салыстырмалы түрде талданды. Өсу стимуляторлары барлық қайталамаларда тұрақтылықты көрсеті. Қолданылған өсу стимуляторлардың әдістемелері тиімділігін дәлелдеді. Сондай-ақ алынған өсу стимуляторлардың нәтижелер Шренк шыршасын вегетативті жолмен көбейтудің технологиясын жетілдіруге мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижесінде өсу стимуляторлармен өсірілген көшеттер өндірістік тиісті ұйымдарға таратылды. *Қорытынды.* Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде Іле Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі жағдайында Шренк шыршасын қалемшелер арқылы көбейтудің тиімді тәсілдері анықталып, қалемшелердің төменгі бөліктерін өсу стимуляторларының сулы ерітінділерінде өңдеудің олардың тамырлану деңгейін арттырып, тіршілікке бейімділігін жоғарылататыны дәлелденді. Қалемшелердің төменгі бөліктерін өсу стимуляторларының сулы ерітінділерінде өңдеу олардың тамырлану деңгейін арттырып, тіршілікке бейімділігін жоғарылататыны анықталды. Екі қабатты субстратты қолданудың тамыр жүйесінің қалыптасуына қолайлы жағдай жасайтыны анықталды. Өсімдіктердің дамуы мен әрі қарай өсіру мүмкіндігін қамтамасыз ететіндігі зерттелді.

Түйін сөздер: фитобацрин, Гуми-К, нематофаг, саңырауқұлақ, Дельтаспрей, препараттар, штамм, механизм, тұқымдар, алдын-ала, бактериялар, целлюлоза, скарификация.

Дәйексөз үшін: Адилбаева Ж.Б., Мырзабаева Г.А., Сламбаева А.Б., Игембаева А.К., Алламбергенов Т.Д. (2026). Шренк шыршасын тұқыммен көбейту әдістемесін өсуді жеделдеткіш стимуляторлар арқылы жетілдіру // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 123–138. <https://doi.org/10.37884/2-2026/11> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс: Іле Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында отырғызылған Шренк шыршасының түрлеріне зерттеу барысында қажетті мәліметтермен қамтамасыз етіп, жан-жақты қолдау көрсеткендері үшін және зерттеу жұмыстары түгелдей «Республикалық орман селекциялық тұқым өсіру орталығы – Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрлігінің Орман шаруашылығы және аңшылық комитетіне қарасты республикалық мемлекеттік кәсіпорына» қарасты «Солдатсай» тұқымбағы мен жылыжайда орындалып, “Орман” өндірістік бөлімшесінің “Солдатсай” орман питомнигінде Шренк шыршасының қалемшелер бойынша тәжірибелер жасалып, жан-жақты қолдау көрсеткендері үшін шынайы алғысымызды білдіреміз.

Ж.Б. Адилбаева^{1*}, Г.А. Мырзабаева¹, А.Б. Сламбаева¹, А.К. Игембаева^{2*}, Т.Д. Алламбергенов³

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

Египетский университет исламской культуры Нур-Мубарак, Алматы, Казахстан;

³Каракалпакский сельскохозяйственный и агротехнологический институт,

Нукус, Узбекистан.

E-mail: Zhanera78@mail.ru.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ШРЕНКА С ПОМОЩЬЮ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

Адилбаева Жанера Бикеновна, доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Ландшафтный дизайн и озеленение», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: Zhanera78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9984-4566>;

Мырзабаева Гулнар Азимбаевна, кандидат сельскохозяйственный наук профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, 050070, г.Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: myrzabaeva60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3482-3641>;

Сламбаева Адина Болатовна, магистр сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и аквакультура», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», 050010, Алматы, проспект Абая, 8

E-mail: A.slambaeva.b@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3892-9647>;

Игембаева Айнура Канатовна, доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры «Общеобразовательных предметов», Египетский университет исламской культуры Нур – Мубарак,

050040, Алматы, пр. Аль-Фараби, 73

E-mail: a555_muslima@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-6656-2270>;

Алламбергенов Танжарбай Даулетмуратови, доктор философии биологических наук, заведующий кафедры «Земледелие, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур», Каракалпакский сельскохозяйственный и агротехнологический институт, г. Нукус, Республика Каракалпакстан, Республика Узбекистан, улица Абдамбетов

E-mail: tanjarbayallambergenov0978@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-0389-4885>.

Аннотация. Введение. В настоящее время сохранение, восстановление и эффективное использование лесных ресурсов является актуальной задачей. Ель Шренка играет важную экологическую роль, естественное возобновление протекает медленно, обуславливает необходимость разработки методов искусственного размножения. Экспериментальные исследования проводились на территории Государственного национального природного парка «Иле-Алатау». В качестве объектов исследования использовались черенки ели Шренка и стимуляторы роста. **Материалы и основные методы.** Эксперимент проводился на территории Государственного национального природного парка «Иле-Алатау». В объектах исследования использовались черенки ели Шренка, а также стимуляторы роста. В экспериментальном варианте применялось по 50 черенков; опыт повторяли трёхкратно. Нижние части черенков обрабатывали путём их погружения в водные растворы стимуляторов роста различной концентрации на определённый период времени. **Результаты.** В эксперименте использовался двухслойный субстрат, были спланированы заранее. Полученные результаты были всесторонне проанализированы. Было установлено, показатели укоренения черенков пихты Шренка зависят от концентрации используемых стимуляторов роста. Доказано, что обработка черенков растворами стимуляторов роста значительно повышает их способность к укоренению. **Обсуждение.** Результаты, полученные в экспериментальных вариантах, были подвергнуты сравнительному анализу. Применяемые стимуляторы роста продемонстрировали стабильность во всех повторностях. Используемые методы их применения подтвердили свою эффективность. Кроме того, полученные результаты позволили усовершенствовать технологию вегетативного размножения ели Шренка. В результате проведённого исследования рассада, выращенная с применением стимуляторов роста, была передана соответствующим производственным организациям. **Заключение.** В результате проведённых исследований были выявлены эффективные методы размножения ели Шренка черенками в условиях Государственного национального природного парка «Иле-Алатау». Установлено, что обработка нижних частей черенков водными растворами стимуляторов роста повышает скорость их укоренения и жизнеспособность. Также показано, что использование двухслойного субстрата создаёт благоприятные условия для формирования корневой системы, обеспечивая стабильное развитие растений и их дальнейший рост.

Ключевые слова: фитобацирин, Гуми-К, нематофаг, гриб, Дельтаспрей, препараты, штамм, скарификация.

Для цитирования: Адилбаева Ж.Б., Мырзабаева Г.А., Сламбаева А.Б., Игембаева А.К., Аллаамбергенов Т.Д. (2026). Усовершенствование метода семенного размножения ели Шренка с помощью стимуляторов роста // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 123–138. <https://doi.org/10.37884/2-2026/11> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: *Выражаем благодарность за предоставленную информацию и всестороннюю поддержку при изучении видов ели Шренка, высаженных на территории Иле-Алатауского государственного национального парка. Особую признательность выражаем за возможность проведения исследований в питомнике и теплице «Солдатсай» при Республиканском лесном селекционно-семеноводческом центре «Республиканское Государственное казённое предприятие Комитета лесного хозяйства и животного мира» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан за проведение экспериментов с черенками ели Шренка и оказанную помощь на всех этапах работы.*

Кіріспе.

Орман өсіру – ұзақ және көп еңбекті қажет ететін процесс, ол көптеген факторларды, соның ішінде қоректік заттардың қолжетімділігі мен гумустың мөлшерін, ауа мен топырақтың оңтайлы

Ылғалдылығын, жарық пен температураны, маусымдықты және басқа да факторларды ескеруді талап етеді. Орман шаруашылығы мамандары кездесетін негізгі мәселелердің бірі - қылқан жапырақты ағаш тұқымдарының топырақта өну деңгейінің төмендігі, бұл тұқым себу деңгейінің шамадан тыс артуына әкеледі. Стимуляторлар қазіргі уақытта орман шаруашылығында кеңінен қолданылады. Бұл кез келген өсімдіктің өсуі мен дамуын ынталандыратын немесе тежейтін заттар. Ауыл шаруашылығында қолданылатын өсу стимуляторларын зерттеу олардың жоғары тиімділігін көрсетті. Бұл өнімдермен алдын ала өңделген тұқымдар зертханалық және егістік жерлерде өнудің жоғары көрсеткіштерін көрсетті. Зерттеу нәтижелері өсу стимуляторларын қолдану көшеттердің аурулар мен зиянкестерге төзімділігін арттыра алатынын, олардың өсуі мен дамуын жеделдете алатынын, осылайша жасанды орман өсіру мен орманды қалпына келтіруде осындай отырғызу материалын пайдалану тиімділігін айтарлықтай арттыратынын көрсетті. Жақында жүргізілген ғылыми зерттеулер биостимуляторларды қолданудың кәдімгі қарағай сияқты құнды қылқан жапырақты түрлердің көшеттері мен көшеттерін өсіруде пайдалы екенін көрсетті. Тұқымдарды себу алдында өңдеу өнуді жылдамдату кейінгі жапырақты қоректендіру көшеттердің тоқтап қалуынан және зиянкестерден қорғануға көмектеседі, ал тамырмен қоректендіру одан әрі өсуді жеделдетеді. Қазіргі уақытта жаңа стимуляторлар белсенді түрде сынақтан өткізілуде, бұл қазіргі заманғы орман шаруашылығындағы өзекті мәселе. Топырақта тұқымның өнуін және кейіннен көшеттердің тіршілігін арттыратын тиімді өсу стимуляторларын таңдау жоғары сапалы отырғызу материалын өндіруге және өсіру шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Дүние жүзінде Еуразия мен Солтүстік Американың қоңыржай аймақтарында өсетін 45 (кейбір деректерде 35-тен 50-ге дейін) түрі бар. Қазақстанда Солтүстік және Тянь-Шаньда, Тарбағатайда, Жетісу (Жоңғар) Алатауында, Алтайда таза шырша орманы ретінде өсетін 2 түрі: сібір шыршасы және Шренк шыршасы бар. Сібір шыршасы (*P. ovovata*) – қос үйлі ағаш, биіктігі 30 м-ге дейін, бөрік басы өте сүйір, діңі түзу, бұтақ шоғыры қалың, жайқала өседі. Сұрғылт тартқан қара қабығы бар. Қылтаны төрт қырлы, үшкір, 5 – 7, кейде 9 – 12 жыл бойы сақталады. Тұқымынан көбейеді. Сәуір – мамыр айларында гүлдейді, тұқымы тамыз – қыркүйекте піседі. Жемісі – дәнек. Көлеңке сүйгіш ағаш, 300 – 500 жыл жасайды. Шыршаның қабығында 8 – 15 % илік заттар, қылқанының құрамында С витамині, аскорбин қышқылы, эфир майы, жемісінде 25 – 29 %-дай сұйық май болады. Сүрегі жеңіл және жұмсақ, оны құрылыста, целлюлоза-қағаз өнеркәсібінде, музыкалық аспаптар жасауға пайдаланады; шайыр, қара май, скипидар, канифоль, сүрек сірке қышқылы алынады. Орман шаруашылығы өндірісінің дамуының қазіргі кезеңінде еліміздің өсімдіктері мен жануарлар дүниесінің гендік қорын сақтау, экологиялық және биологиялық қасиеттері жақсартылған, жоғары өнім беретін екпелерді отырғызу мақсатында оларды көбейту мәселелері алдыңғы қатарда тұр. Шренк шыршасының бүрлерін жинау қолмен жүзеге асырылады. Бүрлерді ашылғанға дейін, қысқа мерзімде өсіп тұрған ағаштардан жинаушы баспалдақтың көмегімен немесе ұшар басында орналасқан соқпақтар бойынша жинайды. Бүрлерді қолмен жұлып алады немесе тік беткейде тасымалды тік шымылдығын ұстай отырып, бүршік түсіргіштермен жинайды. Тұқымды бүрлерден күн кептіргіштерде немесе өзге де бүр кептіргіштерде 50°C температурада алады, жиналған тұқымдар сулау арқылы немесе қолмен қанатсыздандырылады. Шренк шыршасының бос тұқымын толық дәнді сұрыптаудан бөлу қиындығына байланысты 14–28 минут ішінде суда сұйық флотация әдісі қолданылады. Тұқымдар ылғалдылығы 6-7,6 % болған кезде 3–4 жыл бойы бітелген герметикалық бөтелкелерде сақталады. [Жигунов и др., 2021: 124–128;

Волкович и др. 2015: 74]. Шырша тұқымының өну процесін жеделдету үшін стратификация қолданылады, яғни шырша тұқымын қарлау, ол келесі жұмыстарды қамтиды: себуден 1-2,5 ай бұрын шырша тұқымы бөлме температурасында суға малынады. Судан алынған тұқымдар сирек кездесетін матадан жасалған сөмкелерге салынады, содан кейін тұқым пакеттері қар басылған жерге қойылып, үстіне қалыңдығы 60-80 см қар қабатымен жабылады. Қар үйінділері көктемде тез еріп кетпес үшін шырша бұтақтарымен, чиптермен немесе үгінділермен жабылады. Қар астында тұқымдар 1-2 ай бойы сақталады [Ахметов и др. 2019: 259–263; Zhanera et al., 2021: 354–364]. Себу алдында тұқым салынған қаптарды қардың астынан алады, тұқымдарды KMnO₄ (30 мин. 1 % ерітіндімен) немесе TMTД (5 г/кг), сусымалылығына дейін кептіріледі (күнде 1-2 сағат, жиі араластыра отырып) зарасыздандырылады. Егу топырақтың ылғалдылығын барынша пайдалану үшін қысқа мерзімде (4-5 күннен аспайтын) температура топырақ 10-12°C температурасына жеткенде жүзеге асырылады [Чеботько и др. 2014: 20; Кан и др. 2017: 14–22]. Стимуляторлар өсімдік тамыр жүйелерінің дамуын жеделдету және жақсарту үшін жасалған. Олар күшті, сау тамырлардың пайда болуына ықпал етеді, бұл қайта отырғызу немесе

қалемшелер арқылы көбейту үшін маңызды. Препараттар өсімдіктердің жер үсті бөліктерінің өсуін жеделдетуге, олардың фотосинтетикалық белсенділігін және жалпы тіршілік қабілетін жақсартуға бағытталған. Жалпы мақсаттағы препараттар өсімдікке кешенді әсер етеді, тамырдың пайда болуын да, жер үсті бөлігінің өсуін де ынталандырады. Өсу стимуляторларымен тұқымдарды егу алдындағы өңдеу әдістері берілген: 200 г шырша тұқымын 1,5 шай қасық Гуми-К ерітіндісімен араластырып, 30 минутқа қалдырып, егу 10-8-10-8-10 см сызба бойынша жүзеге асырылады. Егу жолдарының ені 8 см, тұқым себу тереңдігі 1 см. себуден кейін бірден ойықтар (8 см) 0,5–1 см тереңдікке дейін тау топырағымен жабылады және лейка арқылы жаңбырлатып суарылды [Мамбетов и др. 2019: 336–342; Егорова, 2015: 183]. Фитобацириннің суспензиясын есептеу үшін: 320 мл суға 4 мл фитобацирин. 200 г мөлшерінде шырша тұқымдары суспензиямен бүркіп, көлеңкеде 4 сағатқа қалдырылады. Содан кейін 10-8-10-8-10 см схемаға сәйкес себілді, себу жолдарының ені 8 см, тұқым себу тереңдігі 1 см. Тұқымды сепкеннен кейін бірден себу ойықтары (8 см) қасиеттерін қорғау және жақсарту үшін 0,5-1,0 см тереңдікке себілген тау топырағымен жабылады, лейка арқылы жаңбырлатып суарады. Шырша тұқымдарымен араластырып, тікелей топыраққа 1 см тереңдікке дейін енгізеді. егу схемасы 10-8-10-8-10 см, яғни егу жолдарының ені 8 см, тұқым себу тереңдігі 1 см. егу ойықтары (8 см) 0,5 см тереңдікке шымтезек себілген. Көшеттер жаппай пайда болғанға дейін және тұқым қабығының қалдықтары түскенге дейін күн сайын үнемі суару жүргізілді және ашық жерде көшеттер қорғау қою арқылы құстардан қорғалады. Қылқан жапырақтардың көшеттері егілгеннен кейін 8-10 күнде жаппай пайда болды, содан кейін фуззариоз ауруынан қорғау үшін көшеттер 1 м² себу төсеміне 10 литр ерітінді мөлшерінде 0,5 % марганец - қышқыл калий және ТМДТ ерітіндісімен өңделді. Енгізілген синтетикалық стимуляторлар эндогендік өсу ингибиторларын ішінара белсенді етпейді және фитогормондардың белсенділігін арттырады, бұл өсу мен қалыптасу процестерінің уақытша жоғарылауына әкеледі. Көбінесе қалемшені емдеудің үш әдісі қолданылады: қалемшелердің төменгі ұштарын стимуляторлардың сулы ерітінділеріне батыру (төмен, орташа немесе жоғары концентрациядағы ерітінділер дайындалады); қалемшелердің төменгі ұштарын стимуляторлардың спирттік ерітінділеріне батыру (ұзақ уақыт суда бола алмайтын өсімдіктердің қалемшесін өңдеу үшін, сондай-ақ сирек кездесетін және құнды өсімдіктердің көбеюі үшін қолданылады); қалемшелердің төменгі ұштарын құрғақ өсу ұнтағымен (өсу стимуляторының талық немесе ұсақталған көмірмен қоспасы, әдетте 1 г талық немесе көмірге 1-30 мг стимулятор мөлшерінде) емдеу. С дәрумені (аскорбин қышқылы) немесе В1 дәрумені (тиамин) бар өсу стимуляторының қоспасымен отырғызар алдында қалемшелердің тамырлы түзілуі олардың төменгі ұштарын өндеген кезде одан да күшейеді. Витаминдер сонымен қатар тамырланған қалемшелерде өркеннің тез өсуіне ықпал етеді. Тұқым екпелерін өндеуден кейін 1,0 см мульчирлеу қабаты бар үгінділермен жүзеге асырылды. Көшеттер пайда болғаннан кейін, 75 % қиғаштап қалқандар көтеріп, орнатылады және тез арада алғашқы арамшөптерден тазалайды. Сепкеннен кейін бірден суару қажет. Бір ай ішінде атыздар 3-5 күннен кейін суарылады, содан кейін 10 күннен кейін топырақты алдымен 7-12 см, содан кейін 15-20 см ылғалдандырады. Жүйелі түрде арамшөптер мен топырақ қопсытылып отырды [Мурсалимова, 2016: 7–15]. Өскіндердің немесе көшеттердің орналасу ошақтары пайда болған соң егістіктер дереу 0,15 % формалин немесе 0,4 % ТМДТ ерітіндісімен өңделді. Жыл сайынғы көшеттерді үсіктен қорғау үшін 2-3 см қабаты бар үгінділермен (апикальды бүршікке дейін) жабамыз [Майсупова и др. 2018: 237–241]. Мұндай екпелер жалпы орман шаруашылығы үшін, қорғаныштық орман жолақтарын өсіруде, көгалдандыруда, жабайы аңдар мен үй жануарларының азық-түлік базасын тұрақтандыруда, сондай-ақ адамзаттың медициналық және басқа да салалары үшін шикізат алуда қажет. Орман ағаштары мен бұталы өсімдіктердің гендік қорын сақтау, олардың орналасқан жерлері туралы деректерді жинақтау, болашағы бар таксондардың өсуі мен дамуының биологиялық және экологиялық ерекшеліктерін зерттеу, сондай-ақ оларды көбейтіп, алқаағаштар жиынтығын құру – біздің ғылыми-зерттеу жұмысымыздың негізгі міндетіміз болып табылады. Бұл бағыттағы жұмыстардың маңыздылығы мен болашағы өзекті мәселелердің бірі болып табылады [Адилбаева және т.б., 2025: 256–270]. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы дендрофлораның абориген және интродуценттердің өсуі мен дамуының жалпы биологиялық заңдылықтарын зерттеу [Zhang Ping et al., 2019: 844–853]. Өсімдіктер генотиптерінің және олардың фенотиптік ерекшеліктері туралы ақпарат жинақтау. Сондай-ақ, экологиялық-биологиялық қасиеттері жоғары, тұқым алу мақсатында неғұрлым келешегі зор түрлер анықталды [Кабанова и др., 2019: 13–19].

Зерттеу материалдары мен әдістері.

2022-2024 жылдары Іле Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында отырғызылған Шренк шыршасының түрлеріне зерттеу жүргізілді. Биіктік-климаттық белдеулер шекарасында жер бедерімен қалыптасқан мекендеу орындары бойынша өсімдік қауымдастықтарының геоботаникалық сипаттамасы көлемі 0,04 га (20х20м) алаңдарда анықталды. Әр нұсқада 50 қалемшенден үш реттен қайталанды. Бумаларға байланған қалемшелерді төменгі ұштарымен стимуляторлардың сулы ерітінділеріне 12-24 сағат ішінде 2-3 см тереңдікке батырылып өңделді. Тәжірибеде екі қабаттан тұратын субстрат қолданылды. Жұмыс ағаштар мен бұталардың тұрақты, сыртқы пішіні сау нысандарын анықтау арқылы жүргізілді.

Тәжірибе қалемшені дайындау мен отырғызудың екі кезеңін зерттеді:

- 1 - сәуірде, бүршіктердің ісіну кезеңі;
- 2 - шілдеде, жас қалемшелердің ағаштану кезеңі.

Таңертеңгі уақытта ағаш желектерінің ортаңғы бөлігінен қалемшелер кесіліп алынды. Оларды тез арада полиэтилен пакеттерге салынып, бөлмеге әкелініп, төмендегі тез тамырландырғыш стимуляторлармен өңделді:

- 1.Бақылау (өңдеусіз).
- 2.Корнерост (184 мг / 1 л суға) 12 сағат ішінде.
- 3.Корнерост (184 мг/ 1 л суға) 24 сағат ішінде.
- 4.Корневин (50 мг/ 1 л суға) 12 сағат ішінде
- 5.Корневин (50 мг / 1 л суға) 24 сағат ішінде
- 6.ККМ-1 препараты (Нұсқаулық бойынша)
- 7.Циркон препараты (1 мл/ 1л суға) 20 сағат ішінде

Қалемшелер ылғал құмға 2–2,5 см тереңдікке, 5×5–7 см сұлба бойынша тамырландырғыш стимуляторлармен өңделдіп отырғызылды. Жылыжай ішінде су тұманын қалыптастыру үшін ылғал шашыратқыштар орнатылды. Тамырлану кезеңінде ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 80%-дан төмен емес деңгейде ұсталып, күніне 6–8 рет бүрку жүргізілді, ал ауа температурасы 26–30°C аралығында сақталды. Жылыжай сәуірде отырғызылған қалемшелер үшін тамыз айынан, ал шілдеде отырғызылғандары үшін қыркүйектен бастап жүйелі түрде желдетіліп отырды. Қыркүйек айының соңында пленка алынды. Қыста қалемшелердің тамырлары үсіп кетпеуі үшін өсімдіктер қармен жабылды. Көктемде өсімдіктерді әрі қарай өсіру үшін тұқымбақтың мектеп бөліміне көшірілді. Сыналатын түрлердің қалемшелерін тамырландыру тәжірибелерінде қалемшені дайындау және әрі қарай өсіру отырғызу мерзіміне байланысты сол себептен, тамырларына қолданған стимуляторларының тиімділігі зерттелді. Іле Алатау тау аймағында зерттелген стимуляторлармен өңделділген ағаш мен бұталы өсімдіктердің шаруашылық – құнды бағалы түрлерін жерсіндіруге ғылыми жұмыстары жүргізілді.

Нәтижелер мен талқылаулар.

Орман шаруашылығын үздіксіз пайдалануға біртіндеп көшіру, өнімділігін арттыру және олардың сапалық құрамын жақсарту. Қазіргі уақытта өзекті мәселелердің бірі болып саналады. Ормандарды жасанды жолмен қалпына келтіру. Тиімділігі жоғары көшеттің сапасымен оның биологиялық, физиологиялық жағдайы, шыршалардың тіршілік ету деңгейі мен өсу қарқындылығына байланысты екені дәлелденді. Алқаағаштардың өнімділігін, құрылымы мен сапасын ғылыми жағдайда зерттеу. Сондықтан заманауи агротехникалық тәсілдерді қолдана отырып, көшеттің аудан бірлігіндегі шығымдылығын арттыру және агротехникасы пайдаланылды. Топырақты егу алдындағы дайындық жалпы қабылданған технология бойынша жүргізілді: топырақ күрекпен қазылды, учаскені тырмамен тегістелді, ені 1,0 м жоталар салынды, олар таңбаланды.

Тұқым себу жұмысы арнайы технология бойынша жүргізілді. Тұқымдар жүйектің бойымен себілді. Қылқан жапырақты тұқымдардың тереңдігі 1-2 см-ге дейін жүйектерге себілді, бетіне топырақ пен мульчамен жабылды. Қылқан жапырақты ағаштар үшін жолақ арасындағы қашықтық 20 см аралығында, тұқымдар арасындағы қашықтық 1-2 см. Жас өскіндер мен сеппелердің агротехникалық күтім жұмыстары қажеттілігіне қарай жасалынды.

“Солдатсай” шатқалындағы интродукциялық тұқымбақта өсірілген сыналатын өсімдіктер биометриялық сипаттамасы бойынша зерттелді. Көбейту үшін өсімдіктердің үлгілерін анықталды.

Экотипті, пішіндер жеке (артықшылығы бар) ағаштарды тұқыммен көбейту үшін анықталды. Зерттелетін қылқан жапырақты ағаштардың артықшылығы тіршілік ету ортасының қолайсыз факторларына төзімді үлгілер (антропогендік факторды қоспағанда) алынды, ағаштың биіктігі мен диаметрі бойынша 1,3 м биіктікте, квадраттық ауытқуы (σ) 2-ден кем болмауы дәлелденді. Шолу барысында табиғи алқаағаштардың және жасанды екпелердің өсу жағдайлары, учаскенің №, оның координаттары (географиялық ендік және бойлық), орманшылық, шатқал, орам, телім, таксонның атауы және ағаштардың (бұталардың) саны, учаскенің алаңы, теңіз деңгейінен биіктігі, баурайдың экспозициясы мен ылдильығы, толымдылығы, сондай-ақ, ілеспе тұқымдардың түрлік құрамы, өскіннің және топырақ жамылғысының сипаттамалары, өсімдіктің жасы, биіктігі, диаметрі, жасыл желекті екі бағытта С-О және Ш-Б арнайы аспаптармен (Анучиннің биіктік өлшейтін аспабы және өлшеуіш айыр) анықталды. Зиянкестер мен аурулар анықталған кезде, олардың түрлік құрамы (аурудың атауы және оның қоздырғыштары, зиянкестің түрлері); өсімдіктердің зақымданған бөліктері (тамырлары, діңі, бұтақтары, өркендері және жапырақтарының (қылқандары), гүлдері, жемістері); зақымдануы зерттелді.

Зерттелетін өсімдіктерді фенологиялық бақылау жалпы қабылданған әдістемелерді ескере отырып жүргізілді; олардың қоршаған ортаның қолайсыз факторларына, энтомозиянкестерге және ауруларға төзімділігін айқындау бірінші бағдарламалық сұрақты зерделеу кезіндегідей орындалды. Ағашпен еліміздің орман шаруашылығымен қанағаттандыру одан жоғары өнімді алу, шаруашылыққа-құнды алқаағаштарды өсіру қажет екені анықталды. Сондықтан құнды қылқан жапырақты өсімдіктерді тез қалпына келтіру үшін көшет өсірудің тиімді, әрі арзан технологияларын жасау керек екені ғылыми түрде жоспарланды.

Қалемшенің көшеттерді өсіру технологиясы полиэтилен пленкасы, жасанды тұман және арнайы дайындалған топырақ субстраты бар жылыжайлардың болуын қамтамасыз етеді. Топырақ субстратын дайындауға арналған бірнеше рецепттер дайындалды. Орман топырағы 1:1:0,5, немесе 1:1:1 қатынасында алынды. Өсімдіктерді отырғызу немесе әлсірету кезінде тамырлағыштар қолданылады. Қылқан жапырақты өсімдіктердің тамырлы жоғарғы қабаты микроэлементтері бар күрделі тыңайтқыштармен жасалады. Көктемде “көктем – жаз” деп белгіленген тыңайтқыштар, ал күзде “күз”деп белгіленген қылқан жапырақты өсімдіктерге тыңайтқыштар қолданылды. Көктемде отырғыздан бір ай өткен соң немесе бұрын отырғызылған өсімдіктерде шырын ағу басталғаннан кейін, хелат түрінде тыңайтқыштармен тамырдан тыс ұрықтандыру жүзеге асырылды. Өңдеу 10-14 күн аралығымен және тамыз айының соңына дейін қолданылды. Қолайсыз экологиялық факторлар аурулардың әсерінен әлсіреген өсімдіктер стресске қарсы заманауи препараттармен өңделеді. Өңдеу кемінде үш рет 10-14 күн аралығымен жүргізіледі. Өсімдіктердің өсу стимуляторлары - өсімдіктердегі метаболикалық процестерді жақсартуға және жасыл массаның өсуін ынталандыруға арналған бірегей қоректік заттар. Бұл термин физиологиялық белсенді заттар класына жататын белсенді биохимиялық қосылыстарды білдіреді, олар тіпті аз мөлшерде болса да өсімдік процестерін айтарлықтай жақсарты алады, олардың дамуында оң өзгерістерге әкеледі. Бұл өнімдерді синтетикалық алмастырғыштардан, табиғи фитогормондардан немесе гумин қышқылдарынан жасауға болады. Тыңайтқыштардан айырмашылығы, өсу стимуляторларында қосымша қоректік заттар болмайды. Олардың негізгі мақсаты - өсуді жеделдету, сондықтан өсімдіктерге қосымша қоректік қолдау қажет. Стимуляторлар күрделі түрде жұмыс істейді, бірақ әрқайсысының өзіндік функциясы бар. Бұл өнімдерді мұқият және тек нұсқаулыққа сәйкес қолдану өте маңызды. Әйтпесе, гормоналды теңгерімсіздік орын алуы мүмкін, бұл өсімдікке қатты стресс тудыруы мүмкін және оны ынталандырудың орнына тұқымның өлуіне әкелуі мүмкін. Біз ең танымал стимуляторлар мен олардың әсер ету механизмдері зерттелді. Өсу стимуляторларын қолданудың екі нұсқасы зерттелді: тұқымның өнуін жылдамдату үшін егу алдында тұқымдарды өңдеу және питомниктегі көшеттерді тамырмен қоректендіру – олардың өсуін жылдамдатты. Питомниктерде өсіру және күтім жасаудың негізгі мақсаты орман отырғызу үшін стандартты тұқым өсіру қажет. Орман питомниктерінде, әсіресе өнеркәсіптік масштабта көшеттерді өсіру кезінде тұқымдарды егу алдындағы өңдеу, дәлірек айтқанда өңдеу әдістері пайдаланылды. Технологияның артықшылықтары өңделген тұқымдардың егу сапасын едәуір жақсарту, қолданудың қарапайымдылығы, өңдеу уақыты 15 минут. Бұл әдіспен өңдеуді кез-келген жерде жүргізуге болады.

Тұқым тек екпе өсімдіктің генетикалық материалын ғана емес, сонымен қатар әртүрлі зиянкестер мен ауру қоздырғыштарын да тасымалдауы мүмкін. Сондықтан тұқымдарды егу алдындағы өңдеу

өсімдіктерді зиянкестер мен аурулардан қорғауға, өнім сапасы мен сақталуын арттыруға, сондай-ақ қоршаған ортаға түсетін жүктемені айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Тұқымдарды отырғызуға сапалы дайындау жоғары өнім алуға, өсірілетін дақылдардың сапасы мен жалпы өнімділігіне тікелей әсер етті. Тұқымдарды егуге дайындау жылдың кез келген мезгілінде және әртүрлі ауа райы жағдайларында жүргізілді. Ағаштардан тұқым алу жалпы қабылданған технология бойынша қылқан жапырақты өсімдіктердің тұқымдары 1000 дана массасынан анықталды. Алғашқы төрт параметр 25 жаңғақта, соңғы екеуі 4 жемістен анықталды. Алма ағашында жемістердің салмағы және алынған 1000 тұқымның массасы анықталды. Өлшеу штангенциркульмен 0,1 мм дейінгі дәлдікпен, өлшеу – 0,1 г дейінгі дәлдікпен таразыда жүргізілді. Тұқымдарды сақтау және егу алдындағы дайындық ұсыныстарға сәйкес жүргізілді [Скозырева, 2019: 83–87]. Қылқан жапырақты өсімдіктердің тұқымдары бөлме температурасында 12 сағат суға малынып қойылды, ал жаңғақ тұқымдары 15-18°C ағынды суға 3-8 күн немесе жаңғақ жапырақтары ашылғанға дейін малынды; алма мен орман жаңғағы тұқымдары стратификацияланды. Қалемшені тамырландыру бойынша тәжірибелер келесі өсімдік түрлерімен жүргізілді: Шренк шыршасы, еуропалық шырша, тікенекті шыршасы. Сыналатын түрлердің қалемшелерін тамырландыру үшін корневин, корнерост, ККМ-1 және циркон сияқты стимуляторларды қолдана отырып және қолданбай жүргізілді [Кабанова и др., 2019: 104–117]. Сыналатын түрлердің қалемшелерін тамырландыру тәжірибелерінде қалемшені дайындау және отырғызу мерзімі, тамыр стимуляторларының тиімділігі зерттелді. Өсуді тездететін стимуляторларды қолдана отырып, негізгі орман құрайтын тұқымдарды (Шренк шыршасы) тұқымымен көбейту әдістемесін жетілдіру. Таңдап алынған ағаштарды түр ерекшеліктеріне сәйкес вегетативтік жолмен көбейту әдістемесін жетілдіру. Зерттеу кезеңі аралығында бөлінген түрлердің қалемшесін тамырландыру бойынша жұмыстар жүргізілді (1,2,3-кесте).

Қалемшелер шілде айының екінші немесе үшінші онкүндігінде теңіз деңгейінен 1500 м биіктікте “Солдатсай” және “Кіші Алматы” шатқалдарынан жиналды және қалемшелерді отырғызу, күту, оларды бақылау жұмыстары төмендегі «Республикалық орман селекциялық-тұқым өсіру орталығы» РМҚК-ның «Оңтүстік-Шығыс өңірі» филиалына қарасты жылыжайда жүргізілді. Қалемшені отырғызғаннан кейінгі бірінші маусымда тамыр стимуляторларын қолданғанның өзінде өсімдіктердің сақталуына айтарлықтай оң әсер етпегенін көрсетеді. Бұл барлық ағаш түрлерінде байқалды.

Зерттелген ағаш және бұталы өсімдіктердің маусымдық даму динамикасын сипаттау үшін 3 жыл қатарынан (2022-2024 ж.ж.) бақылаулар «Солдатсай» шатқалының 19 (22 және 58-ші телімдерінде) және 39 кварталдарында жүргізілді. Бұл деректер зерттелген ағаш түрлерінің биологиялық процестері негізінен зерттеу аймағының экологиялық және ауа-райы жағдайларына сәйкес келетіндігін көрсетеді.

Зерттелген ағаш және бұталы өсімдіктердің маусымдық даму динамикасын сипаттау үшін 3 жыл қатарынан (2022-2024 ж.ж.) бақылаулар «Солдатсай» шатқалының 19 (22 және 58-ші телімдерінде) және 39 кварталдарында жүргізілді. Бұл деректер зерттелген ағаш түрлерінің биологиялық процестері негізінен зерттеу аймағының экологиялық және ауа-райы жағдайларына сәйкес келетіндігін көрсетеді.

Бұл жұмысқа қажетті тұымды сапасын тексерту үшін алдын-ала “Қазақ мемлекеттік республикалық орман тұқымы мекемесіне” жіберіліп, қажетті құжаттар алынды. Тұқым сапасы (өңгіштігі, өну энергиясы, тазалығы, салмағы 1000 дана) анықталып, ол II классқа жатты. Өскіндердің немесе көшеттердің орналасу ошақтары пайда болған соң егістіктер дереу 0,15 % формалин немесе 0,4 % ТМДТ ерітіндісімен өңделді. Жыл сайынғы көшеттерді үсіктен қорғау үшін 2-3 см қабаты бар үгінділермен (апикальды бүршікке дейін) жабамыз. Көшеттердің тіршілік ету деңгейі қолданылған барлық стимуляторлар бойынша салыстырмалы болды және шамамен 90% құрады. Сондықтан, тіршілік ету деңгейі математикалық және статистикалық деректерді өңдеу кезінде ескерілмеді. Жылыжай және ашық топырақ жағдайында биостимуляторлардың 3 түрін себу алдында өңдей отырып, “Орман” өндірістік бөлімшесінің “Солдатсай” орман питомнигінде Шренк шыршасының тұқымын себу бойынша тәжірибелер жасалды. Кореялық суда еритін Deltaspray тыңайтқышымен көшеттерді тамырына және тамырдан тыс бүркі жүргізілді. Өлшемдер сабақ ұзындығына, тамыр ұзындығына, ылғал сабақ салмағына, ылғал тамыр салмағына, құрғақ сабақ салмағына және құрғақ тамыр салмағына негізделіп алынды, таразыланды және өлшенді. Тұқымдарды өсу стимуляторларымен өңдеу стандартты отырғызу материалын дайындау мәселесі толығымен зерттелді. Өсу және тіршілік ету қабілетінің нәтижелері бақылаудың 7 және 15 күндері ГОСТ стандартына сәйкес анықталды.

Кесте 1 – Жылыжайда жасанды суару мен тамырлануды тездететін стимуляторларды қолданған

кездегі қаламшелердің орташа тамырлану көрсеткіші (2022 ж.)

Аталуы	Өлшем бірлігі	Отырығызылған қаламшелер	Қаламшелердің сақталуы							
			Бақылау (өңдеусіз)	Корнерост 12 сағат	Корнерост 24 сағат	Корневин 12 сағат	Корневин 24 сағат	ККМ-1 препараты	Циркон	Барлығы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тікенді шырша	шт.	150 x 7	98	85	79	96	98	95	97	648
	%	100	65,3	56,6	52,6	64	65,3	63,3	64,6	61,6
Еуропа шыршасы	шт.	150 x 7	73	78	75	72	70	76	62	506
	%	100	48,6	52	50	48	46,6	50,6	41,3	48,5
Шренк шыршасы	шт.	150 x 7	84	83	78	90	88	84	87	594
	%	100	56	55,3	52	60	58,6	56	58	56,5

Кесте 2 – Жылыжайда жасанды суару мен тамырлануды тездететін стимуляторларды қолданған кездегі қаламшелердің орташа тамырлану көрсеткіші (2023 ж.)

Аталуы	Өлшем бірлігі	Отырығызылған қаламшелер	Қаламшелердің сақталуы							
			Бақылау (өңдеусіз)	Корнерост 12 сағат	Корнерост 24 сағат	Корневин 12 сағат	Корневин 24 сағат	ККМ-1 препараты	Циркон	Барлығы
Тікенді шырша	шт.	90×7	65	56	61	62	69	54	64	413
	%	100	72,2	62,2	67,7	68,8	76,6	60	71,1	68,3
Еуропа шыршасы	шт.	90×7	64	67	58	56	62	60	57	424
	%	100	71,1	74,4	64,4	62,2	68,8	66,6	63,3	67,2
Шренк шыршасы	шт.	90×7	66	68	63	68	65	61	63	454
	%	100	73,3	75,5	70,0	75,5	72,2	67,7	70	72,0

Кесте 3 – Жылыжайда жасанды суару мен тамырлануды тездететін стимуляторларды қолданған кездегі қаламшелердің орташа тамырлану көрсеткіші (2024 ж.)

Аталуы	Өлшем бірлігі	Отырығызылған қаламшелер	Қаламшелердің сақталуы							
			Бақылау (өңдеусіз)	Корнерост 12 сағат	Корнерост 24 сағат	Корневин 12 сағат	Корневин 24 сағат	ККМ-1	Циркон	Барлығы
Тікенді шырша	шт.	90×7	65	56	61	62	69	54	64	431
	%	100	72,2	62,2	67,7	68,8	76,6	60	71,1	68,3
Еуропа шыршасы	шт.	90×7	64	67	58	56	62	60	57	424
	%	100	71,1	74,4	64,4	62,2	68,8	66,6	63,3	67,2

Шренк шыршасы	шт.	90×7	56	58	53	58	65	60	62	412
	%	100	62,2	64,4	58,8	64,4	72,2	66,6	68,8	65,3

Екі жылдық көшеттерге арналған стандартты отырғызу материалының морфологиялық параметрлері ГОСТ стандартына сәйкес бағаланды. Көшеттердің тіршілік ету деңгейі қолданылған барлық стимуляторлар бойынша салыстырмалы болды және шамамен 90 % құрады, сондықтан алынған нәтижелер математикалық және статистикалық өңдеу кезінде тіршілік ету коэффициенті ескерілмеді.

Сондай-ақ, жыл бойына жылыжай және ашық топырақ жағдайында шыршаның өскіндерінің далалық өнгіштігі, жерсінуді және өсуі анықталды. Келесі жылдарда алаң бірлігінен стандартты материалдың шығымы анықталды. Тәжірибе нұсқалары бойынша біржылдық көшеттер өсуінің сандық көрсеткіштеріне салыстырмалы талдау жүргізілді.

Егу алдында тұқымдарды өңдеу ауыл шаруашылығы және өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндірудегі маңызды кезеңдердің бірі болып табылады. Тұқымның өзінде екпенің генетикалық материалы ғана емес, сонымен қатар әртүрлі зиянкестер мен түрлі ауруларды тарататын заттардың көп мөлшері бар. Сонымен қатар, тұқымдарды егу алдындағы өңдеу, өсімдіктерді әртүрлі зиянкестерден қорғауға, өнімді сақтауға және қоршаған ортаға түсетін жүктемені едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Осылайша, тұқымдарды отырғызуға дайындау жоғары өнім алуға, өсірілетін дақылдардың сапасына және өнімділікке толық әсер етеді. Тұқымдарды егуге дайындау жылдың әр мезгілінде, әр түрлі ауа-райында болуы мүмкін, бұл оның сапасы мен оң қасиеттеріне әсер етпейді. Тұқымдарды себу алдында паразиттерден немесе қоздырғыштардан қорғайды, осылайша олардың өміршеңдігін арттырады. Себу алдында өңдеу іс-шарасы әртүрлі, бірақ көздейтіні тек бір ғана мақсат – ол өнімділігін арттыру тәсілдері. Шренк шыршасының бүрлерін жинау қолмен жүзеге асырылады. Бүрлерді ашылғанға дейін, қысқа мерзімде өсіп тұрған ағаштардан жинаушы баспалдақтың көмегімен немесе ұшар басында орналасқан соқпақтар бойынша жинайды. Бүрлерді қолмен жұлып алады немесе тік беткейде тасымалды тік шымылдығын ұстай отырып, бүршік түсіргіштермен жинайды. Тұқымды бүрлерден күн кептіргіштерде немесе өзге де бүр кептіргіштерде 50°C температурада алады, жиналған тұқымдар сулау арқылы немесе қолмен қанатсыздандырылады. Тұқымдар ылғалдылығы 6-7,5 % болған кезде 3-4 жыл бойы бітелген герметикалық бөтелкелерде сақталады.

Қалемшелердің қауіпсіздігі мен тәжірибелі түрлер арасындағы байланыс айқын байқалады. Стимуляторларды (бақылау) қолданбай қалемшелердің сақталу деректерін талдау кезінде шыршалардың орташа сақталуы тікенді шыршада 63,8 %-ды құрады. [Смирнова и др., 2012: 36–42; Досманбетов и др., 2020: 58–63]. Осылайша, орташа есеппен есепті кезеңде қылқан жапырақты ағаштардан тікенді шырша қалемшелері жақсы сақталды (кесте 4).

Кесте 4 – Жерсіндірілген және табиғи өсіп жатқан ағаштардың орташа таксациялық көрсеткіштері

Рет №	Түр атауы	Жасы, жыл	Биіктігі, м	Дiң диаметрі, см	Бір жылда өскен өсімі,см	Жасыл желек диаметрі, м	
						С-О	Ш-Б
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Талғар филиалы, «Солдатсай» шатқалы							
1	Сиверс алмасы	70	8	32	30	5,5	4,5
2	Недзвецкий алмасы	65	8	28	25	3,0	4,0
3	Шренк шыршасы	100	19	44	30	8,0	4,0
4	Грек жаңғағы	45	7	24	20	4,5	5,5
5	Орман жаңғағы	40	5	20	28	4,5	4,0
Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Кіші Алматы орманшылығы							
6	Еуропалық шырша	48	18	50	30	1,0	1,0
7	Тікенекті шырша	40	25	100	15	1,7	1,7
8	Банкс қарағайы	45	10	15	30	3,5	3,5
9	Кәдімгі қарағай	50	18	32	40	4,5	3,5

2024 жылдың күзіне қарай қалемшелерде каллустың пайда болуы байқалмады, нәтиже өткен

жылмен бірдей.

2022 жылы тамырланған қалемшелердің қатарына тікенді шырша енді, Корневинмен 24 сағат өңдеуде (максималды саны) – 65.3 %; 52,6 % – бақылауда және Цирконмен өңдеуде; 64.6 % – Корнеростпен өңдеуде (өңдеу уақыты 24 сағат); Корневинмен (12 сағат) – 64.0 %, Корнерост (өңдеу уақыты 12 сағат) – 56,6 %, ККМ-1 – 63,3 % препаратымен тамырлануға қол жеткізілді. Біздің зерттеулеріміз әртүрлі өсу стимуляторларын қолданған кезде 3 жыл ішінде ашық жерде Шренк шыршасының стандартты көшеттерін алуға болатындығын дәлелдеді.

Іле Алатауы тауларында түрлерді сынау үшін ұсынылған табиғи және жасанды екпелерді барлап тексеру нәтижесінде олардың өсу учаскелері бөлініп, сипатталды, одан әрі бақылау және көбейту үшін іріктелген өсімдіктердің негізгі параметрлері анықталды.

Әрі қарай зерттеп, көбейту үшін таңдалып алынған ағаш түрлері учаскелерінің сипаттамасы мен орташа таксациялық көрсеткіштері келтірілді.

Барлық ағаштар теңіз деңгейінен 1450-1510 м биіктікте орналасқан “Солдатсай” шатқалындағы беткейдің төменгі бөлігінде және Іле Алатауы ұлттық паркінің орман тұқымбағы тұрған Кіші Алматы шатқалындағы таудың шығыс беткейінің ортасында тегіс террасада орналасқан. Дәл сол жерде тұрақты орман тұқымбағы орналасқан. Тәжірибелік учаскеде шырша ағаштарының өсу ерекшеліктері мен экологиялық жағдайларға бейімделуі зерттелді (сурет 1).



Сурет 1. Тәжірибе жасалған тұқымбақтың жалпы
[Fig.1. The total number of experimental seedbeds]

Зерттеу нысандарын картадан анықтау кезінде Шренк шыршасының таралу аймақтары мен өсу ерекшеліктері талданды. Карта материалдарын пайдалану арқылы зерттеу нысандары ретінде Шренк шыршасы өсетін аумақтар анықталды. Зерттеу барысында карта негізінде Шренк шыршасының табиғи таралу аймақтары белгіленіп, зерттеу нысандары нақтыланды. Зерттеу нысандарын картадан анықтау кезінде Шренк шыршасының өсетін орман алқаптары мен экологиялық жағдайлары қарастырылды(сурет 2).



Сурет 2. Зерттеу нысандарын картадан анықтау кезі
[Fig.1. It is time to identify the research objects on the map]

Осы маңайда өсірілген жоғарыда аталған түрлердің жасы әртүрлі, яғни шыршаның жасы 100 жылдай болса, алма ағаштарының жасы 65-70 жас шамасында. Ал, жаңғақтардың жасы 45-50 жылдай. Кіші Алматы орманшылығы территориясында жерсіндірілген қылқан жапырақтылардың жасы 40-50 жас аралығында, яғни жас ағаштар. Бір жылдағы өсімі 15 см-ден 40 см-ге дейін жетеді. Биіктігі де 10-25 м аралығында ауытқыды. Ашық жерге тәжірибе жасау жұмыстары ауа-райының жаңбырлы болуына байланысты жоспарлаған уақыттан бір апта кешігіп жүргізілді. Тәжірибелік учаскенің, яғни тұрақты тұқымбақтың координаттары төмендегідей: N 43 143 300; E 076 81 5860; теңіз деңгейі биіктігі 1418 м. Тәжірибелік учаскенің көрінісі зерттеу нысандарының орналасуы мен олардың өсу жағдайларын толық сипатталды. Тәжірибелік учаскенің көрінісі бойынша өсімдіктердің таралу ерекшеліктері мен даму деңгейін анықтауға болады. Тәжірибелік учаскенің көрінісі зерттеу нәтижелерін бағалауда маңызды ақпарат ретінде алынды. Тәжірибелік учаскенің көрінісі арқылы шырша ағаштарының өсу қарқыны мен морфологиялық белгілерін бақылауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында тәжірибелік учаскенің көрінісінде шырша ағаштарының таралуы, өсу қарқыны және морфологиялық ерекшеліктері айқын байқалып, олардың өсу жағдайларын жан-жақты бағалауға және қолданылған агротехникалық шаралардың тиімділігі анықталды (Сурет 3).



Сурет 3 – Тәжірибелік учаскенің көрінісі [Figure 3 – View of the experimental site]

Тұқым себілетін учаскені алдымен күрекпен аударып, оны тырмалап алғаннан кейін маркермен белгілеп, өлшемі 1,5м x 1м болатындай жерді (1- бақылау, 3 стимуляторлармен) төртке бөліп, қалған жұмыстардың бәрі технологиялар бойынша жүргізілді.

Биопрепараттар мен тыңайтқыштардың көмегімен сеппелердің тамырын және тамырдан тыс мүшелерін бүрку арқылы қоректендіру. Маусым-тамыз айларында «Солдатсайдағы» орман тұқымбағындағы ашық жерде және жылыжай жағдайында фитобацирин, Гуми-К, Нематофагтық саңырауқұлақ сияқты стимуляторлармен себілген сеппелерді қосымша қоректендіру мақсатында бір мезгілде тамырдан және тамырдан тыс мүшелеріне қоректендіру енгізілді. Қоректендіру іс-шарасы корейлық суда еритін Deltaspray тыңайтқышымен (2 литр суға 1 г тыңайтқыш) жасалынды. Келесі қоректендіру және аптасына бір рет суару 7 күн сайын жүргізілді.

Қорытынды.

Зерттеу жүргізген Солтүстік Тянь-Шанның беткейлеріне қатты дауылдардың алдын-алу үшін орташа бөлігінде Шренк шыршасы, қотыр қайың, кәдімгі қарағай, долана, өрік, алша сияқты өсімдіктер анықталды. Беткейдің төменгі бөлігінде ылғалдың мол болуы ағаш-бұталы өсімдіктер түрлерін өсіру үшін экологиясы анықталды. Сібір майқарағайын, сібір балқарағайын, грек жаңғағын, алмұртты, бөрікарақаттарда дәлелденді. Эрозияға ұшыраған тұстарды ормандандыру үшін тамыр атпасымен тез көбейетін көктерек сияқты ағаш отырғызылды. Таудағы қар көшкіндерінің жиналып қалатын жерлерінде, ерекше жағдай болғандықтан, бұл жерге алдымен тал, тобылғыны отырғызу қажет. Ары

қарай, біраз бекітілгеннен кейін қылқан жапырақтыларды отырғызуды бастауға болады. Жер бедерінің элементтері бойынша жеміс ағаштарының бөлінуі төмендегідей болады: су айырықтарында, жалдарда және қатты қалыпты оқшауланған беткейдің барлық бөліктерінде – кәдімгі сары өрік, долана; беткейдің төменгі бөлігінде және шет жақтарына – Сиверс алмасы, сары долана. Көлеңкелі беткейдің барлық бөлігіне Сиверс алмасын, шет жақтарына – орман жаңғағы, алша отырғызу көзделеді. Төменгі биіктік-ауа-райы жолағының эрозияға ұшыраған беткейлеріне төмендегі түрлерді отырғызады: барлық бөлігі қатты және қалыпты оқшауланған беткейлерде – бұтақты шегіршін (теңіз деңгейі биіктігінен 1600 м-ге дейін), көктерек, сары қарақат; ал көлеңкелі беткейге: Сиверс алмасы, сары өрік, Шренк шыршасы, дәріарша; эрозияға ұшыраған беткейлерге тек тамыр жүйесі жабық көшеттер қолданылды.

Зерттелген ағаш және бұта өсімдіктерінің маусымдық даму динамикасын сипаттайтын 2022-2024 жылдардағы фенологиялық бақылаулар жасалынды. Бұл алынған деректер зерттелген таксондардың биологиялық процестері негізінен зерттеу аймағының экологиялық және ауа-райы жағдайларына сәйкес келетіндігін көрсетеді.

Зерттелетін таксондардың зақымдануы аурулармен анықталған жоқ, Сиверс алмасының (жемістің 22–34 %) және Недзвецкий алмасының (16–29 %) жемістері энтомозиянкестермен (жеміс көбелегімен) зақымдалды. Зерттеу жүргізген жылдары барлық өсімдіктер қыстың төмен температурасымен зақымдалмады. Зерттелген ағаш түрлерінде ауру белгілері немесе энтомозиянкестер байқалған жоқ. 1500–1550 м теңіз деңгейінен жоғары, сондай-ақ шығыс, батыс және әсіресе оңтүстік экспозициялардың баурайларында жоғарыда аталған түрлердің орман екпелерін құруды дұрыс деп санамаймыз. Бақылау нұсқасында өсірілген Шренк шыршасының сеппелері әлі стандартты өлшемдерге жеткен жоқ, сондықтан оларды тағы бір жыл өсіру керек. Ағаш өсімдіктерінің түрлерін зерттеу барысында байқағанымыз, еуропалық шырша, тікенекті шырша солтүстік экспозициялардың (солтүстік – шығыс, солтүстік және солтүстік – батыс) баурайларында теңіз деңгейінен 1500 – 1550 м биіктікке дейін орман белдеуінің жабайы жеміс ормандары белдеуінің жағдайында жақсы бейімделгенін көрсетті. Грек жаңғағы, орман жаңғағы, кәдімгі қарағайды да осыны айтуға болады, яғни олардың өсуі мен даму процестері негізінен осы аймақтың климаттық жағдайларына сәйкес келеді. Бүгінгі таңда барлық таңдауларға қарамастан, тұқымдарды өндеуде химиялық заттарды қолдану болды. Өнімділікті арттыру; болашақ өсімдіктердің иммундық жүйесін нығайту; отырғызғаннан кейін тұқымдардағы саңырауқұлақтар мен бактериялардың дамуына жол бермеу. Жылыжайда жасанды суару мен тамырлануды тездететін стимуляторларды қолданған кездегі қалемшелердің орташа тамырлану көрсеткіші, қалемшелердің тәжірибелі түрлер арасындағы байланыс айқын байқалады. Стимуляторларды (бақылау) қолданбай қалемшелердің сақталу деректерін талдау кезінде шыршалардың орташа сақталуы тікенді шыршада 63,8 %-ды құрады. Орташа есеппен есепті кезеңде қылқан жапырақты ағаштардан тікенді шырша қалемшелері жақсы сақталды. Ауа - райы элементтерінің жағдайы туралы мәліметтерге сәйкес қарастырылып отырған ағаш өсімдіктері түрлері фенофазаларының басталуы фенофаза алдындағы екі апталық кезең үшін температуралық жағдайға байланысты өзгеретіні анық дәлелденді. Шренк шыршасы, дәріарша; эрозияға ұшыраған тамыр жүйесі жабық қылқанды көшеттер қолданылды. Ұзақ тіршілік жасайтын жоғары өнімді алқа ағаштарды өсіру, көп жағдайда ағаштардың орналасуына, араластыру әдісі қолданылды. Ағаштарды араластыруды қолданған кезде биологиялық қасиеттері мен сыртқы ортаға әсері анықталды. Ағаш өсімдіктерінің биологиялық қасиеттерінен олардың жарық сүйгіштігі, өсу жылдамдығы және тамыр жүйесінің құрылысы есепке алынады. Жарық сүйгіш және тез өсетін ағаштарды көлеңкеге төзімді, әрі баяу өсетіндермен араластырып отырғызылды.

