



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№03-1

ISSN 2304-3334-04

№ 03-1 (special) 2025

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

Ғ Ы Л Ы М И Ж У Р Н А Л

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л

RESEARCH, RESULTS

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

Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының академигі,
биология ғылымдарының докторы, профессор
АБАЙ ОРАЗҰЛЫ САҒИТОВТЫҢ 80 жылдық мерей тойына арналған
«Өсімдіктерді қорғау – жасыл байтақ әлем» тақырыбында
Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның
АРНАЙЫ ШЫҒАРЫЛЫМЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

Международной научно-практической конференции,
посвященный 80-летию, академика Национальной Академии Наук РК
доктора биологических наук, профессора
АБАЯ ОРАЗОВИЧА САГИТОВА
на тему: «ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ – ЗЕЛЕНый МИР»

SPECIAL ISSUE

of the International scientific and Practical Conference on the theme:
«Plant Protection – A Green World» dedicated to the 80th anniversary of the
Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan,
Doctor of Biological Sciences, Professor
ABAI ORAZOVICH SAGITOV

АЛМАТЫ

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

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

ІЗДЕНІСТЕР,
НӘТИЖЕЛЕР

№ 03-1
2025

ИССЛЕДОВАНИЯ,
РЕЗУЛЬТАТЫ

1999 ж. ШЫҒА
БАСТАДЫ

Издается с
1999 г.

шілде – қыркүйек
2025 жыл

июль – сентябрь
2025 год

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

*Международной научно-практической конференции,
посвященный 80-летию, академика Национальной Академии Наук РК
доктора биологических наук, профессора
АБАЯ ОРАЗОВИЧА САГИТОВА
на тему: «ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ - ЗЕЛЕНый МИР»*

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

DOI выпуска: <https://doi.org/10.37884/03-1-2025>

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

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

РЕДАКЦИЯ

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

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

Жолдасбек Нұргүл Жолдасбекқызы - жауапты хатшы.

РЕДАКЦИЯ МҮШЕЛЕРІ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕДАКЦИЯ

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

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

Жолдасбек Нұргүл Жолдасбекқызы – ответственный секретарь.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

Алексеев Светлана – доктор биологических наук Всероссийский научно-исследовательский Институт практической ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук – Федеральный научный центр; (Scopus h-9) [ORCID](#)
Sobiech Przemyslaw Hubert – доктор ветеринарных наук, профессор, Варминьско-Мазурский университет в Олыштыне, Польша; (Scopus h-12) [ORCID](#)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Язык издания: казахский, русский, английский.

Выпускается периодичностью 4 раза в год.

EDITORS

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

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

Zholdasbek Nurgul Zholdasbekkyzy – Executive Secretary.

EDITORIAL TEAM

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ
AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY**

МРНТИ 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/01>

Г.Б. Сарсенбаева, Ж.С. Усембаева

*ТОО «Казахский научно – исследовательский институт защиты и
карантина растений имени Жазкена Жиембаева», Алматы, Казахстан
aziza_niizr@mail.ru*

**РЕГУЛИРУЕМЫЕ ГАЗОВЫЕ СРЕДЫ КАК СПОСОБ
ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОРЧИ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ**

Аннотация

Казахстан — один из мировых лидеров по производству зерна, однако сохранение урожая в условиях длительного хранения остается актуальной проблемой. При хранении зерна в условиях недостаточной вентиляции и высокой влажности происходят биохимические изменения, приводящие к порче и потере качества. Одной из перспективных и экологичных технологий защиты зерна от вредителей и патогенной микрофлоры является использование регулируемых газовых сред (РГС), в частности на основе йодида калия и молекулярного йода. Проведенные исследования показали высокую эффективность РГС против амбарного долгоносика (*Sitophilus granarius* L.), малого мучного хрущака (*Tribolium confusum* Duv.), зернового точильщика (*Rhizopertha dominica* F.), бурого складского кожееда (*Attagenus simulans* Sols.) и грибов рода *Penicillium*, *Alternaria* и *Mucor*. Использование аэрозольной нанотехнологии обработки зернохранилищ позволяет сократить потери зерна, снизить использование токсичных инсектицидов и обеспечить экологичную защиту запасов.

Ключевые слова: зерно, хранение, вредители, регулируемые газовые среды, аэрозольная технология, биологическая эффективность, микрофлора, защита.

Введение

Казахстан занимает ведущее место в мире по производству зерна — ежегодно производится от 17 до 22 млн тонн. Однако одной из важнейших задач аграрного сектора остается сохранение урожая при длительном хранении. Сезонное производство зерна и потребление его в течение года, создание значительных запасов для продаж, семенного материала, фуража, государственного резерва требуют организации длительного хранения в элеваторах, хлебоприемных пунктах (ХПП), зерноскладах.

Надежное и длительное хранение миллионов тонн зерна - дорогостоящий и трудоемкий процесс. Выращенный урожай в силу биологической природы зерновых культур во избежание порчи и потерь необходимо убрать в сжатые сроки и в зависимости от состояния зерна и семян требуется высокими темпами провести их послеуборочную обработку.

Зерновая масса - это живая система, находящаяся в «подвижном состоянии», поэтому при ее обработке необходимо соблюдать специальные режимы обработки, а при хранении - вести непрерывное наблюдение. Особое внимание следует уделять предупреждению травмирования зерна. Нарушения оболочек, зародыша, появление трещин, царапин, раскол зерна сильно сказываются на его качестве. В зерновой массе происходят биохимические изменения, может произойти самосогревание, что ухудшает его потребительские свойства.

В какой бы стадии зрелости ни было убрано зерно, в период хранения в нем происходят процессы послеуборочного дозревания. Процессы эти протекают медленно (1...2 месяца) и сопровождаются усиленным дыханием зерна и выделением некоторого количества влаги, которая должна испаряться в окружающее пространство, иначе зерно отпотеет

(увлажняется). Хранение такого зерна во влажном состоянии и без достаточного проветривания приводит к его порче.

Повышенная влажность является главной опасностью для хранящегося зерна, она оказывает решающее влияние на интенсивность протекающих в зерне физиологических процессов. Если зерно сухое, то физиологические процессы протекают в нем крайне медленно, малозаметно, и зерно находится как бы в стадии покоя. При увеличении влажности свыше 14% в зерне развивается и постепенно нарастает процесс дыхания.

Особенно остро стоит проблема в условиях, когда зерно хранится в непригодных помещениях, что обостряет риски самосогревания, порчи и заражения. Сложные биохимические процессы, происходящие в зерновой массе, требуют своевременных и эффективных мер защиты. В связи с этим возрастает интерес к экологически безопасным, нехимическим методам защиты. В последнее время большое значение приобретают новые методы, базирующиеся на мелкодисперсной аэрозольной технологии. Эта технология настолько принципиально отличается от традиционной, что при ее применении изменяются без исключения параметры процесса.

Одним из таких методов является использование регулируемых газовых сред (РГС), основанных на действии молекулярного йода и йодида калия. Аэрозольная технология дезинсекции с применением РГС позволяет значительно снизить численность вредителей и предотвратить развитие микрофлоры без применения токсичных инсектицидов [1-5].

Аналогичных или близких к данному проекту направлений в Казахстане почти нет. Одним из важных аспектов защиты зерна и продуктов его переработки от вредителей является наличие достаточного ассортимента высокоэффективных и вместе с тем, относительно безопасных для окружающей среды инсектицидов. Появление на рынке широкого ассортимента современных высокоэффективных и безопасных для окружающей среды инсектоакарицидов требует оценки в местных условиях, поэтому наряду с организационно-профилактическими и физико-механическими мероприятиями по защите запасов зерна необходимо совершенствовать ассортимент препаратов для обработки, дегазации и фумигации зерна в зерноскладах и элеваторах.

Материалы и методы исследований

Целью исследований являлось совершенствование системы защиты запасов зерна и продуктов его переработки от вредителей и болезней, позволяющую в 1,5-2 раза сократить потери и снижение качества в новых условиях хозяйствования и особенностей хранения.

В задачи исследований входило испытание регулируемых газовых сред на основе молекулярного йода и йодида калия, создаваемой генератором многофункциональных сред, против вредителей и болезней в хранилищах.

Проведены исследования по аэрозольной нанотехнологии защиты хранилищ от вредителей запасов зерна регулируемыми газовыми средами, которая была основана на разработанном специалистами из России генераторе многофункциональных сред ООО «НПФ НОРД» (Россия, г. Пермь), создающем регулируемую газовую среду на основе соединений йода (йодида калия и молекулярного йода).

Генератор многофункциональных сред позволяет получать в закрытых помещениях различные регулируемые газовые среды (РГС) для обработки помещений различного назначения с целью очистки от патогенов различной этиологии. Пуск осуществляется электроспиралью, установленной внутри генератора и на таблетке. Клеммы устройства подключаются к колодке генератора - полярность любая. При пуске издается характерное шипение. После запуска первые 10-20 секунд из сопла выходит белый шлейф - нетоксичная смесь KCO_3 , CO_2 , N_2 . После чего - бурый шлейф, состоящий из паров молекулярного йода.

В качестве объектов воздействия были выбраны основные вредители запасов зерна: амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius*), малый мучной хрущак (*Tribolium confusum*), зерновой точильщик (*Rhizopertha dominica* F.), бурый складской кожеед (*Attagenus simulans* Sols.), а также микрофлора: *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.* и *Mucor spp.*

В Алматинской области испытания проводились в двух вариантах РГС: на основе йодида калия (3 и 6 г/м³) и на основе молекулярного йода (400 и 800 мг/кг).

Измерялась биологическая эффективность РГС через 3 и 7 суток после экспозиции по количеству погибших особей и подавлению роста микрофлоры.

Результаты и обсуждения

Можно вырастить хороший урожай, но затем потерять убранный урожай зерна или на складе, или хлебоприемном пункте, или элеваторе от насекомых и клещей. Наряду с ними, зерно повреждают грызуны и птицы. В период хранения зерно и продукты его переработки подвергаются нападению вредителей. На складах Казахстана выявлено более 100 видов вредителей. Потери при хранении могут достигать 10–15% в год, а в некоторых случаях — до 50%.

Поселяясь в зерне и зернопродуктах, насекомые и клещи используют их как пищу и среду обитания. При этом наносят не только прямой, но и косвенный вред. К прямому вреду относятся снижение их массы, посевных качеств, загрязнение экскрементами, шкурками при линьке, погибшими телами и повреждение мельничного оборудования. Одни виды (амбарный и рисовый долгоносики, зерновой точильщик) вредят эндосперму зерна, съедая значительную часть массы зерновки, другие (гусеницы огневка, личинки кожеедов, хрущаков, хлебные клещи) - выгрызают зародыш, снижая тем самым всхожесть семян. К косвенному вреду относятся самосогревание зерна, когда повышается его влажность, что способствует размножению вредителей, и приводит к потере всхожести и пищевых качеств. Вследствие этого хранимое зерно или продукты его переработки становятся непригодными для использования, а сильно зараженные продукты могут вызвать при питании отравление человека и животных.

Сохранить урожай зерна – это одна из задач в сельском хозяйстве. С учетом того, что зерно может храниться долго, в ряде случаев до нового сезона, то до 50% зерна можно потерять из-за его поражения вредителями. В среднем если не проводить защитные меры, может терять ежегодно 10-15%. Это запасы семян, продовольственное или фуражное зерно, или продукты его переработки. Так, один жук амбарного долгоносика за жизнь съедает 225 мг пшеницы, а его личинка – 45 мг. Потомство одной пары жуков может достичь сотен тысяч особей, а съеденная ими часть зерна составит 150 - 200 кг. Жук и личинка долгоносика, повреждая зерно, его зародыш, снижают его семенные качества. В северных областях Казахстана понижают всхожесть семян и клещи. Так, снижение этого показателя достигает, по нашим данным, 16,3% [6-8].

Научные исследования показали, что одним из наиболее эффективных и экономичных способов применения препаратов является их распыление до состояния взвеси микроскопических капель. Дело в том, что масса капель, внешне напоминающая туман, имеет уникальные свойства. Чем меньше размер капли, тем более эффективно их действие.

Сушка и очистка зерна, которые нужно провести до хранения, проводятся в небольших объемах. Затяжная уборка, погодные условия обуславливают повышенную влажность зерна, и в таком виде оно попадает на зерноочистительные участки, а затем и в зернохранилища. Эти условия способствуют образованию очагов самосогревания, прорастанию зерна, поселению возбудителей болезней и повреждению вредителями.

Защита запасов зерна и зернопродуктов как в период подготовки их к хранению в складских помещениях, так и во время хранения достигается с помощью комплекса дополняющих друг друга мероприятий.

Основой комплекса защитных мероприятий до поступления продукции и в период хранения составляют карантинные, организационно-хозяйственные, профилактические и истребительные меры.

Использование инсектицидов связано с рядом негативных последствий: их надо производить, хранить, перевозить, они загрязняют окружающую среду. В продуктах питания могут сохраняться остатки инсектоакарицидов.

В какой бы стадии зрелости ни было убрано зерно, в период хранения в нем происходят процессы послеуборочного дозревания. Эти процессы протекают медленно (1...2 месяца) и сопровождаются усиленным дыханием зерна и выделением некоторого количества влаги, которая должна испаряться в окружающее пространство, иначе зерно отпотеет (увлажняется). Хранение такого зерна во влажном состоянии и без достаточного проветривания приводит к его порче.

Для обеспечения безопасности хлебных запасов применяют различные методы и технологии.

Научными сотрудниками института разрабатывались нехимические средства защиты хлебных запасов, безопасные для людей. К числу эффективных и перспективных нехимических способов борьбы с зерновыми вредителями можно отнести дезинсекцию зерна с применением регулируемой газовой среды (РГС). По оценке эффективности воздействия регулируемой газовой среды в зависимости от вида вредного организма отобраны действующие вещества йодида калия и молекулярного йода. В период 2012-2018 годы проведены лабораторные испытания по оценке эффективности воздействия РГС (регулируемых газовых сред) на основе йодида калия и молекулярного йода на малого мучного хрущака, амбарного долгоносика, кожееда, точильщика.

Спустя 3-5 минут после начала экспозиции личинки активизировались, стали более подвижными, выполняли защитные движения, старались спрятаться под слоем зерна и пыли, что свидетельствовало о фиксации их рецепторами регулируемой газовой среды, создания дискомфортных условий. В течение 3-х суток после экспозиции осуществлялось наблюдение за насекомыми экспериментальных групп и контрольной группы. По истечении трехдневного срока отмечалась гибель 6-12 из 15, 5 из 10 насекомых, обработанных РГС на основе йодида калия в концентрации 3 и 6 г/м³ и на основе молекулярного йода в концентрациях 400 и 800 мг/кг.

Через 3 суток после обработки РГС на основе молекулярного йода наблюдалась гибель до 76% насекомых, а к 7 дню – до 96%. В то же время РГС на основе йодида калия демонстрировали умеренную эффективность (до 50%). По отношению к микрофлоре молекулярный йод показал подавление роста *Penicillium* и *Alternaria* до 78% к 7 дню. Аэрозольная технология обеспечивала равномерное распределение вещества в замкнутом объеме и глубокое проникновение в зерновую массу, создавая неблагоприятную среду для вредителей.

Необходимо отметить, что спустя 7 дней после экспозиции погибли все насекомые, подвергнутые обработке регулируемыми газовыми средами. Следовательно, при высоких концентрациях приводит к гибели в течение короткого периода времени (до 3 дней) после обработки, а также при малых концентрациях способствует возникновению изменений в организме насекомых, приводящих к остановке их развития и смерти спустя более длительный период (до 7 дней).

Дана оценка воздействия регулируемых газовых сред на основе йодида калия в зависимости от вида вредного организма, против хрущаков составила 15-50%, долгоносиков – 12-48%, кожеедов – 10-36% и против точильщиков – 10-46%. Также оценено воздействие регулируемых газовых сред на основе молекулярного йода, которое на 7 сутки против хрущаков и точильщиков составило 94%, долгоносиков – 96%, а против кожеедов – 76%. После обработки РГС на основе йодида калия количество погибших насекомых малого мучного хрущака при III степени зараженности составило до 3-6 экземпляров, амбарного долгоносика – до 4-7, а кожееда и точильщика – до 6-9 экземпляров, а молекулярного йода – до 8-12 экземпляров.

Полученные результаты показали, что подвергнутые обработке РГС на основе йодида калия выживает около 50% особей, а при обработке РГС на основе молекулярного йода – выживает около 20%. Необходимо отметить, что данный вывод сделан для РГС с вышеуказанными концентрациями и повышение количества действующего вещества в

единице объема среды увеличит эффективность воздействия на вредный организм. Установленные нами композиции газовых сред против вредителей запасов зерна требуют широкой проверки и будут продолжены.

Нами были поставлены опыты на определение микрофлоры семенной инфекции и выделены грибы *Penicillium*, *Alternaria* и *Mucor*, вызывающие плесневение зерна.

Отобраны действующие вещества йодида калия и молекулярного йода для лабораторных испытаний с воздействием на семенную микрофлору.

После обработки регулируемые газовыми средами на основе йодида калия интенсивность роста *Penicillium* и *Mucor* была слабой или отсутствовала в зависимости от нормы расхода, а *Alternaria* – была средней. После обработки РГС на основе молекулярного йода интенсивность роста *Penicillium* и *Alternaria* была слабой или отсутствовала, а на *Mucor* – было отсутствие роста.

Дана оценка воздействия регулируемых газовых сред на основе йодида калия в зависимости от вида вредного организма, против грибов *Penicillium*, *Alternaria* и *Mucor* на 3 сутки составила от 45 до 62%, а на 7 суток – до 66%. Также оценено воздействие регулируемых газовых сред на основе молекулярного йода, которое на 7 суток против *Penicillium*, *Alternaria* и *Mucor* составило от 66 до 78% [9, 10].

По нашему мнению, наличие подобной технологии оперативной обработки зерна дает возможность свести потери к минимуму. Результаты работ требуют широкого испытания в производственных условиях, что позволило бы снизить расход инсектоакарицидов, а систему защиты запасов считать более экологичной.

Таким образом, эффективность регулируемых газовых сред зависит от концентрации активного вещества и вида вредного организма. Молекулярный йод показал более высокую активность по сравнению с йодидом калия.

Выводы

Результаты исследований подтверждают высокую биологическую эффективность регулируемых газовых сред, особенно на основе молекулярного йода, для защиты зерна от вредителей и микрофлоры. Применение аэрозольной технологии обеспечивает равномерное распределение действующих веществ, минимизирует токсическое воздействие на окружающую среду и снижает зависимость от традиционных инсектицидов. Разработка и внедрение аэрозольной РГС-технологии может значительно повысить сохранность зерновых запасов, особенно при длительном хранении. Для практического внедрения в зернохранилищах Казахстана необходимы дальнейшие производственные испытания, позволяющие адаптировать метод к различным условиям хранения.

Список литературы

1. Vakhrouchev A.V., Golubchikov V.B. Numerical investigation of the dynamics of nanoparticle systems in biological processes of plant nutrition //Journal of Physics: Conference Series (61), 2007. – P. 31-35.
2. Sarsenbayeva G.B., Salpiev R.K., Mykhamadiev NS., Mengdibayeva G.Zh., Ageyenko A.V. Assessment of the efficiency of molecular iodine and potassium iodide treatment against grain storage pests. Ecology, Environment and Conservation, 23(2) : 2017; pp. 1068-1072.
3. Трисвятский Л.А., Мельник Б.Е. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки. М.: Колос, 1983, 352 с.
4. Аликин В.Н., Вахрушев А.В., Голубчиков В.Б., Липанов А.М., Серебренников С.Ю. Разработка и исследование аэрозольных нанотехнологий. Москва, 2010, 196 с.
5. Сагитов А.О., Сарсенбаева Г.Б., Темиржанов М.Б. Эффективность действия ионизирующего излучения на вредителей зерна и продукты его переработки. Agrarian science, №2, 2019. ISSN 0869-8155. – p. 139-141.
6. Сарсенбаева Г.Б. О применении регулируемых газовых сред против вредителей зерна и продуктов его переработки. Журнал Агроалем №07 (84) 2016. – С. 46-47.

7. Сагитов А.О., Сарсенбаева Г.Б., Мухамадиев Н.С., Салпиев Р.К. Оценка эффективности воздействия молекулярного йода и йодида калия на вредителей запасов зерна при хранении. Журнал Хлебопродукты, №10, 2017. – С. 48-50.

8. Сарсенбаева Г.Б. Применение регулируемых газовых сред против вредителей запасов. Журнал БОСС Агро. №08 (120), 2016. – С. 20.

9. Сагитов А.О., Сарсенбаева Г.Б., Салпиев Р.К., Голубчиков В.Б., Усембаева Ж.С., Исмукхамбетов Ж.Д., Жанарбекова А.Б. Рекомендации по защите зерна при хранении от вредителей и семенной микрофлоры для передачи технологии. Алматы, 2017. – 24 с.

10. Сагитов А.О., Сарсенбаева Г.Б. Зерновая безопасность. Ж. Агробизнес №4 (50) 2018. – С. 54-60.

References

1. Vakhrouchev A.V., Golubchikov V.B. Numerical investigation of the dynamics of nanoparticle systems in biological processes of plant nutrition // Journal of Physics: Conference Series (61), 2007. – P. 31-35.

2. Sarsenbayeva G.B., Salpiev R.K., Mykhamadiev N.S., Mengdibayeva G.Zh., Ageyenko A.V. Assessment of the efficiency of molecular iodine and potassium iodide treatment against grain storage pests. Ecology, Environment and Conservation, 23(2): 2017; pp. 1068-1072.

3. Trisvyatskiy L.A., Mel'nik B.E. Tekhnologiya priyoma, obrabotki, khraneniya zerna i produktov ego pererabotki. M.: Kolos, 1983, 352 s.

4. Alikin V.N., Vakhrouchev A.V., Golubchikov V.B., Lipanov A.M., Serebrennikov S.Yu. Razrabotka i issledovanie aerazol'nykh nanotekhnologiy. Moskva, 2010, 196 s.

5. Sagitov A.O., Sarsenbayeva G.B., Temirzhanov M.B. Effektivnost' deystviya ioniziruyushchego izlucheniya na vreditel'ey zerna i produktov ego pererabotki. Agrarian science, №2, 2019. ISSN 0869-8155. – p. 139-141.

6. Sarsenbayeva G.B. O primeneniye regu-liruyemykh gazovykh sred protiv vreditel'ey zerna i produktov ego pererabotki. Zhurnal Agroalem №07 (84) 2016. – S. 46-47.

7. Sagitov A.O., Sarsenbayeva G.B., Mukhamadiev N.S., Salpiev R.K. Otsenka effektivnosti vozdeystviya molekulyarnogo yoda i yodida kaliya na vreditel'ey zapasov zerna pri khranении. Zhurnal Khleboproducty, №10, 2017. – S. 48-50.

8. Sarsenbayeva G.B. Primenenie regu-liruyemykh gazovykh sred protiv vreditel'ey zapasov. Zhurnal BOSS Agro. №08 (120), 2016. – S. 20.

9. Sagitov A.O., Sarsenbayeva G.B., Salpiev R.K., Golubchikov V.B., Ussembayeva Zh.S., Ismukhambetov Zh.D., Zhanarbekova A.B. Rekomendatsii po zashchite zerna pri khraneniye ot vreditel'ey i semennoy mikroflory dlya peredachi tekhnologii. Almaty, 2017. – 24 s.

10. Sagitov A.O., Sarsenbayeva G.B. Zernovaya bezopasnost'. Zh. Agrobiznes №4 (50) 2018. – S. 54-60.

Сәрсенбаева Ғ.Б., Усембаева Ж.С.

«Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, aziza_niizr@mail.ru

**АСТЫҚТЫ САҚТАУ КЕЗІНДЕ БҰЗЫЛУЫН БОЛДЫРМАУ
ӘДІСІ РЕТІНДЕ РЕТТЕУІШ ГАЗДЫҚ ОРТАЛАР**

Аңдатпа

Қазақстан – әлемдегі астық өндіруші ірі елдердің бірі, алайда астықты ұзақ уақыт сақтау барысында сапасын жоғалтпай қорғау өзекті мәселе болып отыр. Астық сақтау кезінде ауа алмасуының жеткіліксіздігі мен ылғалдылықтың жоғары болуы биохимиялық өзгерістерге алып келіп, астықтың бұзылуына себеп болады. Астық зиянкестері мен микрофлораға қарсы экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, тиімді әдістердің бірі – йодид калий мен молекулалық йод негізіндегі реттелетін газ ортасын (РГО) қолдану. Жүргізілген зерттеулер РГО-ның қамба бізтұмсығына (*Sitophilus granarius* L.), кіші ұн қоңызына (*Tribolium confusum* Duv.), астық егеуіші (*Rhizopertha dominica* F.), қойманың күрең тері жеміріне (*Attagenus simulans* Sols.) және *Penicillium*, *Alternaria*, *Mucor* зең саңырауқұлақтарына қарсы жоғары тиімділігін көрсетті. Аэрозольді нанотехнологияны пайдалану астық шығынын азайтуға және инсектицидтерді қолдануды қысқартуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: астық, сақтау, зиянкестер, реттелетін газ ортасы, аэрозольді технология, биологиялық тиімділік, микрофлора, қорғау.

Sarsenbayeva G.B., Ussembayeva Zh.S.

LLP "Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembaev", Almaty, Kazakhstan, aziza_niizr@mail.ru

**CONTROLLED ATMOSPHERES AS A METHOD TO
PREVENT GRAIN SPOILAGE DURING STORAGE**

Abstract

Kazakhstan is one of the world's leading grain producers. However, preserving the harvested grain during long-term storage remains a major challenge. Improper ventilation and high humidity during storage lead to biochemical changes that degrade grain quality. One promising and eco-friendly method for protecting stored grain from pests and pathogenic microflora is the use of controlled atmosphere (CA) technologies based on potassium iodide and molecular iodine. Experimental results demonstrated high biological effectiveness of CA against pests such as the *Sitophilus granarius* L., *Tribolium confusum* Duv., *Rhizopertha dominica* F., *Attagenus simulans* Sols. and fungal species including *Penicillium*, *Alternaria*, and *Mucor*. The application of aerosol nanotechnology in storage facilities can significantly reduce grain losses, lower pesticide usage, and ensure sustainable protection of grain reserves.

Keywords: grain, storage, pests, controlled atmosphere, aerosol technology, biological efficacy, microflora, protection.

А. Хасейн *^{1,2}, Б.К. Тезекбаева ², К.П. Аубакирова ², Г.А. Сулейманова ¹, Н.П. Малахова ²

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

²Институт молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина КН МНВО РК,
г. Алматы, Казахстан.

altynhasejn@gmail.com, bota151283@mail.ru, karla_78@mail.ru,
gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz, tasha_malakhova@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «КАГОЦЕЛ» ПРИ ТЕРМОТЕРАПИИ *IN VITRO* ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВИНОГРАДА ОТ ВИРУСА КУСТИСТОЙ КАРЛИКОВОСТИ МАЛИНЫ

Аннотация

В данной работе представлены результаты использования комплексных биотехнологических методов для *in vitro* оздоровления растений винограда 16 сортов (*Vitis vinifera* L.) от вирусных инфекций. В качестве противовирусного средства использован препарат «Кагоцел» в концентрациях 10 и 30 мг/л, как в чистом виде, так и в сочетании с термотерапией. Диагностика растительного материала на наличие вирусных патогенов проводилась с использованием метода иммуноферментного анализа (ИФА) до и после обработки. Для роста и развития побегов и микроклонального размножения растений использовалась среда MS (1/2) половинной концентрации, включающая витамины, хелат железа, дополненные 30 г/л сахарозы и 6,3 г/л агара, без регуляторов роста растений; образование каллуса, гипергидрозность или некроз кончиков побегов не наблюдались. Установлено, что эффективность устранения вируса кустистой карликовости малины (RBDV) значительно возрастает при комбинированной обработке — химиотерапии (препарат «Кагоцел») и термотерапии *in vitro* (37 °C в течение 50 суток). Элиминация RBDV в вариантах K10+T и K30+T составила 77,2 % и 79,8 % соответственно. Проведенные эксперименты показали, что использование биотехнологических методов позволяет частично избавляться от ряда вирусов.

Ключевые слова: виноград, *Vitis vinifera* L., *in vitro*, элиминация вирусов, термотерапия, химиотерапия.

Введение

Виноград (*Vitis vinifera* L.) — одна из самых важных сельскохозяйственных культур, играющая ключевую роль в производстве вина, соков и других продуктов. В последние десятилетия наблюдается рост интереса к виноградарству как к экономически перспективной отрасли, что связано с увеличением мирового спроса на винодельческую продукцию. Однако, как и большинство сельскохозяйственных культур, виноград подвержен разнообразным заболеваниям, среди которых вирусные инфекции считаются одной из наиболее серьёзных угроз. Вирусы и вирусоподобные организмы вызывают значительное снижение урожайности, изменение химического состава и органолептических характеристик винограда и производимого из него вина, появление различных аномалий развития и морфологических дефектов в виноградной лозе, и сокращение срока жизни лозы [1–2].

Вирусы и вироиды особенно часто выявляются у местных и одомашненных сортов, которые традиционно культивируются на ограниченных территориях. Многолетнее выращивание одних и тех же сортов на одних и тех же участках обуславливает накопление вирусной нагрузки, что приводит к снижению урожая и качеству ягод. Вирусы невозможно

контролировать с помощью стандартных средств защиты растений, поэтому использование оздоровленного посадочного материала является ключевым условием устойчивого виноградарства. [3–4].

Для получения безвирусного посадочного материала применяются различные биотехнологические методы: термотерапия, культура меристемной ткани, микропрививка, химиотерапия, криотерапия, соматический эмбриогенез, электротерапия, а также их комбинации [5 - 8].

Наиболее широко используется сочетание методов термотерапии и культуры меристем. Воздействие высоких температур способно подавлять репликацию вирусов или вызывать деградацию вирусной РНК, а также активировать механизмы антивирусной иммунной защиты, такие как РНК-интерференция [9]. Для повышения эффективности элиминации вирусов термотерапию часто сочетают с химиотерапией — методом, основанным на использовании противовирусных препаратов *in vitro* [10]. Комбинированный подход позволяет значительно повысить эффективность элиминации вирусов даже в латентно инфицированных растениях, однако требует точного подбора концентраций препаратов, не обладающих фитотоксическим действием. Подобная методика уже успешно применялась для оздоровления различных культур, включая бегонию, грушу, яблоню и розу [11 - 13]. Как правило, сорта винограда по-разному реагируют на применение химиотерапии, поэтому важно подобрать не только препараты, но и их концентрацию, не фитотоксичную для растений и эффективную в борьбе против вирусного патогена. Поиск химиотерапевтических веществ избирательного действия на вирусную инфекцию, и не оказывающих угнетающего действия на растения является актуальной задачей для оздоровления растений без снижения их регенерационной способности и физиологической активности.

В настоящее время идёт поиск способов освобождения растений от вирусов с помощью противовирусных препаратов. В работах Ну Гуо-юн и др., [14], Клименко В.П. и др., [15], Упадышев М.Т. и др. [16] для оздоровления *in vitro* растений винограда от вирусной инфекции использовали «Рибавирин», салициловую кислоту, «Виразол», хитозан, интерферон. Особый интерес представляет изучение новых антивирусных препаратов, таких как «Кагоцел» и «Арбидол», в растениеводстве. Есть данные об использовании противовирусного препарата «Кагоцел» для оздоровления картофеля, малины от вирусных инфекций [16, 17]. Препарат «Кагоцел» — индуктор интерферонов с выраженной антивирусной активностью, используемый не только в медицине, но и в биотехнологии растений для подавления вирусной репликации. Несмотря на ограниченное число исследований, механизм его действия позволяет рассматривать препарат как перспективное средство для оздоровления винограда, при условии отсутствия фитотоксического эффекта.

Научная новизна работы заключается в оценке антивирусной эффективности препарата «Кагоцел» в отношении вирусов винограда в условиях *in vitro*, анализе возможной фитотоксичности препарата на виноградную культуру, расширении спектра применения фармакологических средств как элементов биотехнологического подхода к оздоровлению растений.

Целью настоящего исследования является определение эффективных концентраций препарата «Кагоцел», проявляющих химиотерапевтическую активность, а также оценка его комбинированного применения с термотерапией *in vitro* для элиминации вируса кустистой карликовости малины (RBDV) у винограда.

Материалы и методы исследований

Объекты исследования. Лабораторные исследования проводились в лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина в 2024–2025 гг. В качестве исходного материала использовались многолетние лозы 16 сортов винограда, культивируемых в Алматинской и Туркестанской областях. Растения были сгруппированы по регионам происхождения: **Регион 1** (филиал «Сарыагаш» Казахского НИИ садоводства и виноградарства): Победа, Ризамат, Гузал Кара, Асия, Байконур, Агадай; **Регион 2** (Помологический сад, Талгарский филиал): Медео, Айсулу, Алма-Ата, Кара Коз, Кызылтан;

Регион 3 (частный дачный массив, г. Алматы): Алиса, Аркадия, Виктория, Багровый, Алешенькин.

Диагностика вирусов. Для определения зараженности сортов винограда вирусными заболеваниями проведен иммуноферментный анализ всех образцов с использованием антител к вирусам GVA, GLRaV-3, GFLV, CLRV, RpRSV, RBDV и ArMV производства BioReba (Швейцария).

Получение и культивирование эксплантов. Черенки проращивали в воде при комнатной температуре (20–22 °С, влажность 60–65 %). Образовавшиеся зелёные побеги отсекали, очищали листья, нарезали на одно- или двухглазковые экспланты и высаживали в пробирки. Стерилизацию осуществляли с использованием 96 % этанола (15 секунд) и 0,1 % раствора белизны (10 минут), с последующей трехкратной промывкой стерильной дистиллированной водой. Культивирование проводили на модифицированной питательной среде Мурасиге и Скуга (МС 1/2). Условия культивирования: 24–26 °С, 60–70 % влажности, 16-часовой фотопериод, освещённость 2000 люкс.

Химиотерапия.

В процессе химиотерапии в состав питательной среды вводятся различные противовирусные препараты. Так, по данным М.Т. Упадышева, использование салициловой, галловой и сиреневой кислот позволяет достичь оздоровления растений в пределах 80–100 %. Кроме того, автором была успешно реализована технология оздоровления малины от вирусных инфекций методом химиотерапии *in vitro*, при добавлении в питательную среду противовирусных средств — «Рибавирин», «Кагоцел» и «Арбидол» в концентрациях 20, 40 и 80 мг/л [18].

В опытах по химиотерапии верхние части побегов микрорастений длиной одно - два междоузлия помещали на питательную среду с антивирусными агентами и выдерживали материал в течение 3 недель на культуральной комнате при температуре 24-26°/18-20°С, фотопериод – 16/8 часов. После этого у развившихся микрорастений вновь отделяли верхние части побегов аналогичной длины и переносили их на свежую питательную среду с тем же составом, повторяя процедуру химиотерапии. Всего было проведено три последовательных цикла обработки растений химическими препаратами.

В качестве оздоровительного агента в условиях *in vitro* использовался противовирусный препарат «Кагоцел» (Ниармедик Фарма, Россия), применённый в концентрациях 10 и 30 мг/л (K10 и K30), с целью оценки его терапевтического потенциала в элиминации вирусной инфекции. Препарат «Кагоцел» стерилизовали фильтром (0,22 мкм) и добавляли в питательную среду МС (1/2) после автоклавирования.

Термотерапия.

В методах термотерапии инфицированные *in vitro* культуры сначала подвергаются термической обработке, при этом чем выше температура и чем больше продолжительность воздействия, тем выше частота искоренения вирусов. Часто к целевым растениям применяется термотерапия при 35–42 °С в течение 4–6 недель, что зависит от типа вируса и вида растения, а также комбинации вирус-хозяин. Выбор режима термотерапии должен позволить обработанному растению выжить и, в то же время, инактивировать вирус, что приведет к получению растений, свободных от вируса [19].

В нашем эксперименте после 10 суток предварительного культивирования побеги переносили в климатическую камеру (Binder KBWF 240, Германия), где температуру постепенно повышали до 37 °С с шагом 3–4 °С в день. Экспланты выдерживали в этих условиях 50 суток при сохранении стандартного фотопериода (16/8 часов) и освещённости (2000 люкс), указанных в технической спецификации прибора.

Комбинированное лечение.

Экспланты культивировали на среде, содержащей препарат «Кагоцел» и затем подвергались термической обработке, аналогично описанному выше (варианты K10+T и K30+T).

Оценка эффективности. В каждом эксперименте использовали по 30 побегов, культивируемых по 5 штук в стерильных контейнерах объёмом 240 мл, содержащих по 50 мл питательной среды. Эффективность каждого варианта обработки для устранения *RBDV* оценивалась следующим образом: количество безвирусных растений/общее количество посаженных побегов. Контрольные *in vitro* растения (образец этого сорта без обработки высоким температурам и антивирусными препаратами) тестировали методом ИФА на наличие вирусов наряду с опытными образцами после завершения обработки.

Опыты проводили, как минимум, в трехкратной повторности. Количество микрорастений для вторичного тестирования составляло от 10 до 12 шт. Статистический анализ проводился в Microsoft Excel. Анализ данных проводился с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и t-критерия Стьюдента. Результаты представлены в виде средних значений $\pm$ стандартной ошибки при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Визуальная диагностика вирусных инфекций у винограда не всегда позволяет достоверно определить заражённость из-за возможного латентного протекания болезни. Поэтому применение методов лабораторной диагностики и оздоровления растений в условиях *in vitro* остаётся актуальным направлением в борьбе с вирусами у этой культуры.

Все исследуемые сорта винограда были проверены на заражённость следующими вирусами: *GVA* – вирус А винограда, *GLRaV-3* – вирус скручивания листьев винограда 3, *GFLV* – вирус короткоузлия винограда, *CLRV* – вирус латентной кольцевой пятнистости земляники, *RpRSV* – вирус кольцевой пятнистости малины, *RBDV* вируса кустистой карликовости малины и *ArMV* – вирус мозаики арабиса. Согласно результатам ИФА-диагностики, из 16 исследованных сортов только у сорта Аркадия был выявлен вирус кустистой карликовости малины (*RBDV*). Все остальные образцы оказались свободными от вирусов и не привлекались к дальнейшим работам по оздоровлению от вирусной инфекции.

Несмотря на то, что вирус Raspberry bushy dwarf virus (*RBDV*) является типичным патогеном представителей семейства Rosaceae, в частности малины (*Rubus idaeus*), отдельные исследования указывают на возможность его присутствия и в тканях винограда (*Vitis vinifera*) [20]. Однако виноград не считается естественным хозяином *RBDV*, и случаи его обнаружения в этой культуре носят единичный и нетипичный характер. Обнаружение *RBDV* у винограда может быть связано с перекрёстным заражением в смешанных насаждениях или потенциальным расширением спектра хозяев вируса, что требует дальнейших исследований. В данном исследовании образец винограда сорта Аркадия был взят с участка, где виноград выращивался совместно с малиной.

RBDV считается термолабильным вирусом и в работе Кушнаренко С.В. сообщалось о низкой эффективности его элиминации при использовании только термотерапии и культуры меристем у малины [21].

В настоящее время ведутся активные исследования по разработке эффективных подходов к элиминации вирусов из растительного материала. С этой целью нами проведён комплекс оздоровительных процедур, включающих термотерапию, химиотерапию и их сочетание. Использование в составе питательной среды препарата «Кагоцел» направлено на повышение выхода жизнеспособных и оздоровленных растений - регенерантов за счёт активации защитных механизмов и угнетения вирусной активности в инфицированных тканях. Препарат демонстрирует химиотерапевтическую активность, но часто вызывает фитотоксические реакции у растений: пожелтение и некроз листьев, утончение стеблей, замедление роста. В наших исследованиях побеги сорта Аркадия сохраняли жизнеспособность при обеих концентрациях, что позволяет рассматривать препарат «Кагоцел» как перспективный агент при условии оптимизации дозировок.

Результаты эксперимента (рис. 1) показали, что процент выхода жизнеспособных эксплантов растений винограда на стандартной питательной среде был достоверно выше, чем в вариантах, содержащих в составе питательной среды антивирусные препараты. Это наблюдалось при использовании препарата «Кагоцел» как 10 мг/л, так и 30 мг/л. Например,

при добавлении в питательные среды по 10 мг/л препарата «Кагоцел» выход жизнеспособных эксплантов винограда варьировал в диапазоне 55,9-73,1, что меньше, чем было получено на стандартной питательной среде (79,6-92,1)

Все обработанные побеги сорта Аркадия выжили при применении препарата «Кагоцел» в концентрациях 10 мг/л (K10) и 30 мг/л (K30) в течение 50 дней. Однако наблюдалась гибель побегов при использовании термотерапии (Т) - 53,0 %, а также её сочетания с препаратом «Кагоцелом» (K10+Т и K30+Т) - 32,0 % и 41,0 % соответственно. Скорость роста виноградных лоз сорта Аркадия были почти одинаковыми на среде с препаратом «Кагоцел» в концентрациях 10 мг/л и 30 мг/л и контроля (К) в течение первых 10–20 дней. Препарат «Кагоцел» оказывал фитотоксическое воздействие на растения: в вариантах K10 и K30 листья становились слегка жёлтыми или имели некротические поражения, стебли были тоньше, чем у растений контрольной группы (К), а общий рост оказался заметно медленнее. Во всех вариантах опытов выживаемость растений превышала 55,0%. Установлено, что увеличение продолжительности обработки приводит к снижению выживаемости регенерированных верхушек побегов. Выживаемость объектов после обработки композицией K10+Т составила 100,0% на 10-е сутки, 90,0% на 30-е и снизилась до 58,0% к 50-м суткам наблюдения. В случае применения K30+Т выживаемость сохранялась на уровне 100,0% на 10-е сутки, однако к 40-м и 50-м суткам уменьшалась до 70,0 и 59,0% соответственно (рисунок 1).

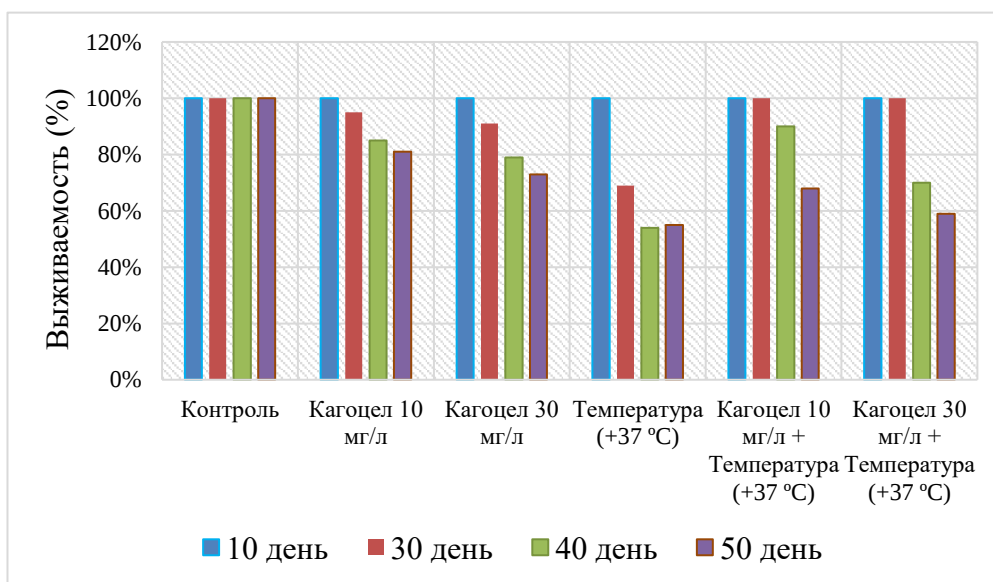


Рисунок 1. Зависимость выживаемости растений от продолжительности обработки препаратом «Кагоцел»

На ранних стадиях различия между растениями в обоих вариантах были незначительными, однако по завершении 50-дневного курса в варианте с термотерапией (Т), а также при её комбинации с препаратом «Кагоцел» (K10+Т, K30+Т), растения демонстрировали более активный рост побегов по сравнению с контрольными образцами и вариантами с только химическими обработками. Хлороз, скручивание и потемнение листьев наблюдались преимущественно при высоких температурах в комбинации с препаратом «Кагоцел» (рисунок 2).

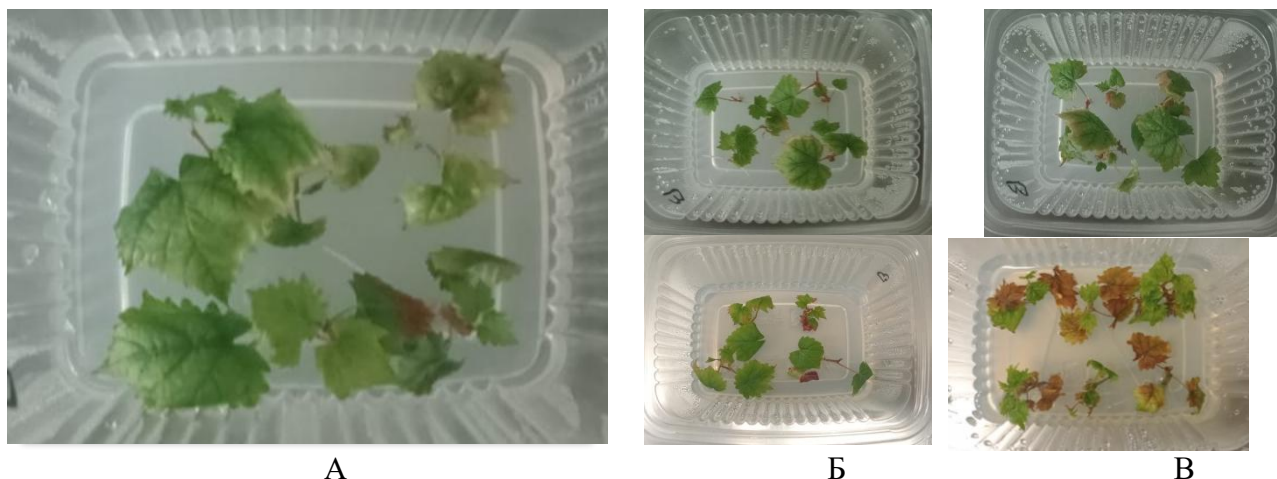


Рисунок 2. Симптомы хлороза, скручивания и потемнения листьев винограда на 50-й день эксперимента при воздействии высоких температур и препарата «Кагоцел».
А – контроль; Б – препарат «Кагоцел» В - температура (+37 °C)

Несмотря на стрессовые реакции, общий рост растений был более активным в вариантах с термотерапией. Обработки с термотерапией ускорили рост растений винограда. Высота растений была значительно больше в вариантах Т, К10+Т и К30+Т, чем в К10, К30 и К. Прямое влияние препарата «Кагоцел» и термотерапии на рост растений в пяти обработках представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние химиотерапии, термотерапии и комбинированного оздоровления на рост микропобегов винограда *in vitro*

Варианты	Продолжительность (дни)/Высота побегов (см.)				
	10 дней	20 дней	30 дней	40 дней	50 дней
К	1,61±0,19 b	2,1 ±0,46 b	3,26±0,81 c	4,43±0,65 b	6,22±0,20 a
К10	1,55±0,21 b	1,9 ±0,31 b	2,43±0,41 d	2,86±0,57 c	3,65±0,64 c
К30	1,34 ±0,15 b	1,6 ±0,50 b	2,3 ±0,62 d	2,74 ±0,86 c	2,98±0,74 c
Т	2,33 ±0,11 a	3,4 ±0,30 a	5,01±0,72 a	6,24±0,46 a	6,84±0,19 a
К10 + Т	2,54 ±0,52 a	3,6 ±0,27 a	4,61±0,61 a	5,58±0,17 a	6,12±0,28 ab
К30 + Т	1,91 ±0,26 b	2,64±0,39 b	3,25±0,56 c	3,75±0,64 b	5,21±0,43 b

*К – контроль; К10 – «Кагоцел» 10 мг/л; К30 – «Кагоцел» 30 мг/л; Т – температура (+37 °C); К10 + Т – «Кагоцел» 10 мг/л + температура (+37 °C); К30 + Т – «Кагоцел» 30 мг/л + температура (+37 °C);
Примечание: Средние значения в пределах одного столбца, обозначенные одинаковыми буквами, не отличаются между собой статистически достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$ для каждой продолжительности наблюдения (10, 20, 30, 40 и 50 дней).