Жылыжайда Шренк шыршасының көшеттерін өсіру кезінде өсу стимуляторларын пайдалану үш жыл бойы стандартты көшеттерді өндіруге жер үсті массасының өсуінің максималды көрсеткіштері алынды деп қорытынды жасауға болады. Жұқа тамырлар массасымен арақатынасын жақсартады, отырғызу материалының сапасын жақсартады. Вегетативтік жолмен көбейту барысында таңдалған ағаштардың қалемшелері алдын-ала дайындалып, оларды стимуляторларды қолдана отырып отырғызылды. Вегетативтік жолмен көбейту барысында таңдалған ағаштардың қалемшелері алдын-ала дайындалып, оларды стимуляторларды қолдана отырып отырғыздық. Қалемшелердің ең жақсы тамырлануы отырғызылған басқа қалемшелердің санынан “Корневин” стимуляторымен 24-сағат бойы өңделген кезде тікенекті шыршада (65,3 %) нәтиже берді.

ӘДЕБИЕТ

- Адилбаева Ж.Б., Абаева К.Т., Мырзабаева Г.А., Сламбаева А.Б., Адалқан О., Алламбергенов Т.Д. (2025). Ағаш түрлерін араластыруды жобалау кезінде олардың биологиялық қасиеттері мен сыртқы ортаға әсер // Научно-практический журнал «Ғылым және білім» Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми-практикалық журналы, ISSN 2305-9397. Том 3 №4 (81), 256–270. DOI:10.52578/2305-9397-2025-4-3-256-270 [in Kaz]
- Адилбаева Ж.Б., Майсупова Б.Д., Кентбаева Б.А., Утебекова А.Д., Досманбетов Д.А. (2018). Исследование некоторых древесно-кустарниковых видов, произрастающих в горах Северного Тянь-Шаня // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, № 1 (77), 136–141. [in Rus]
- Ахметов Р.С., Майсупова Б.Д., Утебекова А.Д., Досманбетов Д.А. (2019). Способы ускоренного выращивания посадочного материала (*Picea Schrenkiana* Fisch. et C.A. Mey.) // Научно-практический журнал «Ғылым және білім» Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми-практикалық журналы, ISSN 2305-9397, 2(55), 258–262. [in Rus]
- Бусов Л. В. (2019). Эффективность применения стимулятора роста корневин при выращивании сеянцев кедра корейского (*Pinus koraiensis siebold et Zucc.*) в Приморском крае / Л. В. Бусов, Р. Ю. Акимов, В. В. Острошенко // Аграрный вестник Приморья. № 1. С. 59–64. [in Rus]
- Волкович А.П., Носников В.В. (2015). Лесовосстановление и питомническое хозяйство // Минск: БГТУ, 74.
- Досманбетов Д.А., Ахметов Р.С., Майсупова Б.Д., Бектурганов А.Н. (2020). Результат обработки сеянцев растений биостимуляторами роста // Научно-практический журнал «Ғылым және білім» ЗКАТУ им. Жангир хана, ISSN 2305–9397. № 3-2 (60), 150–155. [in Rus]
- Егорова А.В. (2015). Регуляторы роста в процессах прорастания семян и роста сеянцев хвойных пород. Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий // VIII Съезд об-ва физиологов растений России: тез. докл. Всеросс. науч. конф. и школы для молодых ученых, Петрозаводск: КарНЦ РАН,–183.[in Rus]
- Adilbayeva, Zh., Maisupova, B., Abayeva, K., Utebekova, A., Akhmetov, R. (2021). The effect of stimulants on the seed germination and growth of Schrenk's spruce seedlings. OnLine Journal of Biological Sciences, ISSN 1608-4217, USA, 21(2), 354–364. DOI:10.3844/ojbsci.2021.354.364 [in Eng.]
- Zhang Ping, LV Zhao-zhi, Zhang Xin, Zhao Xiang-ping, Maisupova Bagila, Zhnag Yong-guang, Gulzhanat Tanabekova, Adilbayeva Zhanera, Cui Zhi-jun. (2019). Age structure of MALUS SIEVERSII population in ili of xinjiang and KAZAKHSTAN // Arid Zone Research, Vol. 36 (4), Pp. 844 – 853. [in Chinese]
- Кабанова С.А. (2019). Опыт интенсивного выращивания однолетних сеянцев сосны обыкновенной в Павлодарской области Республики Казахстан / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, И. С. Кочегаров и др. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. № 6. С. 104–117[in Rus]
- Кабанова С.А. (2019). Применение стимуляторов для предпосевной обработки семян сосны обыкновенной в ленточных борах Прииртышья / С.А. Кабанова, М. А. Данченко // Лесной вестник. № 6, С. 13–19. [in Rus]
- Кан В.М., Уразбакова У.А., Титов И.Н. (2017). Влияние жидкого препарата гуми-к на продуктивность бобов сои в сероземах Юго-Востока Казахстана // Журнал «Почвоведение и агрохимия». Алматы, 14–22. [in Rus]
- Мамбетов Б.Т., Майсупова Б.Д., Шоманов Ж.Ш., Досманбетов Д.А. (2019). Определение динамики влажности почвы за вегетационный период в зависимости от обработки и механического состава почв // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. №3 (83), 336 – 342. [in Rus]
- Мурсалимова Г.Р. (2016). Влияние регуляторов роста нового поколения на развитие культурных растений // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. №4, 7–15. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-14004> [in Rus]
- Майсупова Б.Д., Келгенбаев Н.С., Досманбетов Д.А., Дуkenov Ж.С. (2018). Характеристика естественного возобновления ельников Северного Тянь-Шаня // Вестник государственного университета имени Шакарима г. Семей. №2 (82), 237–241.[in Rus]
- Майсупова Б.Д., Келгенбаев Н.С., Досманбетов Д.А., Бектурганов А.Н. (2018). Создание лесных культур ели Шренка четырехлетними сеянцами // Вестник государственного университета имени Шакарима г. Семей. №4 (84), 215–219. [in Rus]
- Майсупова Б.Д., Мамбетов Б.Т., Досманбетов Д.А., Утебекова А.Д. (2019). Применение корневой и внекорневой подкормки для однолетних сеянцев ели Шренка // Научно-практический журнал «Ғылым және білім» ЗКАТУ им. Жангир хана, ISSN 2305-9397. № 4 (57), 76 – 81. [in Rus]
- Скозырева И.А. (2019). Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной / И.А. Скозырева. // Лесотехнический журнал. №3, С. 83-87. [in Rus]
- Смирнова И.Э., Койшибаев М.К., Саубенова М.Г., Кузнецова Т.В., Саданов А.К. (2012). Биологический способ стимуляции роста и защиты сельскохозяйственных растений от фитопатогенных грибов // Инноват. патент РК №24974, бюл. №1, 36 – 42.[in Rus]
- Жигунов А.В. (2021). Влияние освещенности на рост сеянцев с закрытой корневой системой /А.В.Жигунов, А.С. Оплетаев // Между-народный научно-исследовательский журнал. №11(113)-1. С. 124-12. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.022> [in Rus]
- Чеботько Н.К., Хадиев Р.М., Серафимович М.В., Терехова С.В. (2014). Рекомендации по селекционной и генетической оценке сосновых насаждений // Кокшетау: ИП Устюгов С.А., – 20. [in Rus]

REFERENCES

- Adilbayeva, Zh.B., Abayeva, K.T., Myrzabayeva, G.A., Slambayeva, A.B., Adalkan, O., Allambergenov, T.D. (2025). Biological properties of tree species and their effect on the environment in the design of mixed plantings. Scientific and Practical Journal “Science and Education” of West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhanger Khan, ISSN 2305-9397, Vol. 3, No. 4(81), 256–270. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2025-4-3-256-270>. [in Kaz]
- Adilbayeva, Zh.B., Maisupova, B.D., Kentbayeva, B.A., Utebekova, A.D., Dosmanbetov, D.A. (2018). Study of some woody and shrub species growing in the mountains of the Northern Tien Shan. Searches, Findings. Research, Results, 1(77), 136–141. [in Rus]
- Akhmetov, R.S., Maisupova, B.D., Utebekova, A.D., Dosmanbetov, D.A. (2019). Methods of accelerated cultivation of planting material (*Picea schrenkiana* Fisch. et C.A. Mey.). Scientific and Practical Journal “Science and Education” of West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhanger Khan, ISSN 2305-9397, 2(55), 258–262. [in Rus]
- Busov, L. V., (2019). “Efficiency of Using the Growth Stimulator Kornevin in Growing Korean Cedar (*Pinus koraiensis siebold et Zucc.*) Seedlings in Primorsky Krai” (L. V. Busov, R. Yu. Akimov, V. V. Ostroshchenko) // Agrarian Bulletin of Primorye., №1, pp. 59–64. [in Rus]
- Volkovich, A.P., Nosnikov, V.V. (2015). Reforestation and Nursery Management. Minsk: BSTU, 74 p. [in Rus]
- Dosmanbetov, D.A., Akhmetov, R.S., Maisupova, B.D., Bekturganov, A.N. (2020). Results of treating plant seedlings with biostimulants. Scientific and Practical Journal “Science and Education” of West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhanger Khan, ISSN

2305-9397, 3-2(60), 150–155. [in Rus]

Egorova, A.V. (2015). Growth regulators in seed germination and conifer seedling growth processes. Plants under global and local natural-climatic and anthropogenic impacts. In: Proceedings of the VIII Congress of the Society of Plant Physiologists of Russia: Abstracts of the All-Russian Scientific Conference and School for Young Scientists. Petrozavodsk: KarRC RAS, p. 183. [in Rus]

Adilbayeva, Zh., Maisupova, B., Abayeva, K., Utebekova, A., Akhmetov, R. (2021). The effect of stimulants on the seed germination and growth of Schrenk's spruce seedlings. OnLine Journal of Biological Sciences, ISSN 1608-4217, USA, 21(2), 354–364 DOI:10.3844/ojbsci.2021.354.364. [in Eng.]

Zhang, P., Lv, Z., Zhang, X., Zhao, X., Maisupova, B., Zhang, Y., Tanabekova, G., Adilbayeva, Zh., Cui, Z. (2019). Age structure of *MALUS SIEVERSII* population in Ili of Xinjiang and KAZAKHSTAN. Arid Zone Research, 36(4), 844–853. [in Chinese]

Kabanova, S. A., (2019). "Experience with Intensive Cultivation of One-Year-Old Scots Pine Seedlings in the Pavlodar Region of the Republic of Kazakhstan" (S. A. Kabanova, M. A. Danchenko, I. S. Kochegarov, et al.). News of Higher Educational Institutions. Forestry Journal. №6, pp. 104–117. [in Rus]

Kabanova, S. A., (2019). "Use of growth stimulants for pre-sowing treatment of Scots pine seeds in ribbon pine forests of the Irtysh region." / S. A. Kabanova, M. A. Danchenko // Forest Bulletin. № 6. Pp. 13–19. [in Rus]

Kan, V.M., Urazbakova, U.A., Titov, I.N. (2017). Effect of the liquid preparation Gumi-K on soybean productivity in grey soils of South-Eastern Kazakhstan. Journal of Soil Science and Agrochemistry, Almaty, 14–22. [in Rus]

Mambetov, B.T., Maisupova, B.D., Shomanov, Zh.Sh., Dosmanbetov, D.A. (2019). Determining soil moisture dynamics during the growing season depending on tillage treatment and soil mechanical composition. Searches, Findings. Research, Results, 3(83), 336–342. [in Rus]

Mursalimova, G.R. (2016). Effect of new-generation growth regulators on the development of cultivated plants. Bulletin of the Orenburg Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 4, 7–15. <https://doi.org/10.24411/2304-9081-2018-14004> [in Rus]

Maisupova, B.D., Kelgenbayev, N.S., Dosmanbetov, D.A., Dukenov, Zh.S. (2018). Characteristics of natural regeneration of spruce forests in the Northern Tien Shan. Bulletin of Shakarim State University of Semey, 2(82), 237–241. [in Rus]

Maisupova, B.D., Kelgenbayev, N.S., Dosmanbetov, D.A., Bekturganov, A.N. (2018). Establishment of Schrenk's spruce forest plantations using four-year-old seedlings. Bulletin of Shakarim State University of Semey, 4(84), 215–219. [in Rus]

Maisupova, B.D., Mambetov, B.T., Dosmanbetov, D.A., Utebekova, A.D. (2019). Application of root and foliar fertilization for one-year-old Schrenk's spruce seedlings. Scientific and Practical Journal "Science and Education" of West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan, ISSN 2305-9397, 4(57), 76–81. [in Rus]

Skozyreva, I. A., (2019). "Efficiency of using growth stimulants in growing Scots pine seedlings." / I. A. Skozyreva // Forest Engineering Journal. №3. – Pp. 83-87. [in Rus]

Smirnova, I.E., Koishibayev, M.K., Saubenova, M.G., Kuznetsova, T.V., Sadanov, A.K. (2012). Biological method for stimulating growth and protecting agricultural plants from phytopathogenic fungi // Innovative Patent of the Republic of Kazakhstan, No. 24974, Bulletin No. 1, 36–42. [in Rus]

Zhigunov AV. (2021). Effect of illumination on the growth of seedlings with a closed root system / AV Zhigunov, AS Opletaev. //International Research Journal. №11(113) – 1. P.124-128. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.022>

Chebotko, N.K., Khadiev, R.M., Serafimovich, M.V., Terekhova, S.V. (2014). Recommendations for the Selection and Genetic Assessment of Pine Stands // Kokshetau: IE Ustyugov S.A., P.20. [in Rus]

Адилбаева Жанера Бекенқызы - кіріспе, зерттеу мақсаты бөлімдеріне.

Игембаева Айнура Қанатқызы - көп еңбек етсе, далалық және зертханалық зерттеулер жүргізіп, эксперименттік мәліметтерді және оны талдау бөлімінде.

Мырзабаева Гулнар Азимбаевна, Сламбаева Адина Болатовна, Алламбергенов Танжарбай Даулетмуратович - барлық нәтижелерді ғылыми басылымды дайындады.

S.Yu. Dolgopola*, G.M. Ablaysanova, A.A. Aitkaliyeva, M.O. Aubakirova

LLP Fisheries Research and Production Center, Kazakhstan.

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com

HYDROCHEMICAL AND TOXICOLOGICAL REGIME OF THE MAIN LAKES OF THE BURABAY SNNP

Dolgopola Svetlana Yurievna, PhD, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Head of the Laboratory of Hydroanalytics, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>;

Ablaisanova Gulmira Mukhambetalievna, PhD, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Senior Researcher, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A

E-mail: g.ablaisanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>;

Aitkaliyeva Aigerim Aitkaliyevna, doctoral student, «Fisheries Research and Production Center» LLP, Head of the Testing Center, Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Suyunbai Avenue, 89A

E-mail: aigerim87a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>;

Aubakirova Moldir Ornykbaevna – PhD, Head of Hydrobiology Laboratory, LLP «Fisheries Research and Production Center» 050016, Almaty, Suyunbay Ave., 89 “A”, Kazakhstan

E-mail: aubakirova@fishrpc.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7818-4469>.

Abstract. *Introduction.* Nature reserves cover about one-tenth of the country's territory. Access to some of them is restricted; however, popular sites experience intensive pressure due to unregulated tourism, which negatively affects ecosystems. *Materials and methods.* The article presents the results of hydrochemical and toxicological studies of the main lakes of the Burabay SNNP: Kishi Shabakty, Ulken Shabakty, Burabay, Shortandy, Tekekol, Katarkol and Zhukey, located in the territories of the specially protected Shchuchinsk-Borovsk resort zone, carried out in the spring-winter period of 2024. The purpose of this work included an assessment of the ecological state of the reservoirs of the main lakes of the Burabay GNPP according to hydrochemical and toxicological indicators. The surveyed water bodies have a satisfactory gas regime. *Results and discussion.* Organic substances in these water bodies are distributed relatively evenly and have indicators higher than the average standards for pond fish farms, which is inextricably linked with the flowering of lakes. According to the data obtained, the concentration of heavy metals in seven lakes during the four seasons of the study is low. Elements such as zinc, nickel, copper, lead, cadmium, chromium and manganese are found in the water in minimal quantities, and do not exceed the quality standards for fisheries. *Conclusions.* All studied elements are distributed throughout the water area of the water body as a whole uniformly and have a certain stability in terms of all studied points, where seasonal dynamics do not have large changes in the indicators of the studied metals.

Keywords: hydrochemistry, ion-salt composition, mineralization, biogenic substances, oxygen, toxicology, heavy metals.

For citation: Dolgopola S.Yu., Ablaysanova G.M., Aitkaliyeva A.A., Aubakirova M.O. (2026). Hydrochemical and toxicological regime of the main lakes of the Burabay SNNP // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 139–147. <https://doi.org/10.37884/2-2026/12> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: The research was conducted within the framework of the scientific and technical program under program-targeted funding for 2024–2026 (Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan) and the project “Restoration and Conservation of the Ecosystem of the State National Nature Park ‘Burabay’” implemented jointly by the State Institution “State National Nature Park ‘Burabay’” of the

С.Ю. Долгополова*, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова

«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан.

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com

БУРАБАЙ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ (МҰТП) НЕГІЗГІ КӨЛДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІ

Долгополова Светлана Юрьевна, философия докторы PhD, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, гидроаналитика зертханасының меңгерушісі, Қазақстан, 050016, Алматы, Сүйінбай даңғылы, 89А

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>;

Аблайсанова Гүлмира Мухамбеталиевна, философия докторы PhD, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, аға ғылыми қызметкер, Қазақстан, 050016, Алматы, Сүйінбай даңғылы, 89А

E-mail: g.ablaisanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>;

Айткалиева Айгерим Айткалиевна, PhD-докторант, «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, сынақ орталығының жетекшісі, Қазақстан, 050016, Алматы, Сүйінбай даңғылы, 89А

E-mail: aigerim87a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>;

Аубакирова Молдир Орныкбаевна, PhD, гидробиология зертханасының меңгерушісі, Балық Шаруашылығы Ғылыми өндірістік орталығы» ЖШС, Қазақстан, 050016, Алматы, Сүйінбай даңғылы, 89А

E-mail: aubakirova@fishrpc.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7818-4469>.

Аннотация. *Kipicne.* Қорықтар ел аумағының шамамен оннан бір бөлігін қамтиды. Олардың кейбіріне кіру шектелген, алайда танымал нысандар реттелмеген туризм салдарынан күшті әсерге ұшырап, бұл экожүйелерге теріс ықпал етеді. *Материалдар мен әдістер.* Мақалада 2024 жылдың көктем–қыс кезеңінде ерекше қорғалатын Щучинск–Бурабай курорттық аймағы аумағында орналасқан Бурабай МҰТП-нің негізгі көлдеріне — Кіші Шабакты, Үлкен Шабакты, Бурабай, Шортанды, Текекөл, Қатаркөл және Жүкей көлдеріне жүргізілген гидрохимиялық және токсикологиялық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеудің мақсаты Бурабай МҰТП негізгі көлдерінің экологиялық жай-күйін гидрохимиялық және токсикологиялық көрсеткіштер негізінде бағалау болып табылады. *Нәтижелер мен талқылау.* Аталған су объектілеріндегі органикалық заттар салыстырмалы түрде біркелкі таралған және тоғандық балық шаруашылығы үшін белгіленген орташа нормативтік деңгейден жоғары көрсеткіштерге ие, бұл көлдердің гүлдену үдерістерімен тығыз байланысты. Алынған деректерге сәйкес, жеті көл бойынша зерттеудің төрт маусымы ішінде ауыр металдардың концентрациясы төмен деңгейде анықталды. Мырыш, никель, мыс, қорғасын, кадмий, хром және марганец сияқты элементтер су құрамында аз мөлшерде кездеседі және балық шаруашылығы мақсатындағы су айдындары үшін белгіленген сапа стандарттарынан аспайды. *Қорытынды.* Зерттелген барлық элементтер көл акваториясы бойынша жалпы алғанда біркелкі таралған және барлық зерттеу нүктелерінде көрсеткіштердің белгілі бір тұрақтылығымен сипатталады, мұнда маусымдық динамика зерттелген металдардың мөлшеріне елеулі әсер етпейді.

Түйін сөздер: гидрохимия, ионды-тұздық құрам, минералдану, биогенді заттар, оттегі, токсикология, ауыр металдар аясында жүргізілді.

Дәйексөз үшін: Долгополова С.Ю., Аблайсанова Г.М., Айткалиева А.А., Аубакирова М.О. (2026). Бурабай мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (МҰТП) негізгі көлдерінің гидрохимиялық және токсикологиялық режимі // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 139–147. <https://doi.org/10.37884/2-2026/12> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс: Зерттеулер 2024–2026 жылдарға арналған бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру шеңберіндегі ғылыми-техникалық бағдарламасы (Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі) және Президент Іс Басқармасы қарамағындағы ««Бурабай» Мемлекеттік ұлттық

С.Ю. Долгополова*, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова

ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Казахстан.

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОСНОВНЫХ ОЗЕР ГНПП «БУРАБАЙ»

Долгополова Светлана Юрьевна*, доктор философии PhD, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», заведующая лабораторией гидроаналитики, Казахстан, 050016, Алматы, проспект Суюнбая, 89А

E-mail: sveta.dolgopolova.1987@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9406-8449>;

Аблайсанова Гульмира Мухамбеталиевна, доктор философии PhD, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», старший научный сотрудник, Казахстан, 050016, Алматы, проспект Суюнбая, 89А

E-mail: g.ablaisanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3691-5822>;

Айткалиева Айгерим Айткалиевна, PhD-докторант, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», руководитель испытательного центра, Казахстан, 050016, Алматы, проспект Суюнбая, 89А

E-mail: aigerim87a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0777-8419>;

Аубакирова Молдир Орныкбаевна – PhD, заведующая лабораторией гидробиологии ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Казахстан, 050016, Алматы пр. Суюнбая, 89 «А»

E-mail: aubakirova@fishrpc.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7818-4469>.

Аннотация. Введение. Заповедники охватывают около одной десятой площади страны. В некоторые из них вход ограничен, однако популярные объекты подвергаются интенсивному воздействию из-за нерегулируемого туризма, что негативно сказывается на экосистемах. **Материалы и методы.** В статье представлены результаты гидрохимических и токсикологических исследований основных озер ГНПП «Бурабай»: Киши Шабакты, Улкен Шабакты, Бурабай, Шортанды, Текеколь, Катарколь и Жукей, расположенные на территориях особо охраняемых Щучинско-Боровской курортной зоны, проведенных в весенне-зимний период 2024 г. Цель настоящей работы заключалась в оценке экологического состояния водоемов основных озер ГНПП «Бурабай» по гидрохимическим и токсикологическим показателям. **Результаты и обсуждение.** Обследованные водоемы имеют удовлетворительный газовый режим. Органические вещества в данных водных объектах распределены относительно равномерно и имеют показатели выше средних норм для прудовых рыбоводных хозяйств, что неразрывно связано с цветением озёр. Согласно полученным данным, концентрация тяжелых металлов по семи озерам за четыре сезона исследования невысока. Такие элементы, как цинк, никель, медь, свинец, кадмий, хром и марганец содержатся в воде в минимальном количестве и не превышают стандарты качества для рыбохозяйственных водоемов. **Выводы.** Все изученные элементы распределяются по акватории водоема в целом равномерно и имеют определенную стабильность в показателях во всех исследуемых точках, где сезонная динамика не оказывает больших изменений в показателях исследуемых металлов.

Ключевые слова: гидрохимия, ионно-солевой состав, минерализация, биогенные вещества, кислород, токсикология, тяжелые металлы.

Для цитирования: Долгополова С.Ю., Аблайсанова Г.М., Айткалиева А.А., Аубакирова М.О. (2026). Гидрохимический и токсикологический режим основных озер ГНПП «Бурабай» // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 139–147. <https://doi.org/10.37884/2-2026/12> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность. Исследования проведены в рамках научно-технической программы по программно-целевому финансированию на 2024-2026 годы (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) и Проекта «Восстановление и сохранение экосистемы ГНПП «Бурабай» между ГУ «Государственный национальный природный парк «Бурабай» Управления делами Президента.

Введение.

Десятую часть территории нашей страны занимают заповедники и особо охраняемые зоны. Доступ к некоторым из них строго ограничен, однако популярные заповедники сталкиваются с неконтролируемым потоком туристов, который может негативно воздействовать на окружающую среду.

Одной из основных задач сохранения биоразнообразия является обеспечение экологической устойчивости, минимизация антропогенного воздействия и замедление деградации водоемов, находящихся вблизи промышленных объектов [Zhumangalieva, 2014: 3; Mezentseva et al., 2018: 368-373; Toxabayeva et al., 2025: 63-70].

Озера, расположенные на территориях особо охраняемых природных зон, используются в рекреационных и бальнеологических целях. Однако их исследования остаются недостаточными, несмотря на значительное антропогенное воздействие. Растущая нагрузка, связанная с поступлением биогенных элементов, провоцирует эвтрофикацию, что приводит к заболачиванию, гибели макрофитов и ухудшению качества воды. Эти процессы сопровождаются снижением уровня кислорода и образованием сероводорода, что негативно влияет на гидробионты [Aubakirova et al., 2021: 1-25].

В современных условиях, важным направлением является внедрение мер по снижению антропогенной нагрузки: контроль за стоками, регулирование рыболовства и развитие экологического туризма. Комплексный подход позволит сохранить уникальные экосистемы озер, улучшить их экологическое состояние и повысить их ценность [Mukatai et al., 2021: 146-154; Schemmer et al., 2024: 1-8].

Материалы.

Материалом для анализа послужили результаты гидрохимических и токсикологических исследований основных водоёмов ГНПП, проведённых в осенне-зимний период 2024 года. Объектами исследования являлись воды основных озёр ГНПП. В ходе работы был осуществлён отбор проб воды для последующего определения содержания токсических веществ.

Методы.

Изучение водоемов включали в себя определение газового режима, физико-химических свойств воды, ионного состава, биогенных веществ, концентрации органических загрязняющих веществ, а также содержания токсических веществ, такие как: тяжелые металлы, фенолы и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).

В лабораторных условиях было проведено определение фенолов в пробах природных вод, выполнен флуориметрическим методом на анализаторе жидкости (ПНД Ф 14.1:2.4.182-02. «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02»», М.: Изд-во стандартов. 2020 г., с. 10-11). Содержание тяжелых металлов в воде проводился методом массовой концентрации элементов в пробах природных вод, атомно-эмиссионной спектроскопией с индуктивно связанной плазмой (ПНД Ф 14.1:2.4.135-98. «Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой», М.: Изд-во стандартов. 1998 г., с. 10-11). Определение содержания синтетических, поверхностно-активных веществ проводился с использованием спектрометрического метода (СТ РК ИСО 6332-2008. «Качество вод. Определение содержания железа Спектрометрический метод с применением 1,10-фенантролина» А: 2008 г. 27 с., СТ РК 1983-2010. Определение содержания ПАВ в природных, сточных водах. А: 2010 г. с.1-15).

Определение физико-химических свойств, анализ гидрохимических показателей, биогенных веществ, солевого состава и токсических веществ выполнены в соответствии общепринятыми методиками [Alekin, 1970: 444] и ГОСТами (ГОСТ 27065-86 «Качество вод. Термины и определения». М.: Изд-во стандартов. 1985. 11 с.; Приказ МЗ РК № ҚР ДСМ-138 от 24.11.2022 г. Об утверждении Гигиенических нормативов показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, № 30713, МЮРК 25.11.2022 г.).

Результаты.

Результаты научно-исследовательских работ, проведенных в течение весеннего, летнего осеннего

и зимнего сезонов 2024 г. по семи водоемам I НПП Бурабай (озера У., К. Шабакты, Катарколь, Бурабай, Текеколь, Жукей, Шортанды), показали, что реакция водной среды в четырех водоемах относится к щелочной, а озера Бурабай и Шортанды имеют слабощелочной характер. Исследуемые водоемы имеют удовлетворительный газовый режим. Количество растворенного кислорода по всем исследуемым участкам имеет высокие показатели, достаточное для развития и жизнедеятельности гидробионтов. Диоксид углерода в водоемах отсутствует (таблица 1).

Таблица 1 – Средние гидрохимические показатели в водоемах ЩБКЗ, за 2024 г.

Название озер	pH	O ₂ , мг/ дм ³	Биогенные элементы, мг/дм ³						ООБ, мгО/ дм ³	Минерализация, мг/дм ³
			NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄	Fe _{общ}	Si		
Весна										
К. Шабакты	8,6	10,2	< 0,07	<0,006	< 0,3	<0,01	0,1	1,50	15,0	4471,0
У. Шабакты	8,5	11,0	0,36	<0,007	0,7	0,01	<0,05	1,60	16,0	1224,0
Катарколь	8,6	11,4	0,29	0,0220	1,4	0,14	0,23	1,00	45,4	936,0
Бурабай	7,7	10,3	0,49	0,0090	0,3	0,03	0,08	9,79	19,4	233,0
Текеколь	8,6	11,8	0,62	0,0170	1,0	0,04	0,05	1,02	15,1	862,0
Жукей	8,9	9,4	<0,07	<0,070	0,7	0,05	0,25	1,04	22,4	5366,0
Шортанды	8,2	11,9	0,30	< 0,006	0,9	< 0,01	0,07	0,37	5,30	398,0
Лето										
К. Шабакты	8,7	9,0	< 0,07	<0,006	0,6	0,04	0,06	0,30	12,5	4859,7
У. Шабакты	8,6	8,9	<0,07	<0,006	<0,42	0,01	<0,05	2,90	17,5	1203,5
Катарколь	8,8	10,4	0,37	0,031	0,3	0,23	0,05	3,90	61,0	1034,0
Бурабай	8,0	8,94	0,32	< 0,006	< 0,3	0,01	0,06	7,30	16,5	317,0
Текеколь	8,7	9,21	0,14	0,006	< 0,3	0,02	< 0,05	0,70	15,8	929,0
Жукей	8,8	9,45	< 0,07	0,126	<0,3	0,04	0,05	0,20	20,8	5514,0
Шортанды	8,3	11,0	0,12	< 0,006	< 0,3	0,01	< 0,05	0,40	5,0	455,0
Осень										
К. Шабакты	8,6	5,92	< 0,07	0,012	< 0,3	15,4	<0,05	0,57	15,4	4632,0
У. Шабакты	8,4	7,29	0,25	<0,006	1,1	0,01	<0,05	2,97	18,3	1147,0
Катарколь	8,3	5,97	0,53	0,031	0,7	0,1	0,06	4,03	55,0	956,0
Бурабай	6,9	6,01	0,35	0,007	0,5	0,02	0,05	9,88	27,7	258,0
Текеколь	8,7	6,60	0,21	< 0,006	0,6	0,01	< 0,05	1,91	34,1	851,0
Жукей	8,8	7,61	< 0,07	0,04	1,6	0,03	<0,05	0,44	22,9	5558,0
Шортанды	8,2	5,37	0,11	< 0,006	< 0,3	0,02	< 0,05	<0,05	6,9	416,5
Зима										
К. Шабакты	8,7	6,20	0,49	0,013	0,9	0,02	<0,05	0,72	17,0	4904,0
У. Шабакты	8,5	5,94	0,28	0,01	0,5	0,01	0,06	4,89	17,2	1117,0
Катарколь	8,5	5,46	0,39	0,02	0,4	0,06	0,07	4,11	46,7	998,0
Бурабай	7,5	6,43	0,17	0,009	0,9	0,02	< 0,05	9,56	27,1	288,3
Текеколь	8,7	6,47	0,17	< 0,006	0,5	0,01	0,05	1,92	18,7	875,0
Жукей	8,8	5,25	< 0,07	0,014	0,6	0,03	0,05	1,10	20,8	5681,0
Шортанды	8,0	6,95	0,19	0,007	0,5	0,01	< 0,05	0,53	6,9	427,0

Результаты проб воды, отобранные во всех четырех сезонах на определение солей, нитритов, нитратов, сульфатов, хлоридов, натрия и калия, показали, что данные показатели не превышали предельно допустимые концентрации для водных объектов.

Анализ гидрохимического режима за весенне-летний и осенне-зимний период у озер У. Шабакты, К. Шабакты и Жукей показывает, что вода относится к категории «солонатовой» остальные обследованные озера относятся к категории «пресные» (оз. Катарколь, Бурабай, Текеколь, Шортанды).

Динамика по четырем сезонам показывает, что содержание минерализации в летний период по таким водоемам, как Катарколь, Бурабай, Текеколь и Шортанды имеют максимальные показатели по сравнению с весенним, осенним и зимним периодами. Так, например, в оз. Катарколь количество минерализации в летний период выросло на 10,5 % по сравнению с весенними показателями, на 8,2 % с осенним сезоном, с зимним на 3,6%; по оз. Бурабай содержание минерализации увеличилось на 36,1 % летом, относительно весны, на 22,9 % летом, относительно осени и 10,0% летом, относительно зимы. Количество солёности в озере Текеколь увеличилось на 7,8% (в летний период относительно весны), 9,2% (летом относительно осени), на 6,2 % (летом относительно зимнего периода); Шортанды имеет увеличение солёности на 14,3%, 9,2 и 6,6 % (летние показатели относительно весны, осени и зимы). Этот процесс обуславливается различными природными и антропогенными факторами.

Воды данных исследуемых объектов преимущественно относятся к гидробарнатному классу, натриевой группе, первому типу. Исключением являются озера К. Шабакты и Жукей, относящиеся к хлоридному классу, натриевой группе, третьему и первому типу, а озеро Бурабай имеет кальциевую группу, соответственно.

Распределение биогенных элементов на точках отбора проб сравнительно равномерное. В исследуемый период концентрация биогенных элементов не превышала допустимые значения для рыбохозяйственных водоемов.

Динамика количества органического вещества, оцениваемое по перманганатной окисляемости, по всем исследуемым участкам отличалась высокими показателями.

Исследуемые озера значительно различаются по основным токсикологическим показателям, что связано с особенностями гидрогеологических условий.

Согласно полученным данным, концентрация тяжелых металлов по семи озерам за четыре сезона исследования, невысока. Такие элементы, как цинк, никель, медь, свинец, кадмий, хром и марганец содержатся в воде в минимальном количестве и не превышают стандарты качества для рыбохозяйственных водоемов (таблица 2) [Zhang, 2020: 11-19; Sharipova, 2019: 161-165; Mukataj, 2025: 549-558].

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в водоемах ЩБКЗ, за 2024 г.

Название озер	Цинк (Zn)	Никель (Ni)	Медь (Cu)	Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)	Хром (Cr)	Марганец (Mg)
Весна							
К. Шабакты	<0,0050	0,00826	<0,0010	<0,0010	0,00026	0,0074	0,0071
У. Шабакты	<0,0050	0,0084	<0,0010	<0,0010	0,0003	0,0083	0,0027
Катарколь	0,0132	0,0089	0,0015	<0,0010	0,0003	0,0092	0,0458
Бурабай	0,0093	0,0085	<0,0010	<0,0010	0,0003	0,0090	0,0242
Текеколь	0,0118	0,0077	<0,0010	<0,0010	0,0003	0,0087	0,0034
Жукей	0,0068	0,0093	<0,0010	<0,0010	0,0002	0,0076	0,0121
Шортанды	<0,0050	0,008	<0,0010	0,0079	0,0004	0,0087	0,0157
Лето							
К. Шабакты	<0,005	0,0078	<0,0013	<0,001	<0,0001	0,0070	0,0117
У. Шабакты	0,008	0,0087	0,0051	0,001	0,0001	0,0092	0,0085
Катарколь	0,0144	0,0083	0,0014	0,001	0,0001	0,0094	0,0874
Бурабай	0,0085	0,0019	0,001	0,0001	0,0099	0,0953	0,0085
Текеколь	0,01200	0,0068	< 0,0010	< 0,0010	< 0,00010	0,0091	0,0066
Жукей	0,0134	0,0091	0,0014	< 0,0010	< 0,00010	0,0081	0,0146
Шортанды	0,0120	0,0077	0,0015	<0,0010	<0,00010	0,0095	0,0143
Осень							
К. Шабакты	0,0062	0,0082	0,0015	0,0028	< 0,0001	0,0071	0,0083
У. Шабакты	0,0401	0,0087	< 0,001	0,0054	< 0,0001	0,0089	0,0074
Катарколь	< 0,005	0,0086	0,0027	< 0,001	< 0,0001	0,0084	0,0724
Бурабай	< 0,005	0,0088	0,0026	< 0,001	< 0,0001	0,0092	0,058
Текеколь	0,0509	0,0079	0,0021	0,0014	< 0,0001	0,0087	0,0060
Жукей	<0,005	0,0090	0,0038	< 0,001	< 0,0001	0,0064	0,0076
Шортанды	<0,005	0,0078	0,002	<0,001	<0,0001	0,0085	0,0183
Зима							
К. Шабакты	0,0129	0,0074	0,0022	<0,001	<0,001	0,0076	0,0069
У. Шабакты	0,0238	0,0083	0,0037	0,0052	< 0,0001	0,0087	0,0101
Катарколь	0,0116	0,0083	0,0046	< 0,001	< 0,0001	0,0085	0,0392
Бурабай	0,0146	0,0089	0,0032	< 0,001	< 0,0001	0,0091	0,0617
Текеколь	0,0145	0,0075	0,0036	< 0,001	< 0,0001	0,0085	0,0091
Жукей	0,0097	0,0082	0,0026	< 0,001	< 0,0001	0,0071	0,0179
Шортанды	0,0121	0,0075	0,0028	<0,001	<0,0001	0,0085	0,0111

Все изученные элементы распределяются по акватории озер в целом равномерно и имеют определенную стабильность в показателях во всех исследуемых точках, где сезонная динамика не оказывает больших изменений в показателях исследуемых металлов.

Исследуемые озера значительно различаются по основным гидрохимическим показателями, что связано с особенностями гидрогеологических условий.

Фенолы – широко распространенные антропогенные загрязнения. В природе фенольные соединения образуются в процессе метаболизма растений, распаде органических соединений в воде

(таблица 3) [Badmaev, 2024: 609-628].

Таблица 3 – Содержание фенолов в водоемах ГНПП «Бурабай», за 2024 г.

Период	Название озер, (мг/л)						
	К. Шабакты	У. Шабакты	Катарколь	Бурабай	Текеколь	Жукей	Шортанды
Весна	0,010	0,010	0,013	0,007	0,008	0,005	0,008
Лето	0,014	0,012	0,010	0,008	0,001	0,005	0,007
Осень	0,011	0,014	0,012	0,006	0,010	0,004	0,008
Зима	0,002	0,012	0,007	0,003	0,006	0,003	0,003
Среднее	0,009	0,012	0,011	0,006	0,006	0,004	0,007

Содержание фенолов в семи озерах ЩБКЗ находится в сравнительно малых количествах их избыточное содержание приводит к снижению кислорода в воде, а так как результаты исследования показывают сравнительно оптимальные показатели растворенного кислорода, это доказывает, что их небольшое превышение не может пагубно влиять на водные организмы.

Максимальное содержание фенолов за четыре сезона было зафиксировано в осенний и летний периоды в оз. У. Шабакты и оз. К. Шабакты (0,014 мг/л), где концентрация фенолов показывает небольшое превышение по сравнению со стандартом качества (0,005 мг/л) в 2,8 раз. В целом, незначительные превышения наблюдалось по всем озерам в среднем: К. Шабакты в 1,8 раз, У.Шабакты – 2,4 раза, Катарколь – 2,2 раза, Бурабай и Текеколь – 1,2 раз; Шортанды – 1,4 раза. Исключением является оз. Жукей, который по показателям во все исследуемые сезоны не превышал допустимые стандарты качества воды в водных объектах. Данный процесс можно объяснить временным и обычным природным явлением. Возможно, разложение гумуса создает фоновое присутствие фенолов в водоёмах. Также имеется вероятность ливневых стоков с территорий населенных пунктов, минеральные и органические удобрения, смываемые талыми, дождевыми водами с водосборных площадей.

В зимний период наблюдается понижение фенолов по всем исследуемым объектам, что обуславливается процессом понижения температуры воды, значительно замедляющий активность микроорганизмов, которые участвуют в разложении органических веществ. В результате процесса метаболизма растений содержание их уменьшается, образуя при этом минимальное количество фенольных соединений.

Результаты научно-исследовательских работ, проведенных за четыре сезона 2024 г. по семи озерам У. и К.Шабакты, Катарколь, Бурабай, Текеколь, Жукей, Шортанды, показали, что количество фенолов в воде обследованных водоемов имеют незначительные превышения, согласно допустимым нормативным показателям для рыбохозяйственных водоемов (0,005 мг/л).

Синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ) называют органические соединения ионного или молекулярного строения [Pilip et al., 2024: 24-26]. Недостаточное разложение СПАВ приводит к активному образованию ила. Стоки, в которых есть продукты распада полифосфатных СПАВ, служащие причиной чрезмерного пенообразования и бурного роста растений, что плохо сказывается на чистоте водоемов. После омертвления растений идет бурный процесс гниения, вода обедняется кислородом, ухудшается воздухообмен, что затрудняет естественное её очищение.

В результате исследований концентрация синтетических поверхностно-активных веществ в изучаемых озерах содержится в воде в минимальном количестве и не превышают стандарты качества воды в водных объектах. Согласно сезонной динамике, содержание синтетических поверхностно-активных веществ имеет незначительное увеличение от весны к лету. Исключением является озеро Шортанды, где максимальный показатель был зафиксирован в летний период. В целом, СПАВ по всем исследуемым озерам распределяются по всем акваториям водоема, равномерно меняется в широком диапазоне и не превышает нормативный показатель (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание поверхностно-активных веществ (синтетических) в водоемах ГНПП «Бурабай», за 2024 года.

Период	Название озер, (мг/л)						
	К. Шабакты	У. Шабакты	Катарколь	Бурабай	Текеколь	Жукей	Шортанды
Весна	0,13	0,03	0,11	0,07	0,06	0,18	0,04

Лето	0,10	0,06	0,10	0,07	0,03	0,14	0,10
Осень	0,20	0,11	0,18	0,08	0,11	0,22	0,06
Зима	0,20	0,08	0,20	0,07	0,18	0,25	0,04

На основании гидрохимических исследований по семи озерам ГНПП «Бурабай» за четыре сезона установлено, что динамика синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) на всех точках отбора имела стабильный характер и не превышала допустимые нормативные показатели для рыбохозяйственных водоемов.

Обсуждение.

В настоящее время в результате исследований 7 озер Щучинско-Боровской курортной зоны представляют большой научный и практический интерес. Данные объекты недостаточно изучены и нуждаются в более комплексном исследовании. Необходимо учитывать разнообразие происходящих процессов, изменчивость состава и свойств воды под влиянием естественных факторов и антропогенных нагрузок. При постоянно меняющихся гидрологических условиях, что связано с резкими колебаниями климата в регионе, важно иметь достоверную информацию о состоянии водоемов, необходимую для оценки последствий происходящих изменений и возможного использования в рыбохозяйственных или других целях.

Выводы.

Данные, полученные в результате научно-исследовательских работ, проведенных в течение весеннего, летнего осеннего и зимнего сезонов 2024 г. по семи водоемам ГНПП Бурабай (озера У., К. Шабакты, Катарколь, Бурабай, Текеколь, Жукей, Шортанды), показали, что реакция водной среды в четырех водоемах относится к щелочной, а озера Бурабай и Шортанды имеют слабощелочной характер. Исследуемые водоемы имеют удовлетворительный газовый режим. Количество растворенного кислорода по всем исследуемым участкам имеет высокие показатели, достаточно для развития и жизнедеятельности. Диоксид углерода в водоемах отсутствует.

Анализ гидрохимического режима за весенне-летний и осенне-зимний период у озер У. Шабакты, К. Шабакты и Жукей показывает, что вода относится к категории «солончатой», остальные обследованные озера относятся к категории «пресные» (Катарколь, Бурабай, Текеколь, Шортанды).

Воды данных исследуемых объектов преимущественно относятся к гидробарнатному классу, натриевой группе, первому типу. Исключением являются озера К. Шабакты и Жукей, относящиеся к хлоридному классу, натриевой группе, третьему и первому типу, а озеро Бурабай имеет кальциевую группу, соответственно.

Распределение биогенных элементов на точках отбора проб сравнительно равномерное. В исследуемый период концентрация биогенных элементов не превышала допустимые значения для рыбохозяйственных водоемов.

Динамика количества органического вещества, оцениваемое по перманганатной окисляемости, по всем исследуемым участкам отличалась высокими показателями.

По техническим свойствам воды водоемов относятся к категории от «мягкой до очень жесткой». Максимальное суммарное содержание кальция и магния зафиксированы на оз. К. Шабакты и оз. Жукей с общей жесткостью – 33,0 мг-экв./дм³ и 34,0 мг-экв./дм³. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ и тяжелых металлов (цинк, никель, медь, свинец, кадмий, хром и марганец) в изученных озерах содержится в воде в минимальном количестве, и не превышает стандарты качества воды в водных объектах.

На основе полученного материала можно констатировать, что при современном гидрологическом режиме общий уровень органического загрязнения водной экосистемы семи озер ГНПП Бурабай является пригодным для жизнедеятельности галофильных гидробионтов, а вода по своему качеству может быть использована для ведения рыбного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А. (1970). Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 1970. 444 с. ojs.wkau.kz/index.php/gbj/article/view/3049 [на рус.].
- Aubakirova M., Krupa E., Mazhibayeva Z., Isbekov K. & Assylbekova S. (2021). The Role of External Factors in the Variability of the Structure of the Zooplankton Community of Small Lakes (South-East Kazakhstan). Water. 13(7). 962. 2021. Pp. 1–25. doi.org/10.3390/w13070962 [in Eng.].

- Бадмаев О.В. (2024). Содержание фенолов в морской среде прибрежных акваторий залива Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. Т. 204, вып. 3. 2024. 609–628. doi:10.26428/1606 [на рус.]
- Жумангалиева З.М. (2014). Озерный фонд Казахстана: автореф... канд. геогр.-х наук. — Санкт-Петербург. 2014. 3 с. dissercat.com/content/ozernyi-fond-kazakhstana [на рус.]
- Zhang H. (2020). Seasonal Stability of Dissolved Organic Carbon // Science of the Total Environment № 1. 2020. Pp. 11–19. researchgate.net/publication/397611546 [in Eng.]
- Мезенцева О.В., Ломакина С.С. (2018). Геоэкологический мониторинг водосборного бассейна реки Ишим на территории Республики Казахстан в условиях весеннего половодья за период 2002–2017 гг. // Успехи современного естествознания. №12. 2018. С. 368–373. natural-sciences.ru/article/view?id=37167 [на рус.]
- Мұқатай А.А., Минат А., Долгополова С.Ю. (2021). Современные гидрохимические исследования Алакольской системы озер // Электронный научный журнал. Central Asian Scientific Journal. № 4, Нур-Султан, 2021. С. 146–154 ru.scribd.com/document/970538268/Central-Asian-Scientific-Journal-Vol4-Removed [на рус.]
- Мұқатай А.А., Долгополова С.Ю., Айткалиева А.А., Аблайсанова Г.М. (2025). Шу ауданындағы су айдындардың гидрологиялық жағдайлары мен су сапасы // Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». №3. (107). 2025. Б. 549–558. doi.org/10.37884/3-107-2025 [на каз.]
- Пилип Л.В., Сырчина Н.В. (2024). Влияние синтетических поверхностно-активных веществ на микробный состав биопленки навозных стоков // Научный журнал «Известия КГТУ». №74. 2024. С. 24–26. cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sinteticheskikh-poverhnostno-aktivnykh-veschestv-na-mikrobnuy-sostav-bioplengi-navoznyh-stokov [на рус.]
- 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). 2025. Pp. 63–70. doi:10.22124/cjes.2025.8538 [in Eng.]
- Schemmer, A., Wolfram, J., Roodt, A.P. et al. (2024). Pesticide Mixtures in Surface Waters of Two Protected Areas in Southwestern Germany. Bull Environ Contam Toxicol 112. 10. 2024. Pp. 1–8. doi.org/10.1007/s00128-023-03830-5 [in Eng.]
- Шарипова О.А. (2019). К вопросу определения статуса водопользования водоемов карагандинской области по гидрохимическим признакам. Гидрометеорол. и эколог. изд-во №1. 2019. С. 161–165. cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-opredeleniya-statusa-vodopolzovaniya-vodoev-karagandinskoy-oblasti-po-gidrohicheskim-priznakam [на рус.]

REFERENCES

- Alekin O.A. (1970). Osnovy gidrokhimii. — L.: Gidrometeoizdat. 1970. 444 p. ojs.wkau.kz/index.php/gbj/article/view/3049 [на рус.]
- Aubakirova M., Krupa E., Mazhibayeva Z., Isbekov K. & Assylbekova S. (2021). The Role of External Factors in the Variability of the Structure of the Zooplankton Community of Small Lakes (South-East Kazakhstan). Water. 13(7). 962. 2021. Pp. 1–25. doi.org/10.3390/w13070962 [in Eng.]
- Badmaev O.V. (2024). Soderzhanie fenolov v morskoi srede pribrezhnykh akvatorii zaliva Petra Velikogo Iaponskogo moria // Izv. TINRO. T. 204. V. 3. 2024. Pp. 609–628. Doi:10.26428/1606 [на рус.]
- Mezentseva O.V., Lomakina S.S. (2018). Geoekologicheskii monitoring vodosbornogo basseina reki Ishim na territorii Respubliki Kazakhstan v usloviakh vesennego polovodia za period 2002–2017. // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia. № 12. 2018. Pp. 368–373. natural-sciences.ru/article/view?id=37167 [на рус.]
- Mukatai A.A., Minat A., Dolgopolova S.Iu. (2021). Sovremennye gidrokhimicheskie issledovaniia Alakolskoi sistemy ozer // Elektronnyi nauchnyi zhurnal. Central Asian Scientific Journal. № 4. — Nur-Sultan, 2021. Pp. 146–154. ru.scribd.com/document/970538268/Central-Asian-Scientific-Journal-Vol4-Removed [на рус.]
- Mukatai A.A., Dolgopolova S.YU., Aitkaliyeva A.A., Ablaisanova G.M. (2025). Shu audanyndagy su ajdyndardyn gidrologiyalyk zhagdaylary men su sapasy. Nauchny zhurnal «Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty». №3. (107). 2025. Pp. 549–558. doi.org/10.37884/3-107-2025 [на каз.]
- Pilip L.V., Syrchina N.V. (2024). Vliianie sinteticheskikh poverhnostno-aktivnykh veshchestv na mikrobnui sostav bioplengi navoznykh stokov. Nauchnyi zhurnal «Izvestiia KGTU». №74. 2024. Pp. 24–26. cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sinteticheskikh-poverhnostno-aktivnykh-veschestv-na-mikrobnuy-sostav-bioplengi-navoznyh-stokov [на рус.]
- 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). 2025. Pp. 63–70. doi:10.22124/cjes.2025.8538 [in Eng.]
- Schemmer, A., Wolfram, J., Roodt, A.P. et al. (2024). Pesticide Mixtures in Surface Waters of Two Protected Areas in Southwestern Germany. Bull Environ Contam Toxicol 112. 10. 2024. Pp. 1–8. doi.org/10.1007/s00128-023-03830-5 [in Eng.]
- Sharipova O.A. (2019). K voprosu opredeleniia statusa vodopolzovaniia vodoemov karagandinskoi oblasti po gidrokhimicheskim priznakam. Gidrometeorol. i ekolog. izd-vo №1. 2019. Pp. 161–165. cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-opredeleniya-statusa-vodopolzovaniya-vodoemov-karagandinskoy-oblasti-po-gidrohicheskim-priznakam [на рус.]
- Zhumangaliyeva Z.M. (2014). Ozernyi fond Kazakhstana: avtoref... kand. geogr.kh nauk. – Sankt-Peterburg, 2014. 3 p. dissercat.com/content/ozernyi-fond-kazakhstana [на рус.]
- Zhang, H. (2020). Seasonal Stability of Dissolved Organic Carbon // Science of the Total Environment № 1. 2020. Pp. 11–19. researchgate.net/publication/397611546 [in Eng.]

Долгополова Светлана Юрьевна — проведение химических анализов проб в лабораторных условиях (определение биогенного состава воды и органических показателей), анализ и интерпретация полученных результатов, общее научное руководство исследованием.

Аблайсанова Гүлмира Мухамбеталиевна — участие в научно-исследовательских работах, отбор гидрохимических проб, подготовка отобранных проб к камеральной обработке и фиксация с использованием хлороформного раствора, участие в анализе и обобщении полученных результатов.

Айткалиева Айгерим Айткалиевна — подготовка методических и нормативных документов для проведения анализов проб, оформление протоколов результатов, участие в статистической обработке данных и их научной интерпретации.

Аубакирова Молдир Орныкбаевна — участие в научно-исследовательских работах, отбор гидрохимических проб, подготовка отобранных проб к камеральной обработке и фиксация с использованием хлороформного раствора, участие в анализе и обобщении полученных результатов.

D.A. Dosmanbetov¹, R.S. Akhmetov¹, B.M. Zhumanov^{2*}, E.M. Kaspakbayev¹, Ch. Feng³

¹Almaty Branch of LLP “KazNII LKhA named after A.N. Bukeykhan”, Almaty, Kazakhstan;

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,

³Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming, China

E-mail: Bakytzhan-z@mail.ru

PROMISING TREE AND SHRUB SPECIES FOR LANDSCAPING IN WESTERN KAZAKHSTAN

Dosmanbetov Daniyar Akhmetovich – PhD, Associate Professor, 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, <https://orcid.org/0000-0001-8695-5091>.

Akhmetov Ruslan Sabyrovich – PhD, 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, <https://orcid.org/0000-0003-3032-8157>.

Zhumanov Bakytzhan Mukhametkaliyevich – PhD candidate at the Department of Forest Resources, Wildlife Management, and Aquaculture, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue, 8

Email: Bakytzhan-z@mail.ru. <https://orcid.org/0009-0008-1732-3101>.

Kaspakbayev Yerganat Muratovich – 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, <https://orcid.org/0009-0003-4479-5992>.

Feng Chen – PhD, Professor, Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming, 650500, China

E-mail: feng653@163.com, <https://orcid.org/0000-0002-2551-8653>.

Abstract. This study presents long-term research conducted at the Zhanibek Experimental Station on the selection of promising tree and shrub species for landscaping the arid regions of Western Kazakhstan. The aim was to identify species resistant to extreme soil and climatic conditions, including solonetz and ameliorated solonetz soils, and to evaluate their viability, growth, and longevity. The methodology included observations of plant morphology, post-planting survival rates, growth dynamics, resistance to abiotic stresses, and adaptive responses to environmental conditions. Special attention was given to comparing native and introduced species to determine optimal combinations for sustainable landscaping. The most resilient tree species identified were pedunculate oak (*Quercus robur*), Siberian elm (*Ulmus pumila*), white poplar (*Populus alba*), wild apple (*Malus sylvestris*), Tatar maple (*Acer tataricum*), common ash (*Fraxinus excelsior*), silver birch (*Betula pendula*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), and common pear (*Pyrus communis*). Among shrubs, the most устойчивые species included Tatar honeysuckle (*Lonicera tatarica*), golden currant (*Ribes aureum*), narrow-leaved sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* var. *angustifolia*), multi-branched broom (*Cytisus multiflorus*), and yellow locust (*Robinia pseudoacacia* var. *flava*). Results showed that Siberian elm and Tatar maple performed best on solonetz soils, while steppe xerophytes were more effective on ameliorated soils. Key adaptation mechanisms include extensive root systems, regulation of water balance, osmotic adjustment, and the synthesis of protective compounds. The findings demonstrate that combining native and introduced species enhances plantation resilience, improves microclimate, and supports effective ecological

and urban greening in arid regions.

Keywords: introduced species, plants, trees, shrubs, forest cultures, flora, soil–climatic conditions.

For citation: Dosmanbetov, D.A., Akhmetov, R.S., Zhumanov, B.M., Kaspakbayev, E.M., Feng Ch. (2026). Selection of promising tree and shrub species for greening in western Kazakhstan // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 148–160. <https://doi.org/10.37884/2-2026/13> [In Eng.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Д.А. Досманбетов¹, Р.С. Ахметов¹, Б.М. Жұманов^{2}, Е.М. Каспакбаев¹, Ч. Фен³*

¹«Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалы, Алматы, Қазақстан;

² «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КеАҚ», Алматы, Қазақстан;

³Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Куньмин, Қытай.

E-mail: Bakytzhan-z@mail.ru

КОҒАЛДАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН БАТЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫ АҒАШ - БҰТА ТҮРЛЕРІ

Досманбетов Данияр Ахметович, PhD, қауымдастырылған профессор, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан, 050050, Алматы, Жарсуат көшесі, 17а
E-mail: daniyar_d.a.a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8695-5091>;

Ахметов Руслан Сабырович, PhD, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының директоры, Қазақстан, 050050, Алматы, Жарсуат көшесі, 17а

E-mail: ars_28@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3032-8157>;

Жұманов Бақытжан Мұхаметқалиевич, «Орман ресурстары, аңшылықтану және аквакультура» кафедрасының докторанты, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: Bakytzhan-z@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1732-3101>;

Каспакбаев Ергнат Муратович, «Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының ғылыми қызметкері, Қазақстан, 050050, Алматы, Жарсуат көшесі, 17а

E-mail: kaspakbaeverganat1971@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-4479-5992>;

Фэн Чэнь, PhD, Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University профессоры, Куньмин, 650500, Қытай

E-mail: feng653@163.com, <https://orcid.org/0000-0002-2551-8653>.

Аннотация. Бұл мақалада Батыс Қазақстанның шөлейт аймақтарын көгалдандыру үшін перспективалы ағаш және бұта түрлерін іріктеу мақсатында Жәнібек тәжірибе станциясында жүргізілген ұзақ мерзімді ғылыми жұмыстардың нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің негізгі мақсаты – күрделі топырақ-климаттық жағдайларға төзімді өсімдік түрлерін анықтап, олардың тіршілікке бейімділігін, өсу қарқынын және ұзақ өмір сүру қабілетін бағалау. Аталған мақаланың әдістемесінде, өсімдіктердің морфологиялық ерекшеліктерін бақылауды, отырғызудан кейінгі сақталу деңгейін, өсу динамикасын, абиотикалық стресс факторларына төзімділігін және қоршаған орта жағдайларына бейімделу реакцияларын зерттеуді қамтыды. Сонымен қатар, тұрақты көгалдандыру үшін оңтайлы үйлесімдерді анықтау мақсатында жергілікті және интродукцияланған түрлерді салыстыруға ерекше көңіл бөлінді. Ең төзімді ағаш түрлеріне емен (*Quercus robur*), қарағаш (*Ulmus pumila*), ақ терек (*Populus alba*), жабайы алма (*Malus sylvestris*), татар үйеңкісі (*Acer tataricum*), кәдімгі шаған (*Fraxinus excelsior*), қайың (*Betula pendula*), ақ акация (*Robinia pseudoacacia*) және кәдімгі алмұрт (*Pyrus communis*) жатқызылды. Бұталар арасында ең төзімділері – татар ұшқаты (*Lonicera tatarica*), алтын қарақат (*Ribes aureum*), жіңішке жапырақты шырғанақ (*Hippophae rhamnoides* var. *angustifolia*), көп бұтақты рақитник

(*Cytisus multiflorus*) және сары акация (*Robinia pseudoacacia* var. *flava*). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сортаң топырақтарда қараға және татар үйеңкісі ең жоғары нәтижелер көрсетті, ал мелиорацияланған топырақтарда дала ксерофиттері тиімді болды. Негізгі бейімделу механизмдеріне қуатты тамыр жүйесінің дамуы, су теңгерімін реттеу, осмостық бейімделу және қорғаныштық қосылыстардың синтезі жатады. Қорытындылай келе, жергілікті және интродукцияланған өсімдік түрлерін үйлестіріп пайдалану екпелердің тұрақтылығын арттырып, микроклиматты жақсартады және қуаң аймақтарда экологиялық әрі қалалық көгалдандырудың тиімділігін қамтамасыз етеді.

Түйін сөздер: интродуценттер, өсімдіктері, ағаштар, бұталар, орман екпелері, флора, топырақ-климаттық жағдайлар

Дәйексөз үшін: Досманбетов Д.А., Ахметов Р.С., Жуманов Б.М., Каспакбаев Е.М. Фен Ч. (2026). Батыс Қазақстан аймағын көгалдандыру үшін перспективалы ағаш және бұта түрлерін таңдау. // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 148–160. <https://doi.org/10.37884/2-2026/13> [In Eng.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Д.А. Досманбетов ¹, Р.С. Ахметов ¹, Б.М. Жуманов ^{*2}, Е.М. Каспакбаев ¹, Ч. Фен ³

¹Алматинский филиал ТОО «КазНИИЛХА им. А.Н. Букейхана», Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

³Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Куньмин, 650500, Китай.

E-mail: Bakytzhan-z@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ ВИДЫ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Досманбетов Данияр Ахметович, PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Казахстан, 050050, Алматы, улица Жарсуат, 17а
E-mail: daniyar_d.a.a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8695-5091>;

Ахметов Руслан Сабырович, PhD, директор Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Казахстан, 050050, Алматы, улица Жарсуат, 17а
E-mail: ars_28@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3032-8157>;

Жуманов Бакытжан Мухаметкалиевич, докторант кафедры «Лесные ресурсы, охотоведение и аквакультура», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан, 050010, Алматы, проспект Абая, 8
E-mail: Bakytzhan-z@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-1732-3101>;

Каспакбаев Ергнат Муратович, научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А.Н. Букейхана», Казахстан, 050050, Алматы, улица Жарсуат, 17а
E-mail: kaspaakbaeverganat1971@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0003-4479-5992>;

Фэн Чэнь, PhD, профессор Yunnan Key Laboratory of International Rivers and Transboundary Eco-Security, Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Куньмин, 650500, Китай
E-mail: feng653@163.com; <https://orcid.org/0000-0002-2551-8653>.

Аннотация. В данной статье представлены многолетние наблюдения, проведённые на Жанибекской опытной станции, которые направлены на отбор перспективных древесных и кустарниковых пород для озеленения засушливых районов Западного Казахстана. Целью работы было выявление видов, устойчивых к экстремальным почвенно-климатическим условиям, включая солонцовые и мелиорированные солонцовые почвы, а также оценка их жизнеспособности, роста и долговечности. Методика включала изучение морфологических особенностей растений, их приживаемости после посадки, динамики роста, устойчивости к абиотическим стрессам и адаптивных реакций на условия среды. Особое внимание уделялось сравнительному анализу местных и интродуцированных видов для

определения оптимальных сочетаний в устойчивых озеленительных насаждениях. Среди древесных пород наибольшую устойчивость показали дуб черешчатый (*Quercus robur*), вяз приземистый (*Ulmus pumila*), тополь белый (*Populus alba*), яблоня лесная (*Malus sylvestris*), клён татарский (*Acer tataricum*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), берёза повислая (*Betula pendula*), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) и груша обыкновенная (*Pyrus communis*). Среди кустарников наиболее устойчивыми оказались жимолость татарская (*Lonicera tatarica*), смородина золотистая (*Ribes aureum*), облепиха крушиновидная узколистая (*Hippophae rhamnoides* var. *angustifolia*), ракитник многоцветковый (*Cytisus multiflorus*) и жёлтая акация (*Robinia pseudoacacia* var. *flava*). Результаты показали, что вяз приземистый и клён татарский демонстрируют наилучшие показатели на солонцовых почвах, тогда как степные ксерофиты более эффективны на мелиорированных почвах. Ключевыми механизмами адаптации являются развитая корневая система, регуляция водного баланса, осмотическая адаптация и синтез защитных соединений. Полученные данные свидетельствуют о том, что сочетание местных и интродуцированных видов повышает устойчивость насаждений, улучшает микроклимат и способствует эффективному экологическому и городскому озеленению в засушливых регионах.

Ключевые слова: итродуцент, растения, деревья, кустарники, лесные культуры, флора, почвенно-климатических условия

Для цитирования: Досманбетов Д.А., Ахметов Р.С., Жуманов Б.М., Каспакбаев Е.М. Фен Ч. (2026). Отбор перспективных видов деревьев и кустарников для озеленение в западном Казахстане// Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 148–160. <https://doi.org/10.37884/2-2026/13> [In Eng.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction

Forests play a threefold role in the life of both individuals and humanity as a whole. On the one hand, as one of the principal components of the human environment, forests exert a significant influence on climate, the availability of clean water and air, the protection of agricultural lands, and the provision of spaces for comfortable living and recreation. They also preserve biological diversity, which forms the ecological or environmental role of forests. On the other hand, forests constitute a source of numerous material resources without which humanity cannot currently function and is unlikely to do so in the foreseeable future. These include timber for construction, paper and furniture production, fuelwood, as well as food and medicinal plants, among others. This dimension is commonly referred to as the economic or resource-based role of forests. Finally, forests are an integral part of the cultural and historical environment that shapes the traditions and lifestyles of entire nations. They provide employment, independence, and material well-being for a significant portion of the population, particularly for those living in forest villages and settlements. This aspect is known as the social role of forests.

For humanity as a whole, all three roles of forests—ecological, economic, and social—are equally important. However, for each individual, depending on their place of residence and occupation, one role may be more significant than the others [Awazi et al., 2019: 379–388]. As a rule, the scarcer forests are in a given area, the more pronounced their environmental role becomes. Their importance in preserving rivers and streams, protecting adjacent agricultural lands from desiccation and erosion, improving air quality, and providing recreational spaces is especially valued. Conversely, in forest-rich areas, the environmental role may be less noticeable, while the importance of forests as a source of employment, economic well-being, construction materials, fuelwood, mushrooms, berries, and other resources becomes more prominent. Nevertheless, regardless of where a person lives or what they do, all three roles of forests remain important to some extent.

The various roles of forests are closely interconnected, and clear boundaries between them are often difficult to define; their classification is therefore largely conventional. For example, protective forests in agricultural regions primarily perform an environmental function—shielding farmland, settlements, and water bodies from adverse weather conditions—while also having considerable economic significance for agriculture [Danilova et al., 2023: 560–567]. Timber harvesting for industrial purposes simultaneously utilizes forest resources (economic role) and generates employment and income for local populations (social role). Numerous such examples illustrate the overlap of forest functions without diminishing the importance of any of them.

The limited composition of dendroflora cannot meet the modern demands of urban greening, forestry, agriculture, agroforestry, and other sectors of the national economy. This necessitates the enrichment of local flora with economically valuable plant species through their introduction from other countries [Dosmanbetov et al., 2025: 409–420]. The success of cultivating and acclimatizing trees and shrubs depends both on their biological characteristics and on the new environmental conditions in which they are placed. These biological traits have developed over the course of the species' evolutionary history under the influence of the natural conditions of their native habitats. Thus, the biological characteristics of plants largely correspond to specific environmental conditions. Therefore, for an accurate assessment of the success of introduction efforts, it is essential to consider the biological characteristics of introduced species, the environmental conditions of their native habitats, and those of the new region [Dosmanbetov et al., 2018: 165–169].

Forests largely determine environmental quality and the suitability of the environment for healthy and comfortable human life. The role of forests as the “green lungs of the planet” is well known: they absorb carbon dioxide from the atmosphere, sequester carbon in the biomass of living plants, their residues, and soils, and release oxygen essential for respiration. At the same time, forests effectively purify the air from dust and harmful pollutants, which settle on leaves and needles and are subsequently washed to the ground by precipitation. By evaporating large quantities of water, forests maintain increased air humidity, protecting both themselves and adjacent territories from desiccation. This evapotranspiration process not only cools the local climate but also contributes to the formation of regional precipitation patterns. In an era of global warming, the cooling effect of forests has become increasingly recognized as a critical ecosystem service that mitigates the frequency and intensity of heatwaves in many parts of the world.

Equally well known is the role of forests in maintaining clean freshwater resources—one of the most critical natural resources, the shortage of which is increasingly felt in many parts of the world, including numerous regions of Russia. Forests play a major role in the global redistribution of precipitation: moisture evaporated by trees returns to the atmospheric cycle, facilitating its transport from oceans and seas deep into continental interiors. Modern studies indicate that without forests, inland regions would be significantly drier, or even desert-like, and far less suitable for human habitation and agriculture. Forests also regulate hydrological processes by slowing spring snowmelt and reducing runoff after heavy rains, thereby mitigating river flooding and preventing both destructive floods and the drying up of rivers and streams during droughts. Additionally, forests protect riverbanks from erosion, preventing water pollution by soil particles. The root systems of trees bind soil together, creating a natural barrier against landslides and bank collapse.

Forests, shelterbelts, and even individual trees play an essential role in protecting and preserving the fertility of adjacent agricultural lands. They shield soils and crops from the harmful effects of strong winds, late frosts, desiccation, erosion, and other adverse factors. Their beneficial influence is particularly evident in zones of risky agriculture, where climatic conditions are less favorable for crop cultivation. When optimally arranged within agricultural landscapes, forests and shelterbelts can create favorable conditions over areas that exceed their own size by 10–20 times [Falck et al., 2019: 280–289]. This multiplier effect makes agroforestry one of the most cost-effective strategies for sustainable land management, especially in semi-arid and arid regions where wind erosion and water scarcity are persistent threats.

Forests are closely linked to most of Earth's biological diversity—the variety of living organisms and ecosystems on the planet. They serve as the primary habitat for approximately three-quarters of all plant, animal, and fungal species, most of which cannot survive without forest ecosystems. The conservation of global forest diversity, particularly undisturbed natural forests that continue to function with minimal human interference, is crucial for preserving overall biodiversity. Forest ecosystems provide complex microhabitats, from the forest floor to the canopy, each hosting specialized communities of organisms. The loss of even a single tree species can trigger a cascade of extinctions among dependent insects, birds, and mammals.

As human civilization develops, population size increases, and demands for environmental quality, clean water, air, and other ecosystem services grow, the environmental importance of forests continues to rise. Most importantly, a gradual—albeit slow—shift is occurring from mere recognition of this role toward a willingness to take action to ensure that forests can continue to sustain a favorable environment for future generations. International agreements, national forest programs, and local reforestation initiatives reflect this growing commitment, though implementation often lags behind policy declarations.

The territory of Western Kazakhstan is sparsely forested, and the natural composition of tree and shrub species is relatively poor. Due to anthropogenic activity and climate aridization, many valuable plant species

have been lost. Overgrazing, unsustainable fuelwood collection, and agricultural expansion have further degraded the already fragile natural vegetation cover. The scarcity of native trees, shrubs, and herbaceous vegetation necessitates research aimed at expanding species diversity through the selection of valuable species, forms, and cultivars. Selected valuable species, forms, and cultivars will be introduced into various plantations, including ornamental green spaces, forest-reclamation plantations, forests, gardens, parks, medicinal plant plantations, and others.

Enrichment of local flora through the introduction of woody plants has long been widely practiced, primarily in regions with favorable climatic conditions for their cultivation. Introduction is particularly important in naturally treeless areas, especially in arid zones with limited water availability and, in some cases, significant soil salinization [Kozhevnikov et al., 2022: 36–43]. Not all species capable of growing under the given soil and climatic conditions have been studied, so additional species, including rare and endangered ones, will be included for investigation. The Caspian Lowland, with its complex mosaic of solonetz, solonchak, and meadow soils, presents a particularly challenging environment for plant introduction, making systematic screening essential.

The selection, conservation, and enrichment of flora with valuable trees, shrubs, and herbaceous plants that exhibit fast growth, resilience to extreme conditions, ornamental qualities, and high-quality yields is one of the pressing challenges in the Republic of Kazakhstan. Plant introduction represents a major opportunity to increase the productivity of artificially created phytocenoses of various purposes and to enhance economically valuable traits. To preserve rare and endangered plant species and to incorporate new useful plants into local flora, it is necessary to cultivate them in arboreta, experimental plots, and botanical gardens, with subsequent propagation aimed at reintroducing them into natural habitats.

Thus, these studies have both theoretical significance and practical applications. The aim of this research is to conduct preliminary trials of new species, identify the most promising and stress-tolerant ones, and ultimately introduce them into cultivation. Selection focuses on wild, endangered, and valuable local species possessing architectural and ornamental traits suitable for growth under the prevailing conditions. As a result of this research, new species of introduced plants—including ornamental, deciduous, wild-fruited species, and their cultivars with additional useful traits—are expected to be studied. The research is environmentally oriented and does not negatively impact the surrounding ecosystem. On the contrary, successful introduction can enhance local biodiversity, stabilize degraded soils, and provide long-term ecological benefits.

Materials and Methods

The primary area of our research is the clay semi-desert of the Caspian Lowland, a unique and ecologically sensitive biome situated on the border between Russia and Kazakhstan, specifically within the Volgograd and West Kazakhstan regions. The focal point of our long-term investigations is the Zhanibek Station, a scientific outpost dedicated to studying the adaptability of woody and shrubby vegetation under extreme continental semi-desert conditions. The Zhanibek Station is located approximately 4 km west of the Zhanibek railway station, at the administrative boundary separating the Volgograd region of the Russian Federation from the West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan (Figure 1). This location was chosen due to its representativeness of the broader Caspian Lowland's physical geography, as well as its logistical accessibility for long-term monitoring.

The station lies in the central part of the lake-lagoon depression of the Caspian Lowland, a geomorphic feature formed during the Quaternary period as a result of the regression of the Caspian Sea. The region is characterized by an almost perfectly flat terrain with internal drainage, meaning that surface runoff does not reach the World Ocean but instead accumulates in local depressions, forming temporary lakes and salt marshes. This endorheic nature is a key factor shaping soil salinity and hydrological regimes. Despite the general flatness, the area exhibits well-developed meso- and microrelief features, including shallow depressions (known locally as padins), low hummocks, and closed hollows. These microelevational differences, often no more than 20–50 cm, create significant spatial heterogeneity in soil moisture, salinity, and vegetation cover. The parent soils are represented by Lower Khvalynsk heavy loams, which are slightly saline. These loams have low permeability, promoting surface ponding after snowmelt or heavy rains, but also contributing to rapid capillary rise of saline solutions during dry periods. Groundwater is located at a depth of 6–7 meters, which is generally beyond the reach of the root systems of most annual crops but can be accessed by deep-rooted woody perennials, albeit with risks of salt uptake.

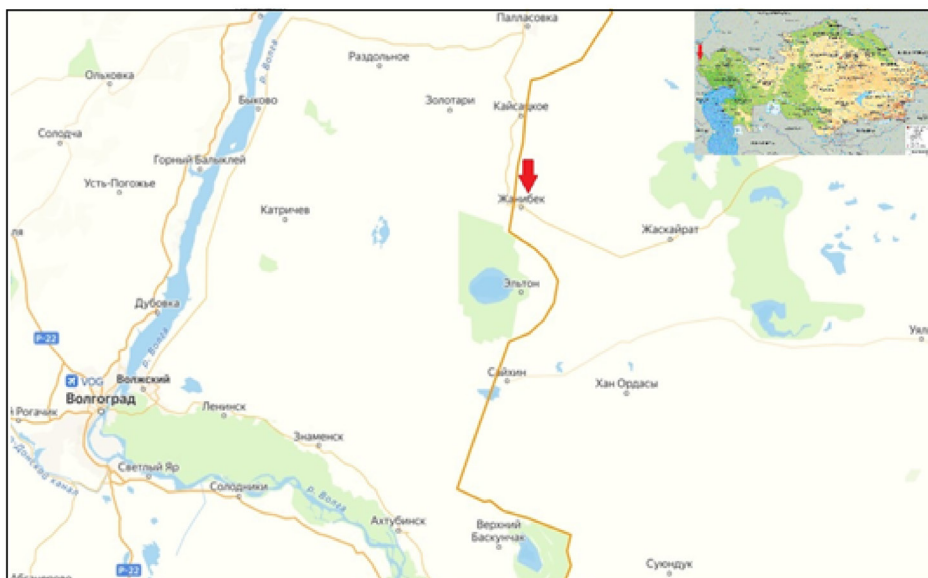


Fig. 1. Experimental site in Zhanibek

Native woody and shrub vegetation is almost entirely absent from the open plain and is concentrated mainly in natural linear depressions such as gullies (balkas) and river valleys. These microrefugia provide slightly more favorable moisture regimes and some protection from wind. The natural plant communities consist primarily of shrub thickets, including *Spiraea hypericifolia* (St. John's wort-leaved spirea), *Spiraea crenata* (crenate spirea), wild almond (*Prunus tenella* or *Prunus* sp.), and blackthorn (*Prunus spinosa*). These species are xerophytic or meso-xerophytic and well adapted to the region's moisture deficit. Less frequently encountered are *Rhamnus cathartica* (common buckthorn), dog rose (*Rosa canina*), Tatar honeysuckle (*Lonicera tatarica*), and *Euonymus verrucosus* (warty spindle tree). Occasionally, isolated wild apple (*Malus* sp.) trees can also be observed, likely relics of former, more mesic conditions or persistent individuals from ancient forest-steppe patches. The absence of continuous forest cover underscores the harshness of the climate and the edaphic constraints for woody plant establishment beyond drainage lines.

Meteorological data were systematized based on long-term observations from the Elton Meteorological Station, located 36 km south of Zhanibek. This station provides the most reliable continuous climatic record for the region, as near-ground instrumentation at the Zhanibek site itself is limited. A table summarizing the main meteorological parameters (monthly air temperature, precipitation, and relative humidity) is presented below (Table 1).

Table 1 – Characteristics of key climate parameters

Month	Air Temperature °C			Precipitation, mm	Relative humidity,%
	Long-term average	Absolute			
		maximum	minimum		
1	-11,0	1,4	-27,2	29	84
2	-10,0	1,4	-27,6	17	84
3	-4,0	9,4	-22,8	17	83
4	7,5	24,2	-6,2	18	64
5	17,0	31,6	1,1	23	50
6	21,5	36,4	4,8	31	50
7	24,0	38,1	9,3	39	49
8	22,5	36,9	7,8	21	49
9	15,5	31,1	-0,5	22	56
10	8,0	21,8	-5,8	21	68
11	-1,0	11,5	-17,3	19	80
12	-7,0	4,2	-23,1	23	83
Annual	6,9	39,3	-29,8	280	65

Analysis of the data from this table indicates that the long-term average annual temperature is 6.9 °C, with an absolute maximum of 39.3 °C and an absolute minimum of –29.8 °C. This large annual amplitude (≈ 69 °C) is typical of a sharply continental climate. The last spring frosts occur on average around May 2, and

the first autumn frosts around September 28, yielding a frost-free period of approximately 150 days. However, the growing season is better defined by temperature thresholds. The dates when mean daily air temperatures cross 0 °C are March 25 (spring) and November 13 (autumn), resulting in a period of 233 days. The dates when mean daily temperatures cross 5 °C are April 7 and October 28 (205 days), and for 10 °C, April 19 and October 28 (170 days). The 10 °C threshold is particularly significant for the active growth of most woody plants.

The annual total precipitation is only 280 mm, which classifies the climate as semi-arid to arid. The distribution of precipitation during the warm half of the year (April–October) is particularly important. For the cultivation of most annual crops, soil moisture reserves – mainly replenished by precipitation during the cold half of the year (November–March) when snow accumulates – and rainfall in the first half of the warm season (April–June) are critical, as these months largely determine the fate of the harvest. For woody plants, the pattern differs: in addition to cold-season precipitation (which recharges deep soil layers), rainfall in the second half of the warm season (July–September) is of great importance. Early in the growing season, woody plants generally rely on soil moisture reserves accumulated from snowmelt and spring rains. However, precipitation later in the season ensures proper completion of growth, including lignification of shoots and formation of winter-hardy tissues. Abundant rainfall in early summer (e.g., June) can paradoxically be detrimental: it promotes rapid, succulent growth and large leaf development, thereby increasing the plant's subsequent water demand. If this is followed by a dry period in late summer (July–August), it can lead to premature cessation of growth, desiccation, or frost injury in winter due to insufficient hardening. In this context, increased rainfall in August, even if total warm-season precipitation is unchanged, can partially compensate for reduced rainfall in June–July by supporting late-summer transpiration and storage of carbohydrates.

The long-term average annual relative humidity is 65%, with winter months exceeding 80% and summer months dropping to 49%. Based on these climatic conditions, plants cultivated in this area must exhibit multiple stress tolerances simultaneously: high tolerance to both frost (down to –30 °C) and extreme heat (above +38 °C), and the ability to withstand rapid drops in relative humidity to 6–7% during the beginning of the growing season (especially in May–June, when dry easterly winds occur). Additionally, resistance to drought (physiological and edaphic) and to strong, desiccating winds (often from the Caspian region) is essential.

Alongside the study of introduced species (dendrological introductions), systematic assessments are conducted for several key adaptive traits: winter hardiness, drought and frost resistance, flowering and fruiting success, and susceptibility to pests and diseases. These evaluations follow standardized scales (e.g., from 0 – no damage to 5 – complete death). Subsequent observations over multiple years allow the selection of winter-hardy species, forms, and cultivars of trees and shrubs most suitable for protective afforestation, urban landscaping, and restoration of degraded lands in the Caspian semi-desert.

In spring or early summer, after full leaf expansion at arboreta and other collection sites, surviving plants are carefully examined. Observations record: (1) the number of damaged or dead plants, (2) the nature and extent of damage, including wood frost (xylem browning), sunscald (bark necrosis on south-facing stems), frost cracks (longitudinal bark splits), and freezing of vegetative and generative buds. These assessments allow the classification of species into three categories:

- Highly winter-hardy: no visible damage even after severe winters (absolute minimum < –30 °C).
- Moderately hardy: significant damage (e.g., bud kill, tip dieback) in severe winters, but recovery occurs; normal winters cause only minor injury.
- Low winter-hardiness: severe damage (crown dieback, stem girdling, or death) in normal winters, and very severe (complete mortality) in harsh winters.

This classification enables the identification of species that are particularly suitable for cultivation under extreme conditions [Lasco et al., 2014: 83-88].

Drought tolerance is assessed visually and physiologically. Observations focus on plant condition (leaf turgor, wilting, chlorosis, necrosis, premature leaf fall) and growth increments during dry periods (defined as >10 consecutive days without rain and with temperatures >25 °C). After the drought event (typically in late August or September), all species are carefully inspected to record changes caused by adverse weather conditions. Woody plants are rated on a scale from highly tolerant (no symptoms, continuous growth) to intolerant (defoliation, branch dieback, or death). An example of biometric characterization of woody plants in the experimental plot is shown in Figure 2.



Fig. 2. Description of the biometric characteristics of woody plants in the experimental plot

When selecting plants for landscaping, shelterbelts, or reclamation purposes, ornamental qualities are also considered alongside adaptive traits. These include crown size and shape (pyramidal, rounded, spreading), bark texture (smooth, fissured, exfoliating) and color, leaf shape and color during summer and autumn, leaf arrangement on branches (alternate, opposite, whorled), and other phenological features. The most important ornamental characteristic is crown size and shape, which determines the plant's spatial impact and shading capacity. This is followed by decorative qualities of leaves (including autumnal coloration), flowers, fruits, and trunks [Martiushev et al., 2022: 1-9]. Leaf ornamental value is determined by size (large leaves providing a coarse texture), color (green, glaucous, variegated), arrangement on branches, timing of leaf emergence, autumnal coloration (yellow, orange, red, purple), and abscission timing (late retention adds winter interest). Flower ornamental value considers shape (simple or double), size, color (white, yellow, pink, red, purple), fragrance, and flowering duration (early spring vs. late summer). Fruits of trees and shrubs also serve as important decorative elements, especially persistent fleshy fruits (e.g., *Rosa*, *Crataegus*, *Malus*) or showy capsules (e.g., *Euonymus*), adding winter color and attracting wildlife [Mambetov et al., 2019: 336-342]. Thus, the integrated approach at the Zhanibek Station combines stress tolerance screening with aesthetic evaluation to select multipurpose woody plants for the harsh Caspian semi-desert environment.

Results and Discussion.

The northern Caspian region, where the Zhanibek Station is located, is a naturally treeless area characterized by an extremely arid climate and predominantly saline soils. Under conditions of increasing anthropogenic pressure, it is impossible to address the problem of preserving artificial plantations and enhancing their productivity solely through naturally occurring species. Therefore, the selection and cultivation of resilient and highly productive species, as well as the development of measures to conserve and maintain existing introduced species, are of primary importance.

Plant introduction is an effective and often the only feasible method for conserving plant biodiversity. It increases the population size of preserved species and expands their cultivated range. The introduction of rare and endangered species can significantly reduce anthropogenic pressure on natural populations. Conservation of woody plant biodiversity is a key objective of botanical gardens and arboreta.

Several dynamic processes in agriculture have led to a shift from monocultural systems to the integration of trees and crops on farmland. This trend reflects growing recognition of the multiple benefits of integrating

trees with crops in agricultural landscapes. Pressing issues such as soil degradation, climate change, and natural resource depletion have spurred the adoption of agroforestry and other integrated land-use practices to address current agricultural challenges. Maintaining trees on agricultural lands supports biodiversity and provides ecosystem services, such as soil erosion control and enhanced carbon sequestration, while also supplying food and income to local communities [Runova et al., 2024: 105-112].

Overall, a well-developed root system is critical for optimal growth and development of woody plants [Runova et al., 2023: 30-35]. Sustained growth is ensured by adequate soil moisture during the growing season [Semkina et al., 2023: 188-191]. The strategy adopted at the 2002 International Conference in Moscow considers the work of botanical gardens and arboreta in preserving biodiversity as a priority, emphasizing a comprehensive approach that combines multiple conservation methods [Smirnova et al., 2021: 805-811].

To increase the efficiency of plant acclimatization, experience is developed and a specific algorithm is established based on practical human activities, such as agriculture, even when only a few specimens of a new plant are available. Recently, one of the methods receiving attention for studying plants and preserving their diversity involves examining species that grow in different natural habitats [Samsudin et al., 2020: 349-365].

In plant introduction, selection criteria include not only rapid growth but also resilience under new environmental conditions. Seeds with heritable traits that ensure the emergence of hardy progeny are preferred. The agroclimatic conditions of the semi-desert zone (Zhanibek Station) are characterized by aridity and pronounced continentality, which negatively affect the growth and development of plants that form the basis of natural ecosystems. Adverse conditions are exacerbated by complex and widespread soil salinization, resulting in low biological productivity.

The introduction, testing, and selection of the most promising, resilient, and productive forms and species under local conditions will make a significant contribution to the conservation and restoration of biodiversity in forest ecosystems. Accordingly, a survey was conducted to assess the current state of introduced woody and shrub species, determine species composition preservation, and evaluate survival under semi-desert conditions.

Woody plants are the dominant life form in the arboretum collection, comprising 60–70% of the total. The species composition of the collection differs markedly from the local flora. The selection of promising species for collection was based on the ecological and biological traits of introduced species that are capable of adapting to new environmental conditions.

Analysis of introduced species from various ecological and geographical regions showed that those with the best adaptive potential are from North America, Central and Middle Asia, and the Far East. For the introduction, the most xeromorphic species were selected. In particular, deciduous species from the genera *Berberis*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Euonymus*, *Ligustrum*, *Sambucus*, *Tamarix*, *Padus*, *Elaeagnus*, and others were used.

All species from these genera are sun-loving, drought-tolerant, winter-hardy, and undemanding to soil conditions. Their high ornamental value, longevity, phytotoxic properties, and existence of multiple forms differing in crown shape and leaf coloration, combined with low water and soil requirements, make them among the top candidates for successful introduction. Based on our research, the most promising species under the conditions at Zhanibek Station are 19 tree species and 23 shrub species, as presented in Table 2.

Table 2 – Promising tree and shrub species of the Zhanibek station

No.	Species name	No.	Species name
1	2	3	4
	Tree species		Shrubs
1	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	<i>Robinia pseudoacacia</i>
2	<i>Betula pendula</i>	2	<i>Berberis vulgaris</i>
3	<i>Ulmus pumila</i>	3	<i>Euonymus europaeus</i>
4	<i>Gleditsia triacanthos</i>	4	<i>Ligustrum vulgare</i>
5	<i>Pyrus communis</i>	5	<i>Crataegus douglasii</i>
6	<i>Quercus robur</i>	6	<i>Crataegus arnoldiana</i>
7	<i>Quercus petraea</i>	7	<i>Sambucus nigra</i>
8	<i>Catalpa bignonioides</i>	8	<i>Cytisus multiflorus</i>
9	<i>Acer tataricum</i>	9	<i>Lonicera tatarica</i>
10	<i>Acer platanooides</i>	10	<i>Salix caspica</i>
11	<i>Tilia cordata</i>	11	<i>Amelanchier ovalis</i>
12	<i>Sorbus aucuparia</i>	12	<i>Cotoneaster lucidus</i>
13	<i>Populus alba</i>	13	<i>Rhamnus cathartica</i>

14	Malus sylvestris	14	Hippophae rhamnoides
15	Fraxinus pennsylvanica	15	Ptelea trifoliata
16	Fraxinus excelsior	16	Rosa rugosa
17	Prunus avium	17	Syringa vulgaris
18	Hippophae rhamnoides var. <i>angustifolia</i>	18	Cotinus coggygia
19	Hippophae rhamnoides var. <i>argentea</i>	19	Ribes aureum
		20	Spiraea hypericifolia
		21	Prunus padus
		22	Prunus virginiana
		23	Shepherdia argentea

Table 2 presents the prospective tree and shrub species at the Zhanibek Station. Based on long-term studies conducted at the Zhanibek Station, a list of promising tree and shrub species for landscaping in Western Kazakhstan was developed. This list includes 19 tree species and 23 shrub species characterized by sun tolerance, winter hardiness, drought resistance, and low soil requirements. These traits make them particularly valuable for introduction under the region's continental climate and on soils with high solonetz content.

Among the tree species, the greatest resilience and longevity were observed in pedunculate oak (*Quercus robur*), Siberian elm (*Ulmus pumila*), white poplar (*Populus alba*), wild apple (*Malus sylvestris*), Tatar maple (*Acer tataricum*), European ash (*Fraxinus excelsior*), silver birch (*Betula pendula*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), and common pear (*Pyrus communis*). These species exhibit high survival rates and ornamental value, making them suitable for both pure and mixed plantings of various functional purposes. Of particular interest is the Siberian elm, which demonstrated minimal soil requirements and can successfully develop on solonetz soils with salt content up to 50–60%.

An analysis of soil type effects on tree growth and survival showed that on solonetz soils, the most promising species were Siberian elm and Tatar maple, exhibiting a combination of high drought tolerance and stable survival. On ameliorated soils, the best growth and ornamental performance were observed in green ash (*Fraxinus pennsylvanica*), Tatar maple, pedunculate oak, and white poplar. Among shrubs, the most resilient and ornamental species were Tatar honeysuckle (*Lonicera tatarica*), golden currant (*Ribes aureum*), narrow-leaved sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* var. *angustifolia*), multi-branched broom (*Cytisus multiflorus*), and yellow locust (*Robinia pseudoacacia* var. *flava*). These species exhibit rapid growth, high ornamental value, and the ability to establish successfully on low-fertility soils. On solonetz soils, the best performance was shown by Tatar honeysuckle, golden currant, narrow-leaved sea buckthorn, multi-branched broom, and yellow locust, whereas on ameliorated plots, the highest growth and ornamental results were achieved by common barberry (*Berberis vulgaris*), round-leaved serviceberry (*Amelanchier ovalis*), common lilac (*Syringa vulgaris*), and glossy cotoneaster (*Cotoneaster lucidus*).

A family-level analysis indicated that the greatest resilience and ornamental value were observed in species from the Fabaceae, Ulmaceae, and Fagaceae families, highlighting their high potential for introduction in the steppe zone of Western Kazakhstan. The Fabaceae family is represented by the white and yellow locust, Ulmaceae by the Siberian elm, and Fagaceae by the pedunculate oak.

Thus, the proposed tree and shrub species possess high introduction potential and can be successfully used to create diverse functional plantings, including park, protective, and ornamental landscapes. Based on a combination of morphological, physiological, and ecological traits, groups of the most promising plants can be identified: long-lived and versatile trees (pedunculate oak, Siberian elm, white poplar, Tatar maple, European ash), trees with minimal soil requirements (silver birch, black locust), drought-tolerant and ornamental shrubs (Tatar honeysuckle, golden currant, narrow-leaved sea buckthorn, multi-branched broom, yellow locust), and steppe xerophytes suitable for ameliorated soils (common barberry, round-leaved serviceberry, common lilac, glossy cotoneaster).

The results allow for the recommendation of these species for a wide range of landscaping activities in the steppe zone of Western Kazakhstan, ensuring high resilience of plantings and long-term ornamental value.

Conclusion

The comprehensive studies conducted on the selection of promising tree and shrub species for greening in Western Kazakhstan have enabled the identification of a core set of species characterized by high vitality,

remarkable resilience to extreme soil and climatic conditions, and significant ornamental value. Based on long-term monitoring at the Zhanibek experimental station -where temperature fluctuations, aridity, and soil salinity pose continuous challenges - the tree species demonstrating the highest adaptability and longevity include pedunculate oak (*Quercus robur*), Siberian elm (*Ulmus pumila*), white poplar (*Populus alba*), wild apple (*Malus sylvestris*), Tatar maple (*Acer tataricum*), European ash (*Fraxinus excelsior*), silver birch (*Betula pendula*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), and common pear (*Pyrus communis*). Among shrubs, the most resilient and ornamental taxa were Tatar honeysuckle (*Lonicera tatarica*), golden currant (*Ribes aureum*), narrow-leaved sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* var. *angustifolia*), multi-branched broom (*Cytisus multiflorus*), and yellow locust (*Robinia pseudoacacia* var. *flava*).

A detailed soil type analysis revealed critical species-specific adaptations. On solonchik soils - characterized by high alkalinity, poor structure, and limited aeration - Siberian elm and Tatar maple exhibited the highest growth and survival rates, making them indispensable for afforestation on degraded substrates. Conversely, on ameliorated soils (e.g., those subjected to gypsum application or organic enrichment), steppe xerophytic species demonstrated superior performance. Among these, common barberry (*Berberis vulgaris*), round-leaved serviceberry (*Amelanchier ovalis*), and common lilac (*Syringa vulgaris*) not only thrived but also provided substantial aesthetic and ecological benefits. These findings underscore the necessity of matching species to specific edaphic conditions rather than applying uniform planting schemes across heterogeneous landscapes.

The identified species collectively possess a unique combination of valuable morphological, physiological, and ecological traits, including pronounced drought tolerance, winter hardiness, low soil fertility requirements, and high ornamental value. Many of these species also exhibit effective root systems for erosion control, phenological plasticity in response to variable precipitation, and resistance to local pests and pathogens. These characteristics render them particularly suitable for creating diverse functional plantings, such as protective forest belts (mitigating wind erosion and modifying microclimate), recreational areas (enhancing human well-being in semi-arid urban settings), urban green spaces (improving air quality and thermal comfort), and for the reclamation and enhancement of degraded steppe ecosystems (restoring biodiversity and soil stability).

The present research carries substantial theoretical and practical implications for both regional and analogous arid-zone contexts:

1. It significantly expands scientific knowledge on the adaptability of tree and shrub species from various ecological groups (mesophytes, xerophytes, halophytes) to the harsh arid conditions of Western Kazakhstan, filling a critical gap in dendrological and agroforestry literature.

2. It actively contributes to the conservation of rare and valuable species by integrating them into botanical garden collections and experimental plots, followed by systematic propagation for the restoration of natural and cultural ecosystems. This approach supports *ex situ* conservation and provides planting stock for large-scale reforestation initiatives.

3. It provides evidence-based, actionable recommendations for the practical use of specific species in landscape design, agroforestry, and biodiversity-oriented greening. These recommendations take into account the region's particular soil and climatic conditions, including salinity gradients, frost-free periods, and precipitation patterns, thereby increasing the success rate of future planting projects.

4. It highlights the urgent need for further studies focused on selecting cultivars and forms with enhanced adaptability, as well as investigating their physiological and morphological responses under ongoing climate change and accelerating soil degradation. Particular attention should be paid to water-use efficiency, salt tolerance mechanisms, and reproductive success under extreme weather events.

Overall, the established knowledge base and obtained results not only facilitate the effective use of promising tree and shrub species for greening and reclamation of steppe territories but also contribute to long-term ecosystem resilience in Western Kazakhstan. By integrating ecological functionality, economic utility, and aesthetic values, the proposed species framework ensures that future plantings will be sustainable, adaptive, and beneficial for both nature and human communities across this climatically challenging region.

REFERENCES

Awazi N.P., Tchamba N.M. (2019). Enhancing agricultural sustainability and productivity under changing climate conditions through improved agroforestry practices in smallholder farming systems in sub-Saharan Africa. *African Journal of Agricultural Research*. 14(7): pp. 379–388. doi:10.5897/AJAR2018.12972. [in Eng.].

Danilova N.S., Okhlopkov I.M., Ivanova E.I. (2023). Botanicheskiye i zoologicheskiye nauki Yakutii v 21 veke. Arktiki i Subarktiki Prirodnyye Resursy. 28(4): pp.560–567. doi: <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-4-560-567>. [in Russ.].

- Dosmanbetov D.A., Akhmetov R.S., Zhumanov B.M., Dukenov Zh.S., Kaspakbaev E.M., Rakymbekov Zh.K. (2025). Aral teñiziniñ qūrğan ūltanynda halofitti ósimdikterdiñ (Nitraria schoberi, Calligonum caput-medusae schrenk) tūqymyn jinaý jáne olardyñ sebu sapasyn anyqtaý. Izdenister natigeler. 3(107). pp. 409-420. doi: <https://doi.org/10.37884/3-2025/39>. [in Kaz.].
- Dosmanbetov D.A., Mambetov B.T., Maisupova B.D., Kelgenbaev N.S., Dukenov Zh.S. (2018). Issledovaniye kornevyh system saksaula czornogo v raznyh vozrastnyh gruppah. Izdenister natigeler. 1(77). pp. 165-169. doi: https://izdenister.kaznaru.edu.kz/files/full/2018_1. [in Russ.].
- Falck H., Mikhaylov K.L., Demidova N.A. (2019). Wood Waste Potential as Forestry Competitive Advantage (By the Example of the Arctic Inland Territories of the Russian European North). Lesnoy Zhurnal. № 6, pp. 280–289. doi: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.280>. [in Eng.].
- Kozhevnikov, A. P., Shipitsina, N. V., & Kondratova, E. B. (2022). Introducirovannyje kustarnikovye vidy v gorodskom i sel'skom ozelenenii Sverdlovskoj oblasti. Lesa Rossii i ih upravlenije. 2(81), pp. 36–43. doi: 10.51318/FRET.2022.27.36.005. [in Russ.].
- Lasco R.D., Delfino R.J.P., Catacutan D.C., Simelton E.S., Wilson D.M. (2014). Climate risk adaptation by smallholder farmers: the roles of trees and agroforestry. Current Opinion in Environmental Sustainability. 6: pp. 83–88. doi:10.1016/j.cosust.2013.11.013. [in Eng.].
- Martyushov P.A., Korosteleva M.V., Markovskaya A.N., Kotova V.S., Zalesov S.V. (2022). Roli botanicheskogo sada v otsenke perspektiv drevesnykh introdutsentov. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 12(126): pp. 1–9. doi: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.20>. [in Russ.].
- Mambetov B.T., Maisupova B.D., Shomanov Zh.Sh., Dosmanbetov D.A. (2019). Opredelenie dinamiki vlazhnosti pochvy v techenie vegetacionnogo perioda v zavisimosti ot obrabotki pochvy i mehanicheskogo sostava. Izdenister natigeler. №. 3. pp. 336-342. doi: <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/issue/view/7/5>. [in Russ.].
- Runova, E. M., Anoshkina, L. V., & Smolina, N. V. (2024). Otsenka akklimatizatsii nekotorykh introdutsirovannykh vidov v usloviyakh Vostochnoy Sibiri. Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii imeni V. R. Filippova. 1(74): pp. 105–112. doi: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2024.74.1.013>. [in Russ.].
- Runova, E. M., & Anoshkina, L. V. (2023). Osobennosti rosta nekotorykh introdutsirovannykh vidov Vostochnoy Sibiri: na primere goroda Bratska. Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2, pp. 30–35. doi: <https://doi.org/10.17513/use.37995>. [in Russ.].
- Semkina, L. A., & Epanchintseva, O. V. (2023). Obosnovanie assortimenta drevesnykh rasteniy dlya ozeleneniya g. Ekaterinburga. Botanicheskie sady v sovremennom mire. 12(8): pp. 188–191. doi: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54932888>. [in Russ.].
- Smirnova O.G., Pshenichnikova T.A. (2021). Vzaimosvyaz' geneticheskogo statusa lokusa Vrn-1 s razmerom kornevoy sistemy myagkoy pshenitsy (Triticum aestivum L.). Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 25(8): pp. 805-811. doi: 10.18699/VJ21.093 [in Russ.].
- Samsudin YB, Puspitaloka D, Rahman SA, Chandran A and Baral H. (2020). Community-based peat swamp restoration through agroforestry in Indonesia. In Dagar JC, Gupta SR, Teketay D. eds. Agroforestry for degraded landscapes. Singapore: Springer. pp. 349–365. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4136-0_12. [in Eng.].

Dosmanbetov Daniyar Akhmetovich — conceptualization, writing and editing of the manuscript.

Akhmetov Ruslan Sabyrovich — conducting experiments, data collection.

Zhumanov Bakytzhan Mukhametkaliyevich — data curation, conducting experiments, resources.

Kaspakbayev Erganat Muratovich — conducting experiments, data collection.

Feng Ghen — conducting experiments, data collection.

M.A. Kaygermazova*, M.T. Sembekov, E.A. Shadenova

RSE «Institute of Genetics and Physiology», Almaty, Kazakhstan.

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru

MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF PAULOWNIA TOMENTOSA UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Kaygermazova Mariam Akhmatovna, Research associate at the Laboratory of Genetics and Reproduction of Forest Crops, RSE «Institute of Genetics and Physiology» SC MSHE RK, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

e-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Sembekov Medet Tleukenovich, Research associate at the Laboratory of Genetics and Reproduction of Forest Crops, RSE «Institute of Genetics and Physiology» SC MSHE RK, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

e-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Shadenova Elvira Abylgazievna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Genetics and Reproduction of Forest Crops, RSE «Institute of Genetics and Physiology» SC MSHE RK, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

e-mail: shadel08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7844-4264>.

Abstract. The study conducted a morphological and comparative study of woody plants with a focus on *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. The aim of the study was to evaluate the morphometric and qualitative characteristics of this species at an early stage of ontogenesis and to identify its differences from common deciduous tree species in temperate zones - *Populus tremula*, *Betula pendula*, and *Quercus robur*. The study was conducted under controlled greenhouse conditions. The parameters of shoot height, stem diameter, number of leaves, and leaf blade area were analysed, as well as qualitative morphological characteristics of above-ground organs. It has been established that *Paulownia tomentosa* at the age of 6 months significantly surpasses comparative species in terms of key morphometric indicators, characterised by intensive growth, large leaf size and pronounced development of above-ground organs. The morphological characteristics identified confirm the high growth and adaptation potential of this species in the early stages of development. The results obtained indicate the promise of *Paulownia tomentosa* for introduction, further morphological and biological research, and practical use in forestry and landscaping.

Keywords: *Paulownia*, morphological characteristics, comparative study, plant taxonomy, variability, introduction, adaptation

For citation: Kaygermazova M.A., Sembekov M.T., Shadenova E.A. (2026). Morphological variability of *Paulownia tomentosa* under controlled conditions // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 161–172 <https://doi.org/10.37884/2-2026/14> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

М.А. Кайгермазова*, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова

РМҚК «Генетика және физиология институты», Алматы, Қазақстан.

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru

PAULOWNIA TOMENTOSA-НЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ МОРОФОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ

Кайгермазова Мариям Ахматқызы, РМК «Генетика және физиология институты» ҒК ҚР ҒЖБМ орман дақылдарының генетика және репродукция зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы, Өл-Фараби даңғылы, 93

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Сембеков Медет Тлеукенұлы, РМК «Генетика және физиология институты» ҒК ҚР ҒЖБМ орман дақылдарының генетика және репродукция зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы, Өл-Фараби даңғылы, 93

E-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Шаденова Ельвира Абылғазықызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, РМК «Генетика және физиология институты» ҒК ҚР ҒЖБМ орман дақылдарының генетика және репродукция зертханасының меңгерушісі, Қазақстан, Алматы, Өл-Фараби даңғылы, 93 үй

E-mail: shadel08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7844-4264>.

Аннотация. Жұмыста *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud негізгі назар аудара отырып, ағаш өсімдіктерінің морфологиялық және салыстырмалы зерттеуі ұсынылған. Зерттеудің мақсаты онтогенездің ерте кезеңіндегі осы түрдің морфометриялық және сапалық сипаттамаларын бағалау және оның қоңыржай аймақтың кең таралған жапырақты ағаш түрлерінен – *Populus tremula*, *Betula pendula* және *Quercus robur*-дан айырмашылықтарын анықтау болды. Зерттеу бақыланатын жылыжай жағдайында жүргізілді. Өркеннің биіктігі, сабақ диаметрі, жапырақ саны және жапырақ тақтасының ауданы, сонымен қатар жер үсті мүшелерінің сапалық морфологиялық сипаттамалары талданған. *Paulownia tomentosa* 6 айлық жасында негізгі морфометриялық көрсеткіштері бойынша салыстырмалы түрлерден айтарлықтай асып түсетіні, қарқынды өсуімен, үлкен жапырақ өлшемдерімен және жер үсті мүшелерінің айқын дамуымен сипатталатыны анықталды. Анықталған морфологиялық белгілер бұл түрдің дамуының бастапқы кезеңдерінде жоғары өсу және бейімделу мүмкіндігін растайды. Бұл нәтижелер *Paulownia tomentosa* өсімдігінің интродукцияға, одан әрі морфологиялық және биологиялық зерттеулерге және орман шаруашылығы мен көгалдандыруда практикалық пайдалану мүмкіндігін көрсетеді.

Түйін сөздер: Павловния, морфологиялық сипаттамалары, салыстырмалы зерттеу, өсімдіктердің таксономиясы, өзгергіштік, интродукция, бейімделу

Дәйексөз үшін: Кайгермазова М.А., Сембеков М.Т., Шаденова Е.А. (2026). Бақыланатын жағдайларда *paulownia tomentosa*-ның морфологиялық өзгерімділігі // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp.161–172. <https://doi.org/10.37884/2-2026/14> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

М.А. Кайгермазова, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова*

РГП «Институт генетики и физиологии», Алматы, Казахстан.

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ *PAULOWNIA TOMENTOSA* В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Кайгермазова Мариям Ахматовна, научный сотрудник лаборатории генетики и репродукции лесных культур РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 93

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Сембеков Медет Тлеукенович, научный сотрудник лаборатории генетики и репродукции лесных культур РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 93

E-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Шаденова Ельвира Абылгазиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории генетики и репродукции лесных культур РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 93

Аннотация. В работе проведено морфологическое и сравнительное исследование древесных растений с основным акцентом на *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. Целью исследования являлась оценка морфометрических и качественных признаков данного вида на раннем этапе онтогенеза и выявление его отличий от распространенных листовенных древесных пород умеренной зоны – *Populus tremula*, *Betula pendula* и *Quercus robur*. Исследование выполнено в условиях контролируемого тепличного выращивания. Проанализированы показатели высоты побега, диаметра стебля, количества листьев и площади листовой пластинки, а также качественные морфологические признаки надземных органов. Установлено, что *Paulownia tomentosa* в возрасте 6 месяцев достоверно превосходит сравнительные виды по основным морфометрическим показателям, характеризуется интенсивным ростом, крупными размерами листьев и выраженным развитием надземных органов. Выявленные морфологические особенности подтверждают высокий ростовой и адаптационный потенциал данного вида на ранних этапах развития. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности *Paulownia tomentosa* для интродукции, дальнейших морфолого-биологических исследований и практического использования в лесном хозяйстве и озеленении.

Ключевые слова: Павловния, морфологические признаки, сравнительное исследование, систематика растений, варибельность, интродукция, адаптация

Благодарность: Авторы выражают признательность руководителю программы за выделенные средства на научные исследования в рамках BR 24993004 «Разработка инновационных способов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных с использованием физиолого-генетических подходов» (финансируемой Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

Для цитирования: Кайгермазова М.А., Сембеков М.Т., Шаденова Е.А. (2026). Морфологическая варибельность paulownia tomentosa в контролируемых условиях // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 161–172. <https://doi.org/10.37884/2-2026/14> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение.

В условиях глобальных изменений климата и возрастающей антропогенной нагрузки особое значение приобретает поиск быстрорастущих древесных пород, обладающих высокой продуктивностью и адаптационным потенциалом. Одним из таких перспективных культур является павловния (*Paulownia spp.*) – род листопадных древесных растений, отличающихся интенсивным ростом, высокой декоративностью и широким спектром хозяйственного использования. Формирует хорошо развитую корневую систему, способную эффективно использовать почвенные ресурсы, что может дополнительно способствовать интенсивному росту надземной части.

Павловния имеет высокую востребованность в системах агролесомелиорации, а также ее легкая, прочная, устойчивая к гниению древесина используется в лесоводстве, озеленении, деревообрабатывающей промышленности. В Китае её используют для изготовления музыкальных инструментов, мебели, мелких поделок, применяется в качестве оснований ракеток для настольного тенниса, производства строевой древесины (плохо горит), этанола, бумаги. Из семян получают техническое масло, в медицине и косметологии широко применяется кора, листья и эпикарпий плодов [Jakubowski, 2022].