Через 40 суток регенерированные растения были протестированы методом ИФА. Процент оздоровления *RBDV* в условиях Т, К10+Т и К30+Т превышала 80,0%. Элиминация *RBDV* составила (от 100% отнимается % оставшихся больных растений):

- Препарат «Кагоцел» 10 мг/л — 57,1 %,
- Препарат «Кагоцел» 30 мг/л — 61,1 %,
- Термотерапия — 72,6 %,
- К10+Т — 77,2 %,
- К30+Т — 79,8 %.

Отмечено, что более длительный период обработки положительно сказывается на проценте вирусной элиминации. Например, в варианте К10+Т уровень удаления *RBDV* возрастает от 55,6 % (20 дней) до 77,2 % (40 дней). Аналогичная тенденция наблюдалась и при К30+Т, от 58,5 % (20 дней) до 79,8 % (50 дней). Результаты, полученные в ходе настоящего

исследования, свидетельствуют о том, что применение термотерапии в сочетании с противовирусным препаратом «Кагоцел» способствует значительному повышению эффективности элиминации вируса.

Полученные результаты сопоставимы с данными Hu G.J. [14], Batukaev A.A. [22] использовавших различные схемы химио- и термотерапии для борьбы с *RBDV* и другими вирусами у плодовых культур. В работе Miljanić V. и Rusjan D. впервые было показано устранение *RBDV* из виноградной лозы на сорте «*Laški rizling*» путем комбинирования термотерапии *in vivo* и вычленением апикальной меристемы *in vitro* [20]. Таким образом, в ходе наших исследований установлено, что комбинированное применение препарата «Кагоцел» и термотерапии является эффективным методом оздоровления винограда (сорта Аркадия) от вирусной инфекции *RBDV*, что соответствует полученным нами результатам.

Выводы

Применение биотехнологических методов *in vitro*, в частности комбинации термотерапии и химиотерапии с использованием препарата «Кагоцел», продемонстрировало высокую эффективность в оздоровлении винограда сорта Аркадия от вируса кустистой карликовости малины (*RBDV*). Наиболее эффективными режимами были обработка препаратом «Кагоцел» в концентрации 10 мг/л в сочетании с термотерапией, обеспечившая 77,2 % оздоровленных растений и обработка с дозировкой 30 мг/л, достигшая 79,8 % эффективности элиминации вируса.

Установлена прямая зависимость между длительностью воздействия и уровнем оздоровления: более продолжительное термическое воздействие повышает процент элиминации вируса, однако при этом снижается выживаемость регенерантов, что требует подбора оптимального баланса между эффективностью и сохранением жизнеспособности побегов.

Сорт Аркадия подтвердил чувствительность к условиям комбинированной терапии с использованием препарата «Кагоцел» и повышенной температуры, и при этом демонстрировал высокий уровень регенерации и приживаемости, что позволяет рассматривать данный подход как перспективный метод оздоровления в *in vitro*. Учитывая, что многие методы вирусной элиминации являются генотип-специфичными, подтверждённая эффективность протокола на сорте Аркадия открывает возможность его адаптации к другим высокоценным сортам винограда с учётом индивидуальной чувствительности.

Таким образом, предложенный метод получения оздоровленного посадочного материала демонстрирует высокую эффективность не только в лабораторных условиях, но и обладает значительным практическим потенциалом для повышения фитосанитарного качества посадочного материала в системе промышленного виноградарства.

Благодарность. Исследование проводилось в рамках научно-технической программы ИРН: BR21881942 «Разработка биотехнологических подходов для контроля фитопатогенов с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур».

Список литературы

1. Riyaz M.S.U., Jesse D.M.I., Kathiravan K. Chapter 12. Plant virus: Diversity and ecology // In: R.K. Gaur, et al. (eds) Plant Virus-Host Interaction. Boston: Academic Press, 2021, 319-328. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-821629-3.00010-5>
2. Аубакирова К.П., Бақытжанова Ж.Н., Ерболова Л.С., Рахатқызы А., Галиакпаров Н.Н. Улучшенный метод выделения РНК для молекулярной диагностики вирусов плодово-ягодных культур // Журнал КазНАИУ, Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. №3 (103) 2024 – 108 – 114. <https://doi.org/10.37884/3-2024/12>
3. Shvets D., Sandomirsky K., Porotikova E., Vinogradova S. Metagenomic Analysis of ampelo-graphic collections of Dagestan revealed the presence of two novel grapevine viruses // Viruses. 2022; 14(12):2623. <https://doi.org/10.3390/v14122623>

4. Cheon J. Y., Fenton M., Gjerdseth E. et al. Heterogeneous benefits of virus screening for grapevines in California // *AJEV*. 2020; 71(3):231-241. <https://doi.org/10.5344/ajev.2020.19047>
5. Kim M.Y., Cho K.H., Chun J.A., Park S.J., Kim S.H., Lee H.C. Elimination of grapevine fleck virus from infected grapevines 'Kyoho' through meristem-tip culture of dormant buds // *J. Plant. Biotechnol.* 2017, 44, 401–408. DOI: 10.5010/JPB.2017.44.4.401
6. Turcsan M., Demian E., Varga T., Jaksa-Czotter N., Szegedi E., Olah R., Varallyay, E. Hts-based monitoring of the efficiency of somatic embryogenesis and meristem cultures used for virus elimination in grapevine // *Plants* 2020, 9, 1782. <https://doi.org/10.3390/plants9121782>
7. Panattoni A., Luvisi A., Triolo E. Selective chemotherapy on Grapevine leafroll-associated virus-1 and -3 // *Phytoparasitica* 2011, 39, 503–508. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0185-1>
8. Guta, I.C., Buciumeanu E.C., Tataru L.D., Oprescu B., Topala C.M. New approach of electrotherapy for grapevine virus elimination // *Acta Hortic.* 2019, 1242, 697–701. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1242.103>
9. Kim Y., Kim Y.J., Paek K.H. Temperature-specific vsiRNA confers RNAi-mediated viral resistance at elevated temperature in *Capsicum annuum* // *J. Exp. Bot.* 2021, 72, 1432–1448. <http://doi.org/10.1093/jxb/eraa527>
10. Hu G.J., Dong Y., Zhang Z. et al. Efficiency of chemotherapy combined with thermotherapy for eliminating *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV-3) // *Sci. Hortic.* 2020; 271:109462. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109462>
11. Verma N., Raja R., Aijaz A.Z. In vitro production of *Prunus necrotic ringspot virus*-free begonias through chemo- and thermotherapy // *Sci. Hortic.* 2005;103 (2):239-247 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.05.005>
12. Hu G.J., Hong N., Wang L. P., Hu H.J. et al. Efficacy of virus elimination from *in vitro*-cultured sand pear (*Pyrus pyrifolia*) by chemotherapy combined with thermotherapy // *Cro. Pro.* 2012;37: 20-25 <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.02.017>.
13. Hu G.J., Dong Y. F., Zhang Z. P., Fan X. D., Ren F., Zhou J. Virus elimination from *in vitro* apple by thermotherapy combined with chemotherapy // *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 2015, 121, 435–443. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0714-6>
14. Hu G.J., Dong Y.F., Zhang Z.P., Fan X.D., Fang R.E.N. Elimination of grapevine fleck virus and grapevine rupestris stem pitting-associated virus from *Vitis vinifera* 87-1 by ribavirin combined with thermotherapy // *J. Integr. Agric.* 2021, 20, 2463–2470. [CrossRef]. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63336-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63336-6)
15. Клименко В.П. и др. Использование комплекса биотехнологических операций для оздоровления растительного материала винограда от вирусных инфекций // *Плодоводство и виноградарство Юга России / Fruit growing and viticulture of South Russia* 2024; 89(5): 59-71 <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2024-5-89-59-71>
16. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д., Донецких В.И. Вирусные болезни на сортах малины *Rubus idaeus* L. и современные методы оздоровления // *Аграрная наука.* 2019;(3):143–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-143-146>
17. Куликова В.И., Ходаева В.П., Гантимурова А.Н., Лапшинов Н.А., Исачкова О.А. Оздоровление перспективных гибридов картофеля методом химиотерапии в культуре *in vitro* // *Международный научно-исследовательский журнал.* № 1 (79) 2019; DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.79.1.031>
18. Упадышев М.Т. Хемотерапия вирусов плодовых и ягодных культур *in vitro* / М.Т.Упадышев, Ю.Н. Приходько, А.Д. Петрова [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагро тех», 2009. – 72 с.
19. Faccioli G. Control of potato viruses using meristem and stem cuttings cultures, thermotherapy and chemotherapy. In: Loebenstein G, Berger PH, Brunt AA, Lawson RH, editors. *Virus and virus like diseases of potato and production of seed potatoes*. Dordrecht: Kluwer; 2001. p. 365–90.

20. Miljanić V., Rusjan D., Škvarč A. et al. Elimination of eight viruses and two viroids from preclonal candidates of six grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) through *in vivo* thermotherapy and *in vitro* meristem tip micrografting // Plants. 2022;11(8):1064. <http://doi.org/10.3390/plants11081064>
21. Кушнарченко С.В., Манапканова У.А., Рымханова Н.К., Турдиев Т.Т., Жумабаева Б.А., Аубакирова К.П., Галиакпаров Н.Н. Разработка *in vitro* технологии для элиминации вируса кустистой карликовости малины // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География». № 2(110)/2023; DOI 10.31489/2023BMG2/76-84
22. Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S. Grapes recovery from viruses during reproduction by biotechnological method // IOP Conf. «Series: Earth and Environmental Science». 2022; 954:012010. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012010>

References

1. Riyaz M.S.U., Jesse D.M.I., Kathiravan K. Chapter 12. Plant virus: Diversity and ecology // In: R.K. Gaur, et al. (eds) Plant Virus-Host Interaction. Boston: Academic Press, 2021, 319-328. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-821629-3.00010-5>
2. Aubakirova K.P., Baqytjanova J.N., Erbolova L.S., Rahatqyzy A., Galiakparov N.N., Uluchşennyi metod vydelenia RNK dlä molekulärnoi diagnostiki virusov plodovo-iagodnyh kültur // Jurnal KazNAİU, Izdenister, nätijeler – İssledovania, rezültaty. №3 (103) 2024 – 108 – 114. <https://doi.org/10.37884/3-2024/12> [in Russian].
3. Shvets D., Sandomirsky K., Porotikova E., Vinogradova S. Metagenomic Analysis of ampelo-graphic collections of Dagestan revealed the presence of two novel grapevine viruses // Viruses. 2022; 14(12):2623. <https://doi.org/10.3390/v14122623>
4. Cheon J. Y., Fenton M., Gjerdseth E., et al. Heterogeneous benefits of virus screening for grapevines in California // AJEV. 2020;71(3):231-241. <https://doi.org/10.5344/ajev.2020.19047>
5. Kim, M.Y., Cho, K.H., Chun, J.A., Park, S.J., Kim, S.H., Lee H.C. Elimination of grapevine fleck virus from infected grapevines ‘Kyoho’ through meristem-tip culture of dormant buds // J. Plant. Biotechnol. 2017, 44, 401–408. [CrossRef] DOI: 10.5010/JPB.2017.44.4.401
6. Turcsan M., Demian E., Varga T., Jaksa-Czotter N., Szegedi E., Olah R., Varallyay E. Hts-based monitoring of the efficiency of somatic embryogenesis and meristem cultures used for virus elimination in grapevine // Plants 2020, 9, 1782. <https://doi.org/10.3390/plants9121782>
7. Panattoni A., Luvisi A., Triolo E. Selective chemotherapy on Grapevine leafroll-associated virus-1 and -3 // Phytoparasitica 2011, 39, 503–508. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0185-1>
8. Guta I.C., Buciumeanu, E.C., Tataru, L.D., Oprescu B., Topala C.M. New approach of electrotherapy for grapevine virus elimination // Acta Hort. 2019, 1242, 697–701. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1242.103>
9. Kim Y., Kim Y.J., Paek K.H. Temperature-specific vsi RNA confers RNAi-mediated viral resistance at elevated temperature in Capsicum annuum // J. Exp. Bot. 2021, 72, 1432–1448. [CrossRef] <http://doi.org/10.1093/jxb/eraa527>
10. Hu G., Dong Y., Zhang Z. et al. Efficiency of chemotherapy combined with thermotherapy for eliminating Grapevine leafroll-associated virus 3 (GLRaV-3) // Sci. Hortic. 2020; 271:109462. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109462>
11. Verma N., Raja R., Aijaz A.Z. In vitro production of Prunus necrotic ringspot virus-free begonias through chemo- and thermotherapy // Sci. Hortic. 2005;103 (2):239-247. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.05.005>.
12. Hu G. J., Hong N., Wang L. P., Hu H.J. et al. Efficacy of virus elimination from in vitro-cultured sand pear (*Pyrus pyrifolia*) by chemotherapy combined with thermotherapy // Cro. Pro. 2012;37: 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.02.017>.
13. Hu G J, Dong Y F, Zhang Z P, Fan X D, Ren F, Zhou J. Virus elimination from in vitro apple by thermotherapy combined with chemotherapy // Plant Cell Tissue Organ Culture, 2015, 121, 435–443. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0714-6>

14. Hu G.J., Dong Y.F., Zhang Z.P., Fan X.D., Fang R.E.N. Elimination of grapevine fleck virus and grapevine rupestris stem pitting-associated virus from *Vitis vinifera* 87-1 by ribavirin combined with thermotherapy // J. Integr. Agric. 2021, 20, 2463–2470. [CrossRef]. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63336-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63336-6)
15. Klimenko V.P. i dr. Ispol'zovanie kompleksa biotekhnologicheskikh operatsii dlya ozdorovleniya rastitel'nogo materiala vinograda ot virusnykh infektsii // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii / Fruit growing and viticulture of South Russia 2024; 89(5): 59-71. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2024-5-89-59-77>. [in Russian].
16. Upadyshv M.T., Metliskaia K.V., Petrova A.D., Doneskih V.I. Virusnye bolezni na sortah maliny *Rubus idaeus* L. i sovremennye metody ozdorovleniya // Agrarnaia nauka. 2019;(3):143–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-143-146> [in Russian].
17. Kulikova V.I., Hodaeva V.P., Gantimurova A.N., Lapshinov N.A., Isachkova O.A. Ozdorovlenie perspektivnykh gibridov kartofelä metodom himioterapii v külture in vitro // Mejdunarodnyi nauchno-issledovatel'ski jurnal. № 1 (79) 2019; DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.79.1.031> [in Russian].
18. Upadyshev M.T. Khemoterapiya virusov plodovykh i yagodnykh kul'tur in vitro / M.T.Upadyshev, Yu.N. Prikhod'ko, A.D. Petrova [i dr.]. – M.: FGNU «Rosinformagro tekhn», 2009. – 72 s.
19. Faccioli G. Control of potato viruses using meristem and stem cuttings cultures, thermotherapy and chemotherapy. In: Loebenstein G, Berger PH, Brunt AA, Lawson RH, editors. Virus and virus like diseases of potato and production of seed potatoes. Dordrecht: Kluwer; 2001. p. 365–90.
20. Kushnarenko S.V., Manapkanova U.A., Rymkhanova N.K., Turdiev T.T., Zhumabaeva B.A., Aubakirova K.P., Galiakparov N.N. Razrabotka in vitro tekhnologii dlya eliminatsii virusa kustistoi karlikovosti maliny // Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Meditsina. Geografiya». № 2(110)/2023; DOI 10.31489/2023BMG2/76-84 UDK 57.086.13; 602.6:58; 634.1/7. [in Russian].
21. Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S. Grapes recovery from viruses during reproduction by biotechnological method // IOP Conf. «Series: Earth and Environmental Science». 2022; 954:012010. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012010>
22. Miljanić V., Rusjan D., Škvarč A. et al. Elimination of eight viruses and two viroids from preclonal candidates of six grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) through in vivo thermotherapy and in vitro meristem tip micrografting // Plants. 2022;11(8):1064. <http://doi.org/10.3390/plants11081064>

**А. Хасейн ^{*1,2}, Б.К. Тезекбаева ², К.П. Аубакирова ²,
Г.А. Сулейманова ¹, Н.П. Малахова ²**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті КЕАҚ, Алматы, Қазақстан.

² М.Ә. Айтхожсин атындағы молекулалық биология және биохимия институты ҚР
ҒЖБМ ҒК, Алматы, Қазақстан.

altynhasejn@gmail.com, bota151283@mail.ru, karla_78@mail.ru,

gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz, tasha_malakhova@mail.ru

**ЖҮЗІМДІ ТАҢҚУРАЙ БҰТАЛЫ ЕРГЕЖЕЙЛІ ВИРУСЫНАН *IN VITRO*
ЖАҒДАЙЫНДА САУЫҚТЫРУ ҮШІН «КАГОЦЕЛ» ПРЕПАРАТЫ МЕН
ТЕРМОТЕРАПИЯНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа

Бұл жұмыста жүзімнің 16 сортын (*Vitis vinifera* L.) вирустық инфекциялардан *in vitro* жағдайында сауықтыру үшін кешенді биотехнологиялық әдістерді қолдану нәтижелері берілген. «Кагоцел» препараты вирусқа қарсы агент ретінде 10 және 30 мг/л концентрацияда таза түрінде және термотерапиямен бірге қолданылған. Өсімдік материалында вирустық коздырғыштардың бар-жоғы сауықтыруға дейін және сауықтырудан кейін иммуноферменттік талдау (ИФТ) әдісімен жүргізілді. Өркеннің өсуі мен дамуы және өсімдіктердің микрокөбеюі үшін құрамында витаминдері, 30 г/л сахароза және 6,3 г/л агар қосылған, өсімдік өсу

реттегіштері жоқ, темір хелаты бар жартылай тұзды MS (1/2) қоректік ортасы қолданылды; каллус түзілу, өсінді ұштарында гипергидроз немесе некроз байқалмады. Таңқурай бұталы ергежейлі вирусын (RBDV) жою тиімділігі аралас сауықтыру – химиотерапия («Кагоцел» препараты) және *in vitro* термотерапия (50 күн бойы 36-38 ° C) кезінде айтарлықтай жоғарылайтыны анықталды. K10+T және K30+T нұсқаларында RBDV жойылуы тиісінше 77,2% және 79,8% құрады.

Кілт сөздер: жүзім, *Vitis vinifera* L., *in vitro*, вирустарды жою, термотерапия, химиотерапия.

A. Khassein^{*1,2}, B.K. Tezekbayeva², K.P. Aubakirova²,

G.A. Suleimanova¹, N.P. Malakhova²

¹NAO "Kazakh National Agrarian Research University" Almaty, Kazakhstan

²M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry CS MSHE RK,
Almaty, Kazakhstan

altynhasejn@gmail.com., bota151283@mail.ru, karla_78@mail.ru,

gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz, tasha_malakhova@mail.ru

**STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE DRUG "KAGOCCEL" AND
THERMOTHERAPY IN VITRO FOR THE TREATMENT OF GRAPES FROM THE
RASPBERRY BUSHY DWARF VIRUS**

Abstract

This paper presents the results of using complex biotechnological methods for *in vitro* treatment of 16 grape varieties (*Vitis vinifera* L.) against viral infections. The drug "Kagocel" was used as an antiviral agent in concentrations of 10 and 30 mg/l, both in pure form and in combination with thermotherapy. Diagnostics of plant material for the presence of viral pathogens was carried out using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) before and after treatment. For shoot growth and development and micropropagation of plants, half-strength MS (1/2) medium containing vitamins, iron chelate, supplemented with 30 g/l sucrose and 6.3 g/l agar, without plant growth regulators was used; callus formation, hyperhidrosis or necrosis of shoot tips were not observed. It was found that the efficiency of eliminating raspberry bushy dwarf virus (RBDV) significantly increases with combined treatment - chemotherapy (drug «Kagocel») and *in vitro* thermotherapy (36-38 °C for 50 days). Elimination of RBDV in variants K10 + T and K30 + T was 77.2% and 79.8%, respectively.

Keywords: grape, *Vitis vinifera* L., *in vitro*, virus elimination, thermotherapy, chemotherapy.

Вклад авторов:

Хасейн Алтын – проведение экспериментов, написание первоначального варианта статьи, редактирование текста.

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – проведение экспериментов, написание первоначального варианта статьи, редактирование текста.

Аубакирова Карлыгаш Пазилхаковна – проведение экспериментов, написание первоначального варианта статьи, редактирование текста.

Сулейманова Гульнур Алмасовна – научное руководство, участие в постановке задач, редактирование текста.

Малахова Наталья Петровна – научное руководство, формулировка целей и задач исследования, координация проекта, редактирование текста.

G.N. Kairova^{1*}, E.S. Ismagulova¹, Suleimanova G¹, H. Basim²,
M.Zh. Sarshayeva³, S.B. Korabaeva³

¹ «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Republic of Kazakhstan,
gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz, elmira.ism93@gmail.com

² «Akdeniz University», Antalya, Turkey, hbasim@akdeniz.edu.tr

³ LLP «Kazakh Research Institute for Fruit and Vegetable Growing»
Almaty, Republic of Kazakhstan, moka-1993@mail.ru, korabayeva_saule@mail.ru

PATHOGENICITY OF THE FUNGUS *ALTERNARIA ALTERNATA* ON WALNUT (*JUGLANS REGIA*) IN THE SOUTHERN FRUIT-GROWING ZONE OF KAZAKHSTAN

Abstract

The walnut (*Juglans regia* L.) is an economically important crop in southern Kazakhstan, where brown spot disease, caused by the fungus *Alternaria alternata*, poses a serious threat to yield. The objective of this study was to determine whether *A. alternata* isolates obtained from walnut leaves in orchards located in different climatic zones (Almaty and Turkestan regions) exhibit pathogenic properties in all cases. The fungus was identified based on morphological characteristics and confirmed by PCR analysis. Pathogenicity was assessed through artificial inoculation of walnut leaves under controlled conditions. The results demonstrated that *A. alternata* exhibits pathogenicity under diverse climatic conditions, inducing brown spot symptoms, including chlorosis and necrosis of leaves. These findings confirm the wide distribution and threat of brown spot and provide a scientific basis for further research aimed at developing effective plant protection strategies.

Keywords: *Juglans regia*, *Alternaria alternata*, fungus, pathogenicity, inoculation, leaf infection, molecular identification.