Род *Paulownia* характеризуются значительным морфологическим разнообразием, что обусловлено как генетическими особенностями видов и сортов, так и влиянием экологических факторов. Изучение морфологических признаков имеет важное значение для систематики, селекции и интродукции растений, поскольку позволяет выявить диагностические характеристики, оценить степень адаптации к различным условиям произрастания и определить перспективность использования отдельных таксонов.

Павловния или адамово дерево получило свое название в честь дочери императора Павла I – Анны. Это дерево привлекает внимание своим долгим сроком жизни (70-100 лет), благодаря жаро- и засухоустойчивости. Полив необходим только молодым саженцам (1-3 года посадки), это необходимо

пока корневая система не разрастётся и не начнет искать себе влагу. Благодаря фотосинтезу большому листу, происходит огромная выработка кислорода. Наблюдения в условиях города Алматы показали, что высота саженца первого года посадки составляет к осени 1-1,5 м. После срезки дерево вырастает заново без повторной посадки.

Семейство Павловниевые (*Paulowniaceae*) насчитывает более 20 видов, а также не считая селекционно выведенные виды, у которых имеются сходные качества и поэтому их именуют собирательным названием Павловния (*Paulownia*): *P. australis*, *P. catalpifolia*, *P. coreana*, *P. duclouxii*, *P. elongate*, *P. fargesii*, *P. fortune*, *P. glabrata*, *P. grandifolia*, *P. imperialis*, *P. kawakamii*, *P. lilacina*, *P. longifolia*, *P. meridionalis*, *P. Mikado*, *P. recurva*, *P. rehderiana*, *P. shensiensis*, *P. silvestrii*, *P. taiwaniana*, *P. thyrsoidea*, *P. tomentosa*, *P. Viscose*. Согласно исследованиям [Кожевников, 2024], Павловния может приспосабливаться к местности, устойчивой к погодным условиям деревом, меристемы, междоузлия и черешки растения регенерирует и восстанавливает почву. Поэтому большинство фермеров засаживает павловнию вместе с овощными культурами.

Глобальные изменения во всем мире заставляют человечество искать меры, направленные на стабилизацию климатической системы и снижение негативного воздействия антропогенных факторов на окружающую среду. Рост среднегодовых температур, усиление парникового эффекта, учащение экстремальных погодных явлений, наводнения, засухи, лесные пожары, обуславливают необходимость поиска эффективных решений, направленных на адаптацию природных и антропогенных экосистем.

Стратегии, ориентированные на сокращение выбросов парниковых газов, восстановление деградированных экосистем и повышение устойчивости биологических ресурсов реализуются на международном уровне. Основное место в этих вопросах занимает использование растительных организмов, способных эффективно поглощать углекислый газ и быстро наращивать биомассу.

С климатическими угрозами также сталкивается и Казахстан – засухи, сели, паводки, сильная жара и лесные пожары – необходимо быть готовым к жизни в новых климатических условиях, переходить к засухоустойчивым растениям и закладывать их в проект городского планирования. Данная необходимость будет создавать благоприятный микроклимат для растительности, насекомых, млекопитающих и птиц. Поэтому особой актуальностью является поиск и внедрение быстрорастущих древесных пород, обладающих высоким потенциалом и способностью к интенсивному росту в различных климатических условиях. Такие древесные культуры могут рассматриваться как перспективный инструмент для решения задач лесовосстановления, рекультивации нарушенных территорий и формирования устойчивых зеленых насаждений. Одним из которых и является павловния – объект для научных исследований и практического применения в условиях изменяющегося климата.

Несмотря на возрастающий интерес к павловнии, сравнительные морфологические исследования данного рода остаются недостаточно систематизированными. В связи с этим целью настоящей работы является проведение сравнительного морфологического анализа павловнии с выявлением их характерных признаков и особенностей, имеющих практическое и научное значение.

Современные морфологические исследования включают изучение как внешних признаков, так и анатомических характеристик. Так, Калдыбаева и Курманбаева [Калдыбаева, 2023] провели сравнительный морфолого-анатомический анализ листьев гибридов *Paulownia* (ShanTong и FTE), выявив различия в морфометрических параметрах листьев и уточнив диагностические особенности этих таксонов в условиях культивации в Казахстане.

Анализ абиотических факторов, влияющих на рост *Paulownia*, также отражает важность морфологического подхода в изучении реакции растений на окружающую среду. В частности, исследования адаптации *Paulownia* показывают, что условия произрастания существенно влияют на биологические и морфологические характеристики деревьев, что важно для успешной интродукции и культивирования [Калдыбаева, 2024].

Систематическое и таксономическое положение рода не обошлось без морфологических исследований, которое подчеркивает уникальные черты пыльцевых зерен и подтверждает образование рода как отдельная группа – *Paulowniaceae* и отличает его от родственных семейств по палиноморфологическим признакам [Tsybalyuk, 2014].

Кроме того, морфология павловнии исследуется в контексте физиологии и биохимии, где анализ химического состава листьев показывает, что помимо структурных особенностей, листовые ткани являются источником биологически активных веществ, что отражает связь морфологических

признаков с функциональными характеристиками [Романова, и др., 2022].

Ряд современных исследований выделяют важность учета влияния агроэкологических факторов на рост древесных растений. Результаты нашего исследования по динамике роста и развитию надземных органов сходны с данными Садыбековой и др. [Салыбекова и др., 2025] по *Catalpa speciosa* в условиях ботанического сада.

Гидратация тканей выступает определяющим фактором в оценке морфологии листьев плодовых культур под воздействием внешнего стресса. [Сулейменова, 2023]. В исследованиях [Кабанова, 2024] по лесному хозяйству также отмечается влияние агротехнических факторов на морфологию древесных растений. В работе [Киселёва, 2024] показана важность морфологических характеристик в систематике и оценке генетических ресурсов растений.

В целом, литература свидетельствует о том, что морфологические исследования *Paulownia* охватывает широкий спектр направлений – от анатомического анализа листьев и структурных особенностей древесины до изучения адаптационных реакции на абиотические условия и таксономической диагностики. Такой междисциплинарный подход позволяет глубже понять вариабельность морфологических признаков и их значение для практического использования рода *Paulownia* в селекции, лесном и сельском хозяйстве.

Целью исследования является сравнительный анализ морфологических признаков *Paulownia tomentosa*, полученных методом микроклонального размножения в сопоставлении с традиционными древесными породами, такими как *Quercus robur* L, *Betula pendula* Roth. и *Populus tremula* для оценки ее ростовых характеристик и адаптационного потенциала на ранних этапах развития. С практической точки зрения это дает возможность использования полученных данных для разработки научно обоснованных подходов к интродукции быстрорастущих древесных растений, а также для их применения в лесном хозяйстве, агролесомелиорации и озеленении.

Материалы и методы.

Исследования проводились в 2024-2026 гг. в лаборатории генетики и репродукции лесных культур (РГП на ПХВ «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК).

Объектом исследования служили древесные растения, включая *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., выбранную в качестве основного объекта морфологического и статистического анализа. Для сравнительного изучения были использованы представители лиственных пород, такие как осина (*Populus tremula*), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth.).

В эксперименте использовали растения-регенеранты, полученные методом микроклонального размножения. Объем выборки составил 30 микроклонов *Paulownia tomentosa*, и по 5 микроклонов сравнительных видов. Растения после стадии акклиматизации (возраст 6 месяцев) высаживали в вегетационные контейнеры. Следует отметить, что различие в объеме выборок обусловлено особенностями экспериментального дизайна и доступностью микроклонального материала.

Успех введения в культуру *in vitro* во многом зависит от выбора подходящего экспланта и его размеров, от эффективности стерилизации и последующего удаления стерилизующих веществ, от подбора питательных сред. Не менее важны физические факторы – свет, температура и влажность. Для успешного старта необходим поиск в литературе протоколов введения в культуру родственных видов. Следующий этап после успешной инициации культур *in vitro* – это индукция побегообразования и собственно размножение. Для некоторых редких видов, особенно это касается древесных, трудно сразу добиться максимального роста и размножения в культуре ткани. Для оптимизации стадии размножения используют различные питательные среды, подбирают концентрации и комбинации регуляторов роста, вводят в состав сред добавки.

Древесные культуры, в отличие от травянистых видов, труднее размножаются в условиях *in vitro*. Для большинства древесных видов характерны более низкие коэффициенты размножения, укоренения и адаптации. Период от получения асептической культуры до активного размножения в случае древесных видов может составлять от нескольких месяцев до года. Помимо всего вышеперечисленного, древесные виды более склонны к уходу в состояние покоя в условиях *in vitro*.

Повышение частоты мультпликации и укоренения часто достигается за счет увеличения концентрации регуляторов роста в питательной среде. Однако данный прием применим не ко всем древесным видам. Повышение содержания цитокининов в среде для размножения может спровоцировать витрификацию, а повышение содержания ауксинов в среде для укоренения приводит

к избыточному росту каллуса, что может негативно сказаться на частоте как укоренения, так и последующей адаптации микрорастений.

В ходе работы мы изучали различные этапы микроклонального размножения исследуемых видов растений, где весь процесс делился на этапы: первый – эксплантрование исходной ткани растений, где получаем активно пролиферирующую культуру, свободной от инфекции; на втором – собственно микроразмножение, где идет индукции побегов, его рост; третий – мультипликация – из одного растущего побега, путем сегментации получают несколько подобных (вершки и черешки), и этот процесс может быть бесконечным. И на данном этапе могут одновременно идти ризогенез.

Растения-регенеранты были получены методом культуры тканей *in vitro* с использованием апикальных меристем взрослых деревьев. Стерильные экспланты культивировали на среде, которая является наиболее благоприятна для активной пролиферации, устойчивого морфогенеза и формирования корневой системы на среде WPM, дополненной сахарозой (20 г/л) и цитокинином BAP (0,5 мл/л). Этот вариант питательной среды обеспечил стабильное состояние растений на всём протяжении культивирования и может быть рекомендован для массового размножения павловнии в условиях *in vitro*.

Культивирование пробирочных растений проводили на светокультуральных стеллажах при освещении белыми люминесцентными лампами с интенсивностью 6000 лк, фотопериоде 16 ч и температуре 21–23 °С. Полученные пробирочные микрорастения повторно черенкуют, выделяя апикальные части и срединные одноузловые сегменты. Одноузловые сегменты повторно культивируют на среде мультипликации, а апикальные части переносят на среду укоренения.

После этапа укоренения растения-регенеранты проходили стадию акклиматизации и переносились в условия теплицы, где температура составляла 22–25°C, относительная влажность воздуха 60–70%, освещение фитолампами с интенсивностью 200 мкмоль/м²·с, фотопериод – 16 часов света/8 часов темноты. Полив осуществляли по мере поддержания оптимальной влажности субстрата. Эксперимент был поставлен по полностью рандомизированной схеме.

Для оценки морфологических характеристик растений измеряли высоту побега (см) от основания до верхушки, диаметр стебля (мм), который фиксировался на уровне 2 см от основания, количества листьев определяли путем прямого подсчета, площадь листа (см²) измеряли методом цифрового анализа изображений с использованием компьютерного анализа, форма и окраска листа оценивали визуально. Все измерения проводили в трех повторности. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программы Statistica 10.0, данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для оценки статистической значимости различий между независимыми выборками применялся t-критерий Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования.

В ходе проведенного морфологического анализа установлено, что растения *Paulownia tomentosa* в возрасте 6 месяцев характеризуется интенсивным ростом и выраженными морфологическими особенностями, отличающие их от других исследованных листовенных древесных пород.

Проверка нормальности распределения показала, что исследуемые данные соответствуют нормальному распределению ($p < 0,05$), что позволило использовать параметрические методы статического анализа.

Результаты морфометрического анализа исследуемых листовенных древесных пород представлены в таблице 1, где установлено, что все основные количественные показатели *Paulownia tomentosa*, а именно высота побега, диаметр стебля, количество листьев и площадь листовой пластинки достоверно превышают аналогичные значения осины (*Populus tremula*), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) ($p < 0,05$).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика морфометрических показателей листовенных древесных пород

Вид растения	Высота побега, см	Диаметр стебля, мм	Количество листьев, шт	Площадь листовой пластинки, см ²
Павловния (<i>Paulownia tomentosa</i>)	82,4±6,3	9,6±0,8	14,2±1,9	312,5±38,4
Осина (<i>Populus tremula</i>)	54,7±4,9	6,1±0,7	13,6±1,7	68,7±9,2

Берез повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	47,2±5,1	5,4±0,6	11,1±1,4	42,3±6,8
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	31,8±3,6	4,2±0,5	9,3±1,2	55,9±7,5
Примечание: павловния (<i>Paulownia tomentosa</i>) – n=30, для сравнительных видов n=5				

Как видно из таблицы 1, средняя высота побега *Paulownia tomentosa* составляет 82,4±6,3 см, что достоверно превышает аналогичные показатели *Populus tremula*, *Betula pendula* Roth. и *Quercus robur* L., наиболее выраженные различия наблюдались в сравнении с дубом черешчатым, рост которого на раннем этапе онтогенеза был наименее интенсивным.

Средний диаметр стебля основного исследуемого вида составил 9,6±0,8мм, что статистически значимо превышало показатели осины, березы и дуба. Утолщение стебля павловнии указывает на ускоренное формирование механических тканей и потенциально более высокую устойчивость растений на ранних стадиях развития и накопления биомассы.

Относительно количества листьев – на одном растении у основного объекта исследования оно составило 14,2±1,9 штук, что сопоставимо с осинкой, но превышало показатели березы и дуба соответственно. Также наиболее значимые различия между видами были выявлены по площади листовой пластинки, что в совокупности формирует значительно большую ассимиляционную поверхность.

Средняя площадь одного листа павловнии составила 312,5±38,4см² что 4-7 раз превышает показатели у остальных исследуемых видов, это указывает на значительный фотосинтетический потенциал павловнии уже в первые месяцы роста.

Анализ вариабельности морфометрических показателей выявил, что павловния характеризуется относительно стабильными значениями признаков, о чем свидетельствуют умеренные значения стандартного отклонения, что говорит о высокой однородности растений, полученных в условиях стерильной культуры ткани.

На рисунке 1 показана сравнительная формовое различие листа исследуемых видов, где видно, что каждый из представленных листьев имеют характерные морфологические особенности, позволяющие визуально отличить род растений.

Лист *Paulownia tomentosa* имеет крупную, круглую, сердцевидную форму с гладкими краями, лист *Populus tremula* отличается округлой формой с заостренной вершиной и мелкозубчатым краем, типичное для тополей, широко распространенных в умеренных широтах. Лист *Betula pendula* Roth. имеет овальную форму с выраженным зубчатым краем, что свойственно выражает адаптацию к климатическим условиям северных регионов, и лист *Quercus robur* L. демонстрирует лопастную форму с глубокими вырезами, характерными для большинства видов рода *Quercus*.

Такая морфология способствует эффективному водоотведению и фотосинтезу. Сравнительный анализ контуров листьев позволяет не только идентифицировать древесные виды, но и отследить эволюционные процессы адаптации растений к различным экологическим условиям.

На рисунке 2 видно, что павловния занимает наибольшую долю благодаря очень крупным листьям, дуб и осина имеют средние значения площади листа, а береза демонстрирует самую маленькую площадь листа среди представленных видов.

На рисунке 3 представлено растение *Paulownia tomentosa*, где показано отличие размера листа в разные периоды роста. Растения, полученные методом культуры ткани, характеризуются высокой морфологической однородностью и отсутствием выраженных аномалий в развитии надземных органов. Наряду с этим наблюдается увеличение абсолютных значений показателей, но их согласованное развитие является следствием проявления в пропорциональном соотношении высоты побега, диаметра стебля и площади листовой пластинки.

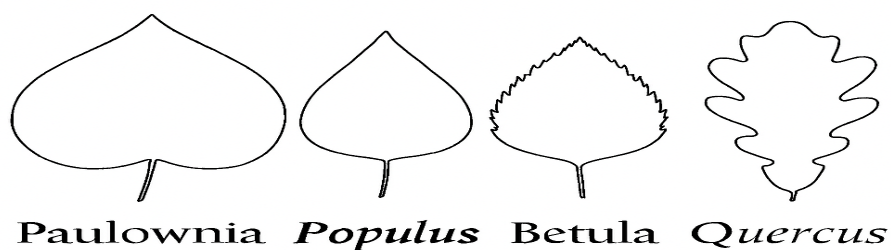


Рис.1. Сравнительная иллюстрация контуров листьев четырех древесных видов
[Fig. 1. Comparative illustration of leaf outlines of four tree species]

Сравнение площади листа у 4 видов деревьев

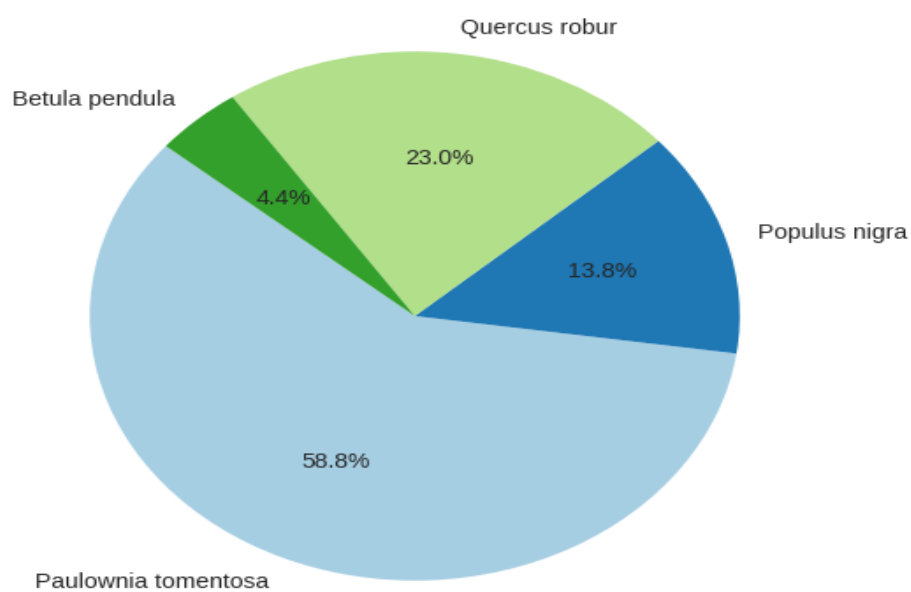


Рисунок 2. - Сравнение площади листа у исследуемых четырех видов
[Fig. 2. Comparison of leaf area among the four studied species]



Рис. 3. Лист *Paulownia tomentosa*, выращенный в лабораторных условиях, полученный путем культуры in vitro: А- возраст 2 недели; Б-

Связь морфологических признаков показывает сбалансированное формирование вегетативных органов и эффективном распределении ресурсов между физиологическими процессами роста и развития. По сравнению с другими изучаемыми видами, у которых наблюдается более выраженная вариабельность отдельных показателей, павловния демонстрирует более устойчивую структуру, которая имеет крупные обратнойцевидные листья, толстые прямые побеги, выраженное опушение и декоративные цветки и плоды.

Эти признаки подтверждают ее высокую декоративную и хозяйственную ценность, а также способность быстро адаптироваться и развиваться в условиях культивации в отличии от других культур (таблица 2).

Таблица 2 – Качественные морфологические признаки исследуемых лиственных древесных пород

Вид растения	Форма листа	Окраска листа	Поверхность листа	Тип побега
Павловния (<i>Paulownia tomentosa</i>)	Сердцевидная, цельная или слабо лопастная	Насыщенно-зеленая	Сильно опушенная, бархатистая	Прямостоячий, мощный
Осина (<i>Populus tremula</i>)	Округло-яйцевидная с мелкозубчатым краем	Светло-зеленая	гладкая	Прямостоячий, тонкий
Берез повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	Треуголь-ромбическая, заостренная	Ярко-зеленая	гладкая	Тонкий, слегка поникающий
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	Перистолопастная	Темно-зеленая	Гладкая, кожистая	Прямостоячий, слабоветвистый

Качественный анализ морфологических признаков (таблица 2) показал, что листья *Paulownia tomentosa* имеют характерную сердцевидную форму, крупные размеры и выраженное опушение листовой пластинки. Окраска листьев была насыщенно-зеленой и равномерна по всей поверхности листа, без признаков хлороза или некротических повреждений, что указывает на благоприятные условия выращивания и высокую степень адаптации растений к тепличным условиям, что свидетельствует об отсутствии стрессовых факторов и хорошем физиологическом состоянии растений.

Для сравнительных видов были характерны менее выраженные ростовые показатели и иные морфологические особенности. Так, у осины формировались относительно тонкие побеги и листья округло-яйцевидной формы, у березы тонкие, слегка поникающие побеги и мелкие треугольно-ромбические листья, у дуба наблюдались замедленные темпы роста и формирование небольших глубоко лопастных листьев.

Анализ визуальных признаков показал, что растения павловнии характеризуются равномерным развитием листьев по длине побега и отсутствием выраженной асимметрии, что явно свидетельствует о благоприятных условиях выращивания и высокой физиологической активности растений.

В ходе проведенного исследования были получены количественные и качественные данные, характеризующие морфологические особенности павловнии, которое значительно превосходит традиционные лиственные древесные породы по темпам роста, размерам листа и развитию надземных органов на ранних этапах онтогенеза, что подчеркивает перспективность данного вида для интродукции и дальнейших морфолого-биологических исследований.

Данное исследование дополняет общую характеристику вида и подтверждает его способность к интенсивному росту в начальной фазе развития.

Обсуждение.

Результаты, полученные в ходе исследования, свидетельствуют о формировании у *Paulownia tomentosa* выраженной стратегии ускоренного роста, характерной для быстрорастущих древесных пород. Высокие значения морфометрических показателей, таких как высота, диаметр стебля и площадь листовой пластинки, указывают на интенсивные процессы клеточного деления и растяжения, а также на эффективное использование доступных ресурсов в условиях контролируемого выращивания.

Крупная площадь листовой пластинки может рассматриваться как адаптивный механизм, направленный на максимизацию фотосинтетической активности. Формирование увеличенного

листового аппарата позволяет расширить площадь поглощения света и ускоренному накоплению органического вещества.

Полученные результаты согласуются с данными авторов, где отмечается высокая скорость роста павловнии и формирование крупной листовой пластинки, уже в первый год роста. Например, в эксперименте *Paulownia tomentosa* при подходящем пространстве выращивания средняя площадь листьев достигала более 400 см², а количество листьев на побег было высоко, на что авторы [Zhu, 1986, с.69] связывают этот феномен с характерной биологией вида, проявляющейся в ранний вегетационный период. Эти данные согласуются с нашими результатами, где средняя площадь листьев составила 312,5±38,4см².

Другие исследователи также пишут о выраженной ростовой активности *Paulownia tomentosa* в сравнении с другими древесными породами. В обзоре по культивированию павловнии указывается, что в естественных условиях растение может развиваться в виде дерева, достигающего больших размеров за короткий период – на уровне десятков метров за несколько лет, что отражает его потенциально высокий годичный прирост биомассы [Jakubowski, 2022; Cao et.all, 2021; Ayan, 2006; Joshee, 2012; Muthuri, 2005; Yadav, 2013], что также подтверждают наши данные по высоте побегов (82,4±6,3 см через 6 месяцев роста) по сравнению с традиционными видами, такими как дуб или береза.

Форма листьев и их большие размеры соответствуют ботаническому описанию указанное в [Качалов, 1970, с.199], которое способно достигать весьма значительных размеров у молодых побегов (до ~50см в ширину у некоторых экземпляров), что также совпадают с нашими наблюдениями по форме, окраске и опущению листьев.

Кроме того, существующие исследования подчеркивают морфологическую специфику *Paulownia*, включающую наличие специализированных структур на листьях и побегах, таких как трихомы и мелкие эпидермальные образования, которые обеспечивают защиту от травоядных и могут влиять на газообмен и транспирацию [Kobayashi, 2008; Asai, 2008]). Хотя данный аспект не входил в количественные измерения нашего исследования, он подтверждает важность комплексного морфологического анализа у *Paulownia*.

Кроме того, установлено, что растения, регенерированные методом клонального размножения, порою демонстрируют более равномерный рост и повышенную жизнеспособность по сравнению с семенным материалом, что обусловлено их генетической однородностью. Это подтверждает целесообразность использования биотехнологических методов для получения посадочного материала, которая способствует ускоренному получению посадочного материала и повышению его качества и позволяет минимизировать влияние внутривидовой вариабельности и обеспечивает достоверность сравнительного анализа.

В свою очередь, сравнительные виды (береза, осина и дуб) показали классические для них признаки, такие как умеренный рост, меньшую площадь листовой пластинки и более ограниченное утолщение стебля. Эти особенности хорошо описаны в фитосистематике и лесной биологии, где такие виды рассматриваются как виды с более консервативной стратегией роста, характеризующейся умеренной скоростью накопления надземной биомассы и адаптацией к условиям умеренного климата. В отличие от сравнительных древесных пород, характеризующихся более умеренными темпами роста, павловния демонстрирует признаки эксплерентной (инновационной) стратегии, которая направлена на быстрое освоение ресурсов среды. Это проявляется в активном формировании листового аппарата и интенсивном росте в высоту, что позволяет растению занимать доминирующее положение в условиях ограниченной конкуренции.

Следует отметить, что исследование проводилось в контролируемых тепличных условиях произрастания. В естественной среде на морфологические показатели растений могут оказывать влияние дополнительные абиотические и биотические факторы. В связи с этим дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение поведения павловнии в полевых условиях.

Таким образом, сопоставление наших данных с литературными подтверждает применение *Paulownia tomentosa* для дальнейших исследований и практическому использованию.

Вывод.

В результате проведенного морфологического исследования установлено, что *Paulownia tomentosa* в возрасте 6 месяцев характеризуется наиболее высокими темпами роста по сравнению с осиной, березой и дубом при выращивании в контролируемых тепличных условиях. Показатели

высоты побега и диаметра стебля *Paulownia tomentosa* достоверно превышает аналогичные значения у сравнительных видов ($p < 0,05$), что свидетельствует об интенсивности развития надземных органов и быстром накоплении биомассы на ранних этапах онтогенеза.

Анализ листового аппарата показал, что *Paulownia tomentosa* отличается значительно большей площадью листовой пластинки по сравнению с другими лиственными породами, что указывает на высокий фотосинтетический потенциал данного вида уже в ювенильный период развития.

Использование микроклонального размножения обеспечивает получение однородного посадочного материала с высокими морфометрическими показателями.

Сопоставление полученных экспериментальных данных с литературными источниками показало их высокую степень согласованности, что подтверждает достоверность результатов и корректность выбранных условий культивирования растений.

Данные получения в ходе исследования подтверждают перспективность интродукции павлонии в новые регионы с умеренным климатом, где данный вид может показать высокую продуктивность и адаптационный потенциал. А также эффективно использоваться в системах городского озеленения и формирования устойчивых зеленых насаждений в регионах с мягкими климатическими условиями и продолжительным вегетационным периодом. В условиях центрального и северного Казахстана возможно при дополнительной агротехнической защите от неблагоприятных факторов, в особенности от низких температур.

ЛИТЕРАТУРА

Кабанова С., Мамбетов Б., Кабанов А., Шахматов П., Борцов В., Кочегаров И., Скотт С. (2024). Применение гербицидов в лесном хозяйстве разных стран. Изденістер, нәтижелер – исследования, результаты. — А. 3(103). — С.400–415. <https://doi.org/10.37884/3-2024/44> [in Russ.]

Калдыбаева Ж., Курманбаева М. (2023). Сравнительные морфо-анатомические особенности листьев видов *Paulownia Siebold & Zucc.* Фундаментальная и экспериментальная биология. — Караганда. 11028 (2). С. 68–75. <https://doi.org/10.31489/2023bmg2/68-75> [in Eng.]

Калдыбаева Ж., Курманбаева М. (2024). Анализ абиотических факторов, влияющих на древесное растение *Paulownia Siebold & Zucc* // Eurasian Journal of Ecology. — А. 81(4). С.74–86. <https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v81.i4.a8> [in Russ.]

Качалов А.А. (1970). Павлония войлочная. Деревья и кустарники: Справочник / Под ред. А.И. Колесникова. — М.: Лесн. пр-сть. С. 199–200. 408 с. [in Russ.]

Киселёва Н., Есимбекова М. (2024). Формирование генофонда овощебахчевых растений в Казахстане. Изденістер, нәтижелер – исследования, результаты. — А. 2–1(special). С.342–348. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/570> [in Russ.]

Кожевников В.И., Кольцов А.Ф., Грищенко Е.Н., Щегринцев Н.В. (2024). Интродукция павлонии войлочной (*Paulownia tomentosa Steud.*) и перспективность ее использования в условиях г. Ставрополя. Аграрная наука. 5. Рр.102–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-102-107> [in Russ.]

Романова М.Н., Троцкий Ю.А., Шимова Ю.С., Кох Ж.А. (2022). Листья павлонии – источник биологически активных веществ // Материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. — Екатеринбург. С. 677–681. <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/11545> [in Russ.]

Салыбекова Н., Исаев Г., Мамаева А., Ерденов М., Накипова Ж. (2025). Биологические особенности и оценка роста вида *Catalpa speciosa L.*, интродуцированного в ботанический сад. // Изденістер, нәтижелер – исследования, результаты. — А. 2(106). С.316–325. <https://doi.org/10.37884/2-2025/31> [in Russ.]

Сулейменова Н., Тоғисбаева А. (2023). Садоводство в условиях изменения климата Юго-Восточного Казахстана с применением приемов инновационной технологии (при выращивании яблони) // Изденістер, нәтижелер – исследования, результаты. — А. 2(98). С.199–209. <https://doi.org/10.37884/2-2023/20> [in Russ.]

Asai T., Hara N., Kobayashi S., Kohshima S., Fujimoto Y. (2008). Geranylated flavanones from the secretion on the surface of the immature fruits of *Paulownia tomentosa*. Phytochemistry. 69(5). P.1234–41. Doi: 10.1016/j.phytochem.2007.11.011. [in Eng.]

Ayan S., Sivacioglu A., Bilir N. (2006). Growth variation of *Paulownia Sieb. and Zucc.* species and origins at the nursery stage in Kastamonu-Turkey. – J. Environ. Biol. – А. 27. Рр. 499–504. PMID: 17402240. [in Eng.]

Cao Y., Sun G., et al. (2021). Genomic insights into the fast growth of paulownias and the formation of *Paulownia* witches' broom. – Mol Plant. 14(10). Рр. 1668–1682. Doi: 10.1016/j.molp.2021.06.021. [in Eng.]

Clapa D., Fira A., Simu D., Balcu-Vasu A. (2014). Improved In Vitro Propagation of *Paulownia elongata*, *P. fortunei* and its Interspecific Hybrid *P. elongata* × *P. fortunei* // Horticulture Journal. 71(1). <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/horticulture/article/view/9732>

Jakubowski M. (2022). Cultivation potential and uses of *Paulownia* wood. – Forests. 13(5). P. 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668> [in Eng.]

Joshee N. (2012). *Paulownia: A Multipurpose Tree for Rapid Lignocellulosic Biomass Production*. In: C. Kole, C. P. Joshi and D. Shonnard, Eds., Handbook of Bioenergy Crop Plants, Taylor & Francis, Boca Raton. Pp. 671–686. <http://dx.doi.org/10.1201/b11711-31> [in Eng.]

Kobayashi S., Asai T., Fujimoto Y., Kohshima S. (2008). Anti-herbivore structures of *Paulownia tomentosa*: morphology, distribution, chemical constituents and changes during shoot and leaf development. – Ann Bot. 101(7). Pp. 1035–47. doi: 10.1093/aob/mcn035. [in Eng.]

Muthuri C.W., Ong C.K., Black C.R., Ngumi V.W., Mati B.M. (2005). Tree and crop productivity in *Grevillea*, *Alnus* and *Paulownia*-based agroforestry systems in semi-arid Kenya. For. Ecol. Manag. 212. Pp. 23–39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.059> [in Eng.]

Tsybalyuk Z.M. (2014). The phylogenetic position of the genus *Paulownia*: a comparative analysis of palynomorphological evidence. – Ukr. Bot. J. 71(6). Pp. 660–664. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.06.660> [in Eng.]

Yadav N.K., Vaidya B.N., Henderson K., Lee J.F., Stewart W.M., Dhekney S.A., Joshee N. (2013). *Paulownia* biotechnology, a short rotation, fast growing multipurpose bioenergy tree. Am. J. Plant Sci. 4. Pp. 2070–2082. doi: 10.4236/ajps.2013.411259 [in Eng.]

Zhu Z.H., Chao C.J., Lu X.Y., Xiong Y.G. (1986). *Paulownia in China: Cultivation and Utilization* - Chinese Academy of Forestry // Published by Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre. ISBN 9971-84-546-6. (69). Pp.1–72. [in Eng.]

REFERENCES

- Asai T., Hara N., Kobayashi S., Kohshima S., Fujimoto Y. (2008). Geranylated flavanones from the secretion on the surface of the immature fruits of *Paulownia tomentosa*. *Phytochemistry*. 69(5). Pp. 1234–41. Doi: 10.1016/j.phytochem.2007.11.011. [in Eng.]
- Ayan S., Sivacioglu A., Bilir N. (2006). Growth variation of *Paulownia* Sieb. and Zucc. species and origins at the nursery stage in Kastamonu-Turkey. – *J. Environ. Biol.* – A. 27. Pp. 499–504. PMID: 17402240. [in Eng.]
- Cao Y., Sun G., et al. (2021). Genomic insights into the fast growth of paulownias and the formation of *Paulownia* witches' broom. – *Mol Plant*. 14(10). Pp. 1668–1682. Doi: 10.1016/j.molp.2021.06.021. [in Eng.]
- Clapa D., Fira A., Simu D., Balcu-Vasu A. (2014). Improved In Vitro Propagation of *Paulownia elongata*, *P. fortunei* and its Interspecific Hybrid *P. elongata* × *P. fortunei* // *Horticulture Journal*. 71(1). <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/horticulture/article/view/9732>
- Jakubowski M. (2022). Cultivation potential and uses of *Paulownia* wood. – *Forests*. 13(5). P. 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668> [in Eng.]
- Joshee N. (2012). *Paulownia: A Multipurpose Tree for Rapid Lignocellulosic Biomass Production*. In: C. Kole, C. P. Joshi and D. Shonnard, Eds., *Handbook of Bioenergy Crop Plants*, Taylor & Francis, Boca Raton. Pp. 671–686. <http://dx.doi.org/10.1201/b11711-31> [in Eng.]
- Kobayashi S., Asai T., Fujimoto Y., Kohshima S. (2008). Anti-herbivore structures of *Paulownia tomentosa*: morphology, distribution, chemical constituents and changes during shoot and leaf development. – *Ann Bot*. 101(7). Pp. 1035–47. doi: 10.1093/aob/mcn035. [in Eng.]
- Kabanova S., Mambetov B., Kabanov A., Shakhmatov P., Bortsov V., Kochegarov I., Scott S. (2024). Application of herbicides in forestry in different countries. *Izdenister, natizheler – Research, Results.* — Issue 3(103). — pp. 400–415. <https://doi.org/10.37884/3-2024/44> [in Russ.]
- Kaldybaeva Zh., Kurmanbaeva M. (2023). Comparative morpho-anatomical features of leaves of *Paulownia Siebold* & Zucc. species. *Fundamental and Experimental Biology.* — Karaganda. 11028 (2). Pp. 68–75. <https://doi.org/10.31489/2023bmg2/68-75> [in Eng.]
- Kaldybaeva Zh., Kurmanbaeva M. (2024). Analysis of abiotic factors affecting the woody plant *Paulownia Siebold* & Zucc. *Eurasian Journal of Ecology.* — Issue 81(4). Pp. 74–86. <https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v81.i4.a8> [in Russ.]
- Kachalov A.A. (1970). *Paulownia tomentosa*. In: *Trees and Shrubs: Handbook* / Ed. by A.I. Kolesnikov. — Moscow: Forestry Industry Publishing. Pp. 199–200. 408 p. [in Russ.]
- Kiseleva N., Yesimbekova M. (2024). Formation of the gene pool of vegetable and melon crops in Kazakhstan. *Izdenister, natizheler – Research, Results.* — Issue 2–1 (special). Pp. 342–348. <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/570> [in Russ.]
- Kozhevnikov V.I., Koltsov A.F., Grishchenko E.N., Shchegrinets N.V. (2024). Introduction of *Paulownia tomentosa* Steud. and prospects for its use in the conditions of Stavropol. *Agrarian Science*. 5. Pp. 102–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-382-5-102-107> [in Russ.]
- Muthuri C.W., Ong C.K., Black C.R., Ngumi V.W., Mati B.M. (2005). Tree and crop productivity in *Grevillea*, *Alnus* and *Paulownia*-based agroforestry systems in semi-arid Kenya. *For. Ecol. Manag.* 212. Pp. 23–39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.059> [in Eng.]
- Romanova M.N., Trotsky Yu.A., Shimova Yu.S., Kokh Zh.A. (2022). Leaves of *Paulownia* as a source of biologically active substances. In: *Proceedings of the XVIII All-Russian (National) Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduates.* — Yekaterinburg. pp. 677–681. <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/11545> [in Russ.]
- Salybekova N., Isaev G., Mamaeva A., Erdenov M., Nakipova Zh. (2025). Biological features and growth assessment of *Catalpa speciosa* L. introduced in a botanical garden. *Izdenister, natizheler – Research, Results.* — Issue 2(106). Pp. 316–325. <https://doi.org/10.37884/2-2025/31> [in Russ.]
- Suleimenova N., Togisbaeva A. (2023). Horticulture under climate change conditions in Southeastern Kazakhstan using innovative technology methods (in apple cultivation). *Izdenister, natizheler – Research, Results.* — Issue 2(98). Pp. 199–209. <https://doi.org/10.37884/2-2023/20> [in Russ.]
- Tsybalyuk Z.M. (2014). The phylogenetic position of the genus *Paulownia*: a comparative analysis of palynomorphological evidence. – *Ukr. Bot. J.* 71(6). Pp. 660–664. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.06.660> [in Eng.]
- Yadav N.K., Vaidya B.N., Henderson K., Lee J.F., Stewart W.M., Dhekney S.A., Joshee N. (2013). *Paulownia* biotechnology, a short rotation, fast growing multipurpose bioenergy tree. *Am. J. Plant Sci.* 4. Pp. 2070–2082. doi: 10.4236/ajps.2013.411259 [in Eng.]
- Zhu Z.H., Chao C.J., Lu X.Y., Xiong Y.G. (1986). *Paulownia in China: Cultivation and Utilization* - Chinese Academy of Forestry // Published by Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre. ISBN 9971-84-546-6. (69). Pp.1–72. [in Eng.]

Кайгермазова М.А. – концептуализация; формальный анализ; методология; исследование; написание – первоначальный проект.

Сембеков М.Т. – формальный анализ; курирование данных; визуализация.

Шаденова Е.А. – надзор; администрирование проекта; написание – обзор и редактирование.

Zh. Shakenova^{1*}, N. Ozeranskaya¹, G. Aitkhozhayeva², Yu. Rogatnev³

¹S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Kazakhstan;

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan;

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Omsk.

E-mail: zhuldyzshakenova77@mail.ru

TERRITORIAL ZONING OF AGRICULTURAL LANDS OF THE AKMOLA REGION ON AN AGROLANDSCAPE BASIS

Zhuldyz Kairbekovna Shakenova, PhD, Senior Lecturer, Group of educational programs of Land Management, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University; 62 Zhenis Avenue, Astana, Kazakhstan, 010000

E-mail: zhuldyzshakenova77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6459-2808>;

Ozeranskaya Natalia Lvovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Group of educational programs of Land Management of the National Joint-Stock Company “Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin; 010000 Zhenis Avenue, 62; Astana, Kazakhstan

E-mail: n_ozeranskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4584-1906>;

Aitkhozhayeva Gulsim Sultanovna, Acting Associate Professor, PhD, Doctor of the Department of Land Resources and Cadastre, Kazakh National Agrarian Research University; Almaty, Kazakhstan

E-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>;

Rogatnev Yuri Mikhailovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

E-mail: rumom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8662-4380>.

Abstract. The article addresses issues related to the assessment of natural and climatic re-sources of agricultural land within administrative territories. The relevance of the study lies in the analysis of the territorial zoning of agricultural agrolandscapes based on consideration of the agro-resource potential of landscape components. Using the Akmola Region as a case study, zon-ing was carried out according to the level of bioclimatic and soil factors. Based on the identified patterns of agrolandscape organization of the territory, improvements to the methodology of agrolandscape land-use planning for arable land areas of agricultural enterprises are proposed. The methodology is based on territorial micro-zoning and was tested on a specific study site during experimental design, with the environmental and economic efficiency of the project results substantiated. An analysis of the resources of this area is presented, and the environmental sustainability of the agrolandscape is determined, with erosion processes being an important component. Maps characterizing the landscape and environmental features of the area have been developed and serve as a basis for territorial zoning: a landscape hypothesis map identifying elementary natural-territorial complexes, a map of the environmental sustainability of the territory, and a map of functional zoning of the area. The principles of agrorelief planning are substantiated, including the integration of morphological structural units of the landscape into land types unified by environmental condition and suitability of use, with the implementation of appropriate measures for each ecological-landscape group. An experimental project has been developed, within which territorial organization was carried out using the example of economic entities of agricultural specialization in the steppe zone on an ecological-landscape basis. A methodology for territorial zoning of agrolandscapes has been developed, the distinctive feature of which is its adaptation to the landscape and environmental conditions of the steppe zone of Northern Kazakhstan. The zoning results are proposed for use in the placement of agricultural production sectors within administrative districts, rural counties, and large agricultural enterprises when developing land-use planning schemes and projects, as well as other forecasting documents.

Keywords: agrolandscape, bioclimatic potential, agrolandscape potential, territorial zoning, land resources, landscape-ecological approach, rational land use, land management

For citation. Shakenova Zh., Ozeranskaya N., Aitkhozhayeva G., Rogatnev Yu. (2026). Territorial zoning of agricultural lands of the akmola region on an agrolandscape basis // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 173–183. <https://doi.org/10.37884/2-2026/15> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Ж.К. Шакенова^{1*}, Н.Л. Озеранская¹, Г.С. Айтхожаева², Ю.М.Рогатнев³

¹ «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан;

² Қазақ Ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан;

³ П.А. Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Омбы, Ресей.

АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН АГРОЛАНДШАФТТЫҚ НЕГІЗДЕ АУМАҚТЫҚ АЙМАҚТАРҒА БӨЛУ

Шакенова Жулдыз Каирбековна, Жерге орналастыру БББТ PhD, аға оқытушысы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; Қазақстан, 010000, Астана, Жеңіс даңғылы, 62
E-mail: zhuldyzshakenova77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6459-2808>;

Озеранская Наталия Львовна, экономика ғылымдарының кандидаты, Жерге орналастыру БББТ доценті; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; Қазақстан, 01000, Астана, Жеңіс даңғылы, 62

E-mail: n_ozeranskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4584-1906>;

Айтхожаева Гүлсим Султановна, Жер ресурстары және кадастр кафедрасының PhD, қауымдастырылған профессордың м.а.; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, 050010/A25D4X5, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>;

Рогатнев Юрий Михайлович, Экономика ғылымдарының докторы, профессор Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары оқу орны Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, 644008, Ресей Федерациясы, Омбы, Институт алаңы, 1-үй

E-mail: rumom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8662-4380>.

Аннотация. Мақалада әкімшілік бірліктердің аумағындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің табиғи-климаттық ресурстарын бағалау мәселелері қарастырылған. Зерттеудің өзектілігі ландшафт компоненттерінің агроресурстық әлеуетін есепке алуға негізделген ауылшаруашылық аграрлық ландшафттарды аумақтық аймақтарға бөлуді талдау болып табылады. Ақмола облысының мысалында биоклиматтық және топырақ факторларының деңгейі бойынша аймақтарға бөлу жүргізілген. Аумақты агроландшафттық ұйымдас-тырудың анықталған заңдылықтары негізінде ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының егістік алқаптарын агроландшафттық жерге орналастыру әдістемесін жетілдіру ұсынылған. Әдістеме аумақтық микроаймақтандыруға негізделген және эксперименттік жобалау барысында нақты зерттеу объектісінде сыналып, жобалық нәтижелердің экологиялық-экономикалық тиімділігімен негізделген. Зерттеуге типтік объектілер – дала ландшафттық аймағындағы агроқұрылымдар таңдалған. Осы аймақтың ресурстары талданып, эрозиялық процестер маңызды компонент болып табылатын агроландшафттың экологиялық тұрақтылығы анықталған. Берілген аймақтың ландшафттық-экологиялық ерекшеліктерін сипаттайтын және аумақтық аймақтарға бөлуге негіз болатын келесідей карталар әзірленген: қарапайым табиғи-аумақтық кешендерді бөліп көрсететін ландшафттық карта-гипотеза, аумақтың экологиялық тұрақтылық картасы және аймақты функционалды аудандастыру картасы. Агробедерді жоспарлау принциптері, оның ішінде ландшафттың морфологиялық құрылымдық бірліктерін экологиялық жағдайы бойынша біртұтас және әрбір экологиялық ландшафт тобы үшін тиісті іс-шаралар жүргізе отырып, жердің әртүрлілігін пайдаланудың орындылығы негізделген. Экологиялық-ландшафттық бүтін табиғи жүйедегі дала аймағының аграрлық мамандануының шаруашылық жүргізуші субъектілері мысалында аумақтық ұйымдастыру жүргізілген эксперименттік жоба әзірленген. Агроландшафттарды аумақтық аймақтарға бөлу әдістемесі әзірлен-

ген, оның ерекшелігі Солтүстік Қазақстанның дала аймағының ландшафттық-экологиялық жағдайларына бейімделу болып табылады. Аймақтау нәтижелері жерге орналастыру схемалары мен жобаларын және басқа да болжамды құжаттарды әзірлеу кезінде әкімшілік аудандардың, округтердің, ірі ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының аумағында аграрлық өндіріс салаларын орналастыру кезінде пайдалануға ұсынылады.

Түйін сөздер: аграрлық ландшафт, биоклиматтық әлеует, аграрлық ландшафттық әлеует, аумақтық аймақтарға бөлу, жер ресурстары, ландшафттық-экологиялық тәсіл, жерді ұтымды пайдалану, жерге орналастыру

Дәйексөз үшін: Шакенова Ж.К., Озеранская Н.Л., Айтхожаева Г.С., Рогатнев Ю.М. (2026). Акмола облысының ауылшаруашылық жерлерін агроландшафттық негізде аумақтық аймақтарға бөлу // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 173–183. <https://doi.org/10.37884/2-2026/15> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс. Мақала 2022 жылдың 1 қазанындағы №900/Н ФЗЖ еңбек шарты бойынша «Агроөнеркәсіптік кешендегі кооперативтік процестердің дамуына, ауылдық жерлерді тұрақты дамытуға және азық-түлік қауіпсіздігіне ауыл шаруашылығы саласындағы мемлекеттік саясаттың әсерін зерттеу» тақырыбындағы зерттеу жобасының нәтижелері негізінде жазылған, жоба жетекшісі профессор Әліпбеки О.А.

Ж.К. Шакенова^{1*}, Н.Л. Озеранская¹, Г.С. Айтхожаева², Ю.М. Рогатнев³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

³ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина, Омск, Россия.

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

Шакенова Жулдыз Каирбековна, PhD доктор, ст. преподаватель ГОП Землеустройство НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина; Казахстан, 010000, Астана, проспект Жеңіс, 62

E-mail: zhuldyzshakenova77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6459-2808>;

Озеранская Наталия Львовна, кандидат экономических наук, доцент ГОП землеустройства НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина; Казахстан, 010000, Астана, проспект Жеңіс, 62

E-mail: n_ozerskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4584-1906>;

Айтхожаева Гүлсім Султановна, и.о. ассоциированного профессора, PhD доктор кафедры земельные ресурсы и кадастр Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

E-mail: g.aitkhozhayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5481-4964>;

Рогатнев Юрий Михайлович, доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина» Россия, 644008, РФ, г. Омск, Институтская площадь, дом 1.

E-mail: rumom@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8662-4380>.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оценки природно-климатических ресурсов земель сельскохозяйственного назначения на территории административных образований. Актуальностью исследования является анализ территориального зонирования сельскохозяйственных агроландшафтов, основанный на учете агроресурсного потенциала ландшафтных компонентов. На примере Акмолинской области проведено зонирование по уровню биоклиматических и почвенных факторов. На основании выявленных закономерностей агроландшафтной организации территории

предложено совершенствование методики агроландшафтного землеустройства пахотных массивов сельскохозяйственных предприятий. Методика базируется на территориальном микрозонировании и была апробирована на конкретном объекте исследования в ходе экспериментального проектирования и обоснована эколого-экономической эффективностью проектных результатов.

Выбраны типичные объекты – агроформирования степной ландшафтной зоны, в которых проведены исследования. Дан анализ ресурсов этого ареала, определена экологическая устойчивость агроландшафта, важной составляющей которой являются эрозионные процессы. Разработаны карты, характеризующие ландшафтно-экологические особенности данной местности и являющиеся основанием для территориального зонирования: ландшафтная карта-гипотеза с выделением элементарных природно-территориальных комплексов, карта экологической устойчивости территории и карта функционального районирования местности. Обоснованы принципы планирования агрорельефа, включающие объединение морфологических структурных единиц ландшафта в единые по экологическому состоянию и целесообразности использования разновидности земель с проведением соответствующих мероприятий по каждой эколого-ландшафтной группе. Разработан экспериментальный проект, в котором произведена территориальная организация на примере хозяйствующих субъектов аграрной специализации степной зоны на эколого-ландшафтной субстанции. Разработана методика территориального зонирования агроландшафтов, особенностью которой является адаптация к ландшафтно-экологическим условиям степной зоны Северного Казахстана. Результаты зонирования предлагается использовать при размещении отраслей аграрного производства на территории административных районов, округов, крупных сельскохозяйственных предприятий при разработке схем и проектов землеустройства и других прогнозных документов.

Ключевые слова: агроландшафт, биоклиматический потенциал, агроландшафтный потенциал, территориальное зонирование, земельные ресурсы, ландшафтно-экологический подход, рациональное землепользование, землеустройство.

Для цитирования: Шакенова Ж.К., Озеранская Н.Л., Айтхожаева Г.С., Рогатнев Ю.М. (2026). Территориальное зонирование сельскохозяйственных земель Акмолинской области на агроландшафтной основе // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 173–183. <https://doi.org/10.37884/2-2026/15> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе.

Агроландшафттардың белгілі бір табиғи-ресурстық әлеуеті бар, яғни олардың өзін-өзі реттеу және өзін-өзі қалпына келтіру қабілетін бұзбай, ауыл шаруашылығы өндірісі үшін қажетті жағдайларды қамтамасыз ету қабілеті. Ауылшаруашылық ландшафт әлеуетін бағалау әртүрлі критерийлер мен көрсеткіштерге байланысты күрделі болып келеді. Бірақ ауылшаруашылық ландшафтының табиғи әлеуеті ең алдымен климат, жер бедері, топырақ, өсімдіктер, су режимі сияқты ландшафт компоненттерінің жай-күйімен анықталуы керек. Сондықтан, агроландшафтың ресурстық әлеуетін талдау кезінде, бір жағынан, оның құрамындағы функцияларды анықтайтын ландшафттық компоненттердің сандық және сапалық сипаттамаларымен анықталатын оның қалыптасуының аймақтық ерекшеліктерін анықтау қажет. Екінші жағынан, табиғи-ауылшаруашылық жүйелерінің экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз ететін ресурстарды көбейту функцияларын орындау үшін агроландшафттардың қабілетін бағалау маңызды [Васенькина, 2007: 109–116; Укенов және т.б., 2020: 184]

Табиғат пен қоғам арасындағы байланысты көрсететін аумақты аймақтарға бөлудің теориялық негізі оның экологиялық-экономикалық бағасы болуы мүмкін. Мұндай бағалау аграрлық ландшафт әлеуетін пайдаланудың экологиялық және әлеуметтік-экономикалық тиімділігін ескере отырып жүргізілуі тиіс. Аумақты экологиялық-экономикалық бағалау кезінде ландшафттық тәсілді қолдану табиғи-ресурстық әлеуетті пайдаланудың функционалдық бағыттарын объективті бағалауға және аумақтың экологиялық тұрақты, экономикалық теңгерімді дамуын қамтамасыз ету үшін әдістемелік база құруға мүмкіндік береді. Оны қолдану ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану құрылымының, бір жағынан - табиғи ресурстардың саны мен сапасына, екінші жағынан - қоғамдық өндірістің тұрақты дамуын қамтамасыз ете отырып, қоғамдық қажеттіліктерге ұтымды сәйкестігін айқындауға мүмкіндік береді. Сондықтан ауыл шаруашылығында пайдалану үшін аумақтық аймақтарға бөлудің негізі тек

экологиялық және табиғи-ресурстық әлеуетті талдаудан бұрын болатын кешенді бағалау болуы керек. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2015–2030 жылдарға арналған негізгі мақсаттарының бірі дәнді дақылдардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру болып табылады. Дәнді дақылдар агроөнеркәсіптік өндірістің негізгі экспорттық өнімі, көптеген агроөнеркәсіп өндірушілері үшін маңызды табыс көзі, мал шаруашылығын дамытудың негізі болып табылады, сондай-ақ елдің бюджетін қалыптастыруда және ұлттық азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады [О состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2022 г., 2023: 315]. Ақмола облысы республикада өндірілетін астықтың 25 %-дан астамын өндіреді. Облыстың егіс алқаптарының құрылымында негізгі коммерциялық дақыл жаздық бидай болып табылады (1-кесте).

Соңғы онжылдықта экономиканың ауыл шаруашылығы секторында климаттың өзгеруі, топырақтың деградациясы, ауыл шаруашылығы өнімдеріне бағаның тұрақ-сыздығы мәселелері күрт өзекті болды. Ауыл шаруашылығы өндірісінің әлеуетін шектейтін ауыл шаруашылығы саласы экономикасының тиімділігін арттыру фактор-ларының бірі облыстың топырақ-климаттық аймақтары бойынша өсімдік шаруашылығын атаулы әртараптандыру болып табылады. Ақмола облысының аумағында бірнеше топырақ-климаттық аймақтар бар, осыған байланысты ауыл шаруашылығы дақылдарының агротехникасының барлық элементтерін аймақтық және қалыптасқан жағдайларға бейімдеу қажет. Негізгі назар сапалы, экспортқа бағдарланған өзіндік құны төмен өсімдік шаруашылығы өнімдерін өсіруге аударылуы тиіс [Емельянова және т.б., 2018: 39–48; Ozeranskaya және т.б., 2016; Ozeranskaya және т.б., 2018: 1500–1513; Шакенова және т.б., 2024: 213–226; Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021 – 2030 г., 2021; Бараева, 2024: 84]

Кесте 1 – Ақмола облысындағы егіс алқаптары құрылымының динамикасы мың га (ҚР Жер балансының деректері бойынша)

Көрсеткіштер	Жыл							Жалпы ауданға үлес салмағы, %
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	орташа	
Егістік ауданы -барлығы	5772,1	5945,1	5957,1	5957,4	5096,6	5100,0	5638,0	100
соның ішінде дәнді дақылдар	4313,7	4436,8	4454,2	4582,1	4661,8	4720,6	4528,2	80,3
оның ішінде бидай	3592,6	3583,1	3656,8	3869,9	4058,6	4024,6	3797,6	67,3

Зерттеуде агроландшафт әлеуетін бағалау негізінде бәсекеге қабілетті астық өнімін өндіруді орналастыру үшін ауыл шаруашылығы жерлерін аумақтық аймақтарға бөлу бойынша ұсыныстар әзірленді. Бұл климаттық және топырақ жағдайларын, сондай-ақ жанама түрде ландшафттық ресурстардың резервтері мен қолжетімділігін есепке алуды, экономикалық факторларды бағалауды қамтитын күрделі процесс.