Introduction

Alternaria alternata (Fr.) Keissl. is a fungus belonging to the class *Dothideomycetes* (*Ascomycota*), commonly known as a saprotroph or facultative parasite [1]. Traditionally, this species was considered to primarily colonize weakened or damaged plant tissues, in contrast to the large-spored *A. solani* [2]. However, recent studies have demonstrated that *A. alternata* is capable of independently causing infections across a wide range of crops, including fruit, vegetable, and ornamental plants [3–4]. In recent decades, walnut (*Juglans regia* L.) infections caused by this phytopathogen have been reported in both Europe and Asia. The first case of brown spot was documented in Italy in 1998, where circular necrotic lesions with concentric rings were observed on leaves. The pathogen was isolated, morphologically identified, and its pathogenicity confirmed through laboratory trials (Belisario et al., 1999) [5]. In China, brown spots caused by *A. alternata* were first reported in Xinjiang Province in 2019, with disease incidence reaching 25%. Identification was based on morphological features and molecular markers (ITS, endoPG, H3), while field inoculation trials confirmed pathogenicity of the isolates (Liu et al., 2023) [6]. In India, in the Jammu and Kashmir region, significant walnut leaf infections caused by *A. alternata* strains were recorded between 2020 and 2022, with incidence rates up to 85%. Molecular markers (ITS, endoPG, Alt a 1) were employed for identification, and pathogenicity was demonstrated under controlled conditions (Raina et al., 2025) [7]. In Serbia, morphological and pathogenic traits of *A. alternata* isolates obtained from walnut leaves, branches, and fruits were studied; inoculation experiments revealed typical necrotic lesions developing on both wounded and unwounded tissues (Vasić et al., 2021) [8].

In 2022–2024, symptoms of brown spot were observed on walnut (*Juglans regia* L.) in the southern fruit-growing zone of Kazakhstan, manifested as rounded necrotic lesions often covering a significant portion of the leaf blade. Based on morphological analysis and PCR identification, the causal agent of the disease was determined to be the fungus *A. alternata* [9]. Thus, an urgent task is

to clarify the pathogenic role of *A. alternata* on walnut under various climatic conditions of Kazakhstan, which will substantiate the necessity of developing protective measures.

Materials and Methods

Walnut (*Juglans regia* L.) leaves exhibiting leaf spot symptoms were collected from orchards in the southern fruit-growing zone of Kazakhstan during 2022–2024. Samples were obtained from four farms: Peasant Farm «Manshuk» and RSE «Issyk State Dendrological Park» (Almaty region), as well as LLP «Silk Alley» and LLP «Saryagash Zher Syy» (Turkestan region).

Tissue fragments of walnut (*Juglans regia* L.) measuring 5×5 mm were excised from the margin between healthy and necrotic areas of leaves or branches. The samples were washed under running tap water for 10 minutes, surface-sterilized in 1% sodium hypochlorite (NaOCl) solution for 2 minutes, and rinsed three times with sterile distilled water. The fragments were placed on sterile filter paper to remove excess moisture and plated onto potato dextrose agar (PDA) supplemented with gentamicin sulfate (300 µg/L). Cultures were incubated at 24 ± 2 °C in darkness for 5–7 days, with daily monitoring of fungal colony growth. Isolates displaying morphological characteristics of *Alternaria alternata* were subcultured to obtain pure cultures according to the methodology described in [10] for further study.

From the infected leaves, 20 isolates of *A. alternata* were obtained—five from each farm. For bioassays, four isolates were selected: AA-KZ25 (Peasant Farm «Manshuk»), AA-KZ30 (RSE «Issyk State Dendrological Park»), AA-KZ200 (LLP «Silk Alley»), and AA-KZ223 (LLP «Saryagash Zher Syy»). The choice of these isolates was based on their stable morphological traits, including a high colony growth rate on PDA (average 5–7 mm/day) and abundant sporulation ($>1 \times 10^4$ conidia/cm²), which ensured reproducibility of results under bioassay conditions.

Genomic DNA was extracted from fungal mycelium using the PROBA-NK kit (AgroDiagnostics). DNA concentration and purity were measured with a NanoDrop One spectrophotometer (Thermo Scientific, USA). The ITS region was amplified using universal primers ITS4/ITS5 (White et al., 1990) under standard PCR conditions. PCR products were purified and sequenced by the Sanger method using the BigDye Terminator v3.1 kit on an Applied Biosystems 3500 automated sequencer. Chromatogram quality was verified with Sequencing Analysis Software v6.0. Taxonomic identification was performed using the NCBI GenBank and BOLD databases [11]. BLASTN search against the GenBank nr/nt database revealed 100% identity with 100% coverage of our ITS sequence to *Alternaria alternata* references (GenBank: OR574350, KP979752, OP783348, OP364433; E-value = 0.0).

Pathogenicity was assessed on sterilized *J. regia* leaves, which were surface-disinfected with 70% ethanol (30 s) and 1% NaOCl (2 min), followed by rinsing with sterile water. The leaves were placed on moist filter paper in Petri dishes. A conidial suspension (1×10^5 conidia/mL) was applied as three drops (5 µL each) per leaf. Detached leaf assays were chosen to ensure strict control of inoculation conditions (25 °C, 90% relative humidity) and to eliminate the influence of physiological factors of intact plants, such as systemic immune responses. This approach is considered standard practice in phytopathology for preliminary pathogenicity evaluation of fungi, including *Alternaria* species [6].

The experiment was conducted in three replicates using walnut cultivars: Velnitsa (AA-KZ25), Liaohé (AA-KZ30, AA-KZ200), and a local variety (AA-KZ223). In total, 36 leaves were inoculated (nine leaves per isolate). Control leaves were treated with sterile water. Incubation was carried out at 25 °C and 90% relative humidity for 7 days.

Symptom evaluation was performed in ImageJ (v1.53, NIH, USA) [12]: the scale was calibrated using a 10 mm line; lesion diameters were measured in three directions (mean ± 0.1 mm); and necrotic area was quantified using the “Threshold” and “Analyze Particles” functions (±1%).

Pathogenicity was classified as follows: high — lesion diameter >15 mm with >50% affected area; moderate — 8–15 mm with 20–50% affected area; minimal — <8 mm with up to 20% affected area. Pathogenicity was further confirmed by re-isolation of the fungus (Koch’s postulates) [13]. Data were analyzed using one-way ANOVA.

Results and Discussion

Analysis of the aggregated data (Table 1) revealed that the development of brown spot was associated with the climatic conditions of the region. However, differences observed between farms within the same zone also indicate the contribution of additional factors, including cultivar specificity, agricultural practices, and the physiological status of the plants.

Table 1 - Climatic parameters and development indicators of brown spot on walnut in farms of the southern zone of Kazakhstan (2022–2024)

Location	Year	T°C	Air Humidity (%)	Precipitation (mm)	DSI	DI
Peasant Farm "Manshuk"	2022	19.96	46.13	254	25	9
	2023	18.8	47.4	245	28	9
	2024	18.98	54.5	315	33	11
RSE "Issyk Dendrological Park"	2022	19.96	46.13	254	50	20
	2023	18.8	47.4	245	46	23
	2024	18.98	54.5	315	51	26
LLP "Saryagash Zher Sy"	2022	24.9	44.2	70.9	41	19
	2023	24.6	40.1	85.9	39	17
	2024	24.1	45.8	135.4	39	19
LLP "Silk Alley"	2022	24.9	44.2	70.9	61	30
	2023	24.6	40.1	85.9	64	28
	2024	24.1	45.8	135.4	70	30

Where, DSI - Disease severity index, DI - Disease incidence

The data presented in Table 1 indicate the influence of regional climatic conditions on the development of brown spot. In the Almaty region (at the Peasant Farm "Manshuk" and the RSE «Issyk State Dendrological Park»), under relatively moderate temperatures (18.8–19.9 °C) and high precipitation levels (245–315 mm), a gradual intensification of the disease was observed. Thus, the DSI/DI values at the Peasant Farm "Manshuk" increased from 25/9 in 2022 to 33/11 in 2024, while in the RSE "Issyk Dendrological Park" they rose from 50/20 to 51/26. The increase in air humidity to 54.5% in 2024 was associated with the maximum disease index values, highlighting a direct dependence of brown spot manifestation on abundant spring precipitation and elevated humidity during early summer.

In the Turkestan region (at the LLP "Saryagash Zher Sy" and LLP "Silk Alley"), the climate is characterized by higher temperatures (24.1–24.9 °C), lower humidity (40–46%), and limited precipitation (70–135 mm). Despite these conditions, the disease also persisted at a considerable level. At LLP "Saryagash Zher Sy," the indices remained relatively stable (DSI 39–41, DI 17–19), whereas at LLP "Silk Alley" critically high levels of infection were recorded (DSI 61–70, DI 28–30) throughout the entire observation period. This indicates that under arid conditions, the primary risk factors are not excessive rainfall but rather plant stress caused by heat and insufficient moisture. Thus, in the Almaty region, the development of brown spot is closely associated with precipitation levels and air humidity, whereas in the Turkestan region it is driven by water stress and drought-induced plant weakening. Regardless of the climatic zone, the disease maintains a high intensity, underscoring the broad ecological adaptability of *Alternaria alternata* and the urgent need for integrated management strategies in walnut orchards.

Artificial inoculation confirmed the pathogenicity of all *A. alternata* isolates. Within 5–7 days, dark-brown to black necrotic lesions developed on inoculated leaves, whereas no symptoms were observed on control leaves. Lesion diameters ranged from 10.2 to 24.9 mm, and the percentage of leaf area affected varied between 10 and 15%. Table 2 presents the mean diameters of necrotic lesions (mm) across three replications for *Alternaria alternata* strains collected from different orchards, demonstrating both the pathogenicity of the strains and the variability of virulence within replications. The least significant difference (LSD_{0.05}) at $p < 0.05$ indicates the statistical significance of

differences observed between replications within a given strain. Figure 1 illustrates necrotic lesions, highlighting the variation in disease severity depending on strain virulence and orchard origin.

Table 2 – Average necrotic lesion diameters of *Alternaria alternata* strains on walnut leaves and their pathogenicity categories

№	Strain	Location	Cultivar	Lesion Diameter (mm)			Pathogenicity Category	Mean ± SD
				3 replicates				
1	AA-KZ25	Peasant Farm “Manshuk”	Velnytsa	23.8	23.2	24.9	High	23.9 ± 1.5
2	AA-KZ30	RSE "Issyk Dendrological Park"	Liaohe	14.6	16.6	16.8	High	16.0 ± 1.0
3	AA-KZ200	LLP "Silk Alley"	Liaohe	20.7	20.3	22.9	High	21.3 ± 2.3
4	AA-KZ223	LLP "Saryagash Zher Syy"	Local	10.2	11.3	12.9	Moderate	11.5 ± 2.4
5		Control		0	0	0	Absent	0 ± 0
LSD _{0.05} = 2.16 mm								

Note: Pathogenicity level: high (>15 mm, coverage >50%), moderate (10–15 mm, coverage <20%), absent (0 mm).

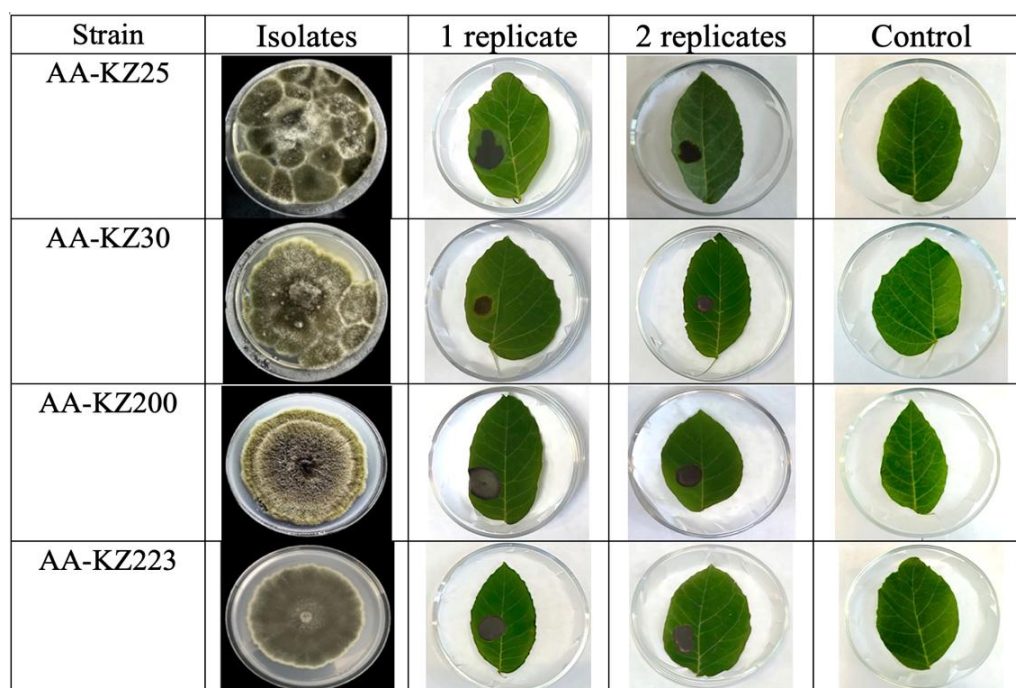


Figure 1 – Symptoms caused by *A. alternata* isolates (AA-KZ25, AA-KZ30, AA-KZ200, AA-KZ223) on *Juglans regia* leaves 7 days after inoculation.

The results of artificial inoculation demonstrated that all *A. alternata* isolates obtained from walnut orchards in southern Kazakhstan exhibited pathogenicity, although their levels of aggressiveness varied. The most virulent strain was AA-KZ25 (collected from the Peasant Farm "Manshuk", Almaty region), which produced lesions up to 23.9 mm in diameter, whereas AA-KZ223 (from LLP "Saryagash Zher Syy", Turkestan region) showed only moderate pathogenicity with a mean lesion diameter of 11.5 mm. One-way ANOVA revealed significant differences among the strains ($F = 209.4$, $p < 0.001$), further confirmed by the Least Significant Difference test ($LSD_{0.05} = 2.16$ mm).

Comparison with international data supports these findings. In Italy, lesion sizes (~20 mm) were comparable to those caused by our most aggressive isolates [5]. In China, disease incidence reached

25%, but lesions remained relatively small (3–8 mm), likely reflecting a lower dependence of the pathogen on moisture availability [6]. In India, disease incidence was markedly higher (up to 85%) [7], reflecting both the high susceptibility of local cultivars and the aggressiveness of pathogen populations. Data from Serbia also confirmed the ability of *A. alternata* to cause necroses even on intact tissues [8], consistent with our observations.

Thus, the development of brown spot in Kazakhstan is sustained under both humid conditions (due to elevated rainfall and humidity in spring) and arid regions, where the disease persists owing to the pathogenicity of isolates with moderate to high virulence. This highlights the ability of *A. alternata* to express pathogenicity across diverse climatic conditions.

Conclusions

This study is the first to confirm the pathogenicity of *Alternaria alternata* on walnut (*Juglans regia* L.) in the southern fruit-growing zone of Kazakhstan, demonstrating differences in isolate virulence depending on orchard and cultivar. The most aggressive strain was AA-KZ25 (from the Peasant Farm "Manshuk"), whereas AA-KZ223 (from LLP "Saryagash Zher Syy") exhibited only moderate pathogenicity. The development of brown spot was shown to be associated both with increased humidity and precipitation, as well as with arid conditions, where disease persistence was sustained by plant stress and isolate virulence.

The findings of this research hold practical significance for the development of phytosanitary strategies, including the application of fungicides (difenoconazole, kresoxim-methyl) and agronomic practices (removal of plant residues, regulation of canopy humidity) [15]. Promising directions for further studies include field trials under diverse climatic conditions and the evaluation of the effectiveness of new fungicides against *Alternaria alternata*.

Gratitude: This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Grant Number AP19677936, "Investigation of the main walnut diseases and molecular genetic basis of the resistance of promising varieties to economically important pathogens".

References

1. Woudenberg, J. H. C., Groenewald, J. Z., Binder, M., & Crous, P. W. (2013). *Alternaria* section *Alternaria*: Species, formae speciales or pathotypes? *Studies in Mycology*, 75, 171–212. <https://doi.org/10.3114/sim0010>
2. Rotem, J. (1994). *The genus Alternaria: Biology, epidemiology, and pathogenicity*. APS Press.
3. Meena, P. D., Rani, M., & Chattopadhyay, C. (2010). *Alternaria* blight: A chronic disease in Brassica. *Journal of Plant Pathology*, 92(4, Supplement), 123–130.
4. Matić, S., et al. (2020). *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: An emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*, 104(6), 1701–1711. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-19-1890-RE>
5. Belisario, A., Forti, E., Corazza, L., & van Kesteren, H. A. (1999). First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on English walnut. *Plant Disease*, 83(7), 696. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.7.696A>
6. Liu, Z., Zhang, R., Sun, D., Tuerdi, M., Zhu, T., & Chen, X. (2023). *Alternaria alternata* causing brown spot disease on walnut in Xinjiang, China. *Plant Disease*, 107(7), 2224. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-22-1536-PDN>
7. Raina, A., Kaul, S., Sharma, I., Khataia, K., & Dhar, M. K. (2025). First report of *Alternaria alternata* causing leaf spot on *Juglans regia* in India. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-24-2479-PDN>
8. Vasić, T., Jevremović, D., Živković, S., Leposavić, A., & Paunović, S. (2021). Morphological and pathogenic characteristics of *Alternaria alternata* isolates on walnut. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 24(3), 224–238.
9. Kairova, G., Ismagulova, E., Oleichenko, S., Basim, H., Tursunova, A., & Korabaeva, S. (2024). Identification of the main diseases of walnut in the southern fruit-growing zone of Kazakhstan. *Izdenister Natigeler*, 1(101), 91–102. <https://doi.org/10.37884/1-2024/10>

10. Dhingra, O. D., & Sinclair, J. B. (1995). Basic plant pathology methods (2nd ed.). CRC Press.
11. White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications* (pp. 315–322). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>
12. Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671–675. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
13. Fredericks, D. N., & Relman, D. A. (1996). Sequence-based identification of microbial pathogens: A reconsideration of Koch's postulates. *Clinical Microbiology Reviews*, 9(1), 18–33. <https://doi.org/10.1128/CMR.9.1.18>
14. National Hydrometeorological Service of Kazakhstan. (2022–2024). Meteorological and hydrological databases. Retrieved from <https://www.kazhydromet.kz/ru/>
15. Kairova, G. N., Basim, H., Ismagulova, E. S., Nizamdinova, G. K., Sarshayeva, M. Zh., & Korabaeva, S. B. (2024). Efficacy of a range of fungicides against fungal diseases of walnut in the southern fruit-growing zone of Kazakhstan. *Research, Results*, 3, 142–150. <https://doi.org/10.37884/3-2024/16>

**Г.Н. Кайрова^{1*}, Э.С. Исмагулова¹, Г.А. Сулейманова¹, Н. Basim²,
М.Ж. Саршаева³, С.Б. Корабаева³**

¹ «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті», Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz; elya_ismagulova@mail.ru

² «Акдениз университеті», Анталья қаласы, Түркия мемлекеті, hbasim@akdeniz.edu.tr

³ «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан Республикасы, toka-1993@mail.ru, korabayeva_saule@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ЖЕМІС ӨСІРУ АЙМАҒЫНДА ГРЕК ЖАҢҒАҒЫНДАҒЫ *ALTERNARIA ALTERNATA* САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ ПАТОГЕНДІЛІГІ

Аңдатпа

Жаңғақ (*Juglans regia* L.) – экономикалық тұрғыдан маңызды дақыл болып табылады, әсіресе Оңтүстік Қазақстанда. Мұнда *Alternaria alternata* саңырауқұлағы тудыратын қоңыр дақ ауруы өнімділікке елеулі қауіп төндіреді. Бұл зерттеудің мақсаты – Алматы және Түркістан облыстарының әртүрлі климаттық аймақтарындағы бақтардан алынған жаңғақ жапырақтарындағы *A. alternata* изоляттарының патогендік қасиеттерін анықтау болды. Саңырауқұлақ морфологиялық белгілері бойынша анықталып, ПТР әдісі арқылы расталды. Патогенділікті бақыланатын жағдайда жаңғақ жапырақтарын қолдан жасанды жұқтыру арқылы тексерді. Нәтижелер *A. alternata* әртүрлі климаттық жағдайларда да патогендік қасиет көрсететінін дәлелдеді, ол хлороз бен жапырақ некрозын тудыратын қоңыр дақтың белгілерін шақырды. Бұл деректер аурудың кең таралғанын әрі қауіпті екенін көрсетеді және өсімдікті қорғаудың тиімді стратегияларын әзірлеуге бағытталған әрі қарайғы зерттеулерге ғылыми негіз қалайды.

Кілт сөздер: *Juglans regia*, *Alternaria alternata*, саңырауқұлақ, патогенділік, инокуляция, жапырақ инфекциясы, молекулалық идентификация.

**Г.Н. Кайрова^{1*}, Э.С. Исмагулова¹, Г.А. Сулейманова¹, Н. Basim²,
М.Ж. Саршаева³, С.Б. Корабаева³**

¹ «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, РК, gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz, elmira.ism93@gmail.com,

² «Университет Акдениз», Анталья, Турция, hbasim@akdeniz.edu.tr;

³ ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», г. Алматы, Республика Казахстан, toka-1993@mail.ru, korabayeva_saule@mail.ru.

ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБА *ALTERNARIA ALTERNATA* НА ГРЕЦКОМ ОРЕХЕ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ ПЛОДОВОДСТВА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Грецкий орех (*Juglans regia* L.) является экономически важной культурой в южном Казахстане, где бурая пятнистость, вызываемая грибом *Alternaria alternata*, представляет серьёзную угрозу урожайности. Цель данного исследования заключалась в том, чтобы установить, проявляют ли изоляты *A. alternata*, полученные из листьев грецкого ореха в садах, расположенных в различных климатических зонах (Алматинская и Туркестанская области), патогенные свойства во всех случаях. Гриб был идентифицирован на основе морфологических признаков и подтверждён методом ПЦР-анализа. Патогенность проверяли путём искусственного инокулирования листьев грецкого ореха в контролируемых условиях. Результаты показали, что *A. alternata* проявляет патогенность в различных климатических условиях, вызывая симптомы бурой пятнистости, включая хлороз и некроз листьев. Эти данные подтверждают широкое распространение и опасность болезни и создают научную основу для дальнейших исследований, направленных на разработку эффективных стратегий защиты растений.

Ключевые слова: *Juglans regia*, *Alternaria alternata*, гриб, патогенность, инокуляция, листовая инфекция, молекулярная идентификация.

МРНТИ 68.37.07

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/04>

Койгельдина А.Е., Копирова Г.И., Болтаева Л.А., Кожабаяева Г.Е., Ковалева Е.В.

Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
имени Ж. Жиембаева, Алматы. Казахстан, aygerim_k@mail.ru, gkopirova@mail.ru,
ljazat19_81@mail.ru, luch.78@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА

Аннотация

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особое внимание уделяется поиску эффективных агротехнологических решений, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из перспективных направлений является использование защитно-стимулирующих составов (ЗСС) при предпосевной обработке семян. В статье рассмотрено влияние ЗСС на посевные качества и продуктивность ярового рапса (*Brassica napus* L.), который является важной масличной культурой, востребованной как в пищевой, так и в кормовой отраслях.

Результаты исследований показали, что обработка семян ЗСС способствует значительному повышению энергии прорастания и лабораторной всхожести, активизирует физиолого-биохимические процессы на ранних этапах онтогенеза и повышает устойчивость растений к стрессовым абиотическим и биотическим факторам. В полевых условиях доказано, что применение данных препаратов увеличивает густоту стояния растений, ускоряет начальные темпы роста, улучшает развитие корневой системы и положительно влияет на формирование основных элементов структуры урожая.

Экспериментальные исследования, проведённые в условиях Костанайской области (ТОО «Қазақ тұлпары»), подтвердили высокую эффективность ЗСС, обеспечив прирост урожайности и улучшение фитосанитарного состояния посевов. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности включения защитно-стимулирующих составов в систему интегрированной предпосевной обработки семян ярового рапса как перспективного

агротехнического приёма, направленного на реализацию урожайного потенциала культуры и повышение её конкурентоспособности в условиях интенсивного земледелия.

Ключевые слова: *защитно-стимулирующий состав, посевные качества, урожайность, яровой рапс, стимуляция роста*

Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства в современных условиях требует внедрения инновационных и экологически безопасных технологий, направленных на повышение эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Одной из стратегически важных масличных культур является яровой рапс (*Brassica napus* L.), обладающий высоким потенциалом урожайности и широким спектром использования — от производства растительного масла до кормовых и технических целей. Однако низкая полевая всхожесть семян, воздействие абиотических стрессов и поражение болезнями и вредителями часто ограничивают реализацию его продуктивного потенциала.