Аймақтарға бөлу аумақтағы әлеуеттің жекелеген көрсеткіштерінің көріну заңдылықтарын анықтауға, оның жекелеген компоненттері арасындағы байланысты табуға ықпал етеді. Бұл әлеуеттің мазмұнын және оның ауылшаруашылық өндірісінің нақты процестеріне әсерін ғылыми деңгейде зерттеуге мүмкіндік береді.

Әдістер мен материалдар.

Зерттеу тақырыбының мазмұны келесі әдістерді таңдауға әкелді. Монографиялық және дерексіз-логикалық әдістер зерттелетін саладағы теориялық және практикалық әзірлемелерге сыни талдау жасауға мүмкіндік берді. Жүйелік талдау әдісі агроланд-шафттардың құрылымдық заңдылықтарын қарастыруда қолданылды. Статистикалық топтастыру әдісін қолдана отырып, Ақмола облысының агроландшафттарының экологиялық тұрақтылығы мен қорғалу деңгейі талданды. Картографиялық материалдар ArcGIS бағдарламасында өңделеді.

Осы зерттеуде схемалар мен жобалық әзірлемелерді жасау негізіне алынған картографиялық материалдар Қазақстан Республикасы Жер кадастрының автомат-тандырылған ақпараттық жүйесінің деректері негізінде жасалды. Жердің құрамы мен бөлінуі туралы мәліметтер Қазақстан Республикасы Жер ресурстарын басқару комитетінің жердің жай-күйі мен пайдаланылуы туралы жиынтық талдамалық есебінен алынды.

Зерттеуде қолданылатын әдістемелік тәсіл геожүйелер олардың құрылымдары, қасиеттері, оларды ұйымдастыру механизмдері туралы ілімнің негізінде жатқан негізгі ұғымдардан туындайды және

ландшафттық дифференциация негізінде аумақты талдауды білдіреді. Ландшафттық-экологиялық тәсіл табиғатты пайдалануды басқару және аумақты тұрақты дамыту кезінде аумақтық жоспарлаудың жаңа әдісі ретінде қарастырылады және оны пайдалану жерді пайдалануды ұтымды ету кезінде басым бағытты қамтамасыз етеді. Бұл зерттеуде оны жүзеге асыру Ақмола облысының материалдарында қарастырылды.

Ауылшаруашылық ландшафтының әлеуетін қалыптастыруға белгілі бір дәрежеде барлық ландшафт құрайтын компоненттер мен факторлар қатысады — климат, су, топырақ және топырақ түзетін жыныстар, жер бедері, өсімдіктер, жануарлар. Олардың әрқайсысы ландшафтішілік зат пен энергия алмасу арқылы оның тұрақтылығына әртүрлі дәрежеде әсер ете отырып, агроландшафт жүйесінің жұмысын қамтамасыз етеді.

Ауыл шаруашылығы өнімдерін алу мүмкіндігін тудыратын климаттық фактор-лардың жиынтығы агроклиматтық әлеуетті құрайды. Агроландшафтты қалыптастыру үшін екінші маңызды фактор оның су-шаруашылық әлеуеті болып табылады. Климат пен судың экологиялық маңыздылығынан сәл төмен, одан кейін агроландшафттардың әлеуетін құрайтын бір-бірімен тығыз байланысты ландшафттың екі компоненті - топырақ пен өсімдіктер келеді [О состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2022 г., 2023: 315].

Топырақ пен өсімдік әлеуетінің сапасын қамтамасыз ететін топырақ жамылғысының құрамы ерекше маңызды. Ақмола облысындағы ауылшаруашылық жерлерінің топырақ жамылғысы аймақтық топырақтың екі негізгі түрімен ұсынылған: қара және қоңыр топырақтар. Сортаңдар, интразональды топырақтар сияқты, аймақтық топырақтар арасында едәуір мөлшерде таралып, топырақ жамылғысының күрделілігін анықтайды.

Нәтижелер және талқылау.

Ақмола облысының ауыл шаруашылығы ландшафттарының ресурстық әлеуетін бағалай отырып, оны жоғары деңгейге жатқызуға болмайтынын атап өтуге болады, өйткені климаттың ылғалдану жағдайлары бойынша ол қауіпті егіншілік аймағына жатады. Сипатталған аумақтың жер асты суларының қоры аз және біркелкі таралмаған.

Қарашірік мөлшері өте төмен және төмен топырақтар егістік алқаптың 66,9 % - алады, орташа мөлшері 29,0 %, ал қарашіріктің жоғары мөлшері егістік жерлердің тек 4,1 % құрайды. Олардың мелиорациялық жағдайын бағалай отырып, ауылшаруашылық алқаптарының тек 38 % - ы егіншілікке жарамды, ал қалған 62 % - ы теріс белгілерге ие екенін атап өтуге болады: сортаң топырақтар басым-24 %, орташа және күшті дәрежеде қиыршық тасты және тасты жерлер 18 % алып жатыр, орташа және күшті дәрежеде тұзданған жерлер-12 % [О состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2022 г., 2023: 315].

Жерді ұтымды пайдалануды ұйымдастыру бойынша әртүрлі жерге орналастыру мәселелерін шешуде, ең алдымен, ауыл шаруашылығы өндірісінде пайдаланылатын табиғи-климаттық әлеуетті ескере отырып, жерді аумақтық бөлу ерекше рөл атқарады. Ол агробиологиялық негізде құрылған және ауылшаруашылық кәсіпорындарының жерді пайдаланудың табиғи әлеуетін олардың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етудің маңызды шарттарының бірі ретінде бағалауға мүмкіндік береді [Ozeranskaya және т.б., 2016].

Бірқатар ғылыми зерттеулерде әр түрлі шаруашылықта пайдалану үшін табиғи-ресурстық әлеуеті бар ландшафттық талдауды қолдана отырып, аумақтық аймақтарға бөлуді жүзеге асыру ұсынылады [Васенькина, 2007: 109–116; Емельянова және т.б., 2018: 39–48; Ozeranskaya және т.б., 2016].

Бұл тәсіл ауыл шаруашылығын болашақта дамыту үшін объективті табиғи-шаруашылық әлеуетке мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы аумақты аймақтарға бөлу кезінде А.Н. Каштанов әдістемесі бойынша әзірленген дәнді дақылдар үшін өнімділік деңгейлерінің шкаласын пайдалану ұсынылады [Ozeranskaya және т.б., 2018: 1500–1513]. Ақмола облысының аудандары бойынша жүргізілген есептеулердің нәтижелері биоклиматтық өнімділік деңгейі бойынша агроқұрылымдарда жерді пайдалануды бағалауға мүмкіндік берді (2-кесте). Жалпы, Ақмола облысының аудандары үшін орташа деңгей 0,13-тен 0,16 балға дейінгі аралықпен сипатталады, оның ішінде төрт ауданда 0,09-дан 0,12-ге дейінгі ауытқулармен төмендетілген деңгей анықталды, ал бес аудан 0,16-дан 0,18-ге дейінгі баллдарды бөлумен жоғары деңгеймен ерекшеленеді.

Кесте 2 – Бәсекеге қабілетті астық өнімін өндіру үшін Ақмола облысы аудандары агроланд-

шафтттарының ресурстық әлеуетін талдау

Реттік №	Аудан	Егістік ауданы, мың га	Биоклиматтық өнімділік деңгейі	Теріс белгілермен бүлінбеген егістік жерлердің деңгейі	Топырақ құнарлылығын пайдалану деңгейі	Егістіктің табиғи әлеуетінің интеграцияланған көрсеткіші
1	Ақкөл	200	0,13	0,76	0,77	0,76
2	Аршалы	202	0,13	0,75	0,86	0,84
3	Астрахан	429	0,13	0,80	0,89	0,92
4	Атбасар	420	0,15	0,70	0,83	0,87
5	Бұланды	299	0,13	0,84	0,68	0,74
6	Бурабай	220	0,16	0,55	0,82	1,07
7	Егіндікөл	346	0,12	0,84	0,91	1,03
8	Енбекші	240	0,18	0,60	1,00	1,08
9	Ерейментау	112,4	0,12	0,30	1,00	0,36
10	Есіл	541	0,12	0,77	0,73	0,67
11	Жаксы	475	0,14	0,85	0,84	1,00
12	Жарқайын	429	0,14	0,76	0,88	0,94
13	Зеренді	313	0,16	0,71	0,91	1,03
14	Қорғалжын	200	0,09	0,92	0,82	0,68
15	Сандықтау	382	0,16	0,69	0,66	1,05
16	Целиноград	320	0,14	0,75	1,00	0,89
17	Шортанды	278	0,16	0,82	1,00	1,35

Зерттелетін аймақтың шаруашылықтары егістіктің жоғары пайызымен және сәйкесінше өсімдік шаруашылығының мамандануымен ерекшеленетіндіктен, Ақмола облысының шаруашылықтарында егістіктің сапалы құрамы мен егістіктің топырақ жамылғысының құнарлылық деңгейін сипаттайтын мәліметтер жиналды. Сондықтан егістіктің құнарлылығын бағалау үшін бонитет балдары бойынша талдау жүргізілді. Топырақ жамылғысының сапалық жай-күйі Қазақстан Республикасында қабылданған жердің жер-кадастрлық жіктелісіне сәйкес бағаланды. Оның негізінде және облыс аудандары бойынша топырақты зерттеу деректерінің көмегімен теріс белгілермен бүлінбеген егістік құрамындағы жерлердің үлес салмағы анықталды [5]. Алынған мәліметтер бойынша, Ақмола облысының 17 ауданының 5 ауданының деңгейі 0,8-ден асатын жоғары топырақ әлеуеті бар. Бір аудан (Ерейментау), теріс белгілерімен бүлінген үлкен жер көлемімен ерекшеленеді және әлеуеті төмен (0,3). Үш ауданның топырақ әлеуетінің деңгейі орташа (0,55-0,60), қалған 8 ауданның әлеуеті орташадан жоғары (0,7 - 0,8).

Бағалаудың келесі көрсеткіші топырақ құнарлылығын пайдалану деңгейі қабылданды, ол ықтималды және нақты өнімділік арасындағы айырмашылық ретінде анықталды. Ықтимал өнімділік аудандар бойынша егістік бонитеті балының орташа бағасын ескере отырып есептелді (3-кесте).

Агроклиматтық көрсеткіштердің әртүрлі дақылдардың өсуіне әсерін зерттеу негізінде осы әдістеменің авторлары биоклиматтық әлеуетті пайдалану дәрежесін бағалады.

Қазақстан провинциясы үшін биоклиматтық әлеуетті пайдалану бойынша жалпыланған деректер 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 – Биоклиматтық әлеует бойынша дәнді дақылдардың жерді пайдалануын бағалау

Аймақ	Агроклиматтық көрсеткіштер			Дәнді дақылдардың өнімділігі, ц/га		Бк балының бағасы және өнімділік деңгейлері	
	Бк	$\Sigma t^{\circ} > 10^{\circ}$	Ылғалдандыру коэффициенті	min	max	min	max
Дала	89	2200	0,27	15,0	21,0	0,18 - I ₃	0,24 - II ₁
Құрғақ дала	65	2450	0,18	10,0	15,0	0,15 - I ₂	0,23 - II ₁

Жоғарыда келтірілген мәліметтерге ұқсас, жылумен қамтамасыз етуді, жауын-шашын мөлшерін және биологиялық өнімділік индексі (Бк) ескере отырып, Ақмола облысының аудандары бойынша астық дақылдарының жерді пайдалануы бағаланды. Биологиялық өнімділік бойынша балл бағасын

агроландшафттық әлеуеті жоғары аймақ
орташадан жоғары агроландшафттық әлеуеті бар аймақ
орташа ландшафттық әлеуеті бар аймақ
агроландшафт әлеуеті төмен аймақ

Жүргізілген бағалау әрбір аудан жерінің өнімділігінің деңгейін анықтауға, яғни астық өндірісінде жердің биоклиматтық элеуетін қалай пайдаланатынын көрсетуге мүмкіндік берді. Айта кету керек, облыстың көптеген аудандары өнімділіктің орташа деңгейімен сипатталады, биологиялық өнімділік бойынша балл бағасының ауытқуы 0,12–ден 0,18-ге дейін. Қорғалжын ауданында жер өнімділігінің деңгейі (0,08–0,10) сөзсіз төмендеген. Өнімділіктің төмендеген деңгейі Бұланды - 0,13, Егіндікөл, Ерейментау және Есіл аудандарының жерлерін бағалау кезінде де алынды, бірақ биологиялық өнімділік балының бағасы 0,12 құрайды, яғни төмен және орташа деңгей арасындағы шекарадан өте төмен [Шакенова және т.б., 2024: 221–232]. Өнімділіктің жоғары деңгейі бес ауданда – Бурабай, Еңбекшілдер, Зеренді, Сандықтау және Шортанды аудандарында бар (1-сурет).

Реттік №	Ауылдық округтер	Егістік ауданы, мың га	Биоклимат-тық өнімділік деңгейі	Теріс белгілермен бүлінбеген егістік жерлердің деңгейі	Топырақ құнарлылығын пайдалану деңгейі	Егістік тің табиғи әлеуетінің интеграцияланған көрсеткіші
1	Акана Курманова	40,0	0,14	0,77	0,74	0,80
2	Бастау	25,4	0,14	0,75	0,88	0,92
3	Борисовский	17,4	0,15	0,80	0,78	0,93
4	Макеевский	20,9	0,18	0,82	0,87	1,28
5	Мариновский	38,9	0,17	0,83	0,87	1,23
6	Новосельский	28,7	0,18	0,80	0,83	1,20
7	Покровский	46,8	0,15	0,81	0,78	0,94
8	Полтавский	17,7	0,16	0,78	0,79	0,98
9	Сепеевский	98,7	0,15	0,69	0,77	0,79
10	Сергеевский	26750	0,15	0,77	0,72	0,83
11	Тельманский	75970	0,14	0,62	0,73	0,63

12	Шункырковский	140350	0,15	0,75	0,72	0,81
13	Ярославский	52670	0,14	0,63	0,75	0,66

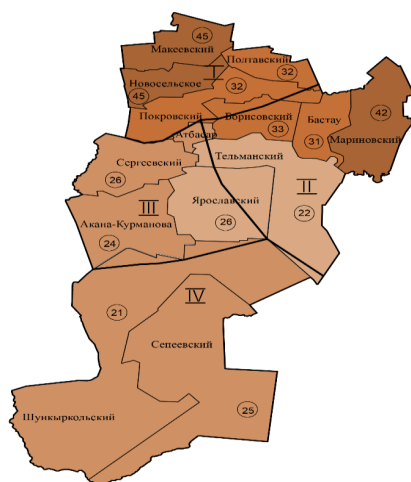


Рисунок 2 - Схема природно-сельскохозяйственного районирования Атбасарского района

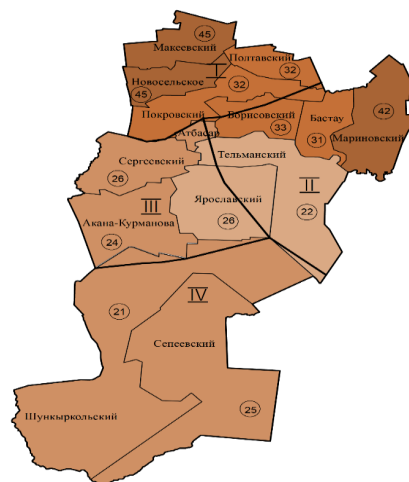


Рисунок 2 - Схема природно-сельскохозяйственного районирования Атбасарского района

әлеуеті жоғары аймақ
әлеуеті орташадан жоғары аймақ
әлеуеті орташа аймақ
әлеуеті төмен аймақ

Сурет 2. Агроландшафт әлеуетін ескере отырып Атбасар ауданының аумақтық аймақтарға бөлу схемасы
[Fig. 2. Scheme of territorial zoning of Atbasar District taking into account agrolandscape potential]

Алынған мәліметтер бойынша, Ақмола облысы Атбасар ауданының 13 ауылдық округінен егістіктің (елеулі теріс факторлар арқылы) бүліну дәрежесі төмен 2 округ, орташа – 4 аудан, төмен – 4 және жоғары – 3 аудан сипатталады.

Талдау және бағалау нәтижелері бойынша Атбасар ауданында салыстырмалы түрде жоғары әлеуеті бар төрт аудан – Борисовский, Бастау, Покровский, Полтавский, және жоғары үш ауылдық округтер – Маевский, Мариновский, Новосельское бөлінді (2-сурет). Оларда бидайдың қатты және күшті сұрыптар егістігін бүлінбеген жыртылған жерлерге ауыстыру талап етіледі. Ауданның негізгі бөлігі табиғи-климаттық ресурстық әлеуеттің орташа деңгейімен сипатталады [Шакенова және т.б., 2024: 221–232; Ozeran-skaya және т.б., 2024: 431–440].

Ауыл шаруашылығы ландшафттарының табиғи-климаттық ресурстарын ескере отырып, аумақтық аймақтарға бөлу ұтымды жер пайдалануды ұйымдастыру бойынша жерге орналастырудың түрлі мәселелерін шешу кезінде ғылыми негіз болуға тиіс. Оған сәйкес агроландшафттық әлеует деңгейі бойынша біртекті аумақтар бөлінеді және оларды пайдалану бойынша ұсыныстар әзірленеді. Мұндай аймақтарға бөлу нәтижелерін, біріншіден, аграрлық өндіріс салаларын жекелеген өңірлер мен әкімшілік бірліктер аумағында орналастыру кезінде жерге орналастыру схемалары мен жобаларын және ауыл шаруашылығын дамытуға байланысты басқа да болжамды құжаттарды әзірлеу кезінде пайдалану ұсынылады [Татаринцев және т.б., 2022: 644–657; Асанова және т.б., 2023: 195; Айтхожаева және т.б., 2022]. Екіншіден, жекелеген ауыл шаруашылығы кәсіпорнының аумағындағы агроресурстық әлеуетті бағалау деректерін ішкішаруашылық бөлімшелердің ішкішаруашылық мамандануын белгілеу және алаптар мен ауыспалы егістерді ұйымдастыру кезінде пайдалануға болады.

Қорытынды.

Ақмола облысының жер пайдаланушылықтарының қолайсыз экологиялық жай-күйі жағдайында жыртылған агроландшафттардың тұрақтылығын көтеруге, оның ішінде жерге орналастыру жүйесіндегі олардың аумақтық құрылымын оңтайландыру есебінен арттыруға бағытталған шаралар кешенін іске асыру талап етіледі.

Ландшафттың парадинамикалық құрылымын ескере отырып, аумақты ғылыми негізделген тұрғыдан ұйымдастыру Ақмола облысының дала аймағында ішкішаруашылық жерге орналастырудың негізі болуға тиіс.

Жерге орналастыру жұмыстарының дайындық кезеңінде аумақты агроланд-шафттық аймақтарға

Агроландшафттық жерге орналастыру жобалары экологиялық негізділікпен ғана емес, сонымен қатар экономикалық тиімділікпен де сипатталады.

Ozeranskaya N., Shakenova Zh.K. (2024). Land scape and ecological territorial zoning (base donmaterials of Akmolinsk region)// International Scientific Journal «Sustainable Development of Mountain Territories». — Russian Federation. Vladikavkaz. 2024. Vol. 16. No. 2

(60). Pp. 431–440.

Ozeranskaya N., Abeldina A., Kurmanova G. and etc. (2018). Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the Republic of Kazakhstan// International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). - Volume 9. Issue 13. December 2018. Pp. 1500–1513. https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_13/IJCIET_09_13_151.pdfhttps://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059564276&origin=inward&txGid=https://www.researchgate.net/publication/330352897_Agricultural_land_management_in_the_system_of_sustainable_rural_development_in_the_Republic_of_Kazakhstan

Rukovodstvo po provedeniyu vesenne-polevyh rabot v Akmolinskoj oblasti v 2024 godu: prakticheskie rekomendacii. – SHortandy: NPC zernovogo hozyajstva im. A.I. Baraeva, 2024. 84 p. URL: <https://baraev.kz/uploads/vpr-2024.pdf> (data obrash-cheniya 12.04.2023)

Svodnyjanaliticheskijotch. O sostoyaniispol'zovaniizemel' Respubliki Kazahstan za 2022 god. — Astana: Minister-stvosel'skogohoz yajstvaRespublikiKazahstan, 2023. 315 p.

Shakenova Zh.K., Ozeranskaya N.L. (2024). AntropogennoevozdeystviennaagrolandshaftyAkmolinskojob-lastiRespublikiKazahstan // ProblemyAgrorynka — Almaty. 2024. №2. Pp.213–226. <https://doi.org/10.46666/2024-2.2708-9991.18>

Shakenova Zh.K., Ozeranskaya N.L., Rogatnev Yu.M. (2024). Zemleustrojstvo – osnovnoj mekhanizm realizacii landshaftno-ekologicheskogo podhoda v zemledelii Akmolinskoj oblasti // Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo issledovatel'skogo universitetaim. Sakena Sejfullina. — Astana, 2024. №1 120. C. 221–232.

Tatarincev V.L., Merzlyakov O.E., Ozeranskaya N.L., Shakenova Zh.K. (2022). Analizkachestvennogostoyaniyasel'skohozyajstven nyhugodijagranogozemlepol'zovaniyaAltajskogokraya // Mezhdunar. nauch. zhurnal «Ustojchivoerazvitiiegornyhterritorij». 2022. T.4. №4 (54). Pp.644–657. URL: <http://www.naukagor.ru>Scopus 2 квартильDOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-115 644-656

Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M., Ermekov F.K., Lisovskaya Yu.S. (2022). Assessment of the agro-ecological state of agricultural landscapes to increase their sustainability. Sustainable Development of Mountain Territories. 2022. V. 14. No. 1. Pp. 76–86. [In Russ.].

Шакенова Жұлдыз Каирбековна – зерттеудің тұжырымдамасына белсенді қатысты, деректерді жинап, өңдеді, әдіснаманы әзірледі, ресми талдау мен статистикалық есептеулер жүргізді. Қолжазбаның бастапқы жобасын дайындап, қаржыландыру мен қажетті ресурстарды қамтамасыз етті.

Озеранская Наталия Львовна – деректерді тексеруге, көрнекі материалдарды жобалауға және мәтінді редакциялауға қатысты.

Айтхожаева Гүлсім Султановна – деректерді талдауға көмектесті, мәтінді тексеруге және түзетуге, сондай-ақ көрнекі материалдарды дайындауға қатысты.

Рогатнев Юрий Михайлович – тұжырымдама жасауға үлес қосты, деректерді жинауға және алдын ала өңдеуге, сондай-ақ зерттеу мен далалық жұмыстарға қатысты.

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

RESEARCH, RESULTS – ИЗДЕНИСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР – ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 2304-3334 (print)

Vol. 28. Is. 2. Number 110 (2026). Pp.184–195

Journal homepage: <https://journal.kaznaru.edu.kz><https://doi.org/10.37884/2-2026/16>

УДК 637.4.027

**D.A. Zinchenko^{1*}, D.M. Alikhanov¹, A.K. Moldazhanov¹, A.A. Azizov¹, T.D. Georgieva²**¹«Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan;²Angel Kanchev University, Ruse, Bulgaria.E-mail: bolsheweak@gmail.com

THE RESULTS OF THE STUDY OF A DIGITAL SYSTEM AND A MULTIFUNCTIONAL MACHINE FOR AUTOMATIC SORTING OF EGGS INTO CATEGORIES

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, st. Vinogradnaya, 8E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;**Alikhanov Jakhfer Muzaferovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Medeu district, Algys St., 8E-mail: alikhonov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;**Moldazhan Aidar Kadyrzhanovich**, PhD, head of the department of «Energy and electrical engineering», NJC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Dostyk microdistrict, Sadvakassov st., 35, apt. 112E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;**Azizov Azimzhan Abdurakhimovich**, master's degree, assistant in the department of «Energy and electrical engineering», NJC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Aksai microdistrict 5, building 15, apt. 708E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;**Georgieva Tsvetelina Dimitrova**, PhD, Head of the Department of Automation and Electronics, Angel Kanchev University, Republic of Bulgaria, 2650, Ruse, Sandrovo village, Buzludzha Street, 41E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Abstract. In industrial poultry farming, improving the accuracy, objectivity, and reproducibility of egg quality control is a pressing issue, as traditional grading methods, based primarily on product weight, do not take into account a range of morphological and physical characteristics, such as shape, volume, and density. This leads to reduced classification reliability, especially in the boundary zones of categories, and limits the capabilities of process control, negatively impacting the efficiency of subsequent production processes. This study utilized non-destructive testing methods, including weight measurement, machine vision systems, and digital image processing algorithms to determine egg geometric parameters. Based on the obtained data, volume and density indicators were additionally calculated, allowing for expanded quality assessment criteria. Fuzzy logic algorithms were used for classification, accounting for measurement uncertainty and biological sample variability. Experimental studies were conducted on a sample of 760 eggs of various categories. It was

found that the developed system ensures stable operation in continuous mode with a throughput of up to 3,600 eggs per hour while maintaining the required measurement accuracy. The use of fuzzy logic increased sorting accuracy to 95.7 %, a 15-20 % increase over traditional methods. It was shown that taking geometric parameters into account allows for the detection of shape and density deviations not detected by standard weight sorting. These results confirm the effectiveness of the multi-criteria intelligent approach and can be used in the development of automated systems for process control and egg sorting, as well as adapted for other types of agricultural products in real-world production conditions.

Keywords: egg quality, machine vision, fuzzy logic, non-destructive testing, automatic sorting, digital system, rotary machine

For citation: Zinchenko D.A., Alikhanov D.M., Moldazhanov A.K., Kulmakhambetova A.T., Azizov A.A., Georgieva T.D. (2026). The results of the study of a digital system and a multifunctional machine for automatic sorting of eggs into categories // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 184–195. <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Д.А. Зинченко^{1}, Д.М. Алиханов¹, А.К. Молдажанов¹, А.А. Азизов¹, Т.Д. Георгиева²*

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы, Қазақстан;

²Ангел Кънчев атындағы университет, Русе, Болгария.

E-mail: bolsheweak@gmail.com

САНАТТАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАРДЫ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН САНДЫҚ ЖҮЙЕ МЕН КӨП ФУНКЦИЯЛЫ МАШИНАНЫҢ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Зинченко Дмитрий Андреевич, магистр, «Энергетика және электротехника» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050000, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Бөлек ауылы, Виноградная көшесі, 8-үй
E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;

Алиханов Джафер Музафирович, техника ғылымдарының кандидаты, «Энергетика және электротехника» кафедрасының доценті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Медеу ауданы, Алғыс к-сі, 8
E-mail: alikhanov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;

Молдажанов Айдар Кадыржанович, PhD, «Энергетика және электротехника» кафедрасының меңгерушісі, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Достық ы/а, Сәдуақасов к-сі, 35 пәтер
E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;

Азизов Азимжан Абдурахимович, магистр, «Энергетика және электротехника» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Ақсай ы/а, 5 үй, 15 пәтер
E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;

Георгиева Цветелина Димитрова, PhD, «Автоматика және электроника» кафедрасының меңгерушісі, Ангел Кънчев атындағы университет, Болгария Республикасы, 2650, Русе, Сандрово ауыл, Бузлуджа к-сі, үй 41
E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Аннотация. Өнеркәсіптік құс шаруашылығында жұмыртқа сапасын бақылаудың дәлдігін, объективтілігін және қайталануын арттыру өзекті мәселе болып табылады, өйткені өнімнің массасына негізделген дәстүрлі сұрыптау әдістері пішін, көлем және тығыздық сияқты морфологиялық және физикалық сипаттамалардың жиынтығын ескермейді. Бұл жіктеудің сенімділігінің төмендеуіне әкеледі, әсіресе санаттардың шекаралық аймақтарында және технологиялық бақылау мүмкіндіктерін шектейді, сонымен қатар кейінгі өндірістік процестердің тиімділігіне теріс әсер етеді. Жұмыста жұмыртқаның геометриялық параметрлерін анықтау үшін массаны өлшеуді, машиналық көру жүйелерін және сандық кескінді өңдеу алгоритмдерін қолдануды қамтитын бұзбайтын бақылау әдістері қолданылады. Алынған мәліметтер негізінде сапаны бағалау критерийлерін кеңейтуге мүмкіндік беретін көлем мен тығыздық көрсеткіштері қосымша есептелді. Жіктеу үшін өлшеулердің белгісіздігі

мен биологиялық объектілердің өзгергіштігін есепке алуды қамтамасыз ететін бұлыңғыр логикалық Алгоритмдер қолданылады. Эксперименттік зерттеулер әртүрлі санаттағы 760 жұмыртқаның үлгісінде жүргізілді. Өзірленген жүйе қажетті өлшеу дәлдігін сақтай отырып, сағатына 3600 жұмыртқаға дейін өнімділікпен ағынды режимде тұрақты өнімділікті қамтамасыз ететіні анықталды. Бұлыңғыр логиканы қолдану сұрыптау дәлдігін 95,7 % - ға дейін арттыруға мүмкіндік берді, бұл дәстүрлі әдістердің көрсеткіштерінен 15-20 % - ға артық. Геометриялық параметрлерді есепке алу стандартты салмақ сұрыптау кезінде бекітілмеген пішін мен тығыздық ауытқуларын анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Алынған нәтижелер көп өлшемді интеллектуалды тәсілдің тиімділігін растайды және жұмыртқаны технологиялық бақылау мен сұрыптаудың автоматтандырылған жүйелерін әзірлеуде қолдануға болады, сонымен қатар нақты өндіріс жағдайында ауылшаруашылық өнімдерінің басқа түрлеріне бейімделеді.

Түйін сөздер: жұмыртқа сапасы, машиналық көру, бұлыңғыр логика, бұзбайтын бақылау, автоматты сұрыптау, сандық жүйе, айналмалы машина

Дәйексөз үшін: Зинченко Д.А., Алиханов Д.М., Молдажанов А.К., Кулмахамбетова А.Т., Азизов А.А., Георгиева Т.Д. (2026). Санаттағы жұмыртқаларды автоматты түрде сұрыптауға арналған сандық жүйе мен көп функциялы машинаның зерттеу нәтижелері // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 184–195. <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Д.А. Зинченко^{1}, Д.М. Алиханов¹, А.К. Молдажанов¹, А.А. Азизов¹, Т.Д. Георгиева²*

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, Казахстан;

²Университет имени Ангела Кънчева, Русе, Болгария.

E-mail: bolsheweak@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯИЦ НА КАТЕГОРИИ

Зинченко Дмитрий Андреевич, магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050000, Алматинская обл., Енбекшиказахский р-н., с. Болек, ул. Виноградная, д.8

E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;

Алиханов Джахфер Музафирович, к.т.н., асоциированный профессор кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, Алматы, Медеуский р-н, ул. Алғыс, д.8

E-mail: alikhanov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;

Молдажанов Айдар Кадыржанович, PhD, заведующий кафедрой «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, мкр. Достык, ул. Садуақасова д.35 кв.112

E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;

Азизов Азимжан Абдурахимович, магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, мкр. Аксай 5, д.15, кв.708

E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;

Георгиева Цветелина Димитрова, PhD, заведующая кафедрой «Автоматика и электроника», Университет имени Ангела Кънчева, Республика Болгария, 2650, г. Русе, с. Сандрово, ул. Бузлуджа д.41

E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Аннотация. В условиях промышленного птицеводства повышение точности, объективности и воспроизводимости контроля качества яиц является актуальной задачей, поскольку традиционные методы сортировки, основанные преимущественно на массе продукта, не учитывают совокупность морфологических и физических характеристик, таких как форма, объем и плотность. Это приводит к снижению достоверности классификации, особенно в пограничных зонах категорий, и ограничивает

возможности технологического контроля, а также негативно влияет на эффективность последующих производственных процессов. В рамках проведенного исследования использован комплекс методов неразрушающего контроля, включающий измерение массы, использование систем машинного зрения и алгоритмов цифровой обработки изображений для определения геометрических параметров яйца. На основе полученных данных дополнительно рассчитывались показатели объема и плотности, позволяющие расширить критерии оценки качества. Для классификации использованы алгоритмы нечеткой логики, обеспечивающие учет неопределенности измерений и вариабельности биологических объектов. Экспериментальные исследования проведены на выборке из 760 яиц различных категорий. Проведенные испытания показали, что разработанная система обеспечивает стабильную работу в поточном режиме с производительностью до 3600 яиц в час при сохранении требуемой точности измерений. Применение нечеткой логики позволило повысить точность сортировки до 95,7 %, что на 15–20 % превышает показатели традиционных методов. Дополнительно выявлено, что учет геометрических параметров позволяет выявлять отклонения формы и плотности, не фиксируемые при стандартной весовой сортировке. Практическая апробация показала эффективность предложенного подхода и могут быть использованы при разработке автоматизированных систем технологического контроля и сортировки яиц, а также адаптированы для других видов сельскохозяйственной продукции в условиях реального производства.

Ключевые слова: качество яиц, машинное зрение, нечеткая логика, неразрушающий контроль, автоматическая сортировка, цифровая система, роторная машина

Для цитирования: Зинченко Д.А., Алиханов Д.М., Молдажанов А.К., Кулмахамбетова А.Т., Азизов А.А., Георгиева Т.Д. (2026). Результаты исследования цифровой системы и многофункциональной машины для автоматической сортировки яиц на категории // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 184–1894 <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение.

Сортировка и контроль качества яиц относятся к ключевым операциям технологического цикла птицеводства, определяющим как экономическую эффективность производства, так и биологические результаты инкубации. Качество инкубационного материала напрямую влияет на выводимость и жизнеспособность молодняка, тогда как для товарных яиц важнейшими показателями являются однородность партий, стабильность массовых категорий и потребительские свойства продукции. В современных производственных условиях, характеризующихся ростом требований к качеству продукции задача повышения точности и объективности сортировки яиц приобретает особую актуальность.

Согласно ГОСТ 31654–2012, куриные яйца классифицируются по массе на категории: высшую (не менее 75 г), отборную (65–74,9 г), первую (55–64,9 г), вторую (45–54,9 г) и третью (35–44,9 г). Стандарт также регламентирует показатели качества скорлупы и свежести продукции, включая допустимую высоту воздушной камеры, прозрачность и плотность белка, а также состояние желтка, формируя нормативную основу автоматизированной оценки качества [ГОСТ 31654-2012].

В промышленной практике основным критерием автоматической сортировки традиционно остается масса яйца. Большинство серийных яйцесортировальных машин классифицируют яйца исключительно по весовым категориям, что обеспечивает высокую производительность, но не позволяет учитывать форму и плотность яйца. Между тем исследования показывают, что совокупность этих параметров определяет прочность скорлупы, интенсивность газообмена и выводимость птенцов, а также устойчивость продукции к механическим воздействиям.

Традиционные органолептические методы и овоскопирование характеризуются высокой субъективностью. Развитие автоматизированных систем позволило повысить производительность сортировки, однако большинство существующих установок ориентированы на однокритериальный контроль и не обеспечивают комплексную оценку качества. Поэтому в последние годы активно развиваются методы компьютерного зрения для выявления дефектов и оценки формы яиц [Omid et al., 2013, 70-77].

Одними из первых комплексных решений стали экспертные системы на основе машинного зрения и интеллектуальных алгоритмов. В их работе показана эффективность интеграции обработки изображений и интеллектуальных правил для автоматизированной сортировки яиц. В последующих исследованиях продемонстрирована возможность высокоточной классификации и обнаружения де-

фектов скорлупы с использованием обучаемых моделей [Yang et al., 2023].

Для повышения надежности выявления микротрещин и поверхностных дефектов применяются методы гиперспектральной съемки, позволяющие обнаруживать скрытые повреждения, неразличимые при стандартном освещении [Ширманова и др., 2025, Dejian et al., 2020]. Вместе с тем, такие системы отличаются высокой стоимостью и ограниченной применимостью в условиях массового производства. Отдельное направление связано с неразрушающей оценкой внутреннего качества яиц, включая определение свежести и характеристик белка и желтка на основе спектральных методов [Kunshan et al., 2022]. В обзорных работах отмечается перспективность интеграции оптических методов и интеллектуальных алгоритмов, однако их практическая реализация в потоке остается ограниченной [Wang et al., 2025].

Отдельного внимания заслуживает вопрос устойчивости классификации в пограничных зонах категорий. Использование четких пороговых правил приводит к росту ошибок при незначительных погрешностях измерений, что обуславливает целесообразность применения методов нечеткой логики [Intarakumthornchai et al., 2020].

Хотя в области автоматизации достигнут значительный прогресс, большинство решений ориентированы на лабораторные условия либо характеризуются высокой стоимостью и габаритами. В этой связи актуальной является разработка многофункциональных машин, обеспечивающих комплексную оценку массы, формы и плотности яйца в потоке с использованием машинного зрения и интеллектуальных алгоритмов.

Объектом настоящего исследования являются куриные яйца, предназначенные для инкубации и товарной реализации. Предметом исследования являются методы и технические средства определения массы, формы и плотности целого яйца в потоке. Целью работы является экспериментальное исследование цифровой системы и многофункциональной машины для неразрушающего контроля показателей качества и автоматической сортировки яиц.

Методы и материалы.

Аппаратно-программная архитектура многофункциональной машины разработана на основе принципа модульной интеграции измерительных, оптико-электронных и интеллектуальных подсистем. В соответствии с требованиями разработана блок схема многофункциональной машины по определению показателей качества целого яйца и автоматической сортировки на категории, показанная на рисунке 1.

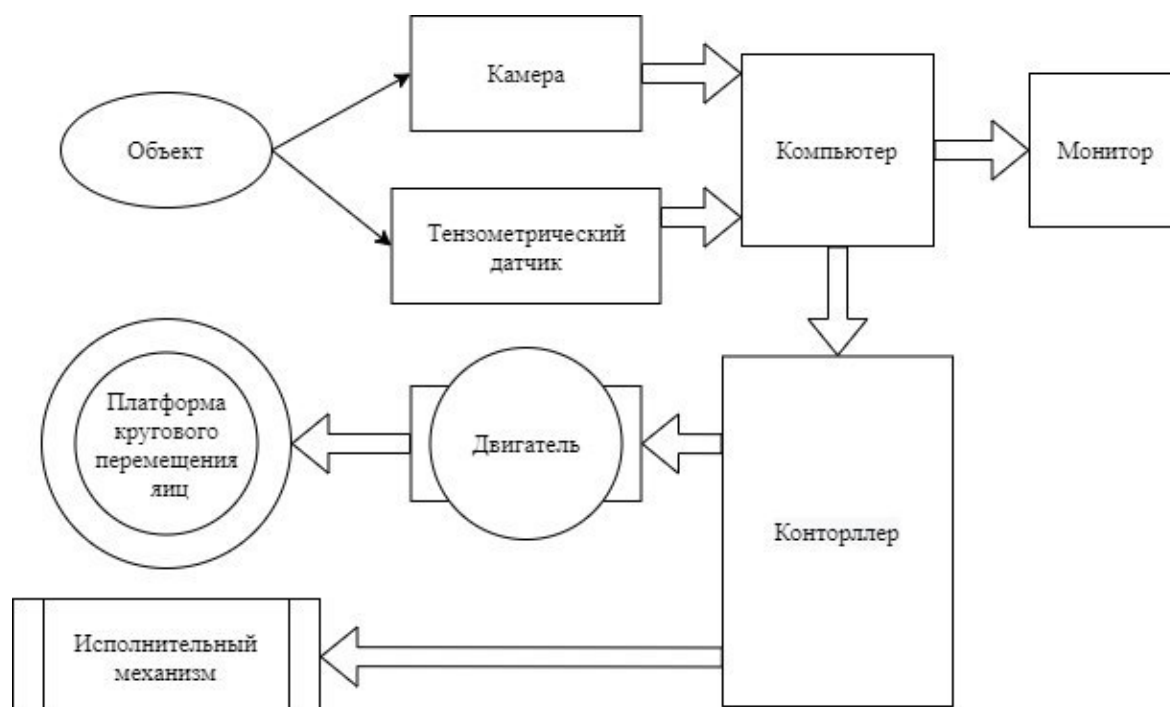


Рисунок 1. Блок схема многофункциональной машины по определению показателей качества яиц и автоматической сортировки на категории

[Figure 1. Block diagram of a multifunctional machine for determining egg quality indicators and automatic sorting into categorie]

Конструктивно установка выполнена в виде настольного модуля с роторным рабочим органом, на котором последовательно размещены зоны подачи, измерения и сортировки яиц.

Общий вид экспериментального образца машины и расположение основных узлов приведены на рисунке 2.



Рисунок 2. Общий вид многофункциональной машины

1 – каркас машины, 2 – стол основание с ячейками под категории, 3 – электропривод с системой управления, 4 – барабан с каретками и тензометрическим модулем, 5 – модуль технического зрения, 6 монитор для вывода интерфейса.

[Figure 2. General view of the multifunctional machine]

1 – machine frame, 2 – base table with compartments for categories, 3 – electric drive with control system, 4 – drum with carriages and strain gauge module, 5 – machine vision module, 6 – monitor for interface display]

Рабочим органом машины является роторный барабан диаметром 420 мм, разделенный на десять равномерных секций. Каждая секция снабжена индивидуальным ложементом, обеспечивающим устойчивую фиксацию яйца и исключаяющим его вращение в процессе измерений. Применение роторного принципа транспортирования позволяет обеспечить компактную компоновку, уменьшить линейные размеры установки и реализовать циклический режим обработки с высокой повторяемостью позиций.[Alikhanov et al., 2019, 1319-1325]

Перемещение ротора осуществляется шаговым электродвигателем с цифровым управлением, обеспечивающим точность позиционирования не хуже $\pm 1,5^\circ$. Фиксация ротора в измерительных зонах осуществляется программным способом на основе сигналов обратной связи от энкодера. В каждой измерительной позиции реализована кратковременная остановка барабана длительностью 200–250 мс, достаточная для стабилизации сигнала тензометрического датчика и получения четкого изображения.[Молдажанов и др., 2021, 112-124]

Определение массы яйца выполнялось с использованием тензометрического датчика мостового типа, установленного под рабочей поверхностью в зоне взвешивания. Сигнал датчика усиливался с помощью прецизионного инструментального усилителя и оцифровывался 24-разрядным аналого-цифровым преобразователем. Для повышения стабильности сигнала применялась цифровая фильтрация с экспоненциальным сглаживанием.

Тарировка датчика выполнялась по стандартной методике с использованием эталонных гирь массой 40, 50, 60, 70, 80 и 90 г. Калибровочная характеристика аппроксимировалась линейной регрессионной зависимостью (1):

$$m = a \cdot U + b \quad (1)$$

где U – оцифрованный выходной сигнал тензодатчика; a и b – коэффициенты калибровки.

Средняя абсолютная погрешность измерения массы в рабочем диапазоне составила не более $\pm 1,5$ г, что соответствует требованиям действующих стандартов к сортировке товарных и инкубационных яиц.

Система машинного зрения включала цифровую камеру с матрицей CMOS и разрешени-

ем 1280×720 пикселей, установленную строго по нормали к рабочей поверхности. Для обеспечения устойчивости контраста использовалось кольцевое светодиодное освещение с диффузным рассеивателем и спектральной температурой 5500 К. Фоновая поверхность выполнена из матового полимерного материала нейтрального серого цвета.

Алгоритм обработки изображений реализован в среде Python с использованием библиотеки OpenCV и включает следующие этапы:

1. предварительную фильтрацию изображения и коррекцию яркости;
2. перевод изображения в оттенки серого;
3. адаптивную бинаризацию методом локального порогового разделения;
4. морфологическую обработку для удаления шумов;
5. выделение контура и аппроксимацию его параметров.

Блок-схема алгоритма обработки изображения и извлечения геометрических признаков приведена на рисунке 3.

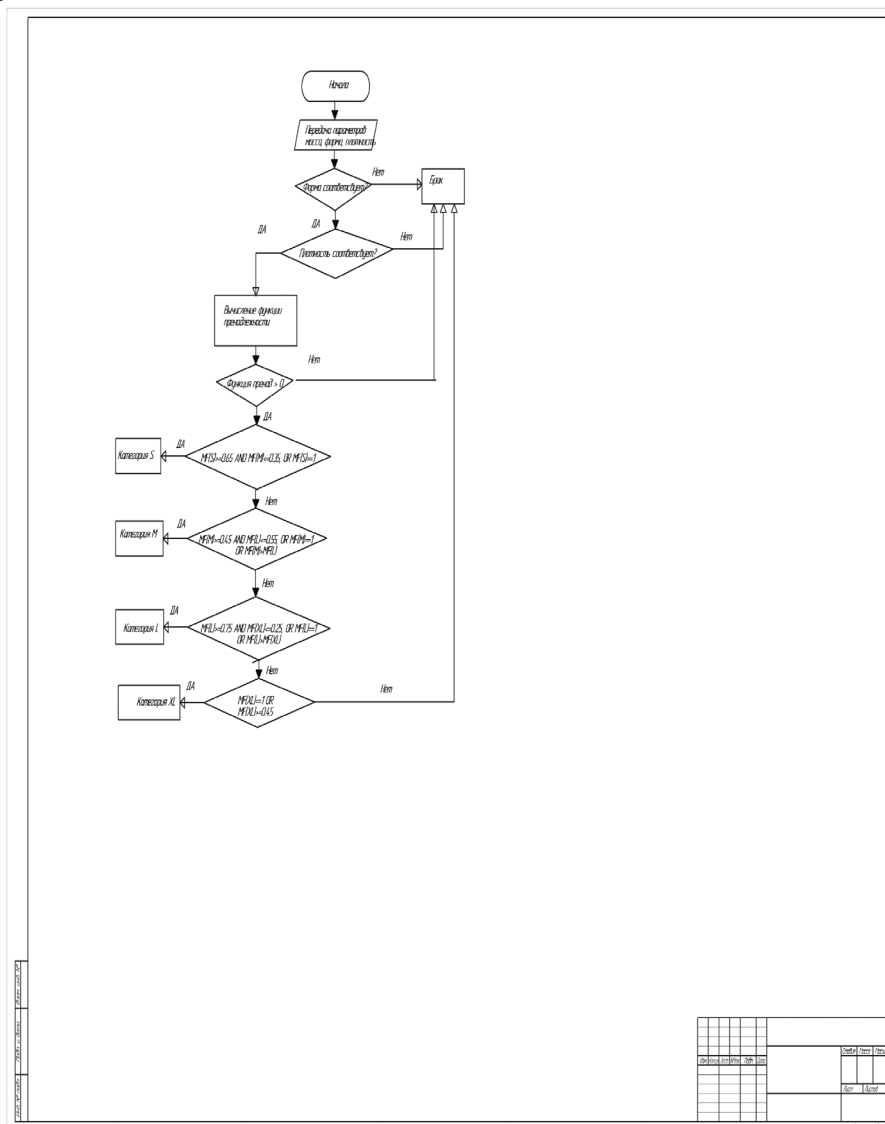


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма обработки изображений и извлечения геометрических параметров яйца

[Figure 3. Flow chart of the algorithm for image processing and extraction of geometric parameters of an egg]

После выделения контура определялись большой и малый диаметры яйца D и d , площадь продольного сечения S и периметр L . На основе этих величин вычислялись основные показатели формы. Индекс формы определялся выражением (2):

$$K_1 = (d / D) 100 \% \quad (2)$$

где d – малый диаметр яйца, мм; D – большой диаметр яйца, мм.

Для более объективной оценки формы использовался коэффициент формы (3):

$$K_2 = L^2 / (4\pi S) \quad (3)$$

где L – периметр продольного сечения, мм; S – площадь продольного сечения, мм².

Полученные значения K_1 и K_2 сравнивались с нормативными интервалами, установленными стандартами для инкубационных и товарных яиц.

Объем яйца вычислялся косвенным методом на основе геометрических параметров по выражению (4):

$$V = \pi \cdot S \cdot d / 6 \quad (4)$$

где V – объем яйца, см³; S – площадь продольного сечения, мм²; d – малый диаметр, мм.

Плотность яйца определялась как отношение измеренной массы к расчетному объему (5):

$$\rho = m / V \quad (5)$$

где ρ – плотность, г/см³; m – масса, г; V – объем, см³.

Для классификации яиц использовалась схема, согласованная с ГОСТ 31654–2012: категория S — 35–44,9 г, M — 45–54,9 г, L — 55–64,9 г, XL — 65 г и более. Яйца, не соответствующие требованиям по массе, форме или плотности, относились к отдельной категории как брак.

Автоматическая классификация выполнялась на основе алгоритма нечеткой логики. Для категорий S, M, L и XL были заданы трапециевидальные функции принадлежности по массе, что обеспечило устойчивую классификацию, в том числе вблизи границ категорий. Функции принадлежности приведены на рисунке 4.

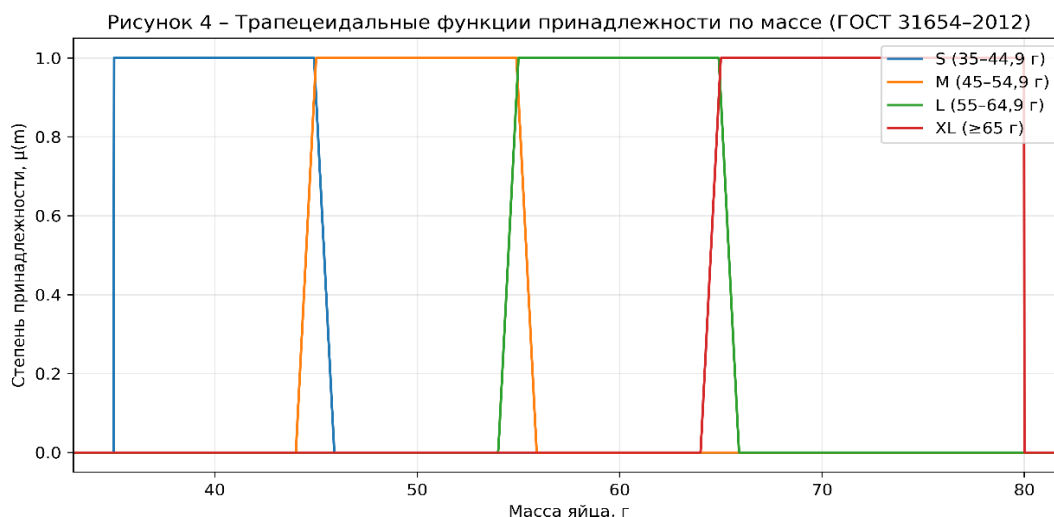


Рисунок 4. Трапециевидальные функции принадлежности для классификации яиц по массовым категориям
[Figure 4. Trapezoidal membership functions for classifying eggs into mass categories]

Степень принадлежности $\mu_i(m)$ и $\mu_i(S)$ использовалась для вычисления интегральной вероятности (6):

$$P_i = \mu_i(m) \cdot \mu_i(S) \quad (6)$$

А окончательное решение принималось по правилу (7):

$$K = \arg \max_i P_i \quad (7)$$

Для оценки кондиционности по форме и плотности использовались лингвистические правила вида: «если K_1 и K_2 принадлежат допустимому интервалу и $\rho \geq \rho_{\min}$, то яйцо считается кондиционным».

Экспериментальные исследования проводились на макетном образце установки в лабораторных условиях. Выборка включала партии яиц различных массовых категорий. Для оценки точности геометрических измерений использовались контрольные измерения штангенциркулем и микрометром. Эталонная классификация выполнялась экспертами вручную.

В ходе экспериментов регистрировались: средняя абсолютная погрешность измерения массы Δm , относительная погрешность определения геометрических параметров $\Delta D/D$ и $\Delta d/d$, доля правильно классифицированных яиц η и производительность установки Q . Статистическая обработка выполнялась с использованием стандартных методов оценки среднего значения и доверительного интервала.

Результаты и обсуждение.

Экспериментальные исследования многофункциональной машины проводились с целью количественной оценки точности определения показателей качества, устойчивости алгоритмов классификации и производительности установки в условиях, приближенных к реальным производственным режимам. Основными оцениваемыми характеристиками являлись погрешность измерения массы, точность определения геометрических параметров, достоверность вычисления интегральных показателей (объема и плотности), а также эффективность алгоритмов сортировки по категориям.

В ходе испытаний установка функционировала в циклическом режиме с фиксированным временем обработки одного яйца. Средняя продолжительность одного цикла составила 0,9–1,0 с, что соответствует производительности до 3600 яиц в час. Применение роторного принципа транспортирования позволило обеспечить стабильность временных интервалов и высокую повторяемость позиционирования объекта в измерительных зонах. При этом не наблюдалось смещения яйца в ложементе, что положительно сказалось на воспроизводимости результатов измерений.

Результаты метрологической оценки основных измеряемых параметров представлены в таблице 1. Анализ экспериментальных данных показал, что средняя погрешность измерения массы не превышает $\pm 1,5$ г, а среднеквадратичное отклонение составляет 0,08 г. Относительная погрешность определения большого и малого диаметров не превышает 1,2 %, а погрешность вычисления площади продольного сечения составляет не более 1,8 %.

Таблица 1 – Погрешности измерения основных параметров яйца

Параметр	Диапазон значений	Средняя погрешность
Масса m , г	40–90	$\pm 1,5$ г.
Большой диаметр D , мм	52–64	1,1 %
Малый диаметр d , мм	40–48	1,2 %
Площадь S , мм ²	1600–2400	1,8 %
Плотность ρ , г/см ³	1,03–1,10	0,02 г/см ³

Полученные значения удовлетворяют требованиям действующих стандартов к сортировке товарных и инкубационных яиц и обеспечивают возможность надежного разделения яиц, находящихся вблизи границ массовых категорий. Сравнение результатов машинного зрения с контрольными измерениями штангенциркулем показало высокую корреляцию (коэффициент корреляции $r > 0,95$), что подтверждает достоверность извлекаемых признаков.

Эффективность автоматической сортировки оценивалась путем сопоставления результатов классификации с эталонной экспертной разметкой. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты автоматической сортировки яиц по категориям

Категория	Количество яиц	Правильно классифицировано	Точность, %
S	150	142	94,7
M	240	232	96,7
L	200	193	96,5
XL	110	105	95,5
Брак	60	55	91,7
Итого	760	727	95,7

Проведенный анализ показывает, что общая доля правильно классифицированных яиц превышает 95 %, что свидетельствует о высокой эффективности предложенного многокритериального подхода. Наибольшая точность достигается для категорий M и L, характеризующихся наибольшей представленностью в выборке.

Особое внимание уделялось анализу устойчивости алгоритмов классификации в пограничных зонах категорий. При использовании традиционных четких пороговых правил наблюдалась повышенная доля ошибочных решений, особенно в интервалах S–M и M–L. Применение нечеткой логики позволило существенно повысить устойчивость классификации.

На рисунке 5 приведено сравнение точности сортировки при использовании четкой и нечеткой логики.