В этой связи всё большую актуальность приобретает применение защитно-стимулирующих составов (ЗСС), представляющих собой комплекс препаратов с фунгицидными, росторегулирующими и антистрессовыми свойствами. Их использование при предпосевной обработке семян позволяет не только обеспечить надёжную защиту от комплекса возбудителей болезней, но и активизировать физиолого-биохимические процессы, способствующие улучшению энергии прорастания и устойчивости растений на ранних этапах онтогенеза.

Ряд исследований свидетельствует о том, что включение ЗСС в систему интегрированной защиты растений способствует формированию оптимальной густоты стояния, улучшению адаптивного потенциала посевов, повышению урожайности и качества семян. В то же время вопросы адаптации защитно-стимулирующих технологий к конкретным почвенно-климатическим условиям, таким как северные регионы Казахстана, остаются недостаточно изученными и требуют проведения комплексных исследований.

Целью настоящей работы является оценка эффективности применения защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян ярового рапса в условиях Костанайской области и выявление их влияния на посевные качества и урожайность культуры [1, 2, 4].

Материалы и методы исследований

Лабораторные исследования проводились в условиях ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева» (г. Алматы, лаборатория фитопатологии), а полевые опыты - на территории Костанайской области, Костанайского района, на базе ТОО «Қазақ тұлпары».

Объекты исследования. Объектом исследований были семена ярового рапса, являющиеся районированными в Костанайской области (сорт 55 регион). Оздоровление семян ярового рапса, предназначенных для полевых опытов, проводилось на основании предварительно проведенной фитоэкспертизы в лабораторных условиях. При экспертизе семян были оценены их посевные качества согласно ГОСТу 12038-84 [3]. Посевные качества были определены во влажных камерах по количеству проросших семян, помещенных в термостат при температуре 25-26⁰ С, в 4-х кратной повторности [5].

Определение доминирующей патогенной и сапрофитной микрофлоры осуществлялось с применением питательных сред: картофельно-глюкозного агара (КГА) и синтетической среды Чапека. Идентификация грибной и бактериальной инфекции проводилась на основании морфологических характеристик колоний и их чистых культур. Морфологические особенности грибов изучались методом микроскопии по признакам спороношения. Оценка патогенности бактерий, выделенных в чистую культуру, выполнялась с использованием тест-объектов — растений *Pelargonium zonale* L. (комнатная герань) и клубней картофеля [6].

В качестве защитно-стимулирующего состава использовали: фунгициды - Витакс, в.с.к. (карбоксин 170 г/л + тирам 170 г/л), ТМТД, в.с.к. (тирам, 400 г/л), Круйзер OSR 322 с.к.

(тиаметоксам, 280 г/л + мефеноксам, 33,3 г/л + флудиоксонил, 8 г/л), инсектициды - Акиба, в.с.к. (имидаклоприд, 500 г/л), Табу Нео, с.к. (имидаклоприд, 400 г/л + клотианидин, 100 г/л), Конвой, к.с. (имидаклоприд 600 г/л), Луидор Про, к.с. (имидаклоприд, 200 г/л), Пикус, 60% к.с. (имидаклоприд, 600 г/л; биологические стимуляторы роста: SeedSpor, ж.ф. (микориза, *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus* sp.), Гуфос, ж., (гумата натрия, аммофос), Фитолавин, в.р.к. (фитобактериомицин, БА 120 000 ЕА/мл, 32 г/л), Экстрасол, ж., (жидкая форма препарата - культурная жидкость *Bacillus subtilis* штамм Ч-13), БисолбиСан, ж. (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13 + метаболиты, полученные в процессе культивирования штамма). Масса обработанных семян ярового рапса по 8 г на деланку 10 м².

Результаты и обсуждения

Результаты проведения фитоэкспертизы в лаборатории фитопатологии ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева» выявили, что предоставленные семена ярового рапса, районированные в Костанайской области, были заражены комплексом грибной и бактериальной микрофлоры. Так, в результате фитопатологического анализа выявлены грибы рода *Fusarium*, *Alternaria*, а также сапрофитные грибы родов *Mucor*, *Penicillium*, вызывающие плесневение (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Зараженность семян ярового рапса грибной и бактериальной инфекцией (лабораторный опыт, 2024 г.)

Количество проанализированных семян, шт.	Количество зараженных семян, %	Выявление микрофлоры				
		<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	бактерии
яровой рапс						
30	100,0	-	+	+	-	+

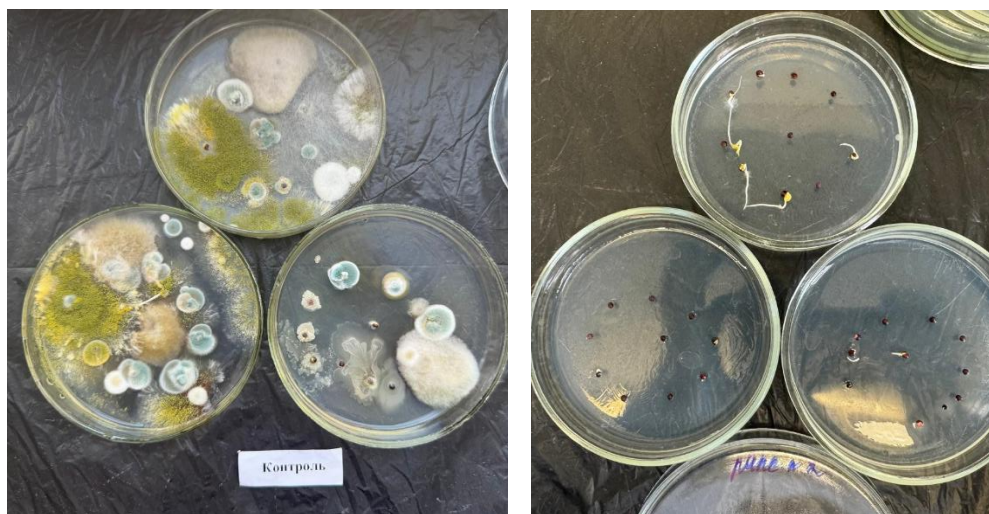


Рисунок 1. Фитопатологический анализ семян ярового рапса (*Brassica napus* L.)

На основании полученных результатов фитоэкспертизы семян рапса, для их оздоровления перед посевом, была проведена обработка различными защитно-стимулирующими составами, состоящими из различных сочетаний вышеуказанных препаратов, включая биостимуляторы роста растений. Результаты влияния данных составов на посевные качества и состав грибной и бактериальной микрофлоры семян ярового рапса представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние обработки семян ярового рапса защитно-стимулирующими составами на посевные качества и микрофлору (сорт 55 регион, лабораторный опыт, 2024 г.)

Варианты	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Интенсивность роста микроорганизмов		Интенсивность роста проростков	Количество больных семян и проростков, %
			грибы	бактерии		
Контроль (без обработки)	46,6	82,6	+	+	++	6,6
Эталон	54,6	76,0	-	-	+++	0
Вариант 1	58,0	91,3	-	-	+++	0
Вариант 2	72,0	84,0	-	+	+++	6,0
Вариант 3	65,3	85,3	-	-	++	0
Вариант 4	55,3	84,6	-	-	++	0
Вариант 5	56,6	79,3	-	-	+++	0
Вариант 6	65,3	83,3	-	-	++	0
Вариант 7	64,6	84,6	-	-	++	0

Как видно из таблицы 2, результаты лабораторных опытов семян ярового рапса демонстрируют положительное влияние на посевные качества семян. Большинство исследованных ЗСС существенно улучшают посевные качества ярового рапса, повышая энергию прорастания и лабораторную всхожесть, а также эффективно подавляют развитие фитопатогенной микрофлоры на семенах. Это способствует снижению количества больных семян и обеспечивает интенсивный рост проростков. Варианты 1, 3, 4, 5, 6, 7 выглядят более эффективными в подавлении микрофлоры по сравнению с Вариантом 2 и контролем, при этом Вариант 1 демонстрирует наилучшую лабораторную всхожесть.

В дальнейшем, для подтверждения лабораторных результатов, были заложены полевые мелкоделяночные опыты с наилучшими отобранными ЗСС вариантами.

В ходе полевых исследований, включающих работы от посева до уборки урожая, была проведена оценка влияния различных защитно-стимулирующих композиций на морфометрические параметры и продуктивность растений ярового рапса. Анализ полученных данных показал, что применение защитных и стимулирующих препаратов способствует улучшению основных структурных показателей продуктивности, таких как длина растений, количество ветвлений и стручков, масса 1000 семян и число семян в стручке, что в совокупности положительно сказывается на урожайности ярового рапса (таблица 3, рисунок 2).

Таблица 3 - Влияние защитно-стимулирующих составов на структурные показатели и урожай ярового рапса (Костанайская область, Костанайский район, ТОО «Қазақ тұлпары», 2024 г.)

Вариант	Длина растений	Количество, шт.			Масса 1000 семян, г	Урожайность с 0,25 м ²
		ветвлений на 1 растений	стручков на 1 растений	семян в 1 стручке		
Контроль (без обработки)	78,44	2,32	31,2	24,92	3,3	47,2
Эталон	97,04	3,68	51,4	30,84	3,4	54,8
Вариант 1	90,48	2,4	54,4	36,8	3,3	82,85
Вариант 2	92,68	2,56	44,32	35,56	3,6	59,6
Вариант 3	90,0	2,68	49,04	32,56	3,3	86,3

Применение ЗСС существенно улучшает морфометрические показатели растений ярового рапса, что в конечном итоге привело к значительному повышению урожайности. Наивысшая урожайность достигнута в Варианте 3 (86,3 ц/0,25 м²) и Варианте 1 (82,85 ц/0,25 м²), что значительно превышает урожайность в Эталоне (54,8 ц/0,25 м²). НСР₀₅ составил 1,13, что позволяет считать наблюдаемые различия статистически значимыми.



Рисунок 2. Сбор урожая и анализ структурных показателей

Заклучение

Проведённые лабораторные и полевые исследования подтвердили высокую эффективность применения защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян ярового рапса. Использование этих комплексных препаратов способствует улучшению посевных качеств семян (повышая энергию прорастания и лабораторную всхожесть) и снижению уровня заражённости патогенной микрофлорой, что делает их доказанным эффективным агротехнологическим приемом при возделывании ярового рапса.

Благодарность. Научные исследования проведены в рамках бюджетной программы 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований и мероприятий», по научной технической программе BR22885887 «Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами» на 2024-2026 гг.

Список литературы

1. Кулешов В.И., Литвинов Ю.И. Биотехнологии в растениеводстве. – М.: Колос, 2020.
2. Гуськов С.И. Защитно-стимулирующие препараты в сельском хозяйстве. – Воронеж: ВГУ, 2021.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур / Методы определения всхожести. Agricultural seeds, Methods for determination of germination. МКС 65.020.20, ОКСТУ 9709. - С. 44-52.
4. Карпов С.А., Смирнов А.В. Повышение продуктивности ярового рапса через стимуляцию роста. // Агро XXI век. – 2022. – №3. – С. 12–15.
5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов. - М.: Россельхозакадемия, 2019.
6. Герасимова С.Г. Методические указания по микологической экспертизе семян. – М.: Россельхозцентр, 2019. – 68 с.
7. А. Ф. Судник, В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, Е. М. Ритвинская. Подготовка без вреда — яровой рапс и инсектофунгицидные композиции с включением регуляторов роста. //

Агрохимия. Растениеводство. — 2021. — 15 марта. — Текст статьи. https://www.agbz.ru/articles/yarovoy-raps-i-insektofungitsidnye-kompozitsii-s-vklyucheniem-regulyatorov-rost/?utm_source=chatgpt.com

8. Сания А. Тулькубаева, Василий Г. Васин. Применение регуляторов роста при возделывании ярового рапса в Северном Казахстане. // (сборник научных трудов или журнал), 2017. https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-urozhaynosti-i-kachestvo-semyan-yarovogo-ryzhika-pri-ispolzovanii-regulyatorov-rosta?utm_source=chatgpt.com

9. С. В. Засядько, С. В. Кадыров. Прирост урожайности ярового рапса при использовании стимулятора роста и жидких комплексных удобрений. // КрасНИИСХ – Эдиторум (конференционные материалы), 2022. https://apk124.krasn.ru/ru/nauka/conference_article/12482/view?utm_source=chatgpt.com

10. А. И. Ерохин. Влияние гуминовых препаратов на урожайность семян ярового рапса. // КрасНИИСХ – Эдиторум (конференционные материалы), 2023. https://apk124.krasn.ru/ru/nauka/conference_article/12482/view?utm_source=chatgpt.com

11. Технологический обзор: Регуляторы роста на яровом рапсе (компания "Август"). // (Индустриальный журнал или веб-ресурс), 2025. https://www.avgust.com/services/newspaper/regulatory_rosta_na_rapse/?utm_source=chatgpt.com

12. Effect of seed weight and biostimulant seed treatment on establishment, growth and yield parameters of winter oilseed rape. // *Plant, Soil and Environment*. – 2024. [doaj.org](https://doi.org/10.17660/PlantSoilEnv/2024/01/01)

13. Optimizing oilseed rape growth: Exploring the effect of foliar biostimulants on the interplay among metabolism, phenology, and yield. // *Physiologia Plantarum*. – 2024 [Онлайн библиотека WileyPubMed](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/physc.15111)

14. Response of winter rapeseed to biostimulator application and sowing method. Part II: Seed yield components. // *Acta Scientiarum Polonorum – Agricultura*. – 2018. – Vol. 17, Issue 4, eupub.co.uk

15. P and K accumulation by rapeseed as affected by biostimulant under different NPK and S fertilization doses. // *Agronomy (MDPI)*. – 2019. – Paper number 477. [MDPI](https://www.mdpi.com/2077-0477/9/1/477)

16. Chemical seed priming influence on the field performance of rapeseed-mustard genotypes in Indo-Gangetic plains of West Bengal. // *Discover Agriculture (Springer)*. – 2025. [SpringerLink](https://www.springerlink.com)

References

1. Kuleshov V.I., Litvinov YU.I. Biotekhnologii v rastenievodstve. – М.: Kolos, 2020.
2. Gus'kov S.I. Zashchitno-stimuliruyushchie preparaty v sel'skom hozyajstve. – Voronezh: VGU, 2021.
3. GOST 12038-84. Semena sel'skohozyajstvennykh kul'tur / Metody opredeleniya vskhozhesti. Agricultural seeds, Methods for determination of germination. MKS 65.020.20, OKSTU 9709. - S. 44-52.
4. Karpov S.A., Smirnov A.V. Povyshenie produktivnosti yarovogo rapsa cherez stimulyaciyu rosta. // *Agro XXI vek*. – 2022. – №3. – S. 12–15.
5. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevykh opytov. - М.: Rossel'hozakademiya, 2019.
6. Gerasimova S.G. Metodicheskie ukazaniya po mikologicheskoy ekspertize semyan. – М.: Rossel'hozcentr, 2019. – 68 s.
7. F. Sudnik, V. I. Kochurko, E. E. Abarova, E. M. Ritvinskaya. Podgotovka bez vreda — yarovoj raps i insektofungitsidnye kompozitsii s vklyucheniem regulyatorov rosta. // *Агрохимия. Растениеводство*. — 2021. — 15 марта. — Текст стат'и. https://www.agbz.ru/articles/yarovoy-raps-i-insektofungitsidnye-kompozitsii-s-vklyucheniem-regulyatorov-rost/?utm_source=chatgpt.com
8. Saniya A. Tul'kubaeva, Vasilij G. Vasin. Primenenie regulyatorov rosta pri vozdeleyvanii yarovogo rapsa v Severnom Kazahstane. // (sbornik nauchnykh trudov ili zhurnal), 2017. https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-urozhaynosti-i-kachestvo-semyan-yarovogo-ryzhika-pri-ispolzovanii-regulyatorov-rosta?utm_source=chatgpt.com

9. S. V. Zasyad'ko, S. V. Kadyrov. Prirost urozhajnosti yarovogo rapsa pri ispol'zovanii stimulyatora rosta i zhidkih kompleksnyh udobrenij. // KrasNIISKH – Editorum (konferencionnye materialy), 2022.
https://apk124.krasn.ru/ru/nauka/conference_article/12482/view?utm_source=chatgpt.com
10. I. Erohin. Vliyanie guminovyh preparatov na urozhajnost' semyan yarovogo rapsa. // KrasNIISKH – Editorum (konferencionnye materialy), 2023.
https://apk124.krasn.ru/ru/nauka/conference_article/12482/view?utm_source=chatgpt.com
11. Tekhnologicheskij obzor: Regul'yatory rosta na yarovom rapse (kompaniya "Avgust"). // (Industrial'nyj zhurnal ili veb-resurs), 2025.
https://www.avgust.com/services/newspaper/regulatory_rosta_na_rapse/?utm_source=chatgpt.com
12. Effect of seed weight and biostimulant seed treatment on establishment, growth and yield parameters of winter oilseed rape. // Plant, Soil and Environment. – 2024. – DOI: 10.XXXX/pse-202405-0005. – (polevaya tryohletnyaya ekspertiza vliyaniya biostimulyatora Lumibio Kelta na vskhozhest', rost, urozhajnost' i sodержanie masla). doaj.org
13. Optimizing oilseed rape growth: Exploring the effect of foliar biostimulants on the interplay among metabolism, phenology, and yield. // Physiologia Plantarum. – 2024. – (analiz vliyaniya mikrovdoroslevogo ekstrakta MB i gidrolizata belka PTH na fotosinteticheskie parametry, fenologiyu i produktivnost'). Onlajn biblioteka WileyPubMed
14. Response of winter rapeseed to biostimulator application and sowing method. Part II: Seed yield components. // Acta Scientiarum Polonorum – Agricultura. – 2018. – Vol. 17, Issue 4, pp. ?–?. – (ocenka vliyaniya razlichnyh biostimulyatorov i sposobov poseva na kolichestvo produktivnyh steblej, bobov i semyan v zimnem rapse). europub.co.uk
15. P and K accumulation by rapeseed as affected by biostimulant under different NPK and S fertilization doses. // Agronomy (MDPI). – 2019. – Paper number 477. – (vliyanie biostimulyatora Kelpak na pogloshchenie fosfora i kaliya v rapse pri razlichnyh urovnyah NPK i sery). MDPI
16. Chemical seed priming influence on the field performance of rapeseed-mustard genotypes in Indo-Gangetic plains of West Bengal. // Discover Agriculture (Springer). – 2025. – (effektivnost' predposevnogo promyvaniya semyan KH_2PO_4 i KNO_3 na urozhajnost' maslichnyh Brassica v Indo-Gangskoj ravnine; otchyot o znachitel'nom uvelichenii urozhajnosti i pribyli). SpringerLink

Койгельдина А.Е., Копирова Г.И., Болтаева Л.А., Кожабаетова Г.Е., Ковалева Е.В.
Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан, aygerim_k@mail.ru, gkopirova@mail.ru, ljazat19_81@mail.ru, luch.78@mail.ru

ЖАЗДЫҚ РАПСТЫҢ ТҰҚЫМДЫҚ САПАСЫ МЕН ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ҚОРҒАНЫШ ҢЫТАЛАНДЫРҒЫШ ҚҰРАМДАР ҚОЛДАНУ Аңдатпа

Ауыл шаруашылығы өндірісін қарқынды дамыту жағдайында дақылдардың өнімділігін арттыруға бағытталған тиімді агротехнологиялық шешімдерді іздеуге айрықша назар аударылады. Осындай перспективалы бағыттардың бірі – тұқымды егу алдындағы өңдеуде қорғаныш-ынталандырушы құрамдарды (ҚЫҚ) пайдалану. Мақалада ҚЫҚ-тың жаздық рапс (*Brassica napus* L.) тұқымдарының егістік сапасына және өнімділігіне әсері қарастырылған. Бұл дақыл – тағамдық және мал азықтық салаларда кеңінен қолданылатын маңызды майлы дақыл.

Зерттеу нәтижелері тұқымды ҚЫҚ-пен өңдеу өну энергиясы мен зертханалық өңгіштікті айтарлықтай арттыратынын, онтогенездің ерте кезеңдерінде физиологиялық-биохимиялық үдерістерді белсендіретінін және өсімдіктердің абиотикалық пен биотикалық күйзеліс факторларына төзімділігін күшейтетінін көрсетті. Дала жағдайларында жүргізілген тәжірибелер бұл препараттарды қолдану өсімдіктердің тығыздығын арттыратынын, бастапқы өсу қарқынын жеделдететінін, тамыр жүйесінің дамуын жақсартатынын және өнім құрылымының негізгі элементтерінің қалыптасуына оң әсер ететінін дәлелдеді.

Қостанай облысында («Қазақ тұлпары» ЖШС) жүргізілген тәжірибелер ҚЫҚ қолданудың жоғары тиімділігін растап, өнімділіктің артуына және егістіктердің фитосанитарлық жағдайының жақсаруына ықпал етті. Алынған нәтижелер жаздық рапс тұқымдарын егу алдындағы интеграцияланған өңдеу жүйесіне қорғаныш-ынталандырушы құрамдарды енгізудің орынды екенін, бұл агротехникалық тәсіл дақылдың өнімдік әлеуетін жүзеге асыруға және қарқынды егіншілік жағдайында оның бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталғанын айқындайды.

Кілт сөздер: қорғаныш-ынталандырғыш құрамдар, тұқымдық сапа, өнімділік, рапс, өсу үдеткіші

Koigeldina A.E., Kopirova G.I., Boltaeva L.A., Kozhabayeva G.E., Kovaleva E.V.
Zh. Zhiembaev Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine,
Almaty, Kazakhstan, aygerim_k@mail.ru, gkopirova@mail.ru, ljazat19_81@mail.ru,
luch.78@mail.ru

APPLICATION OF PROTECTIVE AND STIMULATING COMPOSITIONS AS A FACTOR IN IMPROVING SEEDING QUALITIES AND YIELD OF SPRING RAPESEED

Abstract

Under the conditions of agricultural intensification, special attention is paid to the search for effective agrotechnological solutions aimed at increasing crop yields. One of the promising directions is the use of protective-stimulating compositions (PSCs) for pre-sowing seed treatment. This article examines the effect of PSCs on the seed quality and productivity of spring rapeseed (*Brassica napus* L.), which is an important oilseed crop widely used in both food and feed industries.

The results of the study demonstrated that seed treatment with PSCs significantly enhanced germination energy and laboratory seed viability, activated physiological and biochemical processes at the early stages of ontogenesis, and increased plant resistance to abiotic and biotic stress factors. Field experiments proved that the application of these compositions increased plant stand density, accelerated initial growth rates, improved root system development, and had a positive effect on the formation of major yield components.

Experimental studies conducted in the Kostanay region (LLP “Qazaq Tulpary”) confirmed the high effectiveness of PSCs, ensuring yield increases and improving the phytosanitary status of crops. The obtained results indicate the expediency of including protective-stimulating compositions in the system of integrated pre-sowing seed treatment of spring rapeseed as a promising agrotechnical practice aimed at realizing the crop’s yield potential and enhancing its competitiveness under conditions of intensive farming.

Keywords: protective and stimulating compositions, seeding qualities, yield, spring rapeseed, pre-sowing treatment, growth stimulation.

S. Oleichenko^{1*}, L. Zhailibayeva¹, J. Sagidoldina¹, E. Kuandykova¹,
G. Mutasheva¹, U. Zhumatayeva²

¹ *Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
Lyazzat_0204@mail.ru*

² *M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, doni_uli@mail.ru*

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF GROWING REMONTANT RASPBERRIES IN KAZAKHSTAN

Abstract

Raspberry belongs to the Rosaceae family (Rosacea Luss.), genus *Rubus* L., subgenus *Idaebatus*, which includes more than 120 species. Many of them bear red, yellow, white, or black berries. In agricultural production, various cultivars of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) are commonly grown. In recent years, special attention has been given to the development of remontant (everbearing) raspberry cultivars. Raspberry is among the most valuable berry crops, characterized by early fruiting and high productivity [1].