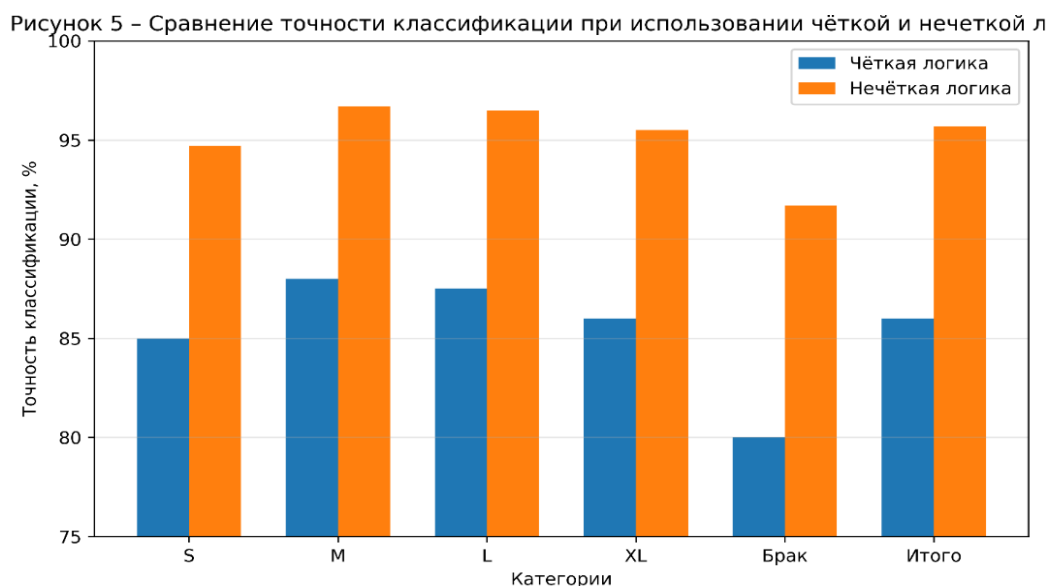


Рисунок 5. Сравнение точности классификации при использовании четкой и нечеткой логики
[Figure 5. Comparison of classification accuracy using crisp and fuzzy logi]

Установлено, что доля правильно классифицированных яиц при применении нечеткой логики увеличивается на 15–20 % по сравнению с алгоритмами четкой логики, а количество яиц, ошибочно отнесенных к соседним категориям, уменьшается более чем в два раза. Учет площади продольного сечения в качестве дополнительного признака позволил повысить достоверность классификации яиц на категории.

Полученные значения согласуются с литературными данными и подтверждают корректность примененного метода косвенной оценки объема и плотности.

Производственные испытания подтвердили возможность стабильной работы установки в непрерывном режиме в течение не менее 6 часов без деградации точности измерений и нарушения синхронизации исполнительных механизмов. Температурный дрейф тензометрического датчика не превышал 0,5 г/ч, а система машинного зрения демонстрировала устойчивость к незначительным изменениям освещенности и фона.

Сопоставление полученных результатов с данными литературных источников показывает, что установка по точности и функциональным возможностям сопоставима с современными лабораторными системами машинного зрения и превосходит большинство серийных промышленных сортировщиков, ориентированных исключительно на массовую классификацию. В отличие от известных решений, предложенная система обеспечивает одновременный учет массы, формы и плотности яйца в потоке, что расширяет возможности технологического контроля и селекционного отбора.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают высокую эффективность предложенной multifunctional машины и целесообразность ее внедрения в процессы технологического контроля и сортировки яиц.

Выводы.

1. На основании проведенных экспериментальных и теоретических исследований была подтверждена возможность реализации многокритериального неразрушающего контроля качества куриных яиц в условиях поточного технологического процесса. В отличие от традиционных методов сортировки, основанных преимущественно на одном параметре — массе яйца, предложенный подход предусматривает одновременный учёт совокупности показателей, включающих массу, геометрические размеры, объём и плотность. Такой комплексный анализ позволяет существенно повысить информативность оценки качества продукции, а также выявлять скрытые отклонения формы и структуры, которые не фиксируются при использовании исключительно весового контроля. Это особенно важно в условиях промышленного птицеводства, где требования к однородности и качеству продукции постоянно возрастают.

2. Экспериментально установлено, что разработанная multifunctional машина, реализующая роторный принцип транспортирования, обеспечивает стабильную работу в поточном режи-

ме и высокую повторяемость результатов измерений. Конструктивное исполнение установки, основанное на модульной интеграции измерительных, оптико-электронных и вычислительных подсистем, позволило добиться оптимального соотношения между компактностью, функциональностью и производительностью. В ходе испытаний подтверждено, что система способна обеспечивать производительность до 3600 яиц в час при сохранении требуемых метрологических характеристик. При этом средняя абсолютная погрешность измерения массы не превышает $\pm 1,5$ г, а относительная погрешность определения геометрических параметров составляет не более 1,2%, что соответствует требованиям нормативных документов и подтверждает корректность выбранных технических решений.

3. Особое внимание в работе уделено применению алгоритмов нечеткой логики для решения задачи классификации яиц по массовым категориям. В отличие от традиционных алгоритмов, основанных на жестких пороговых значениях, нечеткие модели позволяют учитывать неопределенность измерений и естественную вариабельность биологических объектов. Проведенные исследования показали, что использование нечеткой логики обеспечивает более устойчивое принятие решений в пограничных зонах категорий, где вероятность ошибки наиболее высока. В результате общая точность автоматической сортировки достигла 95,7%, что на 15–20% превышает показатели систем, использующих классические методы классификации. Это подтверждает эффективность применения интеллектуальных алгоритмов при обработке многопараметрической информации.

4. Дополнительно установлено, что использование методов машинного зрения и цифровой обработки изображений позволяет получать достоверные геометрические характеристики яйца без нарушения его целостности. Это открывает возможность внедрения разработанной системы не только в сортировочные линии товарных яиц, но и в технологические процессы, связанные с инкубацией, где сохранность продукта имеет критическое значение. Расчет производных параметров, таких как объем и плотность, на основе измеряемых величин расширяет диагностические возможности системы и позволяет проводить более глубокий анализ качества продукции.

5. Полученные результаты свидетельствуют о высокой практической значимости разработанного решения. Предложенный многокритериальный интеллектуальный подход может быть эффективно использован при создании автоматизированных систем технологического контроля и сортировки яиц на птицефабриках различного уровня. Кроме того, универсальность применяемых методов и алгоритмов позволяет адаптировать данную систему для контроля качества других видов сельскохозяйственной продукции, требующих высокоточного и неразрушающего анализа.

REFERENCES

- Alikhanov J., Penchev S.M., Georgieva T.D., Moldazhanov A.K., Kulmakhambetova A.T., Shynybay Zh., Stefanov E., Daskalov P.I. (2019). Design and performance of an automatic egg sorting system based on computer vision. // TEM Journal. 2019. Pp. 1319–1325. <https://dx.doi.org/10.18421/TEM84-31>
- Dejian Dai, Tao Jiang, Wei Lu, Xuan Shen, Rui Xiu and Jingwei Zhang (2020). Nondestructive Detection for Egg Freshness Based on Hyperspectral Scattering Image Combined with Ensemble Learning. Sensors 2020. 20(19). 5484. <https://doi.org/10.3390/s20195484>
- Kunshan Yao, Jun Sun, Chen Chen, Min Xu, Xin Zhou, Yan Cao, Yan Tian (2022). Non-destructive detection of egg qualities based on hyperspectral imaging // Journal of Food Engineering. Volume 325. July 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111024>
- Moldazhanov A., Alikhanov D., Kulmakhambetova A., Zinchenko D., Azizov A. (2021). Metodika i rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy algoritma i programmy opredeleniya pokazatelei kachestva yaitsa na avtomatizirovannoi optiko-elektronnoi ustanovke // Izdenister Natigeler. 2021. No. 3 (91). Pp. 112–124. <https://doi.org/10.37884/3-2021/13> [in Russian]
- GOST 31654–2012. Yaitsa kurinye pishchevye. Tekhnicheskie usloviya. Mezhdgosudarstvennyi standart stran EES. https://prg.kz/document/?doc_id=31467698 [in Russ.]
- Intarakumthornchai T., Kesvarakul R. (2020). Double yolk eggs detection using fuzzy logic. PLOS ONE 15(11): e0241888. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241888>
- Omid M., Soltani M., Dehrouyeh M.H., Mohtasebi, S.S. & Ahmadi H. (2013). An expert egg grading system based on machine vision and artificial intelligence techniques // Journal of Food Engineering. 118(1). 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.03.019>
- Yang X., Bist R.B., Subedi S. & Chai L. (2023). A Computer Vision-Based Automatic System for Egg Grading and Defect Detection. Animals (Basel). <https://doi.org/10.3390/ani13142354>
- Shirmanova G.S., Neverov E.N., Vladimirov A.A., Osintsev A.M., Rudnev P.S. (2025). Razrabotka sistemy komp'yuternogo zreniya dlya nerazrushayushchey otsenki kachestva i klassifikatsii kurinykh yaitsa // Vestnik Omskogo GAU. 2025. No. 3. (59). <https://sciup.org/142245891> [in Russ.]
- Wang Q., Yang Z., Liu C., Sun R., Yue S. (2025). Research Progress on Non-Destructive Testing Technology and Equipment for Poultry Eggshell Quality. Foods. 2025. 14. 2223. <https://doi.org/10.3390/foods14132223>

Д.А. Зинченко – концептуализация исследования, методология, программное обеспечение, формальный анализ, визуализация, подготовка первоначального варианта рукописи.

Д.М. Алиханов – научное руководство, проверка результатов, валидация методик, рецензирование и редактирование рукописи.

А.К. Молдажанов – администрирование проекта, ресурсы, надзор, координация экспериментальных исследований.

А.А. Азизов – участие в экспериментальных исследованиях, сбор данных, техническая поддержка аппаратной части установки.

Т.Д. Георгиева – формальный анализ, проверка результатов, рецензирование и редактирование рукописи.

K. Kalym^{1*}, Sh.T. Duisenova², D.S. Zauyrbekova², A.K. Zhunusova², D. Karaivanov³

¹Scientific production center of Agricultural Engineering, Almaty, Kazakhstan;

²Gumarbek Daukeev Almaty university of energy and communications, NAO, Almaty, Kazakhstan;

³University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia.

E-mail: abdirahim_334@mail.ru

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE REGIME ON THE PARAMETERS OF POWER TRANSMISSION LINES

Kalym Kabdyrakhim, PhD, Scientific production center of Agricultural Engineering, 050005, Republic of Kazakhstan, Almaty, Raiymbek, 312

E-mail: abdirahim_334@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7465-8548>;

Duisenova Sholpan Turanovna, PhD, Senior lecturer of the Department of «Electric Power Networks», AUES named after G. Daukeev RK, 050013, Almaty, Baitursynova str., 126/1

E-mail: sh.duisenova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0820-7586>;

Zhunusova Aiza Kadyrzhanqyzy, Senior lecturer at the Department of «Electric Power Systems», AUES named after G. Daukeev, Kazakhstan, 050013, Almaty, Baitursynova str., 126/1

E-mail: a.zhunusova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1325-1311>;

Damira Saparbekkyzy Zaurbekova, lecturer at the Department of «Electric Power Systems», AUES named after G. Daukeev, Republic of Kazakhstan, 126/1 Baitursynova str., 050013, Almaty

E-mail: d.zaurbekova@aes.kz, <https://orcid.org/0009-0005-5044-4376>;

Dimitar Karaivanov, Doctor of Engineering, Associate Professor, Department of Applied Mechanics, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

E-mail: dipekabg@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-1709-677X>.

Annotation. *Introduction.* Ensuring the reliable and efficient operation of electric power systems is one of the key tasks of modern energy. Of particular importance is the consideration of climatic factors, in particular the ambient temperature, which has a significant impact on the electrical parameters of overhead power lines. A change in temperature leads to a change in the active resistance of the conductors, which, in turn, affects power losses, voltage, and operating modes of electrical networks. Materials and methods. The paper uses computational and analytical methods and the RastrWin 3.0 software package for modeling electrical network modes. The object of the study is a section of the 110 kV Korgalzhyn – Krasnoznamenska electric grid. The calculations were carried out taking into account changes in ambient temperature in the range from -60°C to $+60^{\circ}\text{C}$. The line parameters were determined based on reference data, followed by the calculation of active resistance, reactance and conductivity. Results and discussion. It has been found that an increase in ambient temperature leads to an increase in the active resistance of the conductors and, as a result, to an increase in power losses. The maximum losses are observed at a temperature of $+60^{\circ}\text{C}$ and reach 3.95 %. When the temperature drops to -60°C , the resistance of the conductors decreases, and the power loss decreases to 2.61 %. It was also revealed that the temperature factor affects the magnitude of the voltage drop and the load on the network elements. *Conclusions.* The results of the study confirm the need to take into account real temperature conditions when calculating the modes of electrical networks. The use of temperature-dependent models makes it possible to improve the accuracy of calculations, reduce power losses, and improve the reliability of power systems. The data obtained can be used in optimizing the operating modes of electrical networks and the introduction of Dynamic Line Rating technologies.

Keywords: electrical network, temperature, active resistance, power loss, overhead line, network mode, RastrWin 3.0

For citation: Kalym K., Duisenova Sh.T., Zauyrbekova D.S., Zhunusova A.K., Karaivanov D. (2026).

Investigation of the influence of the temperature regime on the parameters of power transmission lines // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 195–210. <https://doi.org/10.37884/2-2026/17> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Gratitude. The research was conducted at Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev. The authors would like to thank the scientific supervisors and the staff of the Department of Electric Power Systems for their methodological and technical support.

К. Калым^{*1}, Ш.Т. Дуйсенова², Д.С. Зауырбекова², А.К. Жунусова², Д.Караиванов³

^{*1}«Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы ЖШС, Алматы, Қазақстан;

²Ғұмарбек Дәукеев атындағы алматы энергетика және байланыс университеті КЕАҚ, Алматы, Қазақстан.

³Химиялық технологиялар және металлургия университеті, София, Болгария,
E-mail: abdirahim_334@mail.ru

ТЕМПЕРАТУРА РЕЖИМІНІҢ ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Калым Қабдырахим, PhD, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы ЖШС, 050005, Қазақстан, Алматы, Райымбек даңғылы, 312

E-mail: abdirahim_334@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7465-8548>;

Дуйсенова Шолпан Турановна, PhD, «Электр энергетикалық жүйелер» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан, Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ, 050013., Алматы, Байтұрсынов к-сі, 126/1

E-mail: sh.duisenova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0820-7586>;

Жунусова Айза Қадыржанқызы, «Электр энергетикалық жүйелер» кафедрасының аға оқытушысы, ҚР Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ, 050013., Алматы қ., Байтұрсынов к-сі, 126/1

E-mail: a.zhunusova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1325-1311>;

Заурбекова Дамира Сапарбекқызы, «Электр энергетикалық жүйелері» кафедрасының оқытушысы, ҚР Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ, 050013, Алматы, Байтұрсынов к-сі, 126/1

E-mail: d.zaurbekova@aes.kz, <https://orcid.org/0009-0005-5044-4376>;

Димитар Караиванов, қолданбалы механика кафедрасының доценті, инженерия докторы, Химиялық технологиялар және металлургия университеті, София, Болгария

E-mail: dipekabg@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-1709-677X>.

Аннотация. *Kipicne.* Электр энергетикалық жүйелердің сенімді және тиімді жұмысын қамтамасыз ету қазіргі заманғы энергетиканың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Ауа желілерінің электр параметрлеріне айтарлықтай әсер ететін Климаттық факторларды, атап айтқанда қоршаған ортаның температурасын ескеру ерекше маңызға ие. Температураның өзгеруі өткізгіштердің белсенді кедергісінің өзгеруіне әкеледі, бұл өз кезегінде электр желілерінің қуатының жоғалуына, кернеуіне және жұмыс режиміне әсер етеді. *Материалдар мен әдістер.* Жұмыста электр желісінің режимдерін модельдеу үшін RastrWin 3.0 есептеу-аналитикалық әдістері мен бағдарламалық кешені қолданылды. Зерттеу объектісі 110 кВ Қорғалжын-Краснознаменка электр желісінің учаскесі болып табылады. Есептеулер -60°C-тан +60°C-қа дейінгі диапазондағы қоршаған орта температурасының өзгеруін ескере отырып жүргізілді. *Нәтижелер және талқылау.* Қоршаған орта температурасының жоғарылауы өткізгіштердің белсенді кедергісінің жоғарылауына және нәтижесінде қуат шығынының өсуіне әкелетіні анықталды. Максималды шығындар +60°C температурада байқалады және 3,95% жетеді. Температура -60°C дейін төмендеген кезде өткізгіштердің кедергісі төмендейді, ал қуат шығыны 2,61% дейін төмендейді. Сондай-ақ, температура факторы кернеудің төмендеуіне және желі элементтерінің жүктемесіне әсер ететіні анықталды. *Қорытындылар.* Зерттеу нәтижелері электр желілерінің режимдерін есептеу кезінде нақты температура жағдайларын ескеру қажеттілігін растайды. Температураға тәуелді модельдерді қолдану есептеулердің дәлдігін арттыруға, электр энергиясының жоғалуын азайтуға және электр желілерінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Алынған деректер электр желілерінің жұмыс режимдерін оңтайландыру және динамикалық желі рейтингі (dynamic Line Rating) технологияларын

енгізу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: электр желісі, температура, белсенді қарсылық, қуат жоғалту, әуе желісі, Желі режимі, RastrWin 3.0

Дәйексөз үшін: Калым К., Дуйсенова Ш.Т., Зауырбекова Д.С., Жунусова А.К., Караиванов Д. (2026). Температуралық режимнің электр желілерінің қуаты мен параметрлерінің жоғалуына әсері (110 кВ желісінің мысалында Қорғалжын-Краснознаменка) // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 195–210. <https://doi.org/10.37884/2-2026/17> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Алғыс: зерттеу жұмысы Алматы энергетика және байланыс университетінде орындалды. *Г. Даукеева.* Авторлар әдістемелік және техникалық қолдау көрсеткені үшін «электр энергетикалық жүйелер» кафедрасының ғылыми жетекшілері мен ұжымына алғыстарын білдіреді.

К. Калым^{*1}, Ш.Т. Дуйсенова², Д.С. Зауырбекова², А.К. Жунусова², Д.Караиванов³

^{*1} ТОО Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Казахстан;

² Алматинский университет энергетике и связи имени Гумарбека Даукеева НАО, Алматы, Казахстан;

³ Университет химической технологии и металлургии, София, Болгария

E-mail: abdirahim_334@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Калым Кабдырахим, PhD, ТОО Научно-производственный центр агроинженерии, Казахстан, 050005, Алматы, пр. Райымбека, 312

E-mail: abdirahim_334@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7465-8548>;

Дуйсенова Шолпан Турановна, PhD, старший преподаватель кафедры «Электроэнергетические сети», АУЭС имени Г. Даукеева, Казахстан, 050013., Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1

E-mail: sh.duisenova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0820-7586>;

Жунусова Айза Қадыржанқызы, старший преподаватель кафедры «Электроэнергетические системы», АУЭС имени Г. Даукеева, Казахстан, 050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1

E-mail: a.zhunusova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1325-1311>;

Заурбекова Дамира Сапарбекқызы, преподаватель кафедры «Электроэнергетические системы», АУЭС имени Г. Даукеева, Казахстан, 050013., Алматы, ул. Байтурсынова, 126/1

E-mail: d.zaurbekova@aes.kz, <https://orcid.org/0009-0005-5044-4376>;

Караиванов Димитар, кафедра прикладной механики, университет химической технологии и металлургии, София, Болгария

E-mail: dipekabg@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-1709-677X>.

Аннотация. *Введение.* Обеспечение надежной и эффективной работы электроэнергетических систем является одной из ключевых задач современной энергетики. Особое значение приобретает учет климатических факторов, в частности температуры окружающей среды, оказывающей существенное влияние на электрические параметры воздушных линий электропередачи. Изменение температуры приводит к изменению активного сопротивления проводников, что, в свою очередь, влияет на потери мощности, напряжение и режимы работы электрических сетей. *Материалы и методы.* В работе использованы расчетно-аналитические методы и программный комплекс RastrWin 3.0 для моделирования режимов электрической сети. Объектом исследования является участок электрической сети 110 кВ Қорғалжын – Краснознаменка. Расчеты проводились с учетом изменения температуры окружающей среды в диапазоне от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Определение параметров линии выполнено на основе справочных данных с последующим расчетом активного сопротивления, реактивного сопротивления и проводимости. *Результаты и обсуждение.* Установлено, что повышение температуры окружающей среды приводит к увеличению активного сопротивления проводников и, как следствие, к росту потерь мощности. Максимальные потери наблюдаются при температуре $+60^{\circ}\text{C}$ и достигают 3,95%. При снижении температуры до -60°C сопротивление проводников уменьшается, а потери мощности

снижаются до 2,61%. Также выявлено, что температурный фактор оказывает влияние на величину падения напряжения и загрузку элементов сети. *Выводы.* Результаты исследования подтверждают необходимость учета реальных температурных условий при расчетах режимов электрических сетей. Использование температурно-зависимых моделей позволяет повысить точность расчетов, снизить потери электроэнергии и повысить надежность работы энергосистем. Полученные данные могут быть использованы при оптимизации режимов работы электрических сетей и внедрении технологий динамического рейтинга линий (Dynamic Line Rating).

Ключевые слова: электрическая сеть, температура, активное сопротивление, потери мощности, воздушная линия, режим сети, RastrWin 3.0

Для цитирования: Калым К., Дуйсенова Ш.Т., Зауырбекова Д.С., Жунусова А.К., Караиванов Д. (2026). Исследование влияния температурного режима на параметры линий электропередачи // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 195–210. <https://doi.org/10.37884/2-2026/17> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: *Исследовательская работа выполнена в Алматинском университете энергетики и связи им. Г. Даукеева. Авторы выражают благодарность научным руководителям и коллективу кафедры «Электроэнергетические системы» за оказанную методическую и техническую поддержку.*

Введение.

В современной мировой экономике электроэнергетика является стратегически важной и базовой инфраструктурной отраслью. Электроэнергия рассматривается как основной ресурс, обеспечивающий все направления промышленности, транспортные системы, связь и информационные технологии, а также бытовые потребности населения [Yusov, 2021]. Поэтому надежность, эффективность и устойчивость электроэнергетических систем считаются важнейшей составляющей экономической безопасности любого государства [Kim & Overbye, 2019]. В последние десятилетия спрос на электроэнергию неуклонно растет. Это связано с усилением процесса урбанизации, развитием промышленности и широким внедрением цифровых технологий [Gustavsen, 2017]. В таких условиях возрастает и нагрузка на электроэнергетические системы, возникает необходимость оптимизации режимов их работы. Особенно большое значение имеет эффективность и надежность сетей передачи и распределения электроэнергии [CIGRÉ, 2014]. Транспортировка электроэнергии осуществляется по линиям электропередачи. Эти сети являются основным звеном, обеспечивающим поток энергии от источников генерации к потребителям [Ahmed & Singh, 2018]. В таких государствах с обширной территорией, как Казахстан, особую роль играют воздушные линии электропередачи, поскольку они простираются на сотни километров и проходят через различные климатические зоны. Такие условия приводят к тому, что на режим работы сетей влияет множество внешних факторов [Zhou et al., 2021]. Эффективность работы линий электропередачи зависит не только от технических параметров, но и от климатических условий окружающей среды. Среди них важное место занимают такие факторы, как температура воздуха, скорость ветра, солнечная радиация, влажность и оледенение [Saparov, 2020]. Эти факторы напрямую влияют на электрические, механические и тепловые свойства проводников.

Температура является одним из основных факторов, влияющих на режим работы линий электропередачи. При изменении температуры проводников изменяется и их электрическое сопротивление. Физически это явление объясняется движением свободных электронов в проводящих материалах [Li et al., 2020]. При повышении температуры колебания атомов усиливаются, а сопротивление движению электронов увеличивается. В результате сопротивление проводника увеличивается. А когда температура падает, происходит обратный процесс [Black & Strbac, 2016]. Изменение электрического сопротивления проводника влияет на основные параметры электрической сети. Во-первых, увеличивается падение напряжения, что влияет на качество энергии, поставляемой потребителям. Во-вторых, затраты на активную электроэнергию увеличиваются, потому что часть электроэнергии теряется в виде тепла. В-третьих, снижается общая эффективность сети. Поэтому учет температурных факторов очень важен при проектировании и эксплуатации электрических сетей [Holmgren & Söder, 2019]. Климатические условия Республики Казахстан характеризуются изменением температуры в широком диапазоне. Зимой температура опускается до -40 -60 °С, летом

поднимается до $+40..+50^{\circ}\text{C}$. Такие отклонения существенно влияют на режим работы проводников электрических сетей. В связи с этим расчеты, сделанные без учета конкретных климатических условий, могут не дать полностью точных результатов. В традиционных инженерных расчетах часто сопротивление проводников принимается постоянным или определяется стандартной температурой. Однако такой подход не полностью описывает конкретные условия труда. В результате возникает разница между фактической нагрузкой и расчетными значениями электрических сетей. Эта ситуация может поставить под угрозу надежность сети. В настоящее время в электроэнергетике широко применяются методы динамического моделирования. Эти методы позволяют учитывать параметры в реальном времени. В том числе технология Dynamic Line Rating позволяет определять фактическую пропускную способность линий электропередачи в зависимости от температуры [Fernandez et al., 2017]. Этот метод позволяет повысить эффективность сети и увеличить пропускную способность без строительства дополнительной инфраструктуры [Wang et al., 2022]. Учет температурных факторов важен не только для снижения энергозатрат, но и для повышения надежности электросетей. Чрезмерный нагрев проводников снижает их механическую прочность и увеличивает провисание. Это, в свою очередь, увеличивает риск возникновения аварийных ситуаций. А при низких температурах свойства материалов изменяются, и увеличивается вероятность механических повреждений [Zhang & Li, 2016]. Современное развитие электроэнергетических систем тесно связано с процессом цифровизации. Технологии интеллектуальных сетей (Smart Grid) позволяют управлять электрическими системами в режиме реального времени. В этих системах температура, нагрузка и другие параметры постоянно контролируются. Такие подходы позволяют повысить эффективность электросетей и снизить затраты.

Целью настоящей исследовательской работы является комплексное исследование влияния температурных факторов в линиях электропередачи на их электрическое сопротивление, затраты на мощность и режим напряжения. Также на примере конкретной электросети предусматривается проведение расчетов в различных температурных сценариях.

В исследовании используются методы теоретического анализа, математического моделирования и программного моделирования. Полученные результаты имеют практическое значение при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем.

Таким образом, учет температурных факторов играет важную роль в повышении эффективности и надежности электрических сетей. Данная исследовательская работа направлена на решение научных и инженерных задач в данном направлении.

Актуальность исследования также тесно связана с усложнением современных энергетических систем. Увеличение нагрузок на электрические сети и расширение их региональной структуры требует более точного и глубокого проведения системного анализа. Из-за высокой изменчивости параметров, особенно на дальнемагистральных воздушных линиях, их описание с фиксированными значениями не может полностью изобразить реальные физические процессы. По этой причине использование температурно-зависимых моделей имеет важное значение как с научной, так и с инженерной точки зрения.

Изучение работы электрических сетей в условиях Казахстана имеет особое значение, так как климатические условия носят очень континентальный характер. В регионах с очень холодной зимой и жарким летом температурный диапазон проводников меняется с очень широкими интервалами. Это состояние влияет не только на электрическое сопротивление, но и на механические напряжения. Дополнительные факторы, такие как ветер, ледяная нагрузка и солнечная радиация, усложняют фактическое рабочее состояние проводников. Поэтому в инженерных расчетах недостаточно полагаться только на номинальные значения.

Также в настоящее время в электроэнергетике идет процесс цифровой трансформации. Технологии интеллектуальных сетей, автоматизированные системы мониторинга и возможности обработки данных в режиме реального времени проложили путь к переходу на новый уровень управления электрическими сетями. Эти технологии позволяют непрерывно контролировать температуру, ток, напряжение и другие параметры. В результате появляется возможность динамически регулировать пропускную способность сети с учетом ее фактической нагрузки. Анализ научной литературы показывает, что, хотя часть современных исследований посвящена тепловому режиму проводников, большинство из них основано на идеализированных условиях. А в реальных сетевых системах одновременно действуют многие факторы. Учет взаимосвязи этих факторов требует сложных

математических моделей. В связи с этим возрастает роль вычислительных программ и симуляционных инструментов.

Научная новизна данной работы заключается в моделировании реальных условий работы электрической сети с учетом температурного режима проводников. Такой подход позволяет оценить энергетическую эффективность сети и точно рассчитать затраты. Также полученные результаты помогут обосновать инженерные решения при проектировании электрических сетей. Методы, использованные в исследовании, основаны на принципах расчета параметров электрических сетей, построения эквивалентных схем и моделирования различных температурных сценариев. С помощью этих подходов выявляются закономерности изменения сопротивления, падения напряжения и потерь мощности в линиях электропередачи. Полученные результаты позволяют сделать рекомендации, направленные на оптимизацию функционирования энергетических систем.

С практической точки зрения учет температурных факторов способствует увеличению пропускной способности электрических сетей и продлению срока их службы. Кроме того, такой подход позволяет снизить затраты на электроэнергию и повысить общую надежность системы. Таким образом, исследовательская работа соответствует современным тенденциям развития электроэнергетики и является важным научным вкладом, направленным на повышение ее эффективности.

Особое внимание также требует вопрос обеспечения надежности электроэнергетических систем. Поскольку современная энергетическая инфраструктура имеет сложную структуру, любое модальное отклонение может повлиять на стабильность всей системы. Увеличение сопротивления, вызванное температурными изменениями, способствует не только энергозатратам, но и работе систем релейной защиты. Это связано с тем, что при изменении параметров тока и напряжения в сети меняются и условия срабатывания защитных устройств. При проектировании линий электропередачи заранее рассчитываются пределы безопасности. Но эти пределы часто основываются на самых неблагоприятных обстоятельствах. При реальной эксплуатации во многих случаях сеть не работает при полной нагрузке, а температурные условия отклоняются от расчетных значений. Поэтому статические подходы к проектированию не всегда точно отражают реальную ситуацию. По этой причине методы динамического моделирования широко используются в инженерной практике.

Материалы и основные методы. В настоящем исследовании совместно применялись методы теоретического моделирования, инженерных расчетов и численного моделирования с целью комплексного анализа влияния температурного режима проводников в линиях электропередачи на их электрические, энергетические и режимные параметры [CIGRÉ, 2014]. В качестве объекта исследования выбрана конкретная Коргалжинско – Краснознаменская линия электропередачи напряжением 110 кВ Республики Казахстан. Поскольку эта сеть работает в широком диапазоне климатических условий, она является репрезентативной моделью, позволяющей точно оценить влияние температурных факторов. На рассматриваемой территории имеется 7 подстанций. Электрическая схема сети показана на рисунке 1. Рассматриваемый участок питается от шины 110 кВ понижающей подстанции ЦГПП – 500/220/110 кВ и Жалтыр – 220/110/10 кВ по одноцепным линиям № 21 и № 22.

Сведения о линиях электропередачи и подстанциях электрической сети приведены в таблицах 1.

Таблица 1 – Данные по линиям электропередачи рассматриваемого участка

Участок линии	Напряжение, кВ	Длина линии	М а р к а провода	С е ч е н и е провода, мм ²	Количество цепей линии
ЦГПП-Воздвиженка	110	23	АС	150	одноцепной
Воздвиженка-Акмола	110	21	АС	150	одноцепной
Акмола-Мыльная	110	40	АС	150	одноцепной
Мыло-Жантеке	110	31	АС	120	двухконтурный
Жантеке-Коргалжын	110	27	АС	120	одноцепной
К о р г а л ж ы н - Краснознаменка	110	82	АС	95	одноцепной

Принципиальная схема участка рассматриваемой электрической сети представлена на рисунке 1.

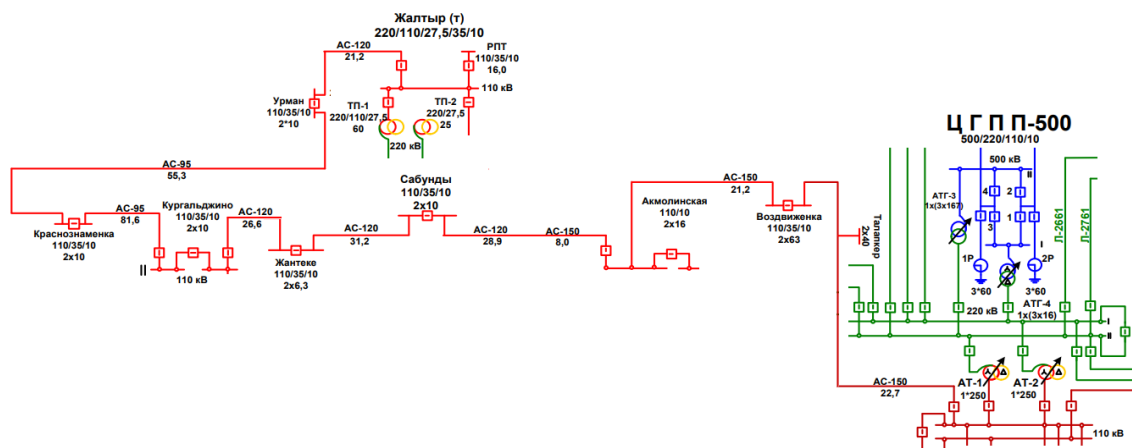


Рис. 1. принципиальная схема сетевого раздела
[Fig. 1. Schematic diagram of the network section]

Объект исследования и исходные данные. В качестве исходных материалов исследования использованы технические и эксплуатационные характеристики линии электропередачи [Ahmed & Singh, 2018]. К ним относятся марки проводников (AC-95, AC-120, AC-150), их поперечные сечения, длины линий, количество цепей, а также удельно-активные и реактивные сопротивления. Эти параметры взяты из нормативных документов и технических справочников по энергетическим системам. Общая структура сети состоит из нескольких промежуточных подстанций, что позволяет моделировать различные режимы нагрузки. Каждый участок сети рассматривался как отдельный электрический элемент, а его параметры рассчитывались индивидуально. Такой подход повысил точность модели и позволил получить результат, близкий к реальной эксплуатационной ситуации [Zhou et al., 2021].

Климатические параметры. В исследовании рассматривался широкий диапазон температур: от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Этот диапазон в полной мере характеризует континентальные климатические особенности Казахстана. Температурные режимы были разделены на три основных сценария: низкотемпературный режим ($-60..-10^{\circ}\text{C}$); нормальный режим ($-10..+30^{\circ}\text{C}$); высокотемпературный режим ($+30..+60^{\circ}\text{C}$). Для каждого сценария были пересчитаны электрические параметры проводника. Тепловая модель проводника. Температура проводника определялась на основе уравнения теплового баланса. Эта модель описывает энергетический баланс между нагревом и охлаждением проводника [Kurbanov, 2019]. Принято считать, что температура проводника зависит от следующих основных факторов: силы тока, температуры окружающей среды, скорости ветра и солнечной радиации. В качестве инженерного приближения использовалась следующая формула:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{в}} + k \cdot I^2 / F \quad (1)$$

где:

$t_{\text{пр}}$ - рабочая температура проводника;

$t_{\text{в}}$ - температура окружающей среды;

I - сила тока;

F - поперечное сечение проводника;

k - тепловой коэффициент.

Эта модель широко используется для первоначальной инженерной оценки уровня нагрева проводника и является стандартным методом в электроэнергетике. Зависимость электрического сопротивления от температуры [Saparov, 2020].

Поскольку электрическое сопротивление проводников изменяется в зависимости от температуры, в исследовании использовалась линейная температурная модель. Эта модель основана на проводящих свойствах металлов. Сопротивление определяли по следующей формуле:

$$R = R_0 [1 + \alpha (t_{\text{пр}} - 20)] \quad (2)$$

где:

R - сопротивление при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 α - температурный коэффициент ($0.004\text{ }1 / ^{\circ}\text{C}$);
 T - температура проводника.

Эта формула показывает, что сопротивление увеличивается с увеличением температуры и уменьшается с уменьшением. Это явление объясняется изменением атомных колебаний кристаллической решетки металлов [IEEE Power & Energy Society, 2018]. Математическая модель электрической сети. Для расчета режимных параметров линии электропередачи использовалась эквивалентная схема. Каждый участок сети моделировался как пассивный электрический элемент [Black & Strbac, 2016]. Основные параметры определены по следующим формулам [Holmgren & Söder, 2019]:

Активное сопротивление:

$$R = r_0 \cdot l / n \quad (3)$$

Реактивное сопротивление:

$$X = x_0 \cdot l / n \quad (4)$$

$$B = b_0 \cdot l / (2n) \quad (5)$$

Проводимость:

где:

r_0, x_0, b_0 - параметрлеры доли;

l - длина линий;

n - количество цепи.

Эта модель позволила создать полностью электрический эквивалент сети. Все точные значения r_0, x_0, b_0 определяются из справочников в зависимости от типа провода [Li et al., 2020]. В таблице 2 приведены справочные данные и параметры проводки линии электропередачи рассматриваемого участка сети. (3), (4), (5) расчеты параметров линии электропередачи по формулам приведены для каждого участка сети и все данные обобщены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры сетей для эквивалентной схемы

Сетевой отдел	М а р к а провода	Длина, км	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	b_0 , с м / к м 10-6	R , Ом	X , Ом	B , с м / к м 10-6
ЦПП-Воздвиженка	АС-150	23	0,20	0,42	2.71	4.6	9.66	31.13
Воздвиженка-Акмола	АС-150	21	0,20	0,42	2.71	4.2	8.82	28.43
Акмола-Мыльная	АС-150	40	0,20	0,42	2.71	8	16.8	54.14
Мыло-Жантеке	АС-120	31	0,24	0,43	2.66	7.44	13.24	41.2
Жантеке-Коргалжино	АС-120	27	0,24	0,43	2.66	6.59	11.53	35,89
Коргалжын-Краснознаменка	АС-95	82	0,31	0,43	2.6	25.42	35.59	107.05

Программное моделирование (RastrWin 3.0). Для анализа режимов электрической сети использовался программный комплекс RastrWin 3.0. Этот инструмент является профессиональным инженерным программным продуктом для моделирования электроэнергетических систем в стационарном и квазистационарном режимах. С помощью программы рассчитывались следующие параметры: узловые напряжения, ответвительные токи, потоки активной и реактивной мощности, энергетический баланс сети. Температурные сценарии вводились в модель с помощью различных параметров ввода. Для каждого температурного режима рассчитывалось новое состояние сети. Метод расчета затрат на электроэнергию [Wang et al., 2022]. Расчет энергозатрат был основан на законе Джоуля–Ленца. Этот закон описывает процесс преобразования электричества в тепло:

$$P = I^2 R \quad (6)$$

где:

P -потребляемая мощность;

I -ток;

R -сопротивление.

Эта формула позволяет количественно оценить, как изменяются затраты на электроэнергию за счет изменения температуры.

Вычислительные сценарии. В ходе исследования были рассмотрены два основных сценария: высокотемпературный сценарий ($+10. +60\text{ }^{\circ}\text{C}$); низкотемпературный сценарий ($-10 -60\text{ }^{\circ}\text{C}$). В каждом

сценарии температура проводника рассчитывалась индивидуально, а сопротивление переопределялось. После этого в модели RastrWin был рассчитан новый режим.

Ограничения и принятые предположения. В исследовании были приняты следующие предположения: проводящий материал считался однородным, влияние ветра рассматривалось в среднем, солнечная радиация принималась постоянной, токи нагрузки принимались стационарными. Эти прогнозы уменьшили сложность модели и позволили более точно оценить основной температурный эффект.

Преимущества методологии. Используемая методика имеет несколько преимуществ: учитывает конкретные климатические условия, объединяет инженерные и математические модели, дает точные результаты с помощью численного моделирования, позволяет анализировать все режимы работы электросети.

Результаты.

Проведенное исследование показало, что температурный режим проводников в линиях электропередачи существенно влияет на их электрические параметры, затраты на мощность и режим работы системы в целом. Моделирующие работы выполнены на базе линии электропередачи Коргалжын - Краснознаменка 110 кВ. В ходе расчетов был рассмотрен диапазон температур окружающей среды от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и рассчитаны параметры сети индивидуально для каждой температурной точки.

Сопротивление сети при различных температурных значениях, применяемых при проведении расчетов для участка Коргалжынско-Краснознаменской электрической сети, приведено в таблице 3.

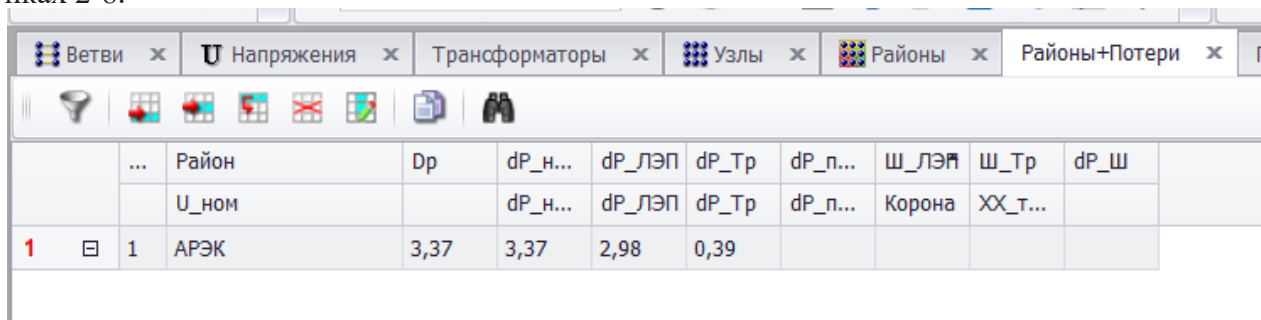
Таблица 3 – Сопротивление провода марки АС-95 при различных значениях температуры.

Окружающий средняя температура, $t, ^{\circ}\text{C}$	Температура провода, $t_{\text{пр}}, ^{\circ}\text{C}$	Сопротивление провода, R, Ом
		L = 82
60	1,35	34,10
50	1,31	33,06
40	1,27	32,02
30	1,23	30,99
20	1,19	29,95
10	1,15	28,91
0	1,11	27,87
-10	1,07	26,84
-20	1,03	25,80
-30	0,99	24,76
-40	0,95	23,73
-50	0,91	22,69
-60	0,87	21,65

Полученные результаты подтвердили, что электрическое сопротивление проводников напрямую зависит от температуры. Повышение температуры приводит к увеличению активного сопротивления проводника [Ahmed & Singh, 2018]. В частности, в интервале от $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдалось увеличение сопротивления примерно на 15-20%. Это явление объясняется усилением тепловых колебаний атомов в проводящем материале, в результате чего участились столкновения, препятствующие движению электронов. Напротив, было обнаружено, что в низкотемпературном режиме (от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$) сопротивление проводника значительно снижается. По оценкам, это снижение составило около 20-25%. Это условие увеличивает электропроводность проводника, позволяя току течь с относительно небольшими потерями. Следовательно, низкие температуры

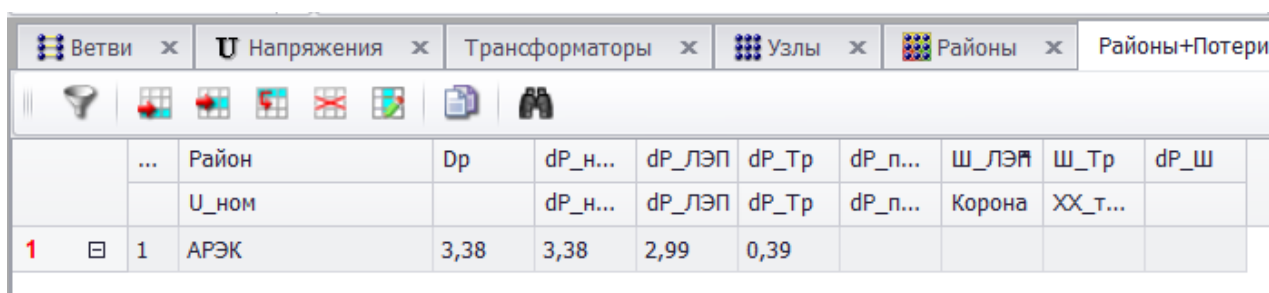
улучшают проводимость линии электропередачи [Black & Strbac, 2016]. Анализ затрат энергии показал, что на основе закона Джоуля–Ленца температура напрямую влияет на эффективность сети. С повышением температуры сопротивление увеличивается, соответственно, увеличиваются и затраты на активную мощность. В высокотемпературном режиме (+50 °C и +60 °C) потери мощности достигли уровня 3.9-4.0%. Это значительно более высокий показатель по сравнению с нормальным и снижает эффективность передачи энергии. А в низкотемпературном сценарии (от -40 °C до -60 °C) наблюдалось обратное явление: потери мощности снизились до уровня 2.6-2.8%. Объясняется это уменьшением сопротивления проводника и меньшей потерей энергии. Результаты анализа падения напряжения также дали важные выводы. Было обнаружено, что по мере повышения температуры падение напряжения вдоль линии увеличивается, а уровень напряжения, подаваемого потребителям, снижается [Zhou et al., 2021]. Это является критическим фактором, особенно для длинных линий электропередачи, поскольку снижение качества напряжения влияет на стабильную работу потребительского оборудования. Результаты моделирования, проведенного с помощью программного комплекса RastrWin 3.0, подтвердили комплексное влияние температурных факторов на режимные параметры электрической сети. Было обнаружено, что узловое напряжение, ответственные токи и силовые потоки значительно чувствительны к изменениям температуры [Li et al., 2020]. Это указывает на необходимость рассмотрения электроэнергетических систем на основе динамических моделей, а не только статических.

Графические представления. Изменение расхода мощности после изменения сопротивления через температуру окружающей среды, рассчитанное с помощью программы Rastr, показано на рисунках 2-8.



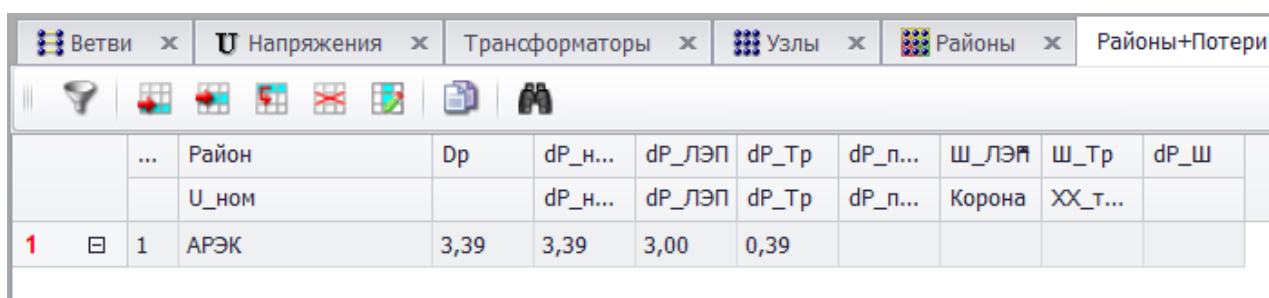
		Район	Dp	dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Корона	XX_Т...	
1	1	АРЭК	3,37	3,37	2,98	0,39				

Рис. 2. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 10°C
[Fig. 2. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 10°C]



		Район	Dp	dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Корона	XX_Т...	
1	1	АРЭК	3,38	3,38	2,99	0,39				

Рис. 3. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 20°C
[Fig. 3. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 20°C]



		Район	Dp	dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_н...	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_н...	Корона	XX_Т...	
1	1	АРЭК	3,39	3,39	3,00	0,39				

Рис. 4. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 30°C
[Fig. 4. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 30°C]

Узлы x Ветви x U Напряжения x Районы+Потери x Токовая нагрузка ЛЭП x										
N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	АРЭК	4,26	4,26	3,86	0,40				
2	110		4,26	3,86	0,40					

Рис. 5.

Рис. 5. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 40°C
[Fig. 5. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 40°C]

Узлы x Ветви x U Напряжения x Районы+Потери x Токовая нагрузка ЛЭП x										
N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	АРЭК	4,29	4,29	3,89	0,40				
2	110		4,29	3,89	0,40					

Рис. 6. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 50°C
[Fig. 6. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 50°C]

Узлы x Ветви x U Напряжения x Районы+Потери x Токовая нагрузка ЛЭП x										
N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	АРЭК	4,35	4,35	3,95	0,40				
2	110		4,35	3,95	0,40					

Рис. 7. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды 60°C
[Fig. 7. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of 60°C]

Узлы x Ветви x U Напряжения x Районы+Потери x Токовая нагрузка ЛЭП x										
N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	АРЭК	4,25	4,25	3,85	0,40				
2	110		4,25	3,85	0,40					

Рис. 8. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -10°C
[Fig. 8. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -10°C]

Узлы x Ветви x U Напряжения x Районы+Потери x Токовая нагрузка ЛЭП x										
N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
	U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	АРЭК	4,13	4,13	3,73	0,40				
2	110		4,13	3,73	0,40					

Рис. 9. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -20°C
[Fig. 9. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -20°C]

Узлы × Ветви × U Напряжения × Районы+Потери × Токвая нагрузка ЛЭП ×										
	N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р	
1	1	АРЭК	3,35	3,35	2,96	0,39				
2		110		3,35	2,96	0,39				

Рис. 10. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -30°C
[Fig. 10. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -30°C]

Узлы × Ветви × U Напряжения × Районы+Потери × Токвая нагрузка ЛЭП ×										
	N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р	
1	1	АРЭК	3,22	3,22	2,83	0,39				
2		110		3,22	2,83	0,39				

Рис. 11. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -40°C
[Fig. 11. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -40°C]

Узлы × Ветви × U Напряжения × Районы+Потери × Токвая нагрузка ЛЭП ×										
	N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р	
1	1	АРЭК	3,13	3,13	2,74	0,39				
2		110		3,13	2,74	0,39				

Рис. 12. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -50°C
[Fig. 12. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -50°C]

Узлы × Ветви × U Напряжения × Районы+Потери × Токвая нагрузка ЛЭП ×										
	N...	Район	Dp	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш
		U_ном		dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р	
1	1	АРЭК	3,0	3,0	2,61	0,39				
2		110		3,0	2,61	0,39				

Рис. 13. Заключение для Коргалжинско – Краснознаменского участка при температуре окружающей среды -60°C
[Fig. 13. Conclusion for the Korgalzhyn–Krasnoznamensky section at an ambient temperature of -60°C]

Данные экспериментальные данные позволяют оценить температурную зависимость электрических свойств провода. По мере снижения температуры атомные колебания внутренней структуры проводника уменьшаются, что снижает количество столкновений, препятствующих движению электронов Таблица 4.

Таблица 4 – Сопротивление и потребляемая мощность провода марки АС-95 при различных температурных значениях

Температура окружающей среды, $t, ^{\circ}\text{C}$	Сопротивление провода, $R \text{ Ом}, L = 82$	Потребляемая мощность, $P, \%$
60	34,10	3,95
50	33,06	3,89
40	32,02	3,86
30	30,99	3

20	29,95	2,99
10	28,91	2,98
-10	26,84	3,85
-20	25,80	3,73
-30	24,76	2,96
-40	23,73	2,83
-50	22,69	2,74
-60	21,65	2,61

В результате этого эксперимента сопротивление проволоки постепенно уменьшается вместе с понижением температуры окружающей среды, рис.14.

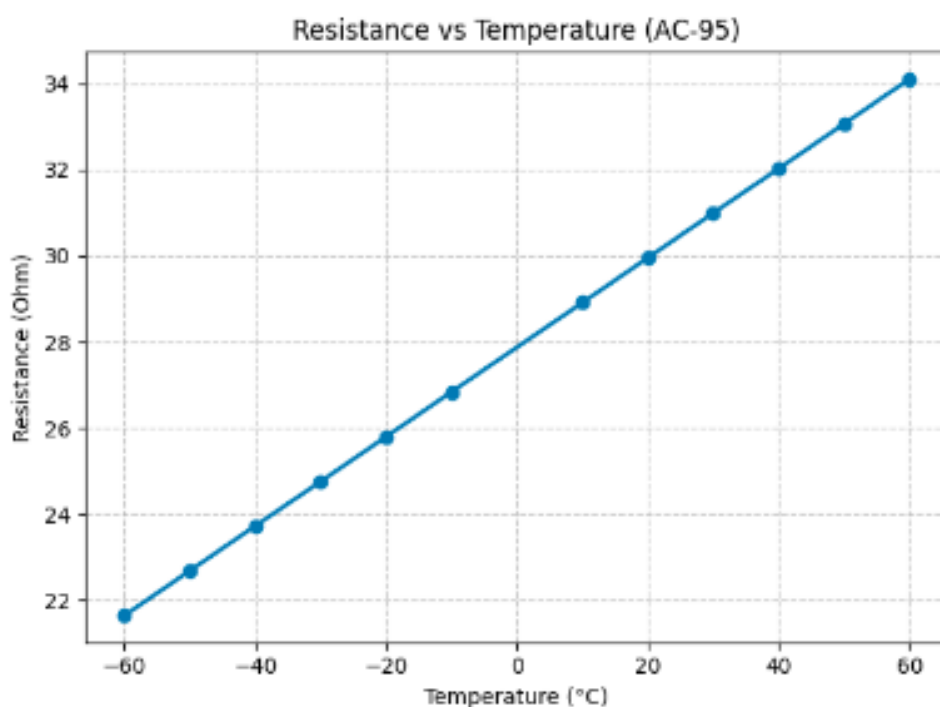


Рис. 14. Қоршаған орта температурасының әуелік желінің кедергісіне тәуелділігі
[Fig. 14. Dependence of overhead line resistance on ambient temperature]

На рисунке 14 показано влияние температуры окружающей среды на активное сопротивление проводника воздушной линии электропередачи. Как видно из графика, по мере повышения температуры электрическое сопротивление проводника также постепенно увеличивается. Это явление объясняется влиянием температуры на движение свободных электронов в проводящих материалах.

При повышении температуры тепловые колебания атомов в кристаллической решетке проводника усиливаются. В результате увеличивается количество столкновений, препятствующих движению электронов, и увеличивается электрическое сопротивление проводника. А при понижении температуры колебания атомов уменьшаются, а движение электронов облегчается, вследствие чего уменьшается электрическое сопротивление проводника. По результатам исследований при температуре +60 °C сопротивление проводника марки AC-95 достигает значения около 34,10 Ом. А при понижении температуры до -60 °C сопротивление проводника уменьшается до 21,65 Ом. Это изменение указывает на линейную зависимость между температурой и электрическим сопротивлением.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что сопротивление проводников в линиях электропередачи существенно зависит от температурного режима. Поэтому при расчете энергетических потоков в электроэнергетических системах и анализе энергозатрат важно учитывать конкретные

климатические условия.