This article examines the economic efficiency of cultivating remontant raspberries as a promising crop for farms and agribusinesses. It provides an analysis of the costs of establishing and maintaining plantations, yield, sales performance, and profitability. Efficiency indicators are calculated, and recommendations for optimizing agrotechnologies to increase profitability are presented. The research was conducted in the farms “Aidarbayev,” “Khishkov,” and the nursery “Semirechye” of the Enbekshikazakh district, Almaty region. The object of study comprised remontant raspberry cultivars. Promising cultivars bred in Russia include *Bryanskoe Divo*, *Karamelka*, *Oranzhevoe Chudo*, *Nizhegorodets*, *Malinovaya Gryada*, and *Hybrid-39*, as well as introduced Polish cultivars *Polka* and *Polana*. The variety *Polka* served as the control.

Keywords: *remontant raspberry, economic efficiency, profitability, agriculture, berry production.*

Introduction

Remontant raspberries are gaining increasing popularity among farmers due to their high yields, the possibility of harvesting two crops per season, and resistance to diseases. Against the backdrop of rising demand for both fresh and processed berries, an analysis of the economic feasibility of their cultivation is particularly important.

A major advantage of remontant raspberry forms is their low-cost cultivation technology, which allows mechanization of agrotechnical practices and reduces the need for fungicides. Globally, raspberries are the second most important berry crop after strawberries, both in worldwide production and in Kazakhstan. Recently, however, raspberry plantation areas in Kazakhstan have started to exceed those of strawberries.

Unlike traditional cultivars, remontant raspberries fruit on annual shoots, making them simpler to grow, without the need for expensive trellises or winter protection measures. These cultivars typically ripen in late summer and bear fruit until the autumn frosts, allowing for the production of valuable off-season berries [2].

The successful cultivation of any crop in a specific climatic region depends on several factors, but primarily on the plant’s adaptability to environmental conditions [3].

Methods and Materials

The study was conducted in the farms “Aidarbayev,” “Khishkov,” and the nursery “Semirechye” in Enbekshikazakh district, Almaty region.

Field trials and observations followed the “Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops,” “Methodology of Field Experiments,” and the “Program and Methodology for Studying Fruit, Berry, and Nut Crops.”

The cultivars were evaluated according to a set of biological and economically valuable traits: remontant type, biological productivity, fruit shedding, average and maximum berry weight, yield, ripening period, bush formation features, and resistance to pests and diseases.

Fruit shedding was assessed visually during mass ripening and scored as follows:

- 0 – no shedding;
- 1 – very weak;
- 2 – weak (up to 5% of berries);
- 3 – moderate (up to 20% of berries);
- 4 – strong (up to 30% of berries);
- 5 – very strong (over 30% of berries).

Both field experiments and laboratory studies were conducted according to classical research methods (B.A. Dospekhov, 1985) [4].

Efficiency assessment included:

1. Costs of establishing 1 ha plantation (planting material, fertilizers, equipment);
2. Annual maintenance costs (treatment, irrigation, harvesting);
3. Yield (centners/ha);
4. Sales prices (wholesale/retail);
5. Profit and profitability [5].

Calculation formulas:

- Total cost = fixed + variable costs
- Profit = revenue – total cost
- Profitability = (profit / total cost) × 100%

Results and Discussion

Economic efficiency was assessed using standard criteria. The cost structure of technological operations was calculated based on established labor norms, plant protection product and fertilizer prices. Profit was determined as the difference between revenue and total costs.

The average berry price was 1000 tg/kg, and the daily labor wage was 8000 tg. The main cost item in plantation establishment was seedlings (350 tg per unit), while drip irrigation systems ranged from 1.0–1.5 million tg/ha, depending on the planting scheme. Harvesting was another major cost factor, with labor productivity ranging from 25–40 kg/day. Overhead and general expenses were added at 15% of the total.

A comparative evaluation of eight promising cultivars showed that all provided full cost recovery and profit within three years of fruiting. The Russian cultivar *Bryanskoe Divo* showed the best performance: its production cost was 12,1% lower than the control cultivar *Polka*, and profits were higher by 4 million tg/ha, with profitability increased by 23,9%. Other cultivars proved less advantageous, as they fell significantly short of both *Polka* and *Bryanskoe Divo*.

Table 1 – List of Main Works on Preparation, Planting and Maintenance of Remontant Raspberry Plantation (1,0 ha, Planting Scheme 2 x 0,4 m)

Type of Work	Quality Indicators	Work Volume	Timing
Soil preparation		1 ha	Oct-Nov
Surface leveling			Oct-Nov
Deep loosening	60–70 cm		Oct-Nov
Loading mineral fertilizers	0.6 t/ha	0.6 t	Oct-Nov
Transport and application of fertilizers	surface	0.6 t	Oct-Nov
Ploughing	40 cm	1 ha	Oct-Nov
Harrowing	two passes	2 ha	Oct-Nov
Surface leveling		1 ha	Oct-Nov
Installation of drip irrigation system		1 ha	Oct

Planting – subdivision into plots		1 ha	Mar-Apr
Marking central line for labeling	2.8 x 0.4 m	1 ha	Mar-Apr
Transverse marking	0.4 m	1 ha	Mar-Apr
Marking for furrow cutting	2 m	1 ha	Mar-Apr
Cutting planting furrows	2 m	1 ha	Mar-Apr
Soaking seedlings in water		8000 pcs	Mar-Apr
Preparation of seedlings for planting		8000 pcs	Mar-Apr
Temporary heeling-in of seedlings		8000 pcs	Mar-Apr
Distribution of seedlings along rows		8000 pcs	Mar-Apr
Planting into furrows		8000 pcs	Mar-Apr
Post-planting irrigation		1 ha	Apr
Application of herbicides		1 ha	Apr
Irrigation through drip system	daily	1 ha	Apr-Sep
Fertigation	10 times	10 ha	May-Sep
Weeding in rows	5 times	5 ha	May-Sep
Irrigation monitoring		1 ha	May-Sep
Inter-row disking	5 times	5 ha	May-Aug
Weeding in rows	2 times	4 ha	May-Aug
Foliar feeding	5 times	5 ha	May-Aug
Treatment against pests/diseases (if necessary)			
Maintenance in the third year – mowing shoots		2 ha	Mar
Raking cut shoots		2 ha	Mar-Apr
Inter-row cultivation	5 times, 20–25 cm	5 ha	Apr
Irrigation monitoring		1 ha	Apr-Sep
Fertigation	5 times	5 ha	Apr-Aug
Protective measures + foliar feeding	6 times	6 ha	Apr-Aug
Harvesting	12 t/ha	12 t	Jul-Oct
Maintenance in subsequent years – mowing shoots			
Raking cut shoots		1 ha	Mar
Inter-row cultivation	5 times	5 ha	Apr
Application of mineral fertilizers via drip irrigation	0.3 t/ha	0.3 t	Apr
Irrigation monitoring		1 ha	May-Sep
Protective measures + foliar feeding	6 times	6 ha	Apr-Aug
Harvesting	17–18 t/ha	17–18 t	Aug-Sep

A comparative assessment of the economic efficiency of cultivating eight promising remontant raspberry cultivars showed that during three fruiting years (from the second to the fourth), all of them ensured the recovery of both capital and current costs and generated profit. A significant advantage was observed in the Russian cultivar *Bryanskoe Divo*, which outperformed the others across all key indicators. The production cost of this cultivar was 12,1% lower than that of the control variety *Polka*, while profit was higher by 4 million tg/ha. The profitability level also increased by 23,9%. The remaining cultivars proved less advantageous for commercial cultivation, as they lagged substantially behind both the control (*Polka*) and the standout cultivar *Bryanskoe Divo* across the full range of indicators (Table 2).

Table 2 - Economic efficiency of growing promising raspberry varieties

№	Variety	Productivity (3 years, t/ha)	Costs (thousand kzt/ha)	Cost price (kzt/kg)	Revenue (thousand kzt/ha)	Profit (thousand kzt/ha)	Profitability (%)
1	Polka (control)	27.8	17416	626	27800	10384	59.6
2	Bryanskoe Divo	31.6	17223	545	31600	14377	83.5
3	Karamelka	23.9	16373	685	23900	7527	46.0
4	Orange Miracle	23.0	16133	701	23000	6867	42.6
5	Nizhegorodets	19.6	15227	777	19600	4373	28.7
6	Raspberry Ridge	21.4	15707	734	21400	5693	36.2
7	Hybrid-39	19.8	15280	772	19800	4520	29.6
8	Polana	20.5	15547	758	20500	4953	31.9

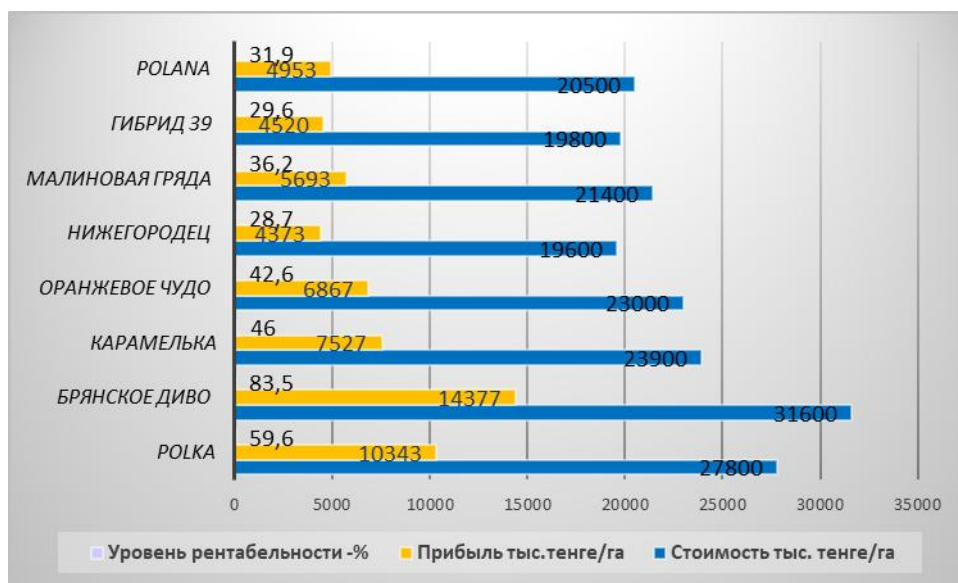


Figure -1 Economic efficiency of growing repair raspberries

Conclusions

The environmental efficiency of remontant raspberry cultivation in Kazakhstan is characterized by:

- Sustainable technology with minimal chemical inputs and improved winter hardiness due to pruning;
- Rational use of water and fertilizers through drip irrigation, organics, and fertigation;
- High productivity (≥ 15 t/ha) and ecological safety of berries.

Such approaches meet the modern requirements of sustainable agriculture and can serve as a model for the development of environmentally oriented horticulture in Kazakhstan.

Remontant raspberries demonstrate high economic efficiency. The cultivar *Bryanskoe Divo* was identified as the most productive and adaptable for the southeastern regions of Kazakhstan, with an average yield of 10 t/ha over the first three years—29,8% higher than the control cultivar *Polka*.

Greatest benefits are achieved by farms oriented toward direct sales (markets, processing, farmer fairs) [6].

Recommendations for Kazakhstani farmers:

- Use high-quality planting material;
- Employ drip irrigation and mulching systems;
- Ensure timely pruning and fertilization;
- Actively develop sales channels.

Preferred cultivars: *Bryanskoe Divo*, *Polka*, *Polana*, and Kazakov's domestic varieties adapted to local climates.

Recommendations for Kazakhstani farmers [7].

- ✓ Selection of varieties: «Bryanskoe Divo», «Polka», «Polana» and domestic Kazakov varieties adapted to the climate of the region are preferred;
- ✓ Illuminated areas: south side, free space (aisles ≥ 2 m), drip irrigation;
- ✓ Top dressing: organic matter (manure, compost, ash) + mineral complex; avoid potassium chloride;
- ✓ Pruning: cutting off shoots for the winter at the root is the basis of biosecurity and preparation for the next season [8].

The raspberry planting scheme significantly influenced the indicators of the number of laterals, their number per running meter, the number of berries per shoot, the average berry weight, shoot productivity and yield (P value < 0.01). [9].

On raspberry productivity. Repair raspberries are a group of raspberry varieties characterized by the ability to bear fruit on annual shoots [10].

References

1. Kazakov I.V., Evdokimenko S.N., Malina remontantnaya. Moskva, 2007. S – 67.
2. Zhajlibaeva L.A., Olejchenko S.N., Esenalieva M.D. Izuchenie i otbor v god posadki perspektivnykh sortov remontantnoj maliny na yugo-Vostoke Kazakhstana. Issledovaniya, rezul'taty. 2019. - № 1. - S. 122-128.
3. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya siste): Monografiya. V dvukh tomakh. M.: Izd-vo RUDN. 2001. - 1492 s.
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1980. - S. 169- 184.
5. Zhajlibaeva L.A., Olejchenko S.N., Esenalieva M.D., Demirtas I. Osobennosti perspektivnykh sortov remontantnoj maliny na YUGO-Vostoke Kazakhstana. №1 (97) Issledovaniya, rezul'taty. 2023. - № 1. - S. 122 -128. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2023/06>
6. Ivanov I.I., Petrova A.B. EHkonomika sel'skogo khozyajstva. - M.: AgroPress, 2020.
7. Smirnov V.S. YAgodovodstvo Rossii. - SPb.: Nauka, 2021.
8. Ministerstvo sel'skogo khozyajstva RF. Metodicheskie rekomendatsii po raschyotu rentabel'nosti agropromizvodstva. - 2022.
9. L. Zhailibayeva S. Oleichenko., Y. Dutbayev., Yessenaliyeva., R. Mazhitova., I. Demirtas. Influence of Varietal Characteristics and Planting Schemes of Remontant Raspberries on their Productivity. OnLine Journal of Biological Sciences 2024, 170-177. <http://dx.doi.org/10.3844/ojbsci.2024.170.177>
10. Pantsyreva, H. V., et al. "Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine." Ukrainian Journal of Ecology 10.1 (2020): 210-214. <https://www.ujecology.com/articles/influence-of-fertilization-on-the-formation-of-grainproductivity-in-differentmaturing-maize-hybrids-78721.html>

**С.Н. Олейченко^{1*}, Л.А. Жайлибаева¹, Ж.Е.Сагидолдина¹, Э.М. Куандыкова¹,
Г.С. Муташиева¹ У.Т. Жуматаева²**

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан
Lyazzat_0204@mail.ru*

*М. Әуезовағы Оңтүстік Қазақстан университеті., Шымкент, Қазақстан
doni_uli@mail.ru*

КАЗАҚСТАНДА РЕМОНТАНТТЫ ТАҢҚУРАЙДЫ ӨСІРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Таңқурай *Rosacealus* тұқымдасына жатады (*RosaceaLuss.*). *Rubus L.* субгенус таңқурай (*Idaebatus*) 120-дан астам түрді қамтиды. Олардың көпшілігінде жемістері қызыл, сары, ақ формада. Өндірісте қызыл таңқурайдың әртүрлі сорттары өсіріледі (*Rubusidaebatus L.*). Соңғы жылдары ремонтантты таңқурай сорттарын шығаруға көп көңіл бөлінді. Таңқурай ең құнды жидек дақылдарының бірі. Бұл ерте пісіп жетілетін және өнімді дақылдардың түрі [1]. Мақалада шаруа қожалықтары мен ауыл шаруашылығы кәсіпорындары үшін перспективті дақыл ретінде ремонтантты таңқурай өсірудің экономикалық тиімділігі қарастырылады. Шаруашылықты құру және күтіп-ұстау шығындарына, өнімділікке, өткізу деңгейіне және рентабельділігіне талдау жүргізілді. Тиімділік көрсеткіштерінің есептеулері және кірісті арттыру үшін агротехнологияларды оңтайландыру бойынша ұсыныстар берілген. Зерттеу жұмыстары Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданына қарасты «Айдарбаев», «Хишков» шаруа қожалықтары мен «Семиречье» питомнигінде жүргізілді. Зерттеу объектісі болып remontant таңқурай сорттары болды. Ресейде өсірілген ремонтантты таңқурайының перспективті сорттары: Брянское Диво, Карамелька, Оранжевое чудо, Нижегородец, Малиновая гряда, Гибрид-39, Поляк селекциясының сорттары - Полка және Полана сорттарына жүргізілді. Бақылау ретінде «Полка» таңқурай сорты алынды.

Кілт сөздер: ремонтантты таңқурай, экономикалық тиімділік, рентабельділік, ауыл шаруашылығы, жидек өсіру.

**С.Н.Олейченко^{1*}, Л.А. Жайлибаева¹, Ж.Е.Сагидолдина¹, Э.М. Куандыкова¹,
Г.С. Муташева¹ У.Т. Жуматаева²**

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, Lyazzat_0204@mail.ru

²Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, doni_uli@mail.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация

Малина относится к семейству розоцветных (RosaceaLuss.). роду *Rubus L.* подрод малина (*Idaeobatus*) включает более 120 видов. Многие из них имеют красные, желтые, белые или черные ягоды. В производстве выращивают различные сорта малины красной (*Rubusidaebatus L.*). В последние годы большое внимание уделяется созданию сортов ремонтантного типа. Малина – одна из наиболее ценных ягодных культур. Это скороплодная и урожайная культура [1].

В статье рассматриваются вопросы экономической эффективности выращивания ремонтантной малины как перспективной культуры для фермерских хозяйств и агропредприятий. Проведён анализ затрат на закладку и уход за плантацией, урожайности, уровня продаж и рентабельности. Приводятся расчёты показателей эффективности и рекомендации по оптимизации агротехнологий для повышения прибыли. Исследование проводили в крестьянских хозяйствах «Айдарбаев», «Хишков» и питомнике «Семиречье» Енбекшиказахского района Алматинской области. Объектом исследования послужили сорта ремонтантной малины. Перспективные сорта ремонтантной малины, выведенные в России: Брянское диво, Карамелька, Оранжевое чудо, Нижегородец, Малиновая гряда, Гибрид-39, интродуцированные сорта Польской селекции – Polka и Polana. Сорт малины Polka взят в качестве контроля.

Ключевые слова: ремонтантная малина, экономическая эффективность, рентабельность, сельское хозяйство, ягодоводство.

Вклад авторов:

Олейченко Сергей Николаевич – научное руководство, написание первоначального варианта статьи, формулировка целей и задач исследования, редактирование текста.

Жайлибаева Ляззат Асылбековна – проведение экспериментов, редактирование текста.

Куандыкова Эльнара Мырзакеевна - редактирование текста, формулировка литобзора.

Сагидолдина Жанар Ермаковна – написание первоначального варианта статьи.

Муташева Гаухар Сапаховна – формулировка задачи и ведение.

Жуматаева Улжалгас Таубаевна - написание первоначального варианта статьи, проведение экспериментов.

Yagshyev G., Khojadurdyev Kh.

S.A.Niyazov Turkmen Agricultural University, Ashgabat, Turkmenistan, sagitarius@mail.ru

TORTOISE BUGS IN WINTER WHEAT AND PEST CONTROL

Abstract

The development of sustainable agriculture in Turkmenistan involves implementing water- and resource-saving technologies, digital mapping of agrochemical soil conditions, and introducing resistant high-yield winter wheat varieties. A critical component is effective protection from pests, especially the tortoise bug (*Eurygaster integriceps*), which can cause significant crop losses if not controlled. This study presents results from field research aimed at biological and chemical pest management strategies. A detailed breeding calendar of the tortoise bug was developed and is now actively used by agricultural specialists. The pest's life cycle, feeding behavior, and economic impact are outlined, including quantitative assessments of damage during various wheat growth stages. Effective countermeasures—such as timely harvesting, crop rotation, biological control agents like *Trissolcus grandis*, and selective pesticide use—are evaluated. Our results confirm that integrated pest management combining entomophages and modern agronomic practices leads to a healthier, more productive crop. The paper concludes with suggestions for future research and wider application of biological controls in Turkmenistan's agriculture.

Keywords: *tortoise bug, winter wheat, pest control, biological agents, Trissolcus grandis, entomophages, agroecology, crop protection.*

Introduction

In the “Revival of a New Era of a Powerful State: the National Program for the Socio-Economic Development of Turkmenistan in 2022–2052,” under the leadership of President Serdar Berdimuhamedov, the development of agriculture and environmental protection are key state priorities [1]. This study aimed to analyze and enhance methods of combating harmful insects, pathogens, and weeds, focusing particularly on the tortoise bug (*Eurygaster integriceps*), which is one of the most damaging pests of winter wheat in Turkmenistan and the broader region.

Globally, the sunn pest (*E. integriceps* Puton) is a serious pest in over 12 Asian and Middle Eastern countries, capable of inflicting up to 100 % crop loss in outbreak years, with devastation reaching millions of tons of wheat. Furthermore, feeding by this pest injects proteolytic and amylolytic enzymes into the grain, significantly reducing flour quality.

The scientific and practical significance lies in the creation of a breeding calendar for *E. integriceps*, now actively applied by agronomists, enabling timely pest control and provision of robust crop protection strategies.

Materials and Methods

The study incorporated both local and international literature, as well as original field trials at the S.A. Niyazov University experimental farm. Biological control using entomophages, such as *Beauveria bassiana* and *Trissolcus grandis*, was tested alongside an agrochemical mapping of soils, and implementation of water- and resource-saving agronomic technologies.

Egg parasitoid mass-rearing followed Iranian protocols: overwintered *E. integriceps* were collected, eggs harvested, chilled (–21 °C), then exposed to *T. grandis* in controlled lab conditions (25–26 °C, 65 % RH), then later field-released.

Results and Discussion

Biology and Lifecycle

Adults: 10–13 mm long, broad oval-shaped, overwinter in leaf litter, emerge when temps rise above 13–16 °C.

Females lay ~28–42 eggs in two rows of seven; eggs hatch in 6–28 days and nymphs undergo 5 instars over 20–45 days.

One generation annually, feeding on leaves, stems and ears, leading to shriveling and white-head symptoms.

Our breeding calendar aligns with international data: overwintering adults appear in early spring, followed by oviposition and nymph emergence concurrent with critical wheat growth phases (stem elongation to flowering).

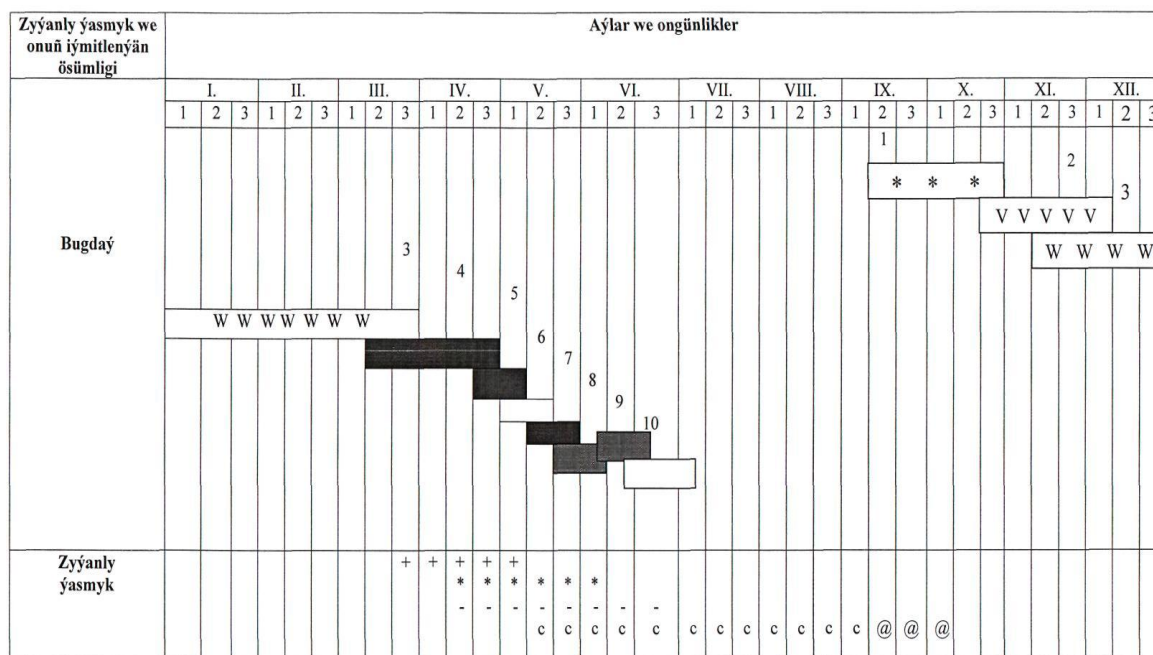


Figure 1. A chronology of the growth periods of winter wheat and tortoise bug (TAU – 2022).