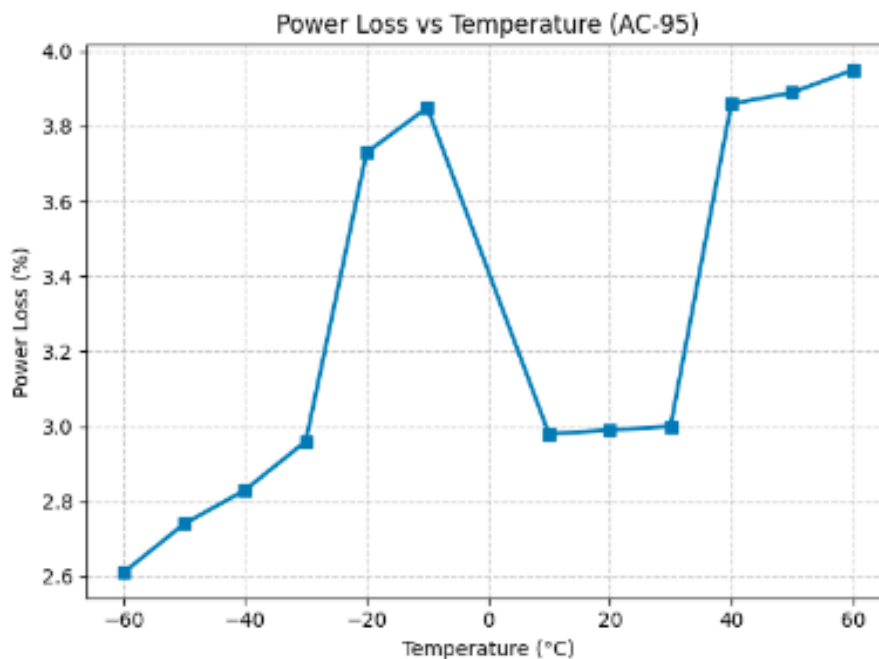


Рис.15. зависимость температуры окружающей среды от расхода мощности в сети
[Fig. 15. Dependence of ambient temperature on power consumption in the network]

На рисунке 15 показана зависимость температуры окружающей среды от потерь мощности в электрической сети. Из графика видно, что по мере повышения температуры потери мощности также постепенно увеличиваются. Это явление объясняется увеличением электрического сопротивления проводников с повышением их температуры. В диапазоне температур $+10...+40$ °C потребляемая мощность остается относительно стабильной и поддерживается на уровне около 3%. А когда температура достигает значений $+50...+60$ °C, расход активной мощности в сети увеличивается до 3,9%. Это связано с увеличением потерь тепла в соответствии с законом Джоуля–Ленца в результате нагрева проводников. Напротив, в условиях низких температур электрическое сопротивление проводников уменьшается, а потери мощности в сети снижаются. Например, в диапазоне температур $-40...-60$ °C потери мощности уменьшаются до уровня 2,6-2,8%. Таким образом, график показывает, что энергозатраты в электрических сетях существенно зависят от температурного режима. Это доказывает необходимость учета конкретных климатических условий при расчете режимов работы электроэнергетических систем.

Обсуждение.

Анализ результатов показал, что температурный режим проводников оказывает комплексное влияние на электрические характеристики линии электропередачи. Полученные результаты полностью согласуются с классическими законами электротехники [Black & Strbac, 2016].

Связь между температурой и сопротивлением объясняется микроскопическими процессами в материале проводника. При повышении температуры усиливаются тепловые колебания атомов, что приводит к увеличению числа столкновений электронов и, как следствие, росту сопротивления [Holmgren & Söder, 2019]. При понижении температуры наблюдается обратный процесс.

Зависимость потерь мощности от температуры имеет важное практическое значение. В ходе исследования установлено, что при высоких температурах потери мощности достигают 4%, что приводит к снижению эффективности передачи электроэнергии. Это особенно критично для протяжённых линий электропередачи.

При низких температурах потери уменьшаются, что повышает эффективность передачи энергии. Однако необходимо учитывать и механические свойства проводников, так как при низких температурах возрастает хрупкость материалов [Kim & Overbye, 2019].

Падение напряжения также зависит от температуры. При её увеличении возрастает сопротивление линии, что приводит к снижению напряжения у потребителей [Wang et al., 2022]. Это может негативно сказаться на качестве электроэнергии, особенно для промышленных нагрузок.

Результаты моделирования в RastrWin 3.0 подтвердили, что температурный фактор влияет на

все режимные параметры системы. Это указывает на необходимость использования динамических моделей при анализе электрических сетей.

Одним из ключевых практических выводов является возможность применения технологии Dynamic Line Rating (DLR). Данный подход позволяет определять пропускную способность линии с учетом текущих температурных условий, что повышает эффективность использования существующей инфраструктуры.

С учетом климатических особенностей Казахстана, где наблюдаются значительные температурные колебания, учет температурного режима становится особенно важным. Это позволяет повысить надежность и эффективность работы электрических сетей.

В целом результаты исследования подтверждают необходимость учета температурных факторов при проектировании и эксплуатации электрических сетей. Это позволяет снизить потери энергии, повысить эффективность передачи и обеспечить стабильную работу энергосистемы.

Выводы.

Настоящая исследовательская работа была направлена на комплексный анализ влияния температурного режима воздушных линий электропередачи в электроэнергетических системах на их электрические параметры, распределение потоков энергии и затраты энергии. Результаты исследования убедительно доказали, что температура проводников является одним из основных факторов, непосредственно и существенно влияющих на эффективность работы электрических сетей. В ходе работы были использованы методы теоретического анализа, математического моделирования и численного моделирования в программном комплексе RastrWin 3.0. Объединение этих методов позволило создать модель электрической сети, близкую к реальной эксплуатационной ситуации. В качестве объекта исследования выбрана Коргалжынско – Краснознаменская линия электропередачи напряжением 110 кВ, полностью исследованы ее режимные параметры, чувствительные к климатическим условиям.

Полученные результаты показали, что изменение температуры проводника напрямую влияет на их активное электрическое сопротивление. Установлено, что при повышении температуры с $+10^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивление проводника увеличивается в среднем на 15-25%. Это явление объясняется усилением атомных колебаний во внутренней кристаллической структуре проводящего материала, что приводит к увеличению сопротивления движению электронов [Yusov, 2021].

Увеличение сопротивления приводит к ухудшению основных энергетических показателей в электросети. В частности, наблюдается рост затрат на электроэнергию. По результатам исследования установлено, что при максимальном температурном режиме ($+60^{\circ}\text{C}$) потери активной мощности в сети достигают уровня 3,95%. Этот показатель показывает, что значительная часть электроэнергии превращается в тепловые потери и снижает общую эффективность системы [Black & Strbac, 2016].

Напротив, в низкотемпературных режимах (от -10°C до -60°C) сопротивление проводника уменьшается, а энергетическая эффективность электрической сети увеличивается. В результате расчетов установлено, что минимальные потери мощности при температуре -60°C были на уровне 2,61%. Это состояние связано с улучшением проводящих свойств металлов при низких температурах, то есть уменьшается сопротивление движению электронов [Zhang & Li, 2016].

Результаты исследования также показали, что уровень напряжения в электросети зависит от температуры. Увеличение сопротивления проводника при высоких температурах усиливает падение напряжения в сети, что, в свою очередь, создает дополнительную нагрузку на трансформаторные подстанции. Такая ситуация может ускорить износ оборудования в долгосрочной эксплуатации и снизить надежность системы. А при низких температурах падение напряжения уменьшается, а режим работы электросети стабилизируется.

Одним из важных результатов этого исследования является то, что учет температурного фактора позволяет значительно снизить затраты на электроэнергию. В классических вычислительных методах температура проводника часто принимается за постоянное или стандартное значение ($+20^{\circ}\text{C}$). Однако изменение температуры в широком диапазоне в конкретных климатических условиях снижает точность этого подхода. Поэтому учет фактического температурного режима проводника повышает точность моделирования электрических сетей [ENTSO-E, 2020].

На основании полученных в ходе исследования результатов выявлена необходимость новых подходов к управлению электрическими сетями. В частности, рекомендуется использовать Dynamic

Line Rating (DLR) – метод оценки динамической пропускной способности. Этот метод позволяет определять допустимую нагрузку на сеть в режиме реального времени в зависимости от фактической температуры проводника, погодных условий и режима нагрузки. Такой подход создает условия для увеличения пропускной способности электрических сетей, повышения эффективности системы без создания избыточной инфраструктуры. С практической точки зрения результаты исследования играют важную роль в планировании и эксплуатации энергетических систем. Учитывая температурный эффект, можно: снизить затраты на электроэнергию; улучшить качество напряжения; избежать перегрузки элементов сети; повысить надежность системы.

Кроме того, полученные модели являются особенно важными для таких регионов, как Казахстан, где климатические условия резко меняются. Это связано с тем, что в таких регионах разница летних и зимних температур очень высока, что напрямую влияет на режим работы электросетей.

В целом исследование доказало, что при моделировании линий электропередачи необходимо обязательно учитывать температурный фактор. Игнорирование этого фактора может привести к неправильной оценке затрат на электроэнергию и искажению реального режима работы системы.

В заключение – проведенное исследование показало следующие основные результаты: существует четкая функциональная зависимость между температурой проводника и электрическим сопротивлением; повышение температуры приводит к увеличению затрат на электроэнергию.; низкая температура повышает эффективность сети; падение напряжения напрямую зависит от температуры; использование метода Dynamic Line Rating позволяет эффективно управлять линиями электропередач.

Таким образом, исследование показало, что учет температурного режима является обязательным для повышения эффективности электроэнергетических систем и что модели, учитывающие этот фактор, станут одним из основных инструментов цифровизации и интеллектуального управления энергетическими системами в будущем.

REFERENCES

- Al'guliev R.M. (2025a). Modelirovanie energeticheskikh sistem [Modeling of energy systems]. — Baku: Elm. [in Russ.]
- Al'guliev R.M. (2025b). Vliyanie temperatury na elektroseti [Impact of temperature on power networks]. *Energetika*. 3. 200–210. [in Russ.]
- Ahmed S. & Singh S. (2018). Impact of temperature on conductor resistance. *Energy Reports*. 4. 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2018.03.002>
- Black W. & Strbac G. (2016). Value of dynamic line rating. *Electric Power Systems Research*. 130. 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.09.018>
- CIGRÉ Working Group B2.43. (2014). Guide for thermal rating calculations of overhead lines. Paris: CIGRÉ.
- ENTSO-E. (2020). Guideline for transmission system operation. Brussels.
- Fernandez E., Albizu I. & Bediauneta M.T. (2017). Dynamic line rating systems. *Renewable Energy*. 113. 1301–1310. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.06.080>
- Holmgren M. & Söder L. (2019). Increased transmission capacity using DLR // *IEEE Transactions on Power Delivery*. 34(3). 1051–1058. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2018.2872156>
- Kurbanov A.K. (2019). Elektroenergeticheskie sistemy i seti [Electric power systems and networks]. — A.: KazNTU. [in Russ.]
- Kim J. & Overbye T. (2019). Smart grid applications for transmission systems // *IEEE Transactions on Smart Grid*. 10(4). 4562–4571. <https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2873456>
- Li H., Bo R. & Wang C. (2020). Temperature-dependent power flow analysis. *IEEE Access*. 8. 112233–112245. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001234>
- IEEE Power & Energy Society. (2018). Dynamic Line Rating for overhead lines. IEEE Standard. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2018.XXXXXXX>
- Gustavsen B. (2017). Modeling of transmission lines // *IEEE Transactions on Power Delivery*. 32(2). 1231–1238. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2016.2598123>
- Saparov, K. T. (2020). Raschet liniy elektroperedachi [Transmission line calculations]. Astana: ENU. [in Russ.]
- Wang Y. et al. (2022). Real-time monitoring of transmission lines // *Electric Power Systems Research*. 205. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.107663>
- Yusov V.S. (2021). Analiz rezhimov raboty elektricheskikh setej [Analysis of power system operating modes]. — M.: Energoatomizdat. [in Russ.]
- Zhang P. & Li F. (2016). Probabilistic analysis of power systems // *IEEE Transactions on Power Systems*. 31(3). 2342–2351. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2015.2459781>
- Zhou X. et al. (2021). Thermal modeling of overhead conductors // *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 125. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.106495>

Калым Кабдырахим – теоретический анализ, постановка задач, разработка методологии исследования.

Дуйсенова Шолпан Турановна – моделирование, расчет, анализ результатов, контроль исследований.

Жунусова Айза Қадыржанкызы – методическое обеспечение, подбор литературы, помощь в расчетах.

Заурбекова Дамира Сапарбеккызы – подготовка введения, анализ литературы.

Караиванов Димитар – разработка методологии исследования.

B.N. Nuralin, S.V. Oleinikov, I.M. Pavlov, M.S. Galiev*, Ye.M. Janaliev

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, Kazakhstan

E-mail: manarbek-1980@mail.ru

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A SYMMETRICAL DIAMOND-SHAPED BLADE

Nuralin Beket Nurgalievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», 090009, Kazakhstan, Uralsk, st. Zhangir Khan 51E-mail: bnuralin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>;**Oleinikov Sergey Vladimirovich**, Candidate of Engineering Sciences, West Kazakhstan University of Innovation and Technology, 090000, Kazakhstan, Uralsk, st. Ikhsanova 44/1E-mail: oleinikov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3751-9048>;**Pavlov Ivan Mikhailovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, 410054, Russia, Saratov, st. Politechnicheskaya 77E-mail: pim60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0907-0489>;**Galiev Manarbek Samigullievich**, master's degree, senior lecturer, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», 090009, Kazakhstan, Uralsk, st. Zhangir Khan 51E-mail: manarbek-1980@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>;**Janaliev Yernazar Maksutovich**, Candidate of Engineering Sciences, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», 090009, Kazakhstan, Uralsk, st. Zhangir Khan 51E-mail: ernazar.dzhanaiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>.

Abstract. *Introduction.* When cultivating crops, plowing the soil with dump plows is the main technological operation. The disadvantages are low productivity, high energy consumption and uneven field surface. *Materials and methods.* The plows are equipped with cultured dumps with an elongated wing, cutting off a rectangular layer of soil. The guns have a high traction resistance and a low coefficient of travel. Theoretical studies have established the advantages of a diamond-shaped blade separating a diamond-shaped formation and a complete revolution without the impact of a blade wing. *Results and discussion.* The installation of a symmetrical diamond-shaped blade on rotary plows allows the unit to shuttle in two modes, provides smooth plowing, increases the utilization rate of the working stroke, productivity, reduces fuel consumption, reduces traction resistance and weight of the plow. Experimental studies have shown that a plough with diamond-shaped working bodies is not inferior to the usual one in terms of crumbling, degree and depth of embedding of plant residues on old arable soils, the combination has decreased, and the flatness of the arable land surface has increased. The traction resistance of the diamond-shaped plough has decreased by 10 % compared to the serial one. *Conclusions.* Symmetrical, shortened diamond-shaped dumps have a crumbling degree of 77...80 %, and changes in the speed of movement of the unit have little effect on the degree of soil crumbling. They can reduce the distances between the working bodies, the size of the plow, and increase productivity by up to 30 %.

Keywords: Stroke utilization rate, specific energy consumption, productivity, diamond-shaped**For citation:** B.N. Nuralin, S.V. Oleinikov, I.M. Pavlov, M.S. Galiev, Ye.M. Janaliev. (2026). The results of experimental studies of a symmetrical diamond-shaped blade // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 211–224. <https://doi.org/10.37884/2-2026/18> [In Russ.].**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.**Funding:** The work was carried out within the framework of a state order for the implementation of a scientific and (or) scientific and technical project (contract No. 322/GF24-26) under the budget program 217 “Development of Science”, subprogram 102 “Grant financing of scientific research” under the priority “Sustainable development of the agro-industrial complex and the safety of agricultural products” and on the topic IRN AR23486643 “Improving the efficiency of dump plows during basic tillage.”

Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев*, Е.М. Джаналиев
 “Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті” КЕАҚ,
 Орал, Қазақстан.
 E-mail: manarbek-1980@mail.ru

СИММЕТРИЯЛЫ РОМБ ТӘРІЗДІ ҚАЙЫРМАНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Нуралин Бекет Нургалиевич, т.ғ.д., профессор, «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КЕАҚ, 090009, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан к-сі, 51

E-mail: bnuralin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>;

Олейников Сергей Владимирович, техника ғылымдарының кандидаты, Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, 090000, Қазақстан, Орал, Ихсанов көшесі, 44/1

E-mail: oleinikov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3751-9048>;

Павлов Иван Михайлович, т.ғ.д., профессор, Ю.А.Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, 410054, Ресей, Саратов, Политехникалық к-сі, 77

E-mail: pim60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0907-0489>;

Галиев Манарбек Самигуллиевич, магистр, аға оқытушы, “Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті” КЕАҚ, Қазақстан, 090009, Орал, Жәңгір хан көшесі 51

E-mail: manarbek-1980@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>;

Джаналиев Ерназар Мақсұтұлы, т.ғ.к., доцент м.а., “Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті” КЕАҚ, 090009, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан к-сі, 51

E-mail: ernazar.dzhanaiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>.

Аннотация. *Kіріспе.* Егін егу кезінде топырақты қайырмалы соқалармен жырту негізгі технологиялық операция болып табылады. Кемшіліктері-өнімділіктің төмендігі, жоғары энергия шығындылығы және егістік бетінің біркелкі тегіссіздігі. *Материалдар мен әдістер.* Соқалар тікбұрышты пішінді топырақ қабатын кесетін ұзартылған қанаты бар қайырмалармен жабдықталған. Агрегаттың тарту кедергісі жоғары, қозғалыстың жұмыс коэффициенті төмен. Теориялық зерттеулер ромб тәрізді қайырманың артықшылықтарын анықтады, ол ромб тәрізді қабатты және қайырма қанатының әсерінсіз толық аударым жасайды. *Нәтижелер және талқылау.* Бұрылмалы соқаларға симметриялы ромб қайырмасын орнату қондырғының екі режимде шөрнек әдісімен қозғалуына мүмкіндік береді, тегіс жыртуды, қозғалыс барысын пайдалану коэффициентін, өнімділікті арттыруды, отын шығынын азайтуды, тарту кедергісін және соқаның массасын азайтуды қамтамасыз етеді. Эксперименттік зерттеулер нәтижесі: ескі егістік топырақтардағы өсімдік қалдықтарының көмілу дәрежесі мен тереңдігі бойынша ромб тәрізді жұмыс органдары бар соқа әдеттегіден кем түспейді, жотасы азайып, егістік бетінің тегістігі артты. Ромб тәрізді корпустармен соқаның тарту кедергісі сериялық корпустармен салыстырғанда 10 % - ға төмендеді. *Қорытындылар.* Симметриялы қысқартылған ромб топырақтардың ұсақталу дәрежесі 77-80 % құрайды, қондырғының қозғалу жылдамдығының өзгеруі топырақтың ұсақталу дәрежесіне аздап әсер етеді. Жұмыс органдары арасындағы қашықтықты, соқаның өлшемдерін азайтуға, өнімділікті 30 % - ға дейін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жұмыс жүрісін пайдалану коэффициенті, нақты энергия шығыны, өнімділік, ромб тәрізді қайырма, айналмалы соқа, тегіс жер жырту

Дәйексөз үшін: Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев. (2026). Симметриялы ромб тәрізді қайырманың эксперименттік зерттеу нәтижелері // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 211–224. <https://doi.org/10.37884/2-2026/18> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Қаржыландыру: Жұмыс 217 “Ғылымды дамыту” бюджеттік бағдарламасы, 102 “Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру” кіші бағдарламасы бойынша “Агроөнеркәсіптік кешенді орнықты дамыту және ауыл шаруашылығы өнімдерінің қауіпсіздігі” басымдығы бойынша және ЖРН АР23486643 тақырыбы бойынша ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобаны (№322/ГФ24-26 шарт) іске асыруға мемлекеттік тапсырыс шеңберінде орындалды “Топырақты негізгі өңдеу кезінде үйінді соқалардың тиімділігін арттыру”.

Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев*, Е.М. Джаналиев

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», Казахстан.

E-mail: manarbek-1980@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИММЕТРИЧНОГО РОМБОВИДНОГО ОТВАЛА

Нуралин Бекет Нургалиевич, д.т.н., профессор, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51

E-mail: bnuralin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0507-5445>;

Олейников Сергей Владимирович, кандидат технических наук, Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, 090000, Казахстан, Уральск, ул. Ихсанова 44/1

E-mail: oleinikov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3751-9048>;

Павлов Иван Михайлович, д.т.н., профессор, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А.Гагарина, 410054, Россия, Саратов, ул. Политехническая, 77

E-mail: pim60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0907-0489>;

Галиев Манарбек Самигуллиевич, магистр, ст.преподаватель, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51

E-mail: manarbek-1980@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2939-4918>;

Джаналиев Ерназар Максutowич, к.т.н., и.о. доцент, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51

E-mail: ernazar.dzhanaiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7177-413X>.

Аннотация. *Введение.* При возделывании сельскохозяйственных культур вспашка почвы отвальными плугами является основной технологической операцией. Недостатками являются низкая производительность, высокая энергоёмкость и неровность поверхности поля. *Материалы и методы.* Плуги оснащены культурными отвалами с удлиненным крылом, отрезающий пласт почвы прямоугольной формы. Орудия имеют высокое тяговое сопротивление, низкий коэффициент рабочего хода движения. Теоретическими исследованиями установлены преимущества ромбовидного отвала, отделяющего пласт ромбовидной формы и полный оборот без воздействия крыла отвала. *Результаты и обсуждение.* Установка симметричного ромбовидного отвала на поворотных плугах позволяет движение агрегата челночным способом в двух режимах, обеспечивает гладкую вспашку, повышение коэффициента использования рабочего хода движения, производительности, сокращение расхода топлива, снижение тягового сопротивления и массы плуга. Экспериментальными исследованиями получены: плуг с ромбовидными рабочими органами по крошению, степени и глубины заделки растительных остатков на старопахотных почвах не уступает обычному, уменьшилась гребнистость, повысилась выравненность поверхности пашни. Тяговое сопротивление плуга ромбовидными корпусами в сравнении с серийным снизилось на 10 %. *Выводы.* Симметричные укороченные ромбовидные отвалы имеют степень крошения 77...80 %, изменения скорости движения агрегата незначительно влияют на степень крошения почвы. позволяют уменьшить расстояния между рабочими органами, размеры плуга, увеличить производительность до 30 %.

Ключевые слова: коэффициент использования рабочего хода, удельные энергозатраты, производительность, ромбовидный отвал, поворотный плуг, гладкая вспашка

Для цитирования: Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев. (2026). Результаты экспериментальных исследований симметричного ромбовидного отвала // // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 211–224. <https://doi.org/10.37884/2-2026/18> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность: Работа выполнена в рамках государственного заказа на реализацию научного и

(или) научно-технического проекта (договор №322/ГФ24-26) по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» по приоритету «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса и безопасность сельскохозяйственной продукции» и по теме ИРН АР23486643 «Повышение эффективности работы отвальных плугов при основной обработке почвы».

Введение.

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур определяется уровнем удельных энергозатрат, которые зависят от объема прямых эксплуатационных затрат и производительности технологических машин [Kostyuchenkov et al., 2010: 204.; Kuz'min et al., 2018: 161-163; Kasimova et al., 2021: 87-95; Baumhardt et al., 2008: 677-682]. Более 50% затрат приходится к подготовке почвы, в частности, к основной ее обработке отвальными плугами. Они снабжены культурными отвалами с удлиненным крылом, имеют низкую производительность, высокие тяговое сопротивление, удельную металлоемкость и удельные энергозатраты при низком качестве вспашки [Nuralin et al., 2020: 103-113; Mudarisov, 2007: 320.].

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено [Zhu et al., 2017: 1-8; Nagy et al., 2011: 69-72; Milyutkin, 1985: 67-76; Mamedova, 1985: 170.], что повышение производительности агрегата путем увеличения ширины захвата и повышения скорости движения плуга ограничены агротехническими, энергетическими и эксплуатационными показателями:

- плохим копированием поля и неравномерным ходом по глубине;
- образованием свальных и развальных борозд, клиньев, требующих дополнительной обработки поля к посеву;
- низкой степенью использования рабочего хода агрегата;
- резким увеличением тягового сопротивления.

Указанные недостатки вызваны конструкцией отвала, который обеспечивает оборот пласта прямоугольной формы только в одном направлении при загонном способе движения агрегата [Ерохин et al., 2005: 25-31; Belousov et al., 2016: 23-29; Lavruxin et al., 2001: 66.].

Технологический прием вспашки существующими лемешно-отвальными рабочими органами преследует две основные цели – крошение и оборот почвенного пласта. Для осуществления вспашки с оборотом пласта сложился определенный набор рабочих органов: цилиндрический, культурный, полувинтовой, винтовой при выборе необходимо руководствоваться принципом – минимального воздействия на почву с сохранением плодородия. Форма лемешно – отвальных поверхностей вышеперечисленных типов рабочих органов сложилась для скоростей 4...5 км/ч, которая ограничивалась мощностью существующих в то время тяговых машин. Дальнейшее развитие в области тракторостроения позволяло увеличить рабочие скорости и тем самым способствовало повышению производительности пахотных агрегатов. Увеличение скорости до 6...7 км/ч не требовало изменения геометрических форм плужных корпусов, а повышение тягового сопротивления на 10% компенсировалось ростом урожайности за счет более высокого качества обработки. При дальнейшем увеличении скорости круто поставленное крыло отвала отбрасывало пласт далеко в сторону, что мешало образованию слитной поверхности вспаханного поля, ухудшало заделку растительных остатков и привело к резкому возрастанию тягового сопротивления.

Исследования взаимодействия плужного рабочего органа с почвой на повышенных скоростях установили, что пласт рассыпается и вместо оборота относительно второго ребра происходит сдвиг его крылом отвала, что нецелесообразно из-за высоких энергозатрат на перемещение почвы.

Совершенствования процесса оборота почвенного пласта позволил разработки корпуса с полевым обрезаем, наклоненный под некоторым углом в сторону неспаханного поля и отрезающий пласт почвы косоугольного сечения, в частности ромбовидного. Создание плуга с ромбовидными рабочими органами обеспечивало возможности свободного перекашивания колес трактора с широкими шинами по борозде и по сравнению с обычными плугами, отрезающими и оборачивающими пласт прямоугольного сечения, имеют ряд преимуществ:

- снизился на 16% тяговое сопротивление при глубокой вспашке до 31 см;

- поверхность вспаханного поля менее гребнистая;
- снизился удельный расход на 29.5% и буксование на 13.6%;
- укоротить крыло отвала на 150...200 мм;
- уменьшить скручивающий момент на стойке и боковую составляющую от силы сопротивления, позволяющий уменьшить длину полевой доски.

Однако нет ответа на вопрос, за счет чего получается снижение тягового сопротивления. Кроме того, принятая упрощенная схема сечения пласта не позволяет ответить на вопрос каким образом влияет на схему оборота и затраты энергии на его осуществление наличие и величина вертикального участка стенки борозды? Полученные результаты не позволяют оптимизировать параметры и форму рабочей поверхности рабочих органов ромбовидного типа в зависимости от изменяемых условий работы.

Применение оборотных и поворотных плугов обеспечивает гладкую вспашку и повышение коэффициента использования рабочего хода агрегата [Ruhm et al., 1978: 708-711; Ferreira et al., 2007: 179-186; Nuralin et al., 2020: 679-685; Spodanejko et al., 2018: 201-202; Spodanejko et al., 2019: 155-160.]. Однако сдерживающим фактором их широкого применения является использования в этих плугах обычных лево/право обрабатывающих корпусов, имеющие высокую удельную металлоемкость и тяговое сопротивление. В настоящее время решение данной проблемы остается актуальным.

Материалы.

В сельском хозяйстве Казахстана самой трудоемкой технологической операцией растениеводства является основная обработка почвы, которая выполняется лемешно-отвальными плугами. Она предназначена для борьбы с сорняками и формирования структуры пахотного горизонта, обеспечивающая водно-воздушный режим почвы. Эффективность выполнения технологического процесса оценивается удельными энергозатратами

$$\mathcal{E}_{y\partial} = \frac{U}{W} \rightarrow \min \quad (1)$$

где U - суммарные затраты энергии на подготовку почвы, kBm ;

W - производительность технологических почвообрабатывающих машин, ga .

В общие затраты энергии на подготовку почвы входят затраты на преодоление тягового сопротивления агрегата, на дополнительные технологические операции по устранению недостатков основной обработки почвы, связанные с низкой степенью крошения, с выравниванием развальных, свальных борозд и обработкой клиньев, с не производительными холостыми движениями агрегата в загоне.

Часовая производительность плуга зависит от ширины захвата, скорости движения и общего коэффициента использования времени смены

$$W_{\tau} = 0.36 \cdot B \cdot V \cdot \tau \quad (2)$$

где B - ширина захвата, m ;

V - скорость движения агрегата, m/c ;

τ - общий коэффициент использования времени смены.

Учитывая, что при эксплуатации машино - тракторного агрегата (MTA) возможно менять ограниченное количество параметров (B и V), решения поставленной задачи требуют определить область допустимых их значений, которая обеспечивает максимальную производительность пахотного агрегата W_{max} при наименьших затратах.

Отечественными и зарубежными учеными установлено [Mударисов, 2007: 320], что ширина захвата и скорость движения агрегата находится в тесной взаимосвязи и не могут быть безгранично увеличены. Они ограничены энергетическими возможностями тяговых средств, особенностями природно-климатических условий зоны и технологического процесса. Скорость движения и ширина захвата теоретически имеют равновозможные значения в повышении производительности агрегата. Для конкретного агрегата максимальное значение скорости движения ограничивается конструктивными особенностями трактора, а максимальное значение ширины захвата - кинематическими параметрами. Кроме того, эти параметры ограничиваются агротехническими требованиями к выполнению данной технологической операции с учетом тягового сопротивления.

Тяговое сопротивление почвообрабатывающего агрегата зависит от типа почвы и отвальной поверхности, ширины захвата и скорости движения агрегата.

Выявлены возможность повышения рабочих скоростей для ряда почвообрабатывающих машин до 10...15км/час путем создания скоростных лемешных корпусов, которые обеспечивают хоро-

шее качество работы при не существенном увеличении тягового сопротивления. Увеличение тягового сопротивления скоростных почвообрабатывающих машин происходит в основном за счет третьего «скоростного» члена рациональной формулы В.П. Горячкина [Lavruxin et al., 2001: 66], возникающее в результате сообщения кинетической энергии частицам почвенного пласта при отбрасывании их в сторону

$$R = f \cdot G_{пл} + k \cdot a \cdot B + \xi \cdot a \cdot B \cdot V^2 \quad (3)$$

где f – общий коэффициент трения плуга в борозде; G – вес плуга, H ;

k – удельное сопротивление почвы, H/m^2 ; a – глубина обработки, m ;

B – ширина захвата плуга, m ; ξ – коэффициент пропорциональности зависящий от формы отвала и свойства почвы, $H \cdot c^2/m^4$;

V – скорость движения, m/c .

В выражение производител

ьности, кроме управляемых параметров входит общий коэффициент использования времени смены « τ », который в свою очередь, является функцией ширины захвата и его скорости.

$$\tau = f_1(B); \quad \tau = f_2(V) \quad (4)$$

Анализ составляющих общего коэффициента использования времени смены « τ » показывает, что ширина захвата агрегата « B » и скорость его движения « V » влияют главным образом на коэффициент использования времени движения « $\tau_{дв}$ ».

Исследованиями установлено, что при повышении скорости движения агрегата от 5 до 15 км/час приводит к снижению общего коэффициента использования смены в среднем на 22...25 % и коэффициента использования времени движения на 3...14 % (в зависимости от длины гона и вида работ). Уменьшение рабочей длины гона отрицательно влияет на перераспределение баланса времени, т.е. снижает время, используемое на выполнение полезной работы. Повороты агрегата на повышенных скоростях и большой ширины захвата вызывают удлинение траектории и требуют более широких поворотных полос. Поэтому скоростные и широкозахватные агрегаты целесообразнее использовать на полях с длинными гонами.

Проведенный анализ показали, что основные недостатки работы плугов и ограничения повышения их производительности непосредственно связаны с конструкцией отвала. Культурный отвал отрезает пласт прямоугольной формы и обеспечивает его полный оборот удлиненным крылом, который в свою очередь вызывает увеличение тягового сопротивления рабочего органа (рис.1,а). Данной конструкцией отвала также продиктован загонный способ движения агрегата, связанный с оставлением развальных и свальных борозд, необработанных клиньев, с непроизводительными холостыми движениями в загоне, требующие дополнительные затраты времени и энергии.

Разработка оборотных и поворотных плугов позволили заменить загонный способ движения агрегата на челночный, тем самым устранили появления развальных и свальных борозд, образования клиньев, сократили длины холостых ходов в загоне, обеспечивая гладкую вспашку без дополнительных затрат и повышая производительность пахотного агрегата. Однако, на этих плугах используются парные право - левооборачивающие серийные отвалы с длинными крыльями, что увеличивает размеры, удельную металлоемкость и тяговое сопротивление плуга.

Теоретические исследования по совершенствованию конструкции плуга и рабочих органов показали [Spodanejko et al., 2019: 155–160; Stübenbock, 1981: 1–9], что отвалы, отрезающие пласт ромбовидной формы, обеспечивают гладкую вспашку при наименьших тяговых сопротивлениях. Для полного оборота пласта ромбовидной формы не требуется дополнительного воздействия крыла отвала, что снижает тяговое сопротивление плуга. Это подтверждено частично экспериментальными исследованиями зарубежных ученых [Stübenbock, 1981: 1–9; Nuralin et al., 2025: 333–346; Kuz'min et al., 2018: 6].

Методы.

Многообразие случайных факторов, влияющих на свойства и характер движения почвенного пласта в реальных условиях, и невозможность их всестороннего учета при теоретическом исследовании, обуславливают необходимость экспериментальной проверки полученных зависимостей и их дополнения. С этой целью должны быть проведены полевые испытания ромбовидных рабочих органов.

Для проверки результатов теоретических исследований разработан экспериментальный плуг с ромбовидными отвалами. Экспериментальное исследование предусматривало изучение влияния параметров и режимов работы ромбовидного отвала (рис.1) (глубина обработки, угол ромбовидности, высота вертикального участка стенки борозды и скорости движения рабочего органа) на агротехнические и энергетические показатели пахотного агрегата, проверку работоспособности симметричного укороченного ромбовидного отвала.

На основании проведенных теоретических исследований разработана методика аналитического построения лемешно - отвальных поверхностей ромбовидных корпусов.

При выборе участка и агрофона для проведения экспериментов, определения физико-механических свойств почвы (плотность, твердость, влажность) и оценке качественных показателей (крошения, степени заделки растительных и пожнивных остатков, гребнистости поверхности вспаханного поля, глубины пахоты и ширины захвата плуга) руководствовались с нормативными документами [GOST34631-2019, 2008: 13; ST RK STB 1388–2011, 2011: 44].

Основные опыты проводили на пахотном агрегате в составе трактора МТЗ-82 «Беларусь» и экспериментальной установке – четырехкорпусного навесного плуга для гладкой пахоты с ромбовидными рабочими органами (рис. 1).

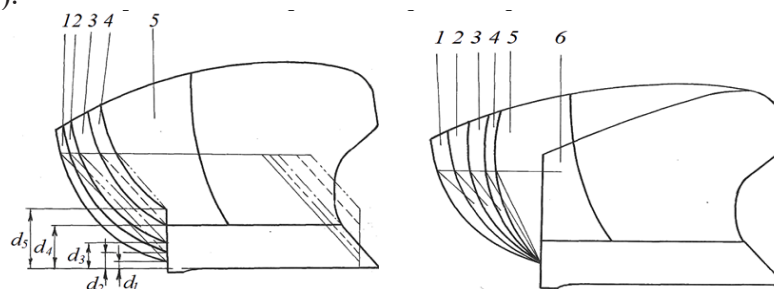


Рис. 1. Схема экспериментального корпуса со сменной грудью отвала: (а) для изменения высота вертикального участка стенки борозды; (б) для изменения угла ромбовидности: 1 - при $d=0.015$ м; 2 - при $d=0.030$ м; 3 - при $d=0.050$ м; 4 - при $d=0.080$ м; 5 - при $d=0.100$ м

[Fig. 1. Scheme of the experimental case with a replaceable blade chest: (a) to change the height of the vertical section of the furrow wall; (b) to change the diamond shape angle: 1 - at $d=0.015$ m; 2 - at $d=0.030$ m; 3 - at $d=0.050$ m; 4 - at $d=0.080$ m; 5 - at $d=0.100$ m]



Рис. 2. Фрагмент производственных испытаний четырехкорпусного навесного плуга с ромбовидными рабочими органами

[Fig. 2. Fragment of production tests of a four-body mounted plow with diamond-shaped working bodies]

Результаты.

Все опыты проводились на территории ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» на участках, однородных по типу почвы и растительному составу, с ровной поверхностью (уклон не более 1°). Почва – характерная для региона Западного Казахстана – суглинок. Характеристика почвы:

1. Плотность – $1,1 \dots 1,2$ г/см³;
2. Содержание продуктивной влаги – $12,8 \dots 17,7$ %;
3. Запас продуктивной влаги – $57,3$ мм;

С целью проверки теоретических положений о целесообразности использования ромбовидного отвала был проведен полевой эксперимент. По результатам экспериментальных исследований получе-

ны уравнения регрессии (5,6,7) влияния конструктивных и режимных параметров рабочего органа на агротехнические и энергетические показатели [Anderson et al., 2016: 311] (рис. 3,4,5).

Уравнения регрессии:

Степень крошения

$$K = 0.005\alpha^2 - 1.238\alpha - 0.041a^2 + 0.489a + 0.024\alpha a + 83.16 \quad (5)$$

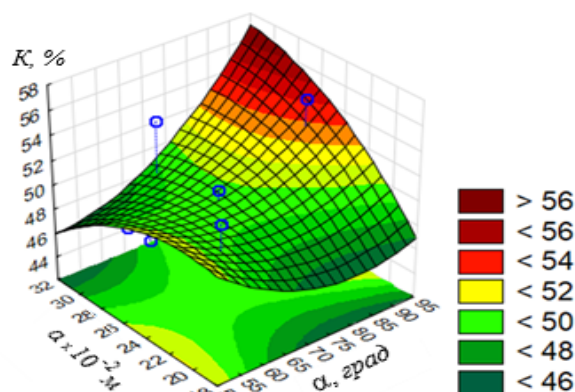


Рис. 3. Зависимость степени крошения почвы от глубины вспашки a и угла ромбовидности рабочего органа α

[Fig. 3. Dependence of the degree of soil crumbling on the depth of plowing, a and the angle of the diamond shape of the working body α]

Удельные затраты энергии

$$N_{ya} = 0.007\alpha^2 - 0.84\alpha - 0.40a^2 + 23.95a - 30.53v^2 + 172.82v + 0.01\alpha a - 0.14\alpha v - 1.41\alpha v - 373.3 \quad (6)$$

$$N_{yd} = 0.18d^2 + 4.58d - 11.29v^2 + 67.92v - 2.67dv - 3.68 \quad (7)$$

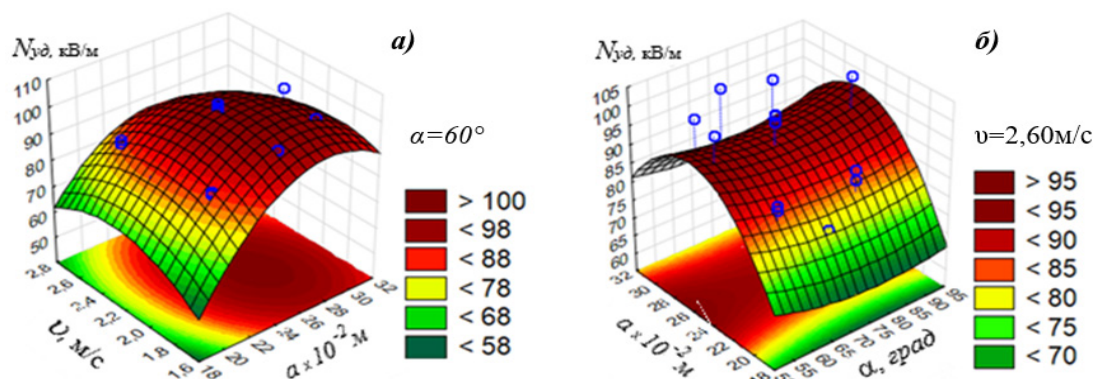


Рис. 4. Зависимость удельных энергозатрат N_{yd} от глубины обработки a , скорости движения v (а) и угла ромбовидности рабочего органа α (б).

[Fig. 4. The dependence of the specific energy consumption N_d on the depth of processing a , the speed of movement u (a) and the angle of the diamond shape of the working body α (b).]

$$a = 25,50 \times 10^{-2} \text{ м}$$

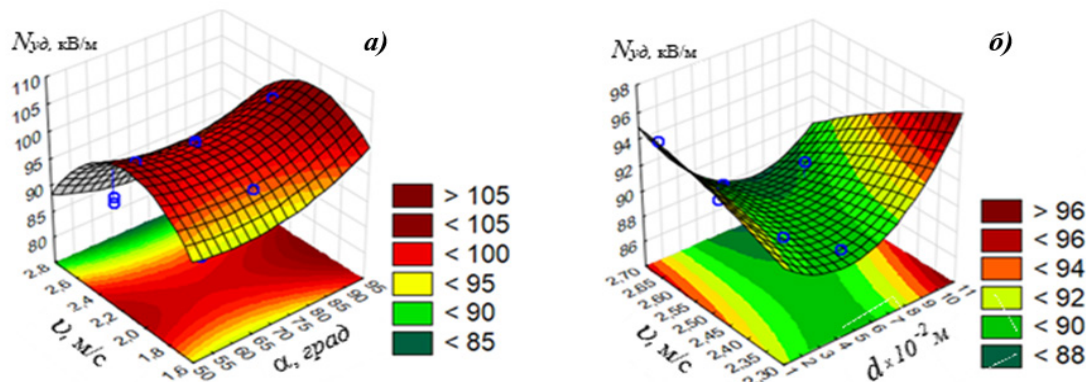


Рис. 5. Зависимость удельных энергозатрат N_{yo} от скорости движения v , угла ромбовидности рабочего органа α (а) и высоты вертикального участка стенки борозды d (б).

[Fig. 5. The dependence of the specific energy consumption N_d on the speed of movement u , the angle of the diamond shape of the working body α (a) and the height of the vertical section of the furrow wall d (b).]

Условия проведения испытания четырехкорпусного навесного плуга для гладкой пахоты с ромбовидными симметричными укороченными рабочими органами:

1. Скорость агрегата – 0,49...2,22 м/с;
2. Глубина обработки 0.25 м.

Результаты испытания четырехкорпусного навесного плуга для гладкой пахоты с ромбовидными симметричными укороченными рабочими органами представлены в таблице 1 и на рисунке 6.

Таблица 1 – Изменение степени крошения почвы от скорости движения

№ опыта	Скорость движения, м/с	Степень крошения почвы, %
1	0,49	80,38
2	0,85	77,50
3	1,24	77,21
4	2,22	77,16

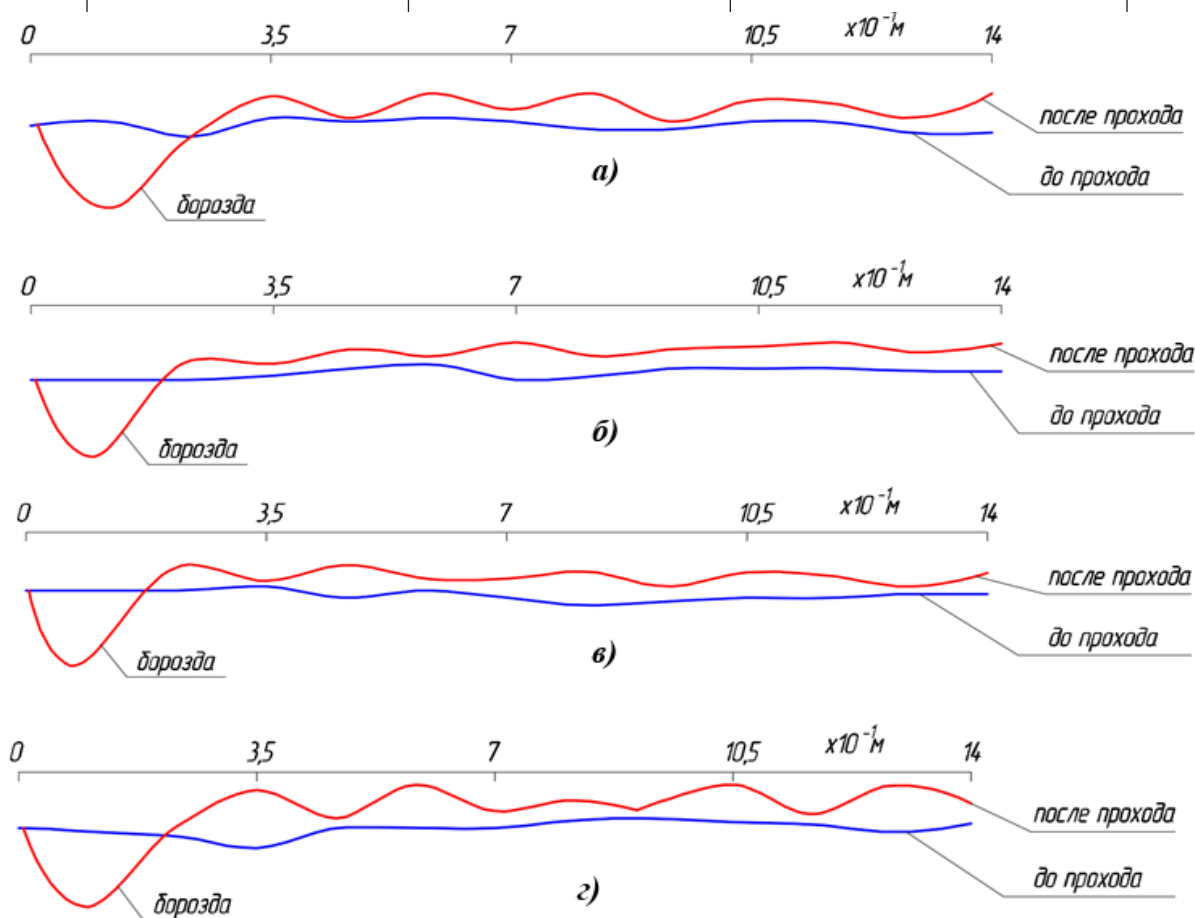


Рис. 6. Поперечный профиль пашни, обработанный с ромбовидными симметричными укороченными отвалами в зависимости от скорости движения v : а) $v = 0,49$ м/с; б) $v = 0,85$ м/с; в) $v = 1,24$ м/с; г) $v = 2,22$ м/с

[Fig. 6. The transverse profile of arable land, processed with diamond-shaped symmetrical shortened dumps, depending on the speed of movement: а) $h = 0.49$ m/s; б) $h = 0.85$ m/s; в) $h = 1.24$ m/s; д) $h = 2.22$ m/s]

Обсуждения.

Полученные материалы показывают:

- удельная мощность в зависимости от угла ромбовидности и глубины пахоты изменяется неодинаково. При малой глубине пахоты $\alpha \approx 21 \times 10^{-2} \text{ м}$ с увеличением угла ромбовидности удельные энергозатраты снижаются (рис. 4,б) и достигают минимума при $\alpha = 90^\circ$. Следовательно, наименьшим тяговым сопротивлением при данных условиях обладает обычный корпус. Это обстоятельство можно объяснить тем, что высота подъема центра масс ромбовидного пласта выше, чем у обычного. Таким образом, для подъема пласта на большую высоту необходимо затратить дополнительно энергию, которая впоследствии тратится на крошение. Увеличение степени крошения пласта при этих условиях подтверждается кривой (рис. 3).

С увеличением глубины пахоты характер зависимости удельных энергозатрат от угла ромбовидности изменяется и имеет минимум при $\alpha = 60...65^\circ$ (рис.4,б). В этом случае уменьшение величины α

, с одной стороны, приводит к увеличению высоты подъема пласта и полярного момента фигуры сечения, что влечет увеличение затрат энергии на оборот такого пласта. С другой стороны, оборот происходит практически относительно одного полюса, следовательно, отсутствует излом траектории его ц. м., отсутствуют инерционные силы, разрушающие пласт на этом этапе оборота, уменьшается крошение пласта (рис. 3). При уменьшении угла ромбовидности менее 60° первое обстоятельство играет более значительную роль и поэтому общие удельные энергозатраты начинают возрастать.

Анализ литературных источников [Stübenbock, 1981: 1–9.] показывает, что оборот реального почвенного пласта прямоугольного сечения отличается от принятой теоретической схемы оборота. Поскольку основной процесс крошения пласта происходит на лемехе и заканчивается к концу первого этапа оборота, то динамические силы, возникающие в результате смены направления движения, разрушают пласт. Вместо оборота относительно второго ребра происходит сдвиг раскрошенного пласта крылом отвала. При этом тяговое сопротивление корпуса значительно увеличивается. При глубокой вспашке этот эффект особенно заметен при $\alpha = 70...90^\circ$ (рис. 3).

Таким образом, рассматривая данные по энергозатратам и крошению почвы, можно отметить, что снижение тягового сопротивления ромбовидных рабочих органов при глубокой вспашке и увеличение ее при мелкой пахоте происходит за счет соответствующего изменения степени крошения почвы.

Анализ экспериментальных кривых изменения удельных энергозатрат для ромбовидного (с углом ромбовидности $\alpha \approx 60^\circ$ и углом ромбовидности $\alpha \approx 90^\circ$) корпусов показывает (рис. 5, а), что с увеличением скорости движения сопротивление обоих корпусов на всех глубинах пахоты возрастает, причем интенсивность роста $N_{уд}$, для соответствующих корпусов, примерно одинакова. Следует отметить, что у ромбовидного корпуса с углом ромбовидности $\alpha \approx 60^\circ$ энергозатраты с увеличением скорости возрастают быстрее. Причина этого явления заключается в следующем: траектория движения пласта зависит от скорости и формы лемешно-отвальной поверхности. Поскольку форма поверхности в опытах не изменялась, то с увеличением скорости движения рабочего органа оборот прямоугольного пласта (с углом ромбовидности $\alpha \approx 90^\circ$) осуществляется с отрывом от дна борозды. Оборот практически происходит относительно одного полюса, как и у ромбовидного. Большая же высота подъема ромбовидного пласта требует и больших затрат энергии. В связи с этим энергозатраты ромбовидного и обычного корпусов с ростом скорости движения рабочего органа на больших и средних глубинах пахоты выравниваются (рис. 4,а). При малой глубине пахоты, по той же причине, тяговое сопротивление ромбовидного корпуса с ростом рабочей скорости возрастает быстрее, чем у обычного. Это обстоятельство еще раз подтверждает тот факт, что каждой скорости движения должна соответствовать своя форма лемешно-отвальной поверхности, обеспечивающая наименьшие энергозатраты.

Зависимость удельных энергозатрат от глубины пахоты показывает (рис. 4,б), что эффект ромбовидности проявляется при глубине пахоты не менее $23 \times 10^{-2} \text{ м}$. Однако этот вывод справедлив только для скоростей $2.39...2.78 \text{ м/с}$. С увеличением же скорости, характер зависимости должен измениться, однако это положение требует дополнительной экспериментальной проверки.

Удельные затраты мощности на перемещение плужного корпуса имеют ярко выраженный минимум при $d = 0.05...0.06 \text{ м}$. Объясняется это тем, что при уменьшении d центр масс пласта смещается влево от полюса вращения. При этом возрастает высота подъема и увеличивается полярный момент инерции сечения пласта. Это приводит к увеличению энергии, необходимой на оборот, а следовательно, к возрастанию тягового сопротивления и затрат мощности на вспашку. При увеличении d более чем 0.06 м , удельные энергозатраты вновь возрастают. Увеличение d во всем исследуемом диапазоне приводит к снижению боковой составляющей тягового сопротивления R_y с 0.63 до 0.36 кН . Поскольку опыты проводились при наличии полевой доски на корпусе, то с увеличением d , последняя, опираясь о стенку борозды, удерживает корпус, что фиксируется как уменьшение боковой нагрузки на стойку R_y . Это приводит к увеличению давления корпуса через полевую доску на стенку борозды. Соответственно увеличивается сила трения и возрастает общее сопротивление корпуса, что и вызывает некоторое увеличение удельных энергозатрат при увеличении d свыше 0.06 м .

На заглубляемость корпуса и глубину пахоты изменение высоты вертикального участка стенки борозды практически влияния не оказывает,

Из проведенных исследований видно, что снижение тягового сопротивления ромбовидных плужных корпусов проявляется на средних и больших глубинах пахоты на скоростях до 3.5 м/с . Снижение тягового сопротивления происходит за счет ухудшения крошащей способности корпуса.

Оптимальным углом ромбовидности по удельным энергозатратам является угол $\alpha = 60...65^\circ$. Эффективность ромбовидных корпусов проявляется при глубине пахоты не менее $23 \times 10^{-2} \text{ м}$. С увеличением глубины она увеличивается.

Экспериментальные исследования влияния величины вертикального участка стенки борозды на энергетические показатели работы ромбовидного корпуса показали, что наиболее оптимальной является форма корпуса, позволяющая отрезать почвенный пласт с вертикальным участком стенки борозды $d = 5...6 \times 10^{-2} \text{ м}$; при увеличении d более чем 0.06 м давление корпуса через полевую доску на стенку борозды увеличивает силу трения, вызывая повышение удельных энергозатрат. Глубина пахоты от вертикального участка стенки борозды на исследованных режимах не зависит, а ширина захвата с уменьшением d увеличивается (рис. 5,6).

Результаты испытания симметричных укороченных ромбовидных отвалов показали, что изменения скорости движения агрегата незначительно влияют на степень крошения почвы. С увеличением скорости движения выравненность поверхности поля остается одинаковой, но преобладают фракции с размерами $30...40 \text{ мм}$. Это объясняется тем, что с увеличением скорости пласт не успевает совершать полный оборот из-за недостаточности высоты и кривизны поверхности отвала. По результатам проведенных опытов степень крошения почвы составляет $77,16...80,38 \%$. Данный вопрос требует дополнительного изучения.

Разработана совершенствованная конструкция лемешно-отвальной поверхности для рабочего органа к поворотному плугу с развитым крылом отвала независимо от хода рабочего органа. Отвал обеспечивает гарантированный оборот почвенного пласта в более широком интервале рабочих скоростей пахотного агрегата.

Поставленная задача достигается тем, что лемешно-отвальная поверхность рабочего органа (рис. 7) выполнена с различными углами постановки к стенке борозды, назовем этот «по сложной схеме». Грудь отвала установлена под углом 40° , а крыло – под углом 49° . В районе верхней части полевого обреза лемешно-отвальная поверхность приподнята на 65 мм , что позволяет крылу отвала качественно завершить оборот пласта почвы. Для предотвращения залипания почвы в месте «перелома» лемешно-отвальной поверхности (груди и крыла отвала), в этом месте их сочленение осуществляется по радиусу порядка 1200 мм . При смене направления движения (с левооборачивающего на правооборачивающее или наоборот), вследствие симметричности рабочего органа, геометрические параметры лемешно-отвальной поверхности, как и рабочего органа в целом, не меняются. Ложмент для крепления отвала тоже выполнен по «сложной» схеме, дабы крепление отвала было прочным и надежным.