Conditional numbers: Tortoise bugs: * – time of ovulation; - – larvae; + – those that have come out of winter; c – new generation; @ – hibernation time. Wheat: 1) planted period; 2) germination period; 3) fasciation period; 4) stem growth time; 5) starting time; 6) flowering period; 7) lactation period; 8) completion period; 9,10) full ripening and harvesting period



Figure 2. Damage of weed tortoise bug to wheat

Economic Impact

Our field calculations:

Each adult causes losses of 3 g/m² (germination), 4 g/m² (flowering), and 8 g/m² (stem elongation).

At four overwintered adults/m², yield loss reaches ~6 centner/ha.

New generation nymphs damage ~50 grains each; at seven larvae per spot, yield loss ~1.3 centner/ha.

These figures correspond with global estimates: yield losses range 50–90 % in wheat, and damaged flour is considered unusable if ≥2 % of kernels are affected.

Control Methods

1. Agrotechnical Measures

Early and timely harvesting interrupts the pest life cycle.

Crop rotation with 0.5–1 km buffer reduces infestation risks.

Autumn ploughing of crop residues limits overwintering adults.

Proper fertilization enhances plant resistance.

2. Biological Control

Beauveria bassiana showed high mortality rates in lab and field setups.

Trissolcus grandis mass-rearing and release achieved 40–70 % parasitism of eggs.

Other parasitoids include *T. simoni*, *T. basalis*, *T. pseudoturesis*.

3. Chemical Control

Nano-deltamethrin (2.5 %) achieved >90 % mortality in overwintered adults in greenhouse trials.

Common pyrethroids remain effective when applied at recommended timings.

Chemical application should follow economic thresholds: 1–2 adults/m², 2–4 nymphs/m².

Conclusion

Integration of agrotechnical measures, biological interventions (*B. bassiana*, *T. grandis*) and selective chemical control using nano-formulated insecticides enables economically and ecologically sound protection of winter wheat. The breeding calendar developed in this study facilitates optimal timing of interventions.

Recommendation: further expand field trials across diverse agro-ecozones in Turkmenistan to validate scalability and long-term effectiveness, and explore use of α -amylase inhibitors inherent to triticale as a complementary biocontrol strategy.

References

1. Беркарап döwletin täze eýýamynyň Galkynyşy: Türkmenistany 2022 – 2052-nji ýyllarda durmuş-ykdysady taýdan ösdürmegiň Milli maksatnamasy. – Aşgabat: TDNG, 2022.
2. Söýünow O., Tokgaýew T., Durdyýew S. Oba hojalyk entomologiyasy. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – Aşgabat: TDNG, 2013.
3. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. – Москва: Колос, 1980.
4. Radjabin G. Sunn Pest and Its Control in Iran. – Tehran: Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), 2000. – 234 p.
5. Ghavami S., Safavi S.A., Moharramipour S. Effect of temperature on development and reproduction of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Eurygaster integriceps*. // *Biocontrol Science and Technology*, 2009. – Vol. 19(4). – P. 387–398. <https://doi.org/10.1080/09583150902783648>.
6. Critchley B.R. Biology, ecology and management of the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae), a serious pest of small grain cereals: a review. // *Bulletin of Entomological Research*, 1998. – Vol. 88(5). – P. 465–478. <https://doi.org/10.1017/S0007485300036362>.
7. Öncüler C. Insect pests of cereal crops and their natural enemies in Turkey. // *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2005. – Vol. 29(2). – P. 83–91.

8. Vasilyeva T.V., Yegorov A.B. Role of biological control agents in integrated pest management of wheat pests. // Zashchita i Karantin Rasteniy (Plant Protection and Quarantine), 2021. – №9. – С. 35–38.

9. Kaya H.K., Lacey L.A. Entomopathogenic fungi and bacteria: Biology and use in integrated pest management. – Dordrecht: Springer, 2007. – 524 p.

10. Alizadeh A., Samih M.A., Namvar P. Evaluation of efficacy of *Beauveria bassiana* against overwintered adults of sunn pest, *Eurygaster integriceps*, under field conditions. // Journal of Crop Protection, 2013. – Vol. 2(3). – P. 325–331.

Ягшиев К., Ходжадурдыев Х.

*Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А.Ниязова, Ашхабад,
Туркменистан, sagitarius@mail.ru*

КЛОПЫ-ЧЕРЕПАШКИ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И МЕРЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ

Аннотация

В условиях активного развития сельского хозяйства Туркменистана особое внимание уделяется защите озимой пшеницы от вредителей и болезней. В рамках настоящего исследования были изучены водо- и ресурсосберегающие технологии, цифровое управление сельскохозяйственной техникой, разработка агрохимической карты земель, а также посадка устойчивых к местным условиям сортов озимой пшеницы. Одним из наиболее опасных вредителей является клоп-черепашка (*Eurygaster integriceps*), наносящий значительный ущерб урожаю. В ходе исследования составлен календарь размножения клопа-черепашки, который применяется специалистами при проведении защитных мероприятий. Описаны биологические особенности вредителя, его жизненный цикл и фазы развития, а также способы нанесения вреда посевам. Приведены количественные данные о потерях урожая при различных фазах роста пшеницы. Рассмотрены агротехнические, биологические и химические методы борьбы с вредителями. Особое внимание уделено применению биоагентов — энтомофагов и теленомин, а также их лабораторному разведению. Приведены данные об эффективности различных инсектицидов в условиях Туркменистана. В заключении делается вывод о высокой экономической и экологической целесообразности применения биологических методов защиты растений. Подчеркивается необходимость дальнейших научных исследований и масштабных полевых испытаний для внедрения экологически чистых технологий в сельское хозяйство страны.

Ключевые слова: озимая пшеница, клоп-черепашка, вредители, биологическая защита, энтомофаги, инсектициды, агротехника, урожайность.

Ягшиев К., Ходжадурдыев Х.

*С.А. Ниязов атындагы Түрікмен ауыл шаруашылығы университеті, Ашхабад,
Түрікменстан, sagitarius@mail.ru*

ҚЫСҚЫ БИДАЙДАҒЫ ТАСБАҚА ҚОҢЫЗДАРЫ ЖӘНЕ ЗИЯНКЕСТЕРГЕ ҚАРСЫ КҮРЕС ШАРАЛАРЫ

Аңдатпа

Қысқы бидай егіншілігінде зиянкестерден қорғау — ауыл шаруашылығы өнімділігін арттырудың маңызды факторы болып табылады. Бұл зерттеуде Түрікменстан жағдайында қысқы бидайға зиян келтіретін негізгі жәндіктердің бірі — қалқаншабас кандала (*Eurygaster integriceps*) — туралы мәліметтер ұсынылған. Авторлар қалқаншабастың биологиялық даму кезеңдерін, тіршілік ету ерекшеліктерін және өсімдікке келтіретін зиянын анықтады. Зерттеу нәтижесінде зиянкестердің көбею күнтізбесі жасалып, мамандардың тәжірибелік жұмысында қолданылуда. Өсімдікті зиянкестерден қорғау үшін биологиялық және агротехникалық әдістермен қатар, химиялық тәсілдер де қарастырылған. Пайдаланылған инсектицидтердің тиімділігі мен олардың егістік жағдайында қолдану нәтижелері сипатталған. Сонымен қатар,

энтомофагтар мен теленоминдер сияқты биологиялық агенттердің рөлі мен зертханалық өсіру жолдары көрсетілген. Жалпы алғанда, зиянкестермен күресте кешенді тәсіл — экологиялық және экономикалық жағынан тиімді екені дәлелденді. Бұл бағытта болашақта кең ауқымды ғылыми зерттеулер жүргізу қажеттілігі аталып өтті.

Кілт сөздер: қысқы бидай, қалқаншабас кандала, зиянкестер, биологиялық қорғаныс, энтомофагтар, теленоминдер, инсектицидтер, егіншілік.

IRSTI 68.31.21

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/07>

Panyushkina I.P.¹, Shayakhmetova A.², Bakirov A.², Akhmetov M.²,
Usseinov A.², Gerba C.²

¹University of Arizona, Tucson, USA

²Kozyrbaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, KZ
ipanyush@arizona.edu

QUALITY OF IRRIGATION WATER IN NORTH KAZAKHSTAN AFTER THE HIGH SPRING FLOOD-2024

Abstract

Frequent hydrological anomalies linked to climate change have intensified concerns about agricultural sustainability and food safety in North Kazakhstan. In particular, the high spring flood of 2024 created conditions that could potentially compromise the quality of irrigation water, raising the risk of foodborne pathogen contamination. To evaluate these risks, a survey was conducted on both surface and well water sources used for irrigation in the North Kazakhstan region, including six farms and the city of Petropavlovsk.

Microbiological analyses focused on key indicators such as total coliforms and *Escherichia coli*. Results demonstrated that, despite the large-scale flooding, the microbial quality of irrigation water remained within acceptable safety limits. Coliforms and *E. coli* were present at background levels, indicating that immediate risks of foodborne disease transmission were relatively low by three months after the flood event. The study also contributed to refining the field sampling and testing protocols, which can be applied in future monitoring campaigns.

These findings highlight that while irrigation water quality was not critically compromised in the short term, systematic monitoring is essential to detect potential contamination and mitigate risks to agricultural production, public health, and overall food security in the region.

Keywords: agriculture, irrigation, water quality, foodborne pathogens, *E. Coli*, North Kazakhstan region.

Introduction

The Republic of Kazakhstan—a major agricultural producer and exporter—has recently begun irrigating crops in the North part of the country, within the forest-steppe biome. The emerging irrigation infrastructure, composed of man-made ponds designed to store snowmelt and water wells, as well as lakes and streams, has not yet been evaluated for microbial quality. Recent high floods in the Ishim River basin have raised serious concerns about widespread agricultural losses due to extreme weather, increased risks from foodborne pathogens and chemical contamination (Grjibovski et al., 2014; Salikova et al., 2021; Panyushkina et al., 2024). Irrigation water contaminated with fecal matter at the source is often linked to outbreaks of pathogenic bacteria such as *Salmonella* and *Escherichia coli* (Gerba & Choi, 2009; Martinez et al., 2016). In Arizona, for example, canal irrigation systems have been closely associated with outbreaks of produce-related infections involving pathogenic *E. coli*. In arid climates, key environmental factors influencing the

presence of *E. coli* in irrigation water include air and water temperature, recent rainfall, turbidity, and solar radiation (Oron et al., 2001; Rock et al., 2019; Sassi et al., 2020; Muñoz-Cortés et al., 2022).

To assess the vulnerability of irrigation water to fecal contamination following the severe spring 2024 floods in North Kazakhstan region (NK), we conducted sanitary surveys and collected water samples from farming communities in the region and the Petropavlovsk metropolitan area. This study presents preliminary findings on microbial water quality, with the goals to: 1) identify irrigation water sources at elevated risk of contamination by pathogenic enteric bacteria in NK region, and 2) establish a practical framework for irrigation water suppliers and farmers to manage microbial risks and help ensure a safe food supply.

Methods

In August 2024, a two-week sanitary survey and water sampling campaign was conducted across six large farms in the Taiynsha, Kyzylzharsky, Akkaynsky, Mamlyutsky, Zhambylsky, and Yessilsky regions, as well as in the towns of Beskol and Petropavlovsk. At each site, 3–4 water samples were collected from a total of 34 water sources, including surface waters (such as farm ponds, low-salinity lakes, and Ishim River channels) and water wells used by crop producers or municipal water suppliers. These sources represent the diversity of water used for agricultural irrigation in NK region. For each water sample, we measured conductivity, turbidity, and air and water temperature. Coliforms and *E. coli* were counted with petrifilm plates (Photo 1). The protocols for analytical measurements and survey are described in Gerba and Choi (2009). Correlation and linear regression analysis applied to both the full dataset and separately for surface water and well water sources are used to analyze the sampled materials.



Photo 1. Petrifilm count from a lake water sample near Simak, Zhambylsky region. This water source is used to mix fertilizers for potato crops.

Results

We analyzed a total of 34 water sources, divided into two primary groups: 13 water-well samples and 17 surface water samples. An additional four samples of filtered drinking water were included in the survey as background controls. Sampling was conducted during rainfall, as well as several hours and 1–2 days after rainfall events. No significant differences in microbial water quality were observed under varying weather conditions. However, repeated sampling at individual water sources is recommended to better assess the potential impact of weather on microbial contamination of irrigation water. Figure 1a–b illustrates significant positive correlations between air and water temperature measured in the field, and between coliform and *E. coli* counts—supporting the internal consistency and representativeness of our dataset. The measured parameters showed high variability: coliform counts ranged from 1 to 475 CFU/100 mL, *E. coli* from 0 to 200 CFU/100 mL, water conductivity from 92 to 2,884 ppm, and water turbidity from 0.1 to 307 NTU. Preliminary analysis suggests a possible correlation between bacterial concentrations, water temperature, and turbidity in the surface water such as rivers and lakes. Notably, *E. coli* counts tended to increase when water temperature exceeded 18°C (Figure 1c).

Well water and farm-managed ponds generally demonstrated good microbial quality, with low *E. coli* counts. In contrast, natural lakes and streams were identified as potential sources of bacterial contamination in NK region, posing a higher risk for irrigation-related exposure to enteric pathogens. These findings highlight the importance of targeted water quality monitoring, especially for surface water sources near the farms. Previous media and academic reports have documented significant contamination of water and food across Kazakhstan, with bacterial levels exceeding government regulatory limits by 15–27 times, and frequent detections of *Salmonella* and *E. coli* (e.g., Grjibovski et al., 2014; Rychshanova et al., 2021; Mendybayeva et al., 2023; Kuzeubayeva et al., 2024). Our survey found that the microbial quality of irrigation water in NK region after the widespread and long-lasting high flood of spring 2024 was generally good by the late summer. Potato and carrot crops harvested in late August to early September 2024 were considered safe for consumption under all observed weather conditions.

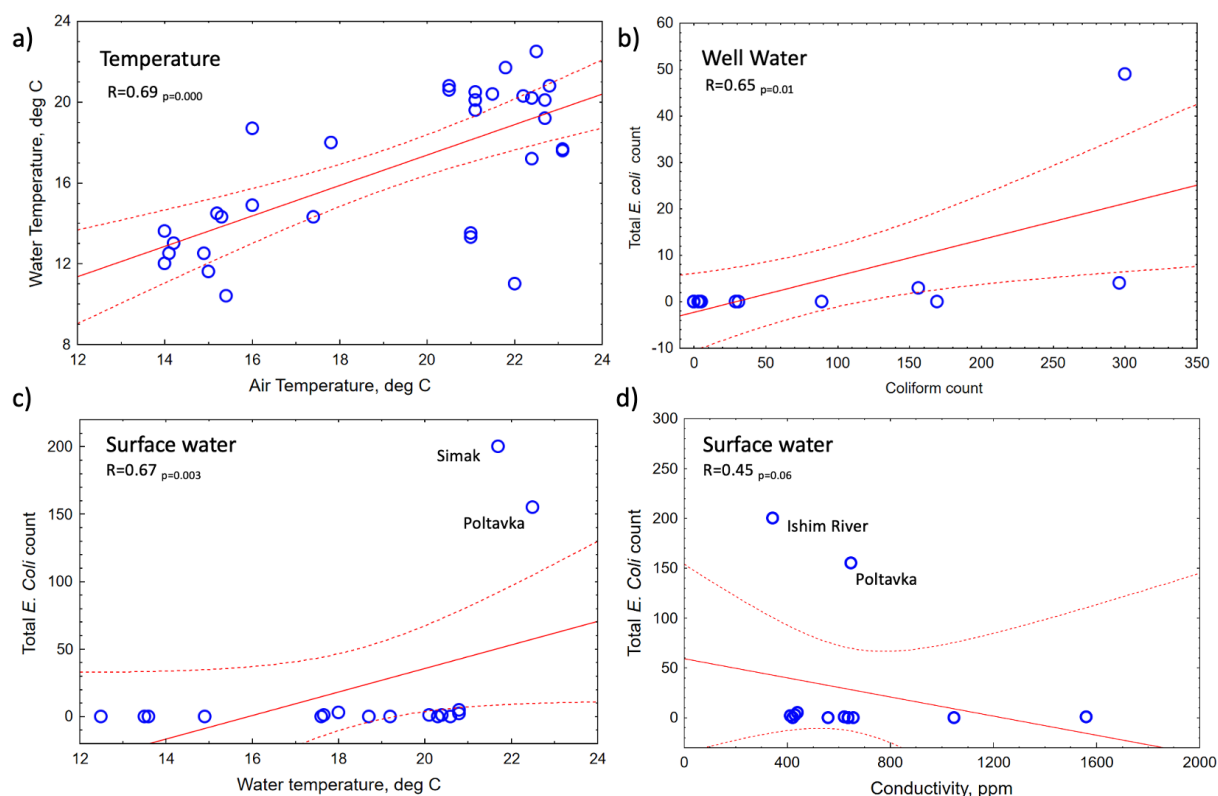


Figure 1. Relationships between the surveyed parameters of irrigation water and temperature in NK region. Scatterplots of significantly correlated parameters are only shown. Correlation of c) and d) plots is driven by two marked outliers. More sampling required to confirm the relationship between *E. Coli* and water temperature and conductivity.

Conclusion

Initial sampling and survey results indicate that NK region natural lakes and streams are the most likely sources of contaminated irrigation water, particularly used by small farms and individual producers. In contrast, larger farms equipped with constructed irrigation ponds and water wells have significantly reduced their risk of bacterial contamination. Future assessments will focus on repeated sampling during hotter and rainy weather conditions—weathers when the risk of contamination is expected to be higher—as well as on expanding the sample size from farms lacking irrigation infrastructure. Although the risk of foodborne disease transmission was found to be low three months after the flood-2024, we recommend that producers continue to monitor irrigation water for potential contamination by foodborne pathogens, especially during extreme flood years.

References

1. Gerba C.P., Choi Y. 2009. Water quality. In book: The Produce Contamination Problem. Ed. G.M. Sapers. Academic Press, San Diego, Ca, pp.105-117.
2. Grjibovski A.M., Kosbayeva A., Menne, B. 2014. The effect of ambient air temperature and precipitation on monthly counts of salmonellosis in four regions of Kazakhstan, Central Asia, in 2000-2010. *Epidemiol Infect* 142(3):608-15. 10.1017/S095026881300157X.
3. Kuzeubayeva A., Ussenbayev A., Aydin A., Akanova Z., Rychshanova R., Abdullina E., Seitkamzina D., Sakharina L., Ruzmatov S. 2024. Contamination of Kazakhstan cheeses originating from *Escherichia coli* and its resistance to antimicrobial drugs. *Veterinary World* 17 (2): 361–370. 10.14202/vetworld.2024.361-370
4. Martínez M.C., Retamal P., Rojas-Aedo J.F., Fernández J., Fernández A., Lapierre L. 2017. Multidrug-resistant outbreak-associated *Salmonella* strains in irrigation water from the metropolitan region, Chile. *Zoonoses Public Health* 64 (4):299-304. 10.1111/zph.12311.
5. Mendybayeva A., Abilova Z., Bulashev A., Rychshanova R. 2023. Prevalence and resistance to antibacterial agents in *Salmonella enterica* strains isolated from poultry products in North Kazakhstan. *Veterinary World* 16 (3):657-667. 10.14202/vetworld.2023.657-667.
6. Munoz-Cortes C.E., Rosiles-Gonzalez G., Valenzuela O.A.M., Leal-Bautista R.M., Betancourt W.Q., Gerba C.P., Chaidez-Quiroz, Hernandez-Zepeda C. 2022. Occurrence of enteric viruses and fecal indicators in submarine groundwater discharges in the coastal environment of the Mexican Caribbean. *Water Environ. J.* 10.1111/wej.12815.
7. Oron G., Armon R., Mandelbaum R., Manor Y., Campos C., Gillerman L., Salgot M., Gerba C.P., Klein I., Enriquez C. 2001. Secondary wastewater disposal for crop irrigation with minimal risks. *Water Science Technology* 43:139-146.
8. Panyushkina I.P., Shayakhmetova A., Pashkov S., Agafonov L.I. 2024. Unstable state of hydrologic regime and grain yields in North Kazakhstan estimated with tree-ring proxies. *Agriculture* 14, 790. 10.3390/agriculture14060790.
9. Rock C., Brassill N., Dery J., Carr D., McLain J.E., Bright K.R., Gerba C.P. 2019. Review of recycled water quality criteria and risk-based implications for irrigated produce under the FDA Food Safety Modernization Act, Produce Safety Rule Corresponding. *Environmental Research*. 172:616-629.
10. Rychshanova R., Ruzauskas M., Chuzhebayeva G., Mockeliūnas R., Mamiyev N., Virgailis M., Shevchenko P., Siugzdiniene, R., Anskienė L., Mendybaeva A. 2021. Differences in antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolated from humans, animals and food products in Kazakhstan. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 72, 3091. 10.12681/jhvms.28498.
11. Salikova N.S., Rodrigo-Illarri J., Alimova K.K., Rodrigo-Clavero M.-E. 2021. Analysis of the water quality of the Ishim River within the Akmola Region (Kazakhstan) using hydrochemical indicators. *Water* 13, 1243. 10.3390/w13091243
12. Sassi H. P., van Ogtrop F., Morrison C.M., Zhou K., Duan J.G., Gerba C.P. 2020. Sediment re-suspension as a potential mechanism for viral and bacterial contaminants, *J. Environ. Sci. Health, Part A*, 10.1080/10934529.2020.1796118

**Панюшкина И.П.¹, Шаяхметова А.², Бакиров А.², Ахметов М.²,
Усейнов А.², Герба Ч.¹**

¹Аризона университеті, Туксон, АҚШ

²Қозырбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан
ipanyush@arizona.edu

**СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖОҒАРЫ КӨКТЕМГІ СУ ТАСУДАН
КЕЙІНГІ СУАРАТЫН СУ САПАСЫ-2024.**

Аңдатпа

Климаттың өзгеруіне байланысты жиі кездесетін гидрологиялық ауытқулар Солтүстік Қазақстандағы ауыл шаруашылығының тұрақтылығы мен азық-түлік қауіпсіздігіне қатысты

алаңдаушылықты күшейтті. Атап айтқанда, 2024 жылғы жоғары көктемгі су тасқыны суару суының сапасына нұқсан келтіруі мүмкін жағдайлар туғызып, тамақ арқылы патогенді ластау қаупін арттырады. Осы тәуекелдерді бағалау үшін Солтүстік Қазақстан облысында суару үшін пайдаланылатын жер үсті және ұңғыма су көздеріне, оның ішінде алты шаруашылық пен Петропавл қаласында зерттеу жүргізілді.

Микробиологиялық талдаулар жалпы колиформалар және ішек таяқшалары сияқты негізгі көрсеткіштерге бағытталған. Нәтижелер ауқымды су тасқынына қарамастан, суару суының микробтық сапасы қолайлы қауіпсіздік шегінде сақталатынын көрсетті. Coliforms және E. coli фондық деңгейде болды, бұл су тасқыны оқиғасынан кейін үш ай өткенде тағамдық аурулардың таралу қаупі салыстырмалы түрде төмен болғанын көрсетеді. Зерттеу сонымен қатар болашақ бақылау науқандарында қолданылуы мүмкін далалық сынамаларды алу және сынау хаттамаларын жетілдіруге ықпал етті.