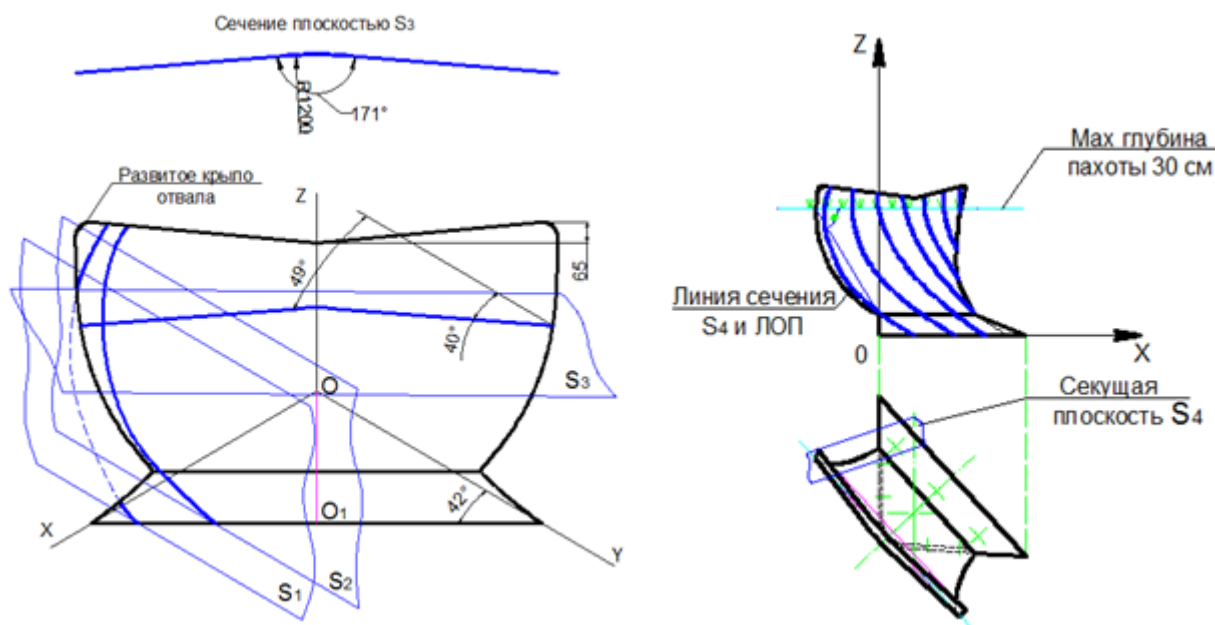


Рис. 7. Укороченная симметричная ромбовидная лемешно-отвальная поверхность
[Fig. 7. Shortened symmetrical diamond-shaped ploughshare surface]

Остальные параметры симметричного рабочего органа остаются в том же виде, как указано в патенте на полезную модель.

Следует отметить, что линии сечения (секущими плоскостями S_d) предлагаемой лемешно-отвальной поверхности весьма сходны с аналогичными линиями сечения скоростного корпуса ПЛЖ-31. Новизна подтверждена патентом №37577.KZ «Лемешно-отвальная поверхность к симметричному рабочему органу для поворотного плуга» [Nuralin et al., 2025].

Предложенный вариант ромбовидного укороченного симметричного отвала для поворотного плуга требует дополнительных экспериментальных исследований по уточнению параметров и режимов работы.

Выводы.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено:

В аграрном секторе Казахстана преобладает доля крестьянских хозяйств (около 80 %) с размерами полей до 100га, где неэффективно использования энергонасыщенных тракторов:

- Энергонасыщенные трактора можно эффективно использовать только на вспашке и посевных работах. Остальное время они простаивают;
- Круглогодичную загрузку имеют колесные трактора модификации марки МТЗ, отсутствуют шлейф машины.

Серийные отвальные плуги снабжены культурными отвалами, имеющие высокое тяговое сопротивление и низкий коэффициент использования рабочего хода агрегата из-за загонного способа движения агрегата;

Дальнейшее повышение производительности плугов возможно на основе совершенствования их конструкции и рабочих органов, обеспечивающих выполнение технологического процесса вспашки с наименьшими энергозатратами.

На качественные и энергетические показатели работы пахотного агрегата значительное влияние оказывают способы его движения, параметры отрезаемого пласта и форма лемешно – отвальной поверхности

Наиболее рационально технологический процесс гладкой вспашки оборотными и поворотными плугами. Использование в этих плугах серийных культурных отвалов не снижает тяговое сопротивление и металлоемкость орудия;

Снижения удельного сопротивления почвы можно достичь за счет оптимизации параметров рабочей поверхности почвообрабатывающего орудия.

Вспашка поворотными плугами с оборотом пласта ромбовидными рабочими органами снижает тяговое сопротивление, уменьшает размеры плуга, снижает металлоемкость путем изменения параметров отвала;

Эффективность ромбовидных корпусов проявляется при угле ромбовидности $\alpha = 60...65^\circ$;

Тяговое сопротивление ромбовидного плужного корпуса зависит от величины d . Наиболее оптимальной по энергозатратам является форма корпуса, позволяющая отрезать почвенный пласт с вертикальным участком стенки борозды $d = 5...6 \times 10^{-2} м$,

Глубина пахоты от вертикального участка стенки борозды на исследованных режимах не зависит, а ширина захвата с уменьшением d увеличивается;

Снижение тягового сопротивления ромбовидных плужных корпусов проявляется на средних и больших глубинах пахоты на скоростях до $3.5 м/с$. С повышением рабочей скорости орудия тяговое сопротивление ромбовидных корпусов возрастает быстрее, чем у обычных и при скорости $3.5 м/с$ они принимают равные значения.

Эффективность ромбовидных корпусов проявляется при глубине пахоты не менее $23 \times 10^{-2} м$. С увеличением глубины она увеличивается. Тяговое сопротивление ромбовидных корпусов в сравнении с обычными снижено почти на 17 % при глубокой вспашке до $31 см$, поверхность вспаханого поля менее гребнистая, снижается удельный расход топлива на 29.5 % и буксование трактора на 13.6 %;

Симметричный ромбовидный рабочий орган обладает следующими достоинствами: тяговое сопротивление на $15\div 20$ % меньше, нежели у обычного, отрезающего пласт почвы прямоугольного

сечения; форма борозды наиболее полно соответствует форме задних колес трактора, что снижает сопротивление перекапывания и уплотнения ранее вспаханного поля; крыло отвала и его полевой обрез представляют собой единое целое, что позволяет обеспечивать оборот пласта вправо - и левооборачивающих режимах и челночный способ движения, повышая производительность на 20 % и сокращая погектарный расход топлива агрегата на 25–30 %.

Симметричный укороченный ромбовидный отвал, установленный на поворотном плуге, обеспечивает гладкую вспашку без свальных борозд и клиньев со степенью крошения 70...80 % и сокращение расстояния между рабочими органами до 700 мм и снижение удельной металлоемкости;

Снижение тягового сопротивления рабочего органа с укороченным отвалом обеспечивает уменьшение удельных затрат на основную обработку, повышение коэффициента использования рабочего хода, ширины захвата плуга, производительности агрегата до 30 % и эффективности выполнения технологического процесса.

Для плугов с серийными рабочими органами длина холостых ходов уменьшается с увеличением длины гона, а с увеличением ширины загона резко увеличивается. Наиболее оптимальными является ширина загона в пределах 50...60 м. Для поворотных плугов ширина загона не влияет на длину холостых. В современных сельскохозяйственных кооперативах размеры полей под зерновые культуры равны до 200 га, а под овощные культуры до 50 га. В этих условиях длина загона не превышает 500 м и использование плугов с серийными рабочими органами экономически не эффективно.

На основании исследования получены зависимости для v_{omm} и B_{omm} , которые устанавливают связь между важнейшими управляемыми параметрами, условиями работы и оптимальной производительностью W_{omm} пахотного агрегата.

REFERENCES

- Anderson M.J. & Whitcomb P.J. (2016). RSM Simplified: Optimizing Processes Using Response Surface Methods for Design of Experiments, New York, NY, USA: *Second Edition*. — *Productivity Press*, 2016. 311 p. ISBN: 978-1498745987. <https://sciarium.com/file/254890/>
- Baumhardt R.L., Jones O.R. & Schwartz R.C. (2008). Long-term effects of profile-modifying deep plowing on soil properties and crop yield. *Soil Science Society of America Journal*. 72 (3). Pp. 677–682. <https://www.sci-hub.ru/10.2136/sssaj2007.0122>
- Belousov S.V. & Trubilin E.I. (2016). E'ksperimental'noe issledovanie tyagovogo soprotivleniya lemeshnogo pluga [Experimental study of the traction resistance of a ploughshare] // *Aktual'ny'e problemy' nauchno-texnicheskogo progressa v APK. Sbornik nauchny'x statej XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. — *Stavropol'*, 2016. Pp. 23–29. <https://elibrary.ru/vqvwwh> [in Russ.]
- Eroxin V.I. & Novikov V.S. (2005). O sovershenstvovanii konstruktivny'x parametrov organov pluga [On improving the design parameters of plow bodies] / *Fgou VPO MGAU*. — *M.*: 2005. №1. Pp. 25–31. [in Russ.]
- Ferreira S.L.C. et al., (2007). Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Analytica Chimica Acta*. Vol. 597. No. 2. Pp. 179–186. Aug. 2007, <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.07.011>.
- GOST34631-2019 (2008). «Texnika sel'skoxozyajstvennaya. Metody' e'nergeticheskoy ocenki». — *M.*, Standartinform, 2008. 13 p. <https://files.stroyinf.ru/Data/739/73915.pdf> [in Russ.]
- Kostyuchenkov N.V. & Plaksin A.M. (2010). E'kspluatatsionny'e svoystva mobil'ny'x agregatov [Operational properties of mobile units] // *Uchebnoe posobie*. — *Astana: KATU*, 2010. 204 p. <https://t.eruditor.one/file/866268/> [in Russ.]
- Kuz'min D.E. & Chupin P.V. (2018). Sravnitel'ny'j analiz vidov otval'noj vspashki po forme otrezaemogo plasta [Comparative analysis of types of dump plowing according to the shape of the cut-off layer] // *E'lektron. nauch. metod. zhurn.* — *Omskogo GAU*. № 2(13). 2018. P.6. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000520778100001> [in Russ.]
- Lavruxin V.A. & Moxirev E.V. (2001). Vliyanie krivizny' kry'la otvala na kruchenie plasta pri paxote [The effect of the curvature of the blade wing on the torsion of the formation during plowing] // *Materialy' nauch.konf.* — *Azovo-Chernomorgos. agroinzh.akad. - Zernograd*, 2001. Vy'p.2. P. 66. [in Russ.]
- Mudariso S.G. (2007). Povy'shenie kachestva obrabotki pochvy' putyom sovershenstvovaniya rabochix organov mashin na osnove modelirovaniya texnologicheskogo processa [Improving the quality of tillage by improving the working bodies of machines based on process modeling]: *dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora texnicheskix nauk* / — *Chelyabinsk*, 2007. 320p. <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-kachestva-obrabotki-pochvy-putem-sovershenstvovaniya-rabochikh-organov-mashin-na-> [in Russ.]
- Milyutkin V.A. (1978). Vliyanie parametrov i skorosti dvizheniya rabocheho organa na process razrusheniya pochvennogo plasta [Influence of parameters and speed of movement of the working body on the process of destruction of the soil layer] / *Tr.VIM*, t.82. — *M.*, 1978. Pp. 67–76. [in Russ.]
- Nagy M., Cota C. & Fehete L. (2011). Modeling the geometric parameters of the equipment explants 500 active body for soil processing. In international symposium. *Agricultural Engineering*. Pp. 69–72). Bucharest, Romania.
- Nuralin B. et al., (2020). The working part of a reversible plough: design and experiments. *Acta agriculturae scandinavica, section b: Soil & plant science*. Vol. 70. No. 8., Pp. 679–685, <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1833977>. [in Eng.]
- Nuralin B.N., Olejnikov S.V., Galiev M.S., Dzhanaliev E.M., Maxmudova Sh.D., Kashbaev A.A. & Nyralin A.Zh. (2025). Lemeshno-otval'naya poverxnost' k simmetrichnomu rabochemu organu dlya povorotnogo pluga. [Ploughshare-blade surface for symmetrical working body for rotary plough]. *Patent na izobretenie № 37577 KZ. Registratsionny'j №2024/0437.1, data podachi zayavki 31.05.2024. Gos. registratsiya v Gosudarstvennom reestre polezny'x modelej ot 17.10.2025, №42*. <https://gosreestr.kazpatent.kz/> [in Russ.]
- Nuralin B.N., Galiev M.S., Dzhanaliev E.M. & Olejnikov S.V. (2025). Issledovanie tyagovogo soprotivleniya otval'ny'x rabochix organov pluga [Investigation of traction resistance of plough blade working bodies] // *Izdenister, nati-zheler - Issledovaniya, rezul'taty*. — *A.*, №1 (105) 2025. Pp. 333–346. ISSN 2304–3334. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/791> [in Russ.]
- Spodanejko A.A., Kuz'min D.E., Golovin A.Yu., Loshhinina A.M. & Chupin P.V. (2019). Osobennosti sel'skoxozyajstvenny'x orudij dlya

rombovidnoj vspashki [Features of agricultural implements for diamond-shaped plowing] / — М.: *Vestnik Omskogo GAU*. 2019. № 1 (33). Рр. 155–160. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000692719200014> [in Russ.]

Stübenbock H.I. (1981). Untersuchungen über das Pflügen mit Rautenkörpern. *Grundlage Landtechnik*, vol. 1, no. 21, pp. 1–9, 1981.

ST RK STB 1388-2011 (2011). «Plugi traktorny'e lemeshny'e obshhego naznacheniya, Obshhie texnicheskie usloviya». — Gosstandart RK, 2011. 44 p. https://prg.kz/document/?doc_id=31459900&pos=4;246 [in Russ.]

Zhu L.L., Ge J.R., Cheng X., Peng S.S., Qi Y.Y., Zhang W.W. & Zhu D.Q. (2017). Modeling of share/soil interaction of a horizontally reversible plow using computational fluid dynamics. *J Terramech*. 72:1-8. https://www.researchgate.net/publication/315510285_Modeling_of_share-soil_interaction_of_a_horizontally_reversible_plow_using_computational_fluid_dynamics

Нуралин Бекет Нургалиевич, научное руководство, теоретическое обоснование проектных параметров и эксперимента.

Олейников Сергей Владимирович, разработка программы научных исследований, интерпретация результатов и подготовка научной публикации.

Павлов Иван Михайлович, разработка программы и методологии экспериментальных исследований.

Галиев Манарбек Самигуллиевич, проведение полевых испытаний и обработка полученных экспериментальных данных.

Джаналиев Ерناзар Максutowич, проведение полевых и лабораторных исследований.



D.B. Ordatayev¹, Ye.K. Auyelbek^{1*}, Ye. Sarkynov¹, K. Zhanymkhan¹, A. Meshyk²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan;

²Brest State Technical University, Brest, Belarus.

E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz

A BENCH-MOUNTED SHAFT WELL FOR TESTING A MOBILE CLEANING AND DISINFECTION UNIT

Ordatayev Darkhan, Doctoral student of the Department of Agricultural Machinery and Mechanical Engineering of the Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: 515525@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-1676-4367>;

Auyelbek Yermek, Senior lecturer of the Department «Water Resources and Melioration» of the Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5651-421X>;

Sarkynov Yerbol, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Machinery and Mechanical Engineering at the Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Zhanymkhan Kurmanbek, PhD, Associate Professor of the Department «Water Resources and Melioration», Republic of Kazakhstan, 050026, Almaty

E-mail: kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8868-4683>;

Meshyk Aleh, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering Systems and Ecology, Brest State Technical University, Brest, Belarus

E-mail: omeshik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7037-7669>.

Abstract. The article discusses the development and construction of a bench mine well designed for factory testing of a mobile mine well cleaning and disinfection unit. The relevance of the study is due to the need to increase the efficiency of operation of decentralized water supply sources subject to siltation and microbiological contamination. The purpose of the work is to create a test bench that allows reproducing the real operating conditions of mine wells and providing a comprehensive check of the functional and resource characteristics of the installation. The design of the bench well provides modeling of the main operational parameters, including geometry, depth, presence of bottom sediments and water inflow. Place of work: Almaty region, Enbekshikazakh district, Saimasay village. The project provides for the creation of an adjustable bench mine well with a depth of up to 30 m and a diameter of 1.0–1.2 m. the structure is implemented in the form of prefabricated reinforced concrete rings or a monolithic structure with an internal casing. Engineering design, modeling of hydrogeological conditions and experimental tests were used as research methods. These approaches ensure that the object of the study is considered in conditions as close as possible to actual operation, and contribute to increasing the reliability of the results obtained. This, in turn, allows you to evaluate the efficiency of the installation in various modes. The paper describes the design features of the stand, the test procedure and the criteria for evaluating the effectiveness of the main components of the installation. Conducting tests on the developed stand makes it possible to identify the design flaws of the equipment, optimize its operating modes and increase the reliability of the system as a whole. In addition, the proposed solution provides an opportunity for a comprehensive assessment of the effectiveness of the installation under various hydrogeological conditions. Expected results include the creation of an experimental base for conducting multiple trials, reducing the cost of field research and accelerating the implementation of technology in water

supply practice. The proposed approach contributes to improving the quality of cleaning and disinfection of mine wells, improving the sanitary condition of water sources and improving the reliability of water supply in rural and remote areas. In addition, the results of the study can serve as a scientific basis for further improvement of technologies in this field.

Keywords: shaft well, test stand, cleaning and disinfection, mobile unit, bottom sediments, water supply, pneumohydraulic erosion, experimental setup

For citation: Ordатаев D.B., Auyelbek Ye.K., Sarkynov Ye., Zhanymkhan K., Meshyk A. (2026). A bench-mounted shaft well for testing a mobile cleaning and disinfection unit // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 225–234. <https://doi.org/10.37884/2-2026/19> [In Kaz.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements: *The authors express their gratitude for the financial support that enabled the conduct of this research and the preparation of this article within the framework of the grant-funded project IRN AP26194045, “Investigation of the pneumohydraulic method of erosion and removal of soil deposits during the cleaning of mine wells”*

The provided grant funding contributed to the execution of the research, processing and analysis of the results, as well as the preparation of materials for publication.

Д.Б. Ордатаев¹, Е.К. Әуелбек^{1*}, Е. Саркынов¹, К. Жанымхан¹, О.П. Мешик²

¹ Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қаласы, Қазақстан;

²Брест мемлекеттік техникалық университеті, Брест, Беларусь.

E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz

ЖЫЛЖЫМАЛЫ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫН СЫНАУҒА АРНАЛҒАН СТЕНДТІК ШАХТАЛЫ ҚҰДЫҚ

Ордатаев Дархан Бахытбекұлы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Аграрлық техника және машина жасау» кафедрасының докторанты, Алматы, Қазақстан

E-mail: 515525@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-1676-4367>;

Әуелбек Ермек Кенжебекович, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Су ресурстары және мелиорация» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы

E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5651-421X>;

Саркынов Ербол, т.ғ.к., Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Аграрлық техника және машина жасау» кафедрасының профессоры, Алматы, Қазақстан

E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Жанымхан Құрманбе, PhD, «Су ресурстары және мелиорация» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан, 050026, Алматы

E-mail: kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8868-4683>;

Мешик Олег Павлович, т.ғ.к., доцент, Инженерлік жүйелер және экология факультетінің деканы, Брест мемлекеттік техникалық университеті, Брест, Беларусь

E-mail: omeshik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7037-7669>

Аннотация. Мақалада жылжымалы шахта құдықтарын тазарту және дезинфекциялау қондырғысына зауыттық сынақтар жүргізуге арналған стендтік шахта құдығын қазу және жасау қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі лайлануға және микробиологиялық ластануға бейім орталықтандырылмаған сумен жабдықтау көздерін пайдалану және тазалау тиімділігін арттыру қажеттілігімен байланысты. Жұмыстың мақсаты шахта құдықтарын пайдаланудың нақты жағдайларын жаңғыртуға, қондырғының функционалдық және ресурстық сипаттамаларын кешенді тексеруді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін сынақ стендін құру болып табылады. Жұмыс орны: Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Саймасай ауылы. Жобада тереңдігі 30 м-ге дейін және диаметрі 1,0-1,2 м-ге дейін реттелетін стендтік шахта құдығын құру көзделген, құрылым құрама темірбетон сақиналар немесе ішкі қаптамасы бар монолитті құрылым түрінде жүзеге асырылады. Зерттеу әдістері ретінде инженерлік жобалау, гидрогеологиялық жағдайларды модельдеу және эксперименттік сынақтар

қолданылды. Стендтік құдықтың конструкциясы геометрияны, тереңдікті, түбіндегі шөгінділердің болуын және су ағынын қоса алғанда, негізгі пайдалану параметрлерін модельдеуді көздейді. Бұл өз кезегінде қондырғының әртүрлі жұмыс режимдерінде тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Жұмыста стендтің құрылымдық ерекшеліктері, сынақтарды жүргізу әдістемесі және қондырғының негізгі тораптарының тиімділігін бағалау критерийлері сипатталған. Әзірленген стендте сынақтар жүргізу жабдықтың құрылымдық кемшіліктерін анықтауға, жұмыс режимдерін оңтайландыруға және тұтастай алғанда жүйенің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Күтілетін нәтижелерге бірнеше сынақтар үшін эксперименттік база құру, далалық зерттеулерге шығындарды азайту және технологияны сумен жабдықтау тәжірибесіне енгізуді жеделдету кіреді. Ұсынылған тәсіл шахта құдықтарын тазарту мен дезинфекциялау сапасын арттыруды, су көздерінің санитарлық жағдайын, ауылдық және шалғай аудандардағы сумен жабдықтау сенімділігін жақсартуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері осы бағыттағы технологияларды одан әрі жетілдіруге ғылыми негіз бола алады.

Түйін сөздер: шахталы құдық, стендтік сынақтар, тазалау және залалсыздандыру, жылжымалы қондырғы, төменгі шөгінділер, сумен жабдықтау, пневмогидравликалық эрозия, эксперименттік стенд.

Дәйексөз үшін: Ордатаев Д.Б., Әуелбек Е.К., Саркынов Е., Жанымхан Қ., Мешик О.П. (2026). Жылжымалы тазалау және дезинфекциялау қондырғысын сынауға арналған стендтік шахталы құдық // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 225–234. <https://doi.org/10.37884/2-2026/19> [In Kaz.].

Мүдделер қақтығысы: вторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Алғыс. Авторлар ИРНАР26194045 «Шахта ұңғымаларын тазарту кезінде пневмогидравликалық эрозия әдісін зерттеу және жер асты шөгінділерін жою және жылжымалы қондырғының эксперименттік үлгісін жасау» гранттық қаржыландыру жобасы аясында зерттеулер жүргізуге және осы мақаланы дайындауға мүмкіндік берген қаржылық қолдау үшін алғыс білдіреді.

Алынған гранттық қаржыландыру ғылыми зерттеулерді орындауға, нәтижелерді өңдеу мен талдауға, сондай-ақ материалдарды жариялауға дайындауға ықпал етті.

Д.Б. Ордатаев¹, Е.К. Әуелбек^{1*}, Е. Саркынов¹, Қ. Жанымхан¹, О.П. Мешик²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан;

²Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь.

E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz

СТЕНДОВЫЙ ШАХТНЫЙ КОЛОДЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ

Ордатаев Дархан Бахытбекұлы, докторант кафедры «Аграрная техника и машиностроение» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан
E-mail: 515525@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-1676-4367>;

Әуелбек Ермек Кенжебекович, старший преподаватель кафедры «Водные ресурсы и мелиорация» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Казахстан, Алматы
E-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5651-421X>;

Саркынов Ербол, к.т.н., профессор кафедры «Аграрная техника и машиностроение» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан
E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Жанымхан Құрманбек, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», Казахстан, 050026, Алматы
E-mail: kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-8868-4683>;

Мешик Олег Павлович, к.т.н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь
E-mail: omeshik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7037-7669>.

Аннотация. В статье рассматриваются разработка и сооружение стендового шахтного колодца, предназначенного для проведения заводских испытаний передвижной установки очистки и дезинфекции шахтных колодцев. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности эксплуатации децентрализованных источников водоснабжения, подверженных

заиливанию и микробиологическому загрязнению. Целью работы является создание испытательного стенда, позволяющего воспроизводить реальные условия эксплуатации шахтных колодцев и обеспечивать комплексную проверку функциональных и ресурсных характеристик установки. Конструкция стендового колодца предусматривает моделирование основных эксплуатационных параметров, включая геометрию, глубину, наличие донных отложений и приток воды. Место работы: Алматинская область, Енбекшиказахский район, село Саймасай. Проектом предусмотрено создание регулируемого стендового шахтного колодца глубиной до 30 м и диаметром до 1,0–1,2 м. Конструкция реализуется в виде сборных железобетонных колец или монолитной конструкции с внутренней облицовкой. В качестве методов исследования использованы инженерное проектирование, моделирование гидрогеологических условий и экспериментальные испытания. Данные подходы обеспечивают рассмотрение объекта исследования в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации, и способствуют повышению достоверности полученных результатов. Это, в свою очередь, позволяет оценивать эффективность работы установки в различных режимах. В работе описаны конструктивные особенности стенда, методика проведения испытаний и критерии оценки эффективности работы основных узлов установки. Проведение испытаний на разработанном стенде позволяет выявлять конструктивные недостатки оборудования, оптимизировать режимы его работы и повышать надежность системы в целом. Кроме того, предложенное решение обеспечивает возможность всесторонней оценки эффективности установки при различных гидрогеологических условиях. Ожидаемые результаты включают создание экспериментальной базы для проведения многократных испытаний, снижение затрат на полевые исследования и ускорение внедрения технологии в практику водоснабжения. Предложенный подход способствует повышению качества очистки и дезинфекции шахтных колодцев, улучшению санитарного состояния водных источников и повышению надежности водоснабжения в сельских и удаленных районах. Кроме того, результаты исследования могут служить научной основой для дальнейшего совершенствования технологий в данной области.

Ключевые слова: шахтный колодец, стендовые испытания, очистка и дезинфекция, передвижная установка, донные отложения, водоснабжение, пневмогидравлическая эрозия, экспериментальный стенд

Для цитирования: Ордатаев Д.Б., Әуелбек Е.К., Саркынов Е., Жанымхан К., Мешик О.П. (2026). Стендовый шахтный колодец для испытаний передвижной установки очистки и дезинфекции // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Рр. 225–234. <https://doi.org/10.37884/2-2026/19> [In Kaz.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку, обеспечившую проведение исследований и подготовку настоящей статьи в рамках проекта грантового финансирования ИРН АР 26194045 «Исследование пневмогидравлического метода размыва и удаление грунтовых отложений при очистке шахтных колодцев и разработка экспериментального образца передвижной установки».

Полученное грантовое финансирование способствовало выполнению научных исследований, обработке и анализу результатов, а также подготовке материалов к публикации.

Кіріспе.

Халықты сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету сумен жабдықтау жүйелерінің негізгі міндеттерінің бірі болып табылады, әсіресе шахта құдықтары кеңінен қолданылатын ауылдық және шалғай аудандарда. Пайдалану процесінде мұндай құрылыстар су басуға, түбіндегі шөгінділердің жиналуына және микробиологиялық ластануға ұшырайды, бұл судың санитарлық жағдайының нашарлауына және сумен жабдықтау сенімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Механикалық тазарту мен химиялық дезинфекцияны қоса алғанда, шахта құдықтарын тазартудың қолданыстағы әдістері жоғары еңбек сыйымдылығымен және тиімділігінің жеткіліксіздігімен сипатталады, бұл қазіргі заманғы техникалық шешімдерді, соның ішінде жылжымалы тазарту және дезинфекциялау қондырғыларын әзірлеу қажеттілігін тудырады.

Ғылыми зерттеулер мен практикалық тәжірибені талдау көрсеткендей, мұндай қондырғыларды нақты пайдалануға жақын жағдайларда алдын-ала зауыттық сынау кезеңіне жеткіліксіз көңіл бөлінеді. Мамандандырылған сынақ стендтерінің болмауы жабдықтың құрылымдық кемшіліктерін анықтау

және оның жұмыс параметрлерін оңтайландыру мүмкіндігін шектейді [Abdreshov және т.б., 2020; Sarkynov және т.б., 2024; El-Bayoumi және т.б., 2023; Evangelista және т.б., 2023; Piñon-Flores және т.б., 2024; Tumlert және т.б., 2023].

Осы зерттеу ғылыми жобаның бекітілген күнтізбелік жоспарына сәйкес орындалып, жылжымалы тазарту және дезинфекциялау қондырғысына кешенді сынақтар жүргізуді қамтамасыз ететін стендтік шахта құдығын әзірлеуге, салуға бағытталған. Зерттеу нәтижелері шахта құдықтарын тазарту мен дезинфекциялау технологияларын жетілдіруге және сумен жабдықтау сапасын арттыруға бағытталған.

Материалдар мен әдістер

Жұмыста нақты пайдалану жағдайларын модельдеуді қамтамасыз ететін стендтік шахта құдығының дизайны негізделіп, іске асырылды, сондай-ақ жылжымалы қондырғылардың кешенді функционалдық және ресурстық сынақтарын жүргізу тәсілі әзірленді. Әр түрлі құрамдағы түбіндегі шөгінділерді көбейту, реттелетін су ағынын ұйымдастыру мүмкіндігі қамтамасыз етілді, бұл әзірленіп жатқан жабдықтың сенімділігі мен тиімділігін арттыру үшін эксперименттік базаны қалыптастыруға мүмкіндік берді.

Зерттеу объектісі жылжымалы қондырғыға зауыттық сынақтар жүргізуге, шахта құдықтарын тазартуға және дезинфекциялауға арналған стендтік шахта құдығы болып табылады.

Құдықтың құрылысы Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Саймасай ауылы аумағында, жергілікті гидрогеологиялық жағдайларды ескере отырып, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің (ҚазҰАЗУ) оқу-тәжірибелік шаруашылығы базасында орындалды.

Стендтік шахта құдығын жобалау және салу ҚНЖЕ 2.04.02-84, СП 31.13330.2012, сондай-ақ ҚНЖЕ 3.05.04-85 қоса алғанда, сумен жабдықтау және гидротехникалық құрылыс саласындағы нормативтік құжаттардың талаптарын ескере отырып орындалды.

2025 жылғы күнтізбелік жоспарға сәйкес гранттық қаржыландыруға жобаны орындауға геометриялық параметрлерді, тереңдікті, түбіндегі шөгінділердің болуын және судың түсуін қоса алғанда, нақты пайдалану жағдайларын имитациялайтын стендтік шахта құдығы (1-сурет) салынды. Стенд негізгі жұмыс тораптары конструкциясының кемшіліктерін анықтау және жою мақсатында жылжымалы қондырғыға зауыттық функционалдық және ресурстық сынақтар жүргізуге арналған [Tumlert және т.б., 2023; Әуелбек және т.б., 2023].

Конструкция гидротехникалық құрылыстардың сенімділігі мен қауіпсіздігі жөніндегі нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес келетін әртүрлі пайдалану жағдайларын модельдеу және жабдыктарды кешенді сынау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Стендтің конструктивтік шешімі грейферді, екі камералы пневматикалық сорап, дезинфекциялау жүйесін, гидравликалық жуу және пневматикалық ұсақтау тораптарын қоса алғанда, қондырғының барлық негізгі тораптарының жұмысын кезең-кезеңмен тексеруді көздейді; ластанудың әртүрлі деңгейлері мен түбіндегі шөгінділердің құрамы кезінде қайталанатын сынақтар жүргізу; диагностикалау, конструктивтік өзгерістер енгізу және жабдықты кейіннен жөндеу үшін жұмыс аймақтарына жылдам қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Стендтік шахта құдығының негізгі сипаттамалары мен функционалдық мүмкіндіктері 1 кестеде келтірілген.

Қазіргі уақытта стенд дайындалды, шахта құдығы берілген деңгейге дейін сумен толтырылды, әр түрлі құрамдағы шөгінділердің қабаты қалыптасты. Бұл кезең эксперименттік жағдайларды жүргізу және сенімді нәтижелер алу үшін қажет. Сондай-ақ техникалық тапсырма бойынша шахта құдықтарын тазарту мен дезинфекциялау үшін жылжымалы қондырғының эксперименттік үлгісін дайындауға және жер асты шөгінділері мен бөгде заттарды жоюдың гидравликалық және грейферлік әдістерін пайдалана отырып су көтергіш жабдыққа техникалық қызмет көрсетуге арналған конструкторлық құжаттама әзірленді.

Келесі кезеңде жылжымалы қондырғының эксперименттік үлгісін дайындап, шахта құдықтарын тазарту және дезинфекциялау үшін жылжымалы қондырғының эксперименттік үлгісінің конструкторлық құжаттамасына өзгерістер енгізу, сондай-ақ сынақтардың нәтижелері бойынша су көтергіш жабдыққа қызмет көрсету жоспарлануда [Әуелбек және т.б., 2026; Тлеш және т.б., 2025].



Сур. 1. Стендік шахта құдығының жалпы көрінісі
[Fig. 1. General view of the test mine shaft]

Кесте 1 – Стендік шахта құдығының негізгі сипаттамалары мен мүмкіндіктері

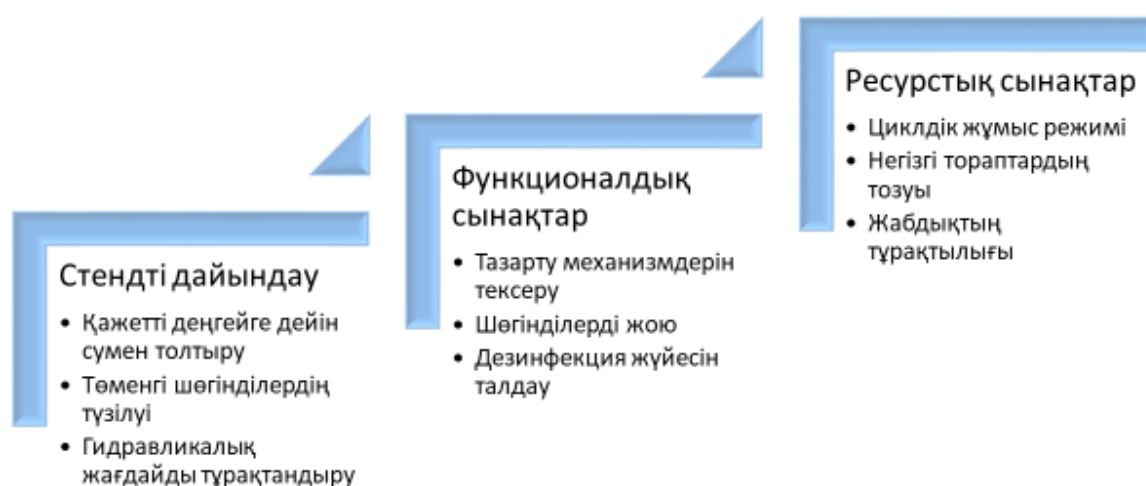
Бөлім	Параметрлер	Сипаттама
Құрылымдық параметрлер	Тереңдігі	30 м дейін (су деңгейін реттеу мүмкіндігімен)
	Диаметрі	1,0–1,2 м
	Құрылыс түрі	құрама-темірбетон сақиналары немесе монолитті орындау
	Ішкі қаптау	тығыздық пен беріктікті қамтамасыз ету үшін су өткізбейтін жабын
Ф у н к ц и о н а л д ы қ мүмкіндіктері	Су деңгейін модельдеу	құдық су деңгейін реттеу
	Төменгі шөгінділердің түзілуі	лай, құм және органикалық қоспалар қабаттарын жасау
	Су ағынын реттеу	табиғи су ағынына еліктеу
	Жабдықты орналастыру	сынақ қондырғысын орнату және бекіту
Материалдар	Құрылымдық материалдар	зауытта жасалған темірбетон сақиналары; бетон қоспалары
	Гидроокшаулағыш материалдар	арнайы жабындар мен оқшаулағыш қосылыстар
	Модельдеу материалдары	құм, саз, органикалық қоспалар
	Жұмыс ортасы	реттелетін физика-химиялық сипаттамалары бар су

Сынақ жүргізу әдістемесі.

Қорытынды кезең-конструкторлық құжаттаманы түзету нәтижелері бойынша жылжымалы

қондырғының эксперименттік үлгісін жасау жоспарланған. Оны дайындағаннан кейін жобаны орындаушылар зауыттық және шаруашылық сынақтарын өткізеді, оның барысында барлық тораптар мен механизмдердің жұмысқа қабілеттілігі, сондай-ақ қондырғының мәлімделген техникалық сипаттамаларға сәйкестігі тексеріледі. Бұл сынақтар құрылымдағы ықтимал кемшіліктерді анықтауға, оның тиімділігі мен сенімділігін растауға, сондай-ақ жаппай өндіріске дейін құрылымды одан әрі жетілдіруге және оңтайландыруға негіз береді.

Сынақтарды кезең-кезеңімен ұйымдастыру (2-сурет) авторларға жылжымалы қондырғының жұмысқа қабілеттілігін жан-жақты бағалауға, конструктивтік кемшіліктерді анықтауға және болашақта оны жетілдіру бағыттарын анықтауға мүмкіндік береді [El-Bayoumi және т.б., 2023; Evangelista және т.б., 2023; Kassymbekov және т.б., 2020].



Сур. 2. Стендтік қондырғыны сынау кезеңдері
[Fig. 2. Stages of testing the experimental setup]

Тиімділікті бағалау әдістері.

Жер асты суларының сапасын бақылау терең артезиан суларының азды-көпті қарқынды ластануы және эпидемияның таралуына себеп болуы мүмкін екенін көрсетті. Алматы облысының едәуір бөлігін қоса алғанда, шөлді, шөлейт және дала аймақтары жағдайында жайылымдық алқаптарды суландыру кезінде жайылымдық алқаптардың 70-80 % - на дейін шахталық және ұнғымалы құдықтар есебінен сумен қамтамасыз етіледі. Көрсетілген ерекшеліктерді ескере отырып, әртүрлі жағдайларды модельдеумен сынақтар жүргізуге мүмкіндік беретін стенд өндірісінің тиімділігін бағалау күмән тудырмайды.

Нәтижелер.

Судың сапасын өңдеу және бақылау осы зерттеу аясында сатып алынған W218EU рН метр WIFI Туа өлшеу құралының көмегімен жүзеге асырылды. Аталған құрал судың негізгі физика-химиялық көрсеткіштерін, оның ішінде рН деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. Өлшеу нәтижелері эксперименттік зерттеулер барысында алынған деректердің дұрыстығы мен қайталануын қамтамасыз етуге бағытталған.

Зерттеу барысында стендтік шахта құдығында су ортасының параметрлері бақыланып, әртүрлі жағдайларда модельдеу жүргізілді. Атап айтқанда, су деңгейі, түптік шөгінділердің құрамы мен қалыңдығы, сондай-ақ су ағынының қарқындылығы өзгертіліп отырды. Бұл параметрлердің өзгеруі қондырғының әртүрлі жұмыс режимдеріндегі тиімділігін бағалауға мүмкіндік берді. Мұндай тәсіл тәжірибелік сынақтардың сапасын арттыруға және алынған нәтижелердің сенімділігін қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Жүргізілген бақылаулар нәтижесінде стендтік шахта құдығы нақты пайдалану жағдайларын жеткілікті дәлдікпен модельдеуге қабілетті екені анықталды. Әртүрлі гидрогеологиялық жағдайларды

жасанды түрде құру мүмкіндігі қондырғының жұмысын жан-жақты зерттеуге жағдай жасайды. Бұл, әсіресе, түптік шөгінділердің әртүрлі құрамында (кұм, лай, органикалық қоспалар) жүргізілген сынақтарда айқын көрінді.

Су сапасының негізгі көрсеткіштерін бақылау нәтижелері көрсеткендей, қолданылған өлшеу құралдары эксперименттік деректердің тұрақтылығы мен қайталануын қамтамасыз етеді. Бұл өз кезегінде алынған нәтижелердің ғылыми негізділігін арттырады және оларды әрі қарай талдау үшін сенімді база қалыптастырады. Сонымен қатар, өлшеу құралдарын пайдалану қондырғының жұмыс тиімділігін сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында алынған мәліметтер стендтік құрылымның техникалық мүмкіндіктерін растады. Атап айтқанда, стенд су деңгейін реттеу, түптік шөгінділердің қабатын қалыптастыру және су ағынын модельдеу функцияларын тиімді жүзеге асыратыны анықталды. Бұл факторлар қондырғыны кешенді сынау үшін қажетті жағдайларды қамтамасыз етеді.

Сынақтардың нәтижелері көрсеткендей, ұсынылған стендтік шахта құдығы қондырғының негізгі жұмыс тораптарын кезең-кезеңімен тексеруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әртүрлі пайдалану жағдайларында алынған нәтижелерді салыстыру арқылы қондырғының тиімді жұмыс режимдерін анықтауға болады. Бұл жабдықты әрі қарай жетілдіру үшін маңызды болып табылады.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер стендтік шахта құдығының эксперименттік база ретінде жоғары тиімділігін көрсетеді. Ол тек қана сынақ жүргізу құралы ретінде емес, сонымен қатар жаңа инженерлік шешімдерді апробациялауға мүмкіндік беретін әмбебап зерттеу нысаны болып табылады. Бұл зерттеу нәтижелерін тәжірибеге енгізу қондырғының сенімділігі мен тиімділігін арттыруға бағытталған шешімдерді әзірлеуге негіз болады.

Талқылау.

Зерттеудің осы кезеңінде алынған негізгі нәтиже – жылжымалы шахта құдықтарын тазарту және дезинфекциялау қондырғысына зауыттық сынақтар жүргізуге арналған стендтік шахта құдығының жобаланып, салынуы. Әзірленген стенд нақты пайдалану жағдайларын зертханалық және жартылай өндірістік ортада барынша дәл модельдеуге мүмкіндік береді. Атап айтқанда, онда су деңгейінің өзгеруі, әртүрлі құрамы мен тығыздығы бар түптік шөгінділердің болуы, сондай-ақ реттелетін су ағыны сияқты факторларды қайта құру қарастырылған. Мұндай мүмкіндік қондырғының жұмысқа қабілеттілігін тексеру барысында оның функционалдық сипаттамаларын неғұрлым объективті бағалауға жағдай жасайды.

Алынған нәтиженің маңыздылығы стендтік құрылымның тек қана техникалық нысан емес, сонымен бірге болашақ эксперименттік зерттеулерге арналған әмбебап база ретінде қарастырылуымен түсіндіріледі. Далалық жағдайда жүргізілетін сынақтар көбіне табиғи орта факторларына тәуелді болып, олардың қайталануын қиындатады. Ал ұсынылған стендтік шешім сынақ жағдайларын басқаруға, белгілі бір параметрлерді жүйелі түрде өзгертуге және нәтижелерді салыстырмалы түрде талдауға мүмкіндік береді. Осы тұрғыдан алғанда, әзірленген стенд қондырғының тиімділігін бағалауда жоғары сенімділік пен қайталанымдылықты қамтамасыз ететін маңызды зерттеу құралы болып табылады.

Ғылыми әдебиеттерді талдау шахта құдықтарын тазарту және сумен жабдықтау нысандарын қалпына келтіру саласындағы көптеген зерттеулерде тәжірибелік тексерулердің маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Мысалы, Sarkynov et al. (2024), Abdreshov et al. (2020), Zhurinov et al. (2019) еңбектерінде гидротехникалық және су тазарту жүйелерін жетілдіру барысында тәжірибелік негіздің қажеттілігі атап өтіледі. Алайда көптеген жұмыстарда сынақтардың басым бөлігі табиғи жағдайда немесе нақты объектіде жүргізіліп, бұл зерттеу шығындарын арттырады және нәтижелердің тұрақты түрде қайталануын шектейді. Осы зерттеуде ұсынылған стендтік шахта құдығы аталған шектеулерді азайтуға бағытталғанымен ерекшеленеді. Оның басты артықшылығы – бақылауға келетін ортада әртүрлі пайдалану жағдайларын қайта жасап, техникалық шешімдерді алдын ала бағалау мүмкіндігі.

Ұсынылған стендтің тағы бір маңызды қыры – ол қондырғының конструктивтік кемшіліктерін ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе жаңа техникалық жүйелерді әзірлеуде аса маңызды, өйткені зауыттық сынақтар барысында анықталған ақауларды жою кейінгі шаруашылық немесе өндірістік сынақтардағы тәуекелдерді төмендетеді. Сонымен бірге, стендтік сынақтар қондырғының жеке тораптарының, соның ішінде тазарту, дезинфекциялау, шөгінділерді бұзу және шығару жүйелерінің жұмыс режимдерін жеке және кешенді түрде бағалауға жағдай жасайды. Демек, зерттеу нәтижесі тек стенд салумен шектелмей, болашақта қондырғыны жетілдіруге бағытталған

инженерлік шешімдер қабылдауға негіз қалайды.

Талқылау тұрғысынан алғанда, зерттеудің орындалған кезеңі әзірленіп жатқан жылжымалы қондырғының тиімділігін тікелей дәлелдейтін соңғы нәтиже емес, бірақ соған апаратын шешуші алғышарт болып табылады. Өйткені сенімді эксперименттік база болмайынша, қондырғының нақты техникалық-экономикалық және пайдалану көрсеткіштерін объективті бағалау мүмкін емес. Осы себепті стендтік шахта құдығының салынуы зерттеудің аралық нәтижесі болғанымен, оның ғылыми және практикалық маңызы өте жоғары деп бағаланады.

Практикалық маңыздылығы жағынан қарағанда, мұндай стенд ауылдық және шалғай аймақтарда қолданылатын орталықтандырылмаған су көздеріне қызмет көрсету технологияларын жетілдіруге ықпал етеді. Шахта құдықтарының санитарлық жағдайы көбіне халық денсаулығына тікелей әсер ететіндіктен, оларды тазарту мен дезинфекциялау үдерісін механикаландыру және оңтайландыру аса өзекті мәселе болып табылады. Ұсынылған стенд осы бағыттағы инженерлік шешімдерді неғұрлым сапалы сынақтан өткізуге және практикаға енгізуге мүмкіндік береді.

Осылайша, зерттеу нәтижелері стендтік шахта құдығын қолданудың ғылыми және практикалық тұрғыдан негізделгенін көрсетеді. Алынған нәтиже жылжымалы тазарту және дезинфекциялау қондырғысын кейіннен эксперименттік тексеру, оның жұмыс параметрлерін оңтайландыру және жалпы сенімділігін арттыру үшін берік негіз қалыптастырады. Бұл өз кезегінде шахта құдықтарын тазарту және дезинфекциялау технологияларын әрі қарай дамытуға және сумен жабдықтау жүйелерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды.

Жобаның күнтізбелік жоспарына сәйкес жүргізілген зерттеу шеңберінде шахта құдықтарын тазалау және дезинфекциялау үшін арналған жылжымалы қондырғыға зауыттық сынақтар жүргізуге мүмкіндік беретін стендтік шахта құдығын жобалау және салу жүзеге асырылды. Жүргізілген жұмыстар нәтижесінде нақты пайдалану жағдайларын барынша дәл модельдеуге қабілетті эксперименттік құрылым әзірленіп, іске асырылды. Бұл құрылым зерттеу барысында алынатын нәтижелердің дұрыстығы мен сенімділігін қамтамасыз етуге бағытталған маңызды техникалық шешім болып табылады.

Құрылған стендтік шахта құдығының негізгі ерекшелігі – оның әмбебаптығы мен бейімделгіштігі. Атап айтқанда, стенд арқылы шахтаның геометриялық параметрлерін, тереңдігін, су деңгейін, түбіндегі шөгінділердің құрамын және су ағынының қарқындылығын реттеу мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Бұл өз кезегінде әртүрлі гидрогеологиялық жағдайларды модельдеуге, сондай-ақ жылжымалы қондырғының жұмысын әртүрлі режимдерде сынақтан өткізуге мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл қондырғының функционалдық және ресурстық сипаттамаларын кешенді бағалауға жағдай жасап, оның тиімділігін арттыруға бағытталған шешімдерді негіздеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұсынылған стендтік құрылым қондырғыны сынау үдерісін айтарлықтай оңтайландырады. Атап айтқанда, далалық жағдайда жүргізілетін сынақтарға қарағанда, зертханалық немесе жартылай өндірістік ортада жүргізілетін стендтік сынақтар уақыт пен қаржылық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, эксперименттік жағдайлардың басқарылуы мен қайталануы қамтамасыз етіліп, алынған нәтижелердің дәлдігі мен салыстырмалылығы артады. Бұл факторлар жаңа техникалық шешімдерді әзірлеу және енгізу үдерісін жеделдетуге ықпал етеді.

Ұсынылған зерттеудің ғылыми жаңалығы шахта құдықтарының нақты пайдалану жағдайларын имитациялауға мүмкіндік беретін стендтік құрылымды әзірлеу және оны тәжірибеде қолдану болып табылады. Бұл тәсіл дәстүрлі сынақ әдістеріне қарағанда анағұрлым тиімді, себебі ол жабдықтың конструктивтік кемшіліктерін ерте кезеңде анықтауға және оларды жоюға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, стендтік сынақтар нәтижесінде алынған мәліметтер қондырғының жұмыс режимдерін оңтайландыруға және оның сенімділігін арттыруға негіз болады.

Практикалық тұрғыдан алғанда, зерттеу нәтижелері орталықтандырылмаған сумен жабдықтау жүйелерін пайдаланатын ауылдық және шалғай аймақтар үшін ерекше маңызға ие. Мұндай аймақтарда шахта құдықтары негізгі су көзі болып табылады және олардың санитарлық жағдайы халықтың денсаулығына тікелей әсер етеді. Осыған байланысты, ұсынылған технологиялар мен инженерлік шешімдер су көздерін тиімді тазарту және дезинфекциялау арқылы сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін арттыруға бағытталған.

Бұдан басқа, әзірленген стендтік шахта құдығы тек осы зерттеу аясында ғана емес, сонымен

қатар сумен жабдықтау саласындағы басқа да ғылыми-зерттеу жұмыстарында қолданылуы мүмкін әмбебап эксперименттік база болып табылады. Ол әртүрлі типтегі тазарту және дезинфекциялау қондырғыларын сынақтан өткізуге, жаңа технологияларды енгізуге және олардың тиімділігін салыстырмалы түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Болашақ зерттеулер осы стенд негізінде жылжымалы қондырғының толық ауқымды сынақтарын жүргізуге, оның жұмыс параметрлерін оңтайландыруға және жаңа техникалық шешімдерді әзірлеуге бағытталатын болады. Сонымен қатар, зерттеу барысында алынған нәтижелерді сандық модельдеу әдістерімен толықтыру, сондай-ақ су сапасының қосымша көрсеткіштерін зерттеу жоспарлануда. Бұл бағыттар су тазарту технологияларын жетілдіруге және олардың тиімділігін арттыруға қосымша мүмкіндік береді.

Осылайша, жүргізілген зерттеу нәтижелері шахта құдықтарын тазарту және дезинфекциялау саласындағы ғылыми-техникалық шешімдерді дамытуға елеулі үлес қосады. Ұсынылған тәсілдер мен құрылымдар су көздерінің санитарлық жағдайын жақсартуға, сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін арттыруға және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған.

REFERENCES

- Abdreshov Sh & Aldiyarova A. & Kaypbaev E. (2020). Research results of the improved hydraulic JET pumping UNIT //NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 6. 14–22. DOI: 10.32014/2020.2518-170X.125 [in Eng.]
- Auelbek E., Sarkynov E., Radzevichus A., Kapar SH. & Onlasyn U. (2023). Metodika rascheta i opredelenie parametrov vsasyvayushhikh ustroystv peredvizhnoy ustanovki dlya ochistki shakhtnykh kolodtsev // Izdenister Natigeler. (1 (97). 173–180. <https://doi.org/10.37884/1-2023/20> [in Russ.]
- Auyelbek Ye. K., Ordataev D. B., Sarkynov Ye., Zhakupova Zh. Z. (2026). Mobile installation cleaning and disinfection of mine wells: development of design documentation // Izdenister Natigeler. Vol. 28. Is. 1. Number 109. 2026. Pp. 0–00. <https://doi.org/10.58420.ptk.2026.109.01.000> (In Kaz.).
- El-Bayoumi M., Abouel-Fotouh A.M., Berry A.E. (2023). Lab-Scale System for Small Ram Pump's Testing and Performance Evaluation // Frontiers in Heat and Mass Transfer. 2023. Vol. 20. No. 1. Pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.5098/hmt.20.8> [in Eng.]
- Evangelista S., Tortora G., Viccione G. (2023). Experimental and Numerical CFD Modelling of the Hydrodynamic Effects Induced by a Ram Pump Waste Valve // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 17. P. 13104. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151713104> [in Eng.]
- Kassymbekov Zh.K., Atamanova O.V., Alimova K.K., & Kassymbekov G.Zh.. (2020). Protection of centrifugal pumps from abrasive wear using a vacuum hydrocyclone // Scientific Journal of Pedagogy and Economics. (1). 6–13. <https://journals.nauka-nanrk.kz/bulletin-science/article/view/676>. [in Eng.]
- Piñon-Flores, L.F., Gutiérrez-Ruiz, M.E., González-Chávez, J.L. et al. (2024). Removal of Metal (Loids) from Acid Mine Drainage Using Manganese Oxide Wastes from a Mining-Metallurgical Process. Mine Water Environ 43. 449–462 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10230-024-01003-2> [in Eng.]
- Sarkynov Y., Yakovlev A., Trofimov G., Zhakupova Z., Ryskulbekova L., Zhanymkhan K. & Yussupov Z. (2024). Calculation to determine the technical and economic efficiency of pumping units for lifting water from watercourses powered by water energy for watering pastures and irrigation of land // Izdenister Natigeler. (3(103). Retrieved from <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/645> [in English]
- Tlesh D., KHalkhabaj B., KHOjshiev A. & Bajarystanov M. (2025). Shakhta sularyn tiimdi tazartudyń tekhnologiyalyk negizderi // Izdenister Natigeler. (2 (106). 401–409 <https://doi.org/10.37884/2-2025/40> [in Kaz.]
- Tumlert V.A., Kasymbekov Zh.K., Dzhaisambekova R.A., Tumlert E.V., Amanbayeva B.Sh. (2023). Influence of the hydrogeological mode of operation on the character of collating of the filter and the filter zone of seasonal wells // NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278. Vol.3. Number 459. (2023). 295–304 <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.314> [in Eng.]
- Zhurinov M., Kassymbekov Zh., Kassymbekov G.Zh. (2019). Mastering and development hydropower in Kazakhstan // The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. 3(435). 219–224 <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.88> [in Eng.]

Ordataev Darkhan – investigation, methodology, software.

Auyelbek Yermek - formal analysis, acquisition of financing, roles/the letter is the initial draft, writing – review and editing.

Sarkynov Yerbol – conceptualization, data curation, administration of the project, supervision.

Zhanymkhan Kurmanbek – resources, verification, visualization.

Meshyk Aleh – supervision, validation, expert evaluation, writing – review & editing.

RESEARCH, RESULTS

SCIENTIFIC JOURNAL

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Құрылтайшысы және баспагері:

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ «Қазақстан Республикасы
Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы»
КЕАҚ

Бас редактор

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы

Жауапты редактор

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерде беттеген

Асанова Жадыра Миримхановна

Редакция мен баспаның мекен-жайы:

050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

Журнал сайты: <https://journal.kaznaru.edu.kz/>

30.04.2026 ж.