Бұл қорытындылар суару суының сапасы қысқа мерзімде айтарлықтай бұзылмағанымен, ықтимал ластануды анықтау және ауылшаруашылық өндірісіне, халықтың денсаулығына және аймақтағы жалпы азық-түлік қауіпсіздігіне қауіптерді азайту үшін жүйелі мониторинг маңызды екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: ауыл шаруашылығы, суару, су сапасы, тағамдық қоздырғыштар, E. Coli, Солтүстік Қазақстан облысы.

**Панюшкина И.П.¹, Шаяхметова А.², Бакиров А.², Ахметов М.²,
Усейнов А.², Герба Ч¹**

¹Университет Аризоны, Туксон, США

²Северо-Казахстанский университет имени Козырбаева, Петропавловск, Казахстан
ipanyush@arizona.edu

КАЧЕСТВО ПОЛИВНОЙ ВОДЫ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ ПОСЛЕ ВЫСОКОГО ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА 2024 ГОДА

Аннотация

Частые гидрологические аномалии, связанные с изменением климата, усилили обеспокоенность по поводу устойчивости сельского хозяйства и безопасности пищевых продуктов в Северном Казахстане. В частности, высокий весенний паводок 2024 года создал условия, которые потенциально могут снизить качество поливной воды, повышая риск заражения патогенами пищевого происхождения. Для оценки этих рисков было проведено обследование как поверхностных, так и скважинных источников воды, используемых для орошения в Северо-Казахстанской области, включая шесть фермерских хозяйств и город Петропавловск.

Микробиологический анализ был сосредоточен на ключевых показателях, таких как общее содержание колиформных бактерий и кишечной палочки. Результаты показали, что, несмотря на масштабное наводнение, микробное качество поливной воды оставалось в пределах допустимых норм безопасности. Колиформные бактерии и кишечная палочка присутствовали на фоновом уровне, что указывает на относительно низкий непосредственный риск передачи заболеваний пищевого происхождения в течение трех месяцев после наводнения. Исследование также способствовало уточнению протоколов отбора проб и тестирования в полевых условиях, которые могут быть использованы в будущих кампаниях мониторинга. Полученные результаты свидетельствуют о том, что, хотя качество оросительной воды не подверглось критическому ухудшению в краткосрочной перспективе, систематический мониторинг необходим для выявления потенциального загрязнения и снижения рисков для сельскохозяйственного производства, здоровья населения и общей продовольственной безопасности в регионе.

Ключевые слова: сельское хозяйство, орошение, качество воды, пищевые патогены, кишечная палочка, Северо-Казахстанская область.

Әділханқызы А.¹, Тлеубергенев Х.М.², Шисенбаева Н.Ж.³, Дүйсембеков Б.А.⁴

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан.

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», Алматы, Казахстан.

ПОИСК ПОГИБШИХ НАСЕКОМЫХ С ПРИЗНАКАМИ БАКТЕРИОЗА В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ СТАЦИЯХ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В рамках проведения исследований по сбору природных субстратов и поиску мёртвых насекомых с признаками бактериоза были организованы целевые маршрутные обследования различных лесных экосистем Казахстана. Полевая работа охватила ленточные боры Государственных лесных природных резерватов «Ертис орманы» (Павлодарская область) и «Семей орманы» (Абайская область), которые представляют собой уникальные участки бореальных лесов с высокой степенью биоразнообразия.

Дополнительно обследованию подверглись участки лесного массива Буровое в Акмолинской области, лесные массивы Восточно-Казахстанской области, а также защитные лесополосы в Кегенском, Енбекшиказахском и Карасайском районах. Кроме того, в зону исследования вошли природные участки Иле-Алатауского государственного национального парка в Алматинской области, характеризующиеся высокой экологической значимостью.

В ходе полевых мероприятий было собрано 580 образцов энтомологических и почвенных субстратов. Из них в лабораторных условиях исследовано 479 образцов, в результате чего было выделено 30 изолятов бактерии *Bacillus thuringiensis*. Результаты данных исследований могут лечь в основу разработки отечественных биоинсектицидов, способствующих устойчивому развитию аграрного сектора и снижению зависимости от химических средств защиты растений

Ключевые слова: природные парки, *Bacillus thuringiensis*, микроорганизм, бактериоз, вредители, изолят, субстрат.

Введение

Представители группы *B. thuringiensis* широко распространены в природе благодаря способности эффективно адаптироваться к различным экстремальным условиям. Эти бактерии выделяют из почвенных образцов, из больных насекомых и их трупов. Выявлено более 70 разновидностей, эффективных против фитофагов из отрядов Lepidoptera, Coleoptera, Diptera и Hymenoptera. После обработки растений бактерии *Bt* длительное время сохраняют жизнеспособность [1, 2]. Высокая биологическая эффективность *Bt* связана с антифидантными, тератогенными и дерепродуктивными свойствами. Патовар А активен преимущественно против чешуекрылых (Lepidoptera), В – против личинок кровососущих комаров и мошек, а также растительноядных комаров (Diptera), С – против жесткокрылых (Coleoptera) [3].

Благодаря наличию кристаллов эндотоксина, экзотоксина, фосфолипазы С и спор у *Bt* проявляется энтомотоксический, энтомопатогенный и метатоксический эффекты. Бактерии, проникая в организм насекомых, вызывают заболевания, которые сопровождаются септициемией. Паразит переходит в больших количествах в гемолимфу, попадает в эпителий кишечника, где интенсивно размножается и вызывает гибель насекомых [4,5].

Сочетание различных механизмов воздействия у бактерий рода *Bacillus* (их штаммы способны продуцировать от 50 до 200 биологически активных веществ) создает основу для эффективного снижения численности вредных организмов [6]. Однако ассортимент

биологических пестицидов значительно меньше, чем химических. Для разработки и производства биопрепаратов необходимы активные исходные штаммы, поиск которых ведется в природных источниках по критериям технологичности, активности и спектра действия [7].

Биологические препараты имеют большой потенциал для снижения использования химических пестицидов и создания устойчивых и экологически безопасных систем сельскохозяйственного производства. Это поможет улучшить качество продукции, сохранить биоразнообразие и обеспечить устойчивое развитие сельских территорий [8,9].

Целью настоящего исследования был поиск и выделение бактерий, принадлежащих к группе *thuringiensis*, для дальнейшей их идентификации и отбора штаммов, перспективных в качестве продуцентов биопрепаратов энтомоцидного действия в отношении вредных насекомых чешуекрылых.

Материалы и методы исследований

В процессе исследований использованы общепринятые методы по микробиологии и защите растений [10].

Объекты исследований – погибшие насекомые с признаками бактериоза, также природные субстраты (почва, опавшие листья, кора деревьев).

Сбор насекомых с признаками бактериоза, а также сбор почвы, опада листьев для выделения *Bacillus thuringiensis* проводили в природных резерватах в условиях Павлодарской (ГЛПР «Ертис орманы»), Восточно-Казахстанской (ГЛПР «Семей орманы», ГНПП «Катон-Карагай»), Акмолинской области (Борабай) и Алматинской (предгорные зоны Заилийского Алатау и др.) областях.

Результаты и обсуждения

В ходе настоящего исследования, нацеленного на сбор природных субстратов и поиск погибших насекомых с признаками бактериоза, нами были проведены маршрутные обследования ленточных боров Государственного лесного природного резерватов «Ертис орманы», расположенного в Павлодарской области, и «Семей орманы», находящегося в Абайской области. Также были обследованы участки лесного массива Борабай в Акмолинской области и лесные массивы восточного Казахстана (рисунок 1).

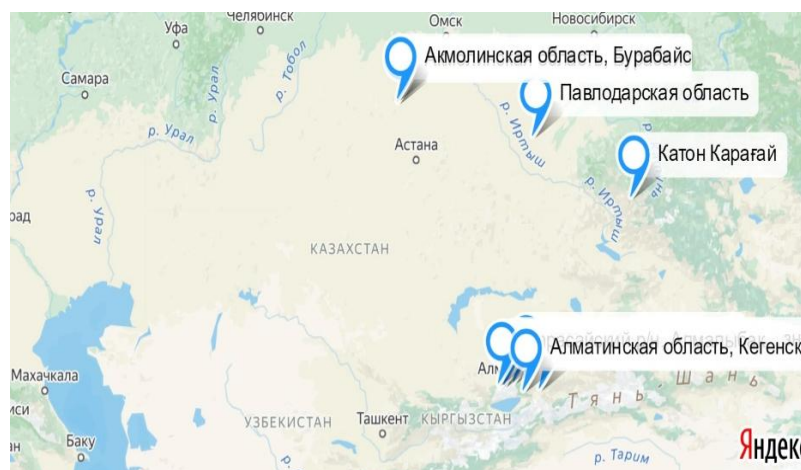


Рисунок 1 – Обследованные природные резерваты Республики Казахстан

В условиях Алматинской области были обследованы природные резерваты Иле-Алатауского государственного национального парка, лесополосы Кегенского, Енбекшиказахского и Карасайского районов.

Эти территории отличаются своим разнообразием флоры и фауны. Данные места были выбраны не случайно, так как они представляют собой уникальные экосистемы, которые не подвержены влиянию антропогенных факторов, таких как пестицидная нагрузка, вырубка лесов, загрязнение и урбанизация.

В ходе исследований мы также собирали образцы почвы и растительности, что позволило провести дальнейшие анализы на наличие патогенных микроорганизмов.

Всего нами было собрано 580 образцов, из них исследовано 479 образца: 203 природных субстратов (почва, опад листвы, кора деревьев) и 276 погибших насекомых с признаками бактериоза.



Рисунок 2 – Сбор природных субстратов и поиск насекомых с признаками бактериоза

В ходе данных маршрутных обследований были найдены погибшие гусеницы яблонной моли (*Hyponomeuta malinella*), листоверток (Tortricidae), совка (Noctuidae), репной белянок (*Pieris rapae*) и др. предположительно с признаками бактериоза.

Таблица 1 - Результаты сбора насекомых и природных субстратов с признаками бактериоза и выделенные бактериальные изоляты

Название насекомого	Кол-во собр. экзempl.	Кол-во исслед-х экзempl.	Кол-во выдел-х изолятов	Место сбора хозяина
1	2	3	4	5
Павлодарская область				
субстраты				
Образцы почвы	48	48	2	Павлодар
Хвои	25	25	-	Павлодар
Кора деревьев	21	21	2	Павлодар
насекомые, отряд чешуекрылых (Lepidoptera)				
Сосновый коконопряд (<i>Dendrolimus pini</i> L.)	26	26	1	Павлодар
Алматинская область				
субстраты				
Образцы почвы	44	44	-	Енбекшиказахский р/н
	21	21	-	Кегенский р/н
Кора деревьев	10	10	-	Енбекшиказахский р/н
Опад листьев	19	19	-	Енбекшиказахский р/н
	12	12	-	Кегенский р/н
Хвоя	14	14	-	Кегенский р/н
насекомые, отряд чешуекрылых (Lepidoptera)				
Яблонная моль (<i>Hyponomeuta malinella</i> L. Zell.)	13	13	3	Карасайский р/н, Аксайское ущелье
	110	70	3	ГНПП Иле Алатау, Рахат сай
	77	35	-	ГНПП Иле Алатау, ущелье Кузнецова
Хлопковая совка (<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.)	3	1	-	Енбекшиказахский р/н

Кукурузный мотылек (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.)	7	4	-	Енбекшиказахский р/н
Плодожорка яблонная (<i>Cydia pomonella</i> L.)	2	2	-	Енбекшиказахский р/н
	1	1	1	ГНПП Іле Алатау
Садовая пяденица (<i>Geometridae</i>)	65	65	9	ГНПП Іле Алатау Қотырбұлақ
Листовертка зеленая (<i>Tortrix viridana</i>)	21	21	1	Карасайский р/н, Алмалыбак
Томатная моль (<i>Tuta absoluta</i>)	3	3	2	Енбекшиказахский р/н
Репная белянка (<i>Pieris rapae</i>)	1	1	-	
отряд перепончатокрылые (Hymenoptera)				
Листовой люцерновый долгоносик (<i>Phytonomus variabilis</i> Hbst.)	6	6	6	Карасайский р/н, Алмалыбак
Восточно-Казахстанская область				
субстраты				
Образцы почвы	16	6	-	Катон Карағай
Кора деревьев	6	6	-	Катон Карағай
Листья	9	5	-	Катон Карағай
Всего:	580	479	30	

Как видно из таблицы, всего было собрано на исследование 580 образца, из них исследовано 479 и выделено 30 изолятов *Bacillus thuringiensis*.

Мертвые гусеницы с признаками бактериоза были идентифицированы как гусеницы листоверток (*Tortricidae*), непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*), садовой пяденицы (*Geometridae*), яблонной моли (*Hyponomeuta malinella*), соснового коконопряда (*Dendrolimus pini*) и др. Из собранных трупов насекомых в чистую культуру было выделено 28 изолятов *Bacillus thuringiensis*, из образцов почв и коры деревьев было выделено 2 изолята энтомопатогенной бактерии.

Насекомые с признаками бактериоза имели размягченные органы и ткани (при сохранении наружных покровов) с измененной окраской (почернение) с характерным специфическим гнилостным запахом (рисунок 3).



Рисунок 3 – Трупы насекомых с признаками бактериоза

Погибших в природе насекомых обнаруживали в паутинных гнездах, в свернутых листьях и др.

Больше всего погибших насекомых было собрано на территории Иле-Алатауского государственного национального природного парка и ленточных борах «Ертис Орманы». Некоторые лесничества в этих регионах отличались высоким уровнем распространения вредителей насекомых и, в связи с этим на данных территориях наблюдалась массовая эпизоотия соснового коконопряда на соснах и яблонной моли на диких яблонях Сиверса, соответственно (рисунок 4).



Рисунок 4 – Массовое распространение вредителей в государственных парках

Выводы

Проведённые исследования в различных природных зонах Алматинской области — включая Иле-Алатауский государственный национальный парк и лесополосы Кегенского, Енбекшиказахского и Карасайского районов – позволили выявить наличие энтомопатогенных бактерий, в частности *Bacillus thuringiensis*, в естественных условиях. Эти территории, с минимальным антропогенным воздействием, представляют собой ценные экосистемы, служащие естественными резервуарами полезной микрофлоры и энтомофауны.

Наибольшее количество насекомых с признаками бактериоза было зафиксировано в местах массового скопления вредителей, где отмечались эпизоотии, что свидетельствует о высоком потенциале естественных механизмов регуляции численности вредных насекомых. Полученные данные могут стать основой для разработки биологических средств защиты растений и устойчивых к патогенам экосистемных стратегий в борьбе с вредителями.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках ГФ AP14871184 «Создание отечественного биоинсектицида на основе бактерии *Bacillus thuringiensis* для контроля чешуекрылых вредителей в условиях Казахстана»

Список источников

1. Crickmore N, Berry C, Panneerselvam S, Mishra R, Connor TR, Bonning BC (2020) A structure-based nomenclature for *Bacillus thuringiensis* and other bacteria-derived pesticidal proteins. J Invertebr Pathol:107438. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107438>
2. Raymond B., Federici B.A. In defense of *Bacillus thuringiensis*, the safest and most successful microbial insecticide available to humanity – a response to EFSA. FEMS Microbiology Ecology, 93(7), fix084. <https://doi.org/10.1093/femsec/fix084>
3. Chakrabarty, S., Jin, M., Wu, C., Chakraborty, P., & Xiao, Y. (2020). *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein family Vip3A and mode of action against pest Lepidoptera. *Pest management science*, 76(5), 1612–1617. <https://doi.org/10.1002/ps.5804>

4. Saber W.I.A. Ghoneem K.V., Al-Askar A.A., Rashad Y.M., Ali A.A., Rashad E.M. Chitinase production by *Bacillus subtilis* ATCC 11774 and its effect on biocontrol of Rhizoctonia disease of potato. *Acta Biologica Hungarica*, 2015, 66(4): 436-448 <https://doi.org/10.1556/018.66.2015.4.8>
5. Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты / Под ред. В.В.Глунова. – М: Круглый год. - 2001. – С. 736.
6. Әділханқызы А., Тлеубергенов Х.М., Балабек А.Н., Шисенбаева Н.Ж., Шакирова Ә.Е. *Bacillus thuringiensis* – биологиялық қорғау құралдарының негізі // «Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты» №3 (103) 2024. -С. 313-322. <https://doi.org/10.37884/3-2024/35>
7. Gomis-Cebolla, J., & Berry, C. (2023). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer in crops and their implications in the control of phytopathogens and insect pests. *Pest management science*, 79(9), 2992–3001. <https://doi.org/10.1002/ps.7560>
8. Hernández-Huerta, J., Tamez-Guerra, P., Gomez-Flores, R., Delgado-Gardea, M. C. E., Robles-Hernández, L., Gonzalez-Franco, A. C., & Infante-Ramirez, R. (2023). Pepper growth promotion and biocontrol against *Xanthomonas euvesicatoria* by *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* formulations. *PeerJ*, 11, e14633. <https://doi.org/10.7717/peerj.14633>
9. Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of invertebrate pathology*, 132, 1–41. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>
10. Azizoglu U. (2019). *Bacillus thuringiensis* as a Biofertilizer and Biostimulator: a Mini-Review of the Little-Known Plant Growth-Promoting Properties of Bt. *Current microbiology*, 76(11), 1379–1385. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01705-9>

References

1. Crickmore, N., Berry, C., Panneerselvam, S., Mishra, R., Connor, T. R., & Bonning, B. C. (2020). A structure-based nomenclature for *Bacillus thuringiensis* and other bacteria-derived pesticidal proteins. *Journal of Invertebrate Pathology*, 107, 107438. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107438>
2. Raymond, B., & Federici, B. A. (2017). In defense of *Bacillus thuringiensis*, the safest and most successful microbial insecticide available to humanity – a response to EFSA. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(7), fix084. <https://doi.org/10.1093/femsec/fix084>
3. Chakrabarty, S., Jin, M., Wu, C., Chakraborty, P., & Xiao, Y. (2020). *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein family Vip3A and mode of action against pest Lepidoptera. *Pest Management Science*, 76(5), 1612–1617. <https://doi.org/10.1002/ps.5804>
4. Saber, W. I. A., Ghoneem, K. V., Al-Askar, A. A., Rashad, Y. M., Ali, A. A., & Rashad, E. M. (2015). Chitinase production by *Bacillus subtilis* ATCC 11774 and its effect on biocontrol of Rhizoctonia disease of potato. *Acta Biologica Hungarica*, 66(4), 436–448. <https://doi.org/10.1556/018.66.2015.4.8>
5. Glupov, V. V. (Ed.). (2001). *Insect pathogens: Structural and functional aspects*. Moscow: Krugly God.
6. Adilkhanqyzy, A., Tleubergenov, Kh. M., Balabek, A. N., Shisenbayeva, N. Zh., & Shakirova, A. E. (2024). *Bacillus thuringiensis* – the basis of biological control agents. *Izdenister, Nätizheler – Research, Results*, 3(103), 313–322. <https://doi.org/10.37884/3-2024/35>
7. Gomis-Cebolla, J., & Berry, C. (2023). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer in crops and their implications in the control of phytopathogens and insect pests. *Pest management science*, 79(9), 2992–3001. <https://doi.org/10.1002/ps.7560>
8. Hernández-Huerta, J., Tamez-Guerra, P., Gomez-Flores, R., Delgado-Gardea, M. C. E., Robles-Hernández, L., Gonzalez-Franco, A. C., & Infante-Ramirez, R. (2023). Pepper growth promotion and biocontrol against *Xanthomonas euvesicatoria* by *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* formulations. *PeerJ*, 11, e14633. <https://doi.org/10.7717/peerj.14633>

9. Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of invertebrate pathology*, 132, 1–41. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>

10. Azizoglu U. (2019). *Bacillus thuringiensis* as a Biofertilizer and Biostimulator: a Mini-Review of the Little-Known Plant Growth-Promoting Properties of Bt. *Current microbiology*, 76(11), 1379–1385. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01705-9>

Әділханқызы А.¹, Тлеубергенов Х.М.², Шисенбаева Н.Ж.³, Дүйсембеков Б.А.⁴

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.

²ЖСШ «Ж. Жиенбаев атындағы қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» Алматы, Қазақстан.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӘРТҮРЛІ ТАБИҒИ СТАНЦИЯЛАРЫНАН БАКТЕРИОЗ БЕЛГІЛЕРІ БАР ӨЛІ ЖӘНДІКТЕРДІ ІЗДЕУ

Аңдатпа

Қазақстанның әртүрлі орман экожүйелерінде табиғи субстраттарды жинау және бактериоз белгілері бар өлі жәндіктерді іздеу бойынша зерттеулер аясында мақсатты маршруттық зерттеулер жүргізілді. Далалық жұмыс Павлодар облысындағы «Ертіс орманы» және Абай облысындағы «Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерваттарының таспалы борларын қамтыды. Бұл аймақтар биоалуантүрліліктің жоғары деңгейімен ерекшеленетін бірегей бореалды орман алқаптары болып табылады. Қосымша түрде Ақмола облысындағы Бурабай орман алқабы, Шығыс Қазақстан облысының орман алқаптары, сондай-ақ Кеген, Еңбекшіқазақ және Қарасай аудандарындағы қорғаныш орман белдеулері зерттелді. Бұған қоса, зерттеу аймағына Алматы облысындағы экологиялық маңызы жоғары Іле-Алатау мемлекеттік ұлттық табиғи паркі кірді.

Далалық іс-шаралар барысында 580 энтомологиялық және топырақтық субстрат үлгілері жиналды. Олардың ішінде зертханалық жағдайда 479 үлгі зерттеліп, нәтижесінде *Bacillus thuringiensis* бактериясының 30 изоляттары бөлініп алынды. Зерттеу нәтижелері аграрлық сектордың тұрақты дамуына және өсімдіктерді қорғаудың химиялық құралдарына тәуелділікті азайтуға ықпал ететін отандық биоинсектицидтерді әзірлеудің негізін қалау мүмкіндігіне ие.

Кілттік сөздер: табиғи саябақ, *Bacillus thuringiensis*, микроорганизм, бактериоз, зиянкес, изолят, субстрат.

Adilkhankyzy A.¹, Tleubergenov Kh.M.², Shissenbayeva N.Zh.³, Duisembekov B.A.⁴

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan.

²LLP «Kazakh research institute of plant protection and quarantine named after Zh. Zhiembaev», Almaty, Kazakhstan.

SEARCH FOR DEAD INSECTS WITH SIGNS OF BACTERIOSIS IN VARIOUS NATURAL STATIONS OF KAZAKHSTAN

Abstract

As part of research on the collection of natural substrates and the search for dead insects showing signs of bacteriosis, targeted route surveys were conducted in various forest ecosystems of Kazakhstan. The fieldwork covered the ribbon pine forests of the State Forest Nature Reserves “Yertis Ormany” (Pavlodar region) and “Semey Ormany” (Abai region), which represent unique boreal forest areas with a high degree of biodiversity.

Additionally, surveys were carried out in the Burabay forest massif of Akmola region, the forest areas of East Kazakhstan region, as well as protective forest belts in the Kegen, Enbekshikazakh, and Karasai districts. Moreover, the research zone included natural areas of the Ile-Alatau State National Park in Almaty region, which are characterized by high ecological significance.

During the field activities, 580 samples of entomological and soil substrates were collected. Among them, 479 samples were examined under laboratory conditions, resulting in the isolation of 30 strains of the bacterium *Bacillus thuringiensis*. The outcomes of this research may serve as a basis

for the development of domestic bioinsecticides, contributing to the sustainable development of the agricultural sector and reducing dependence on chemical plant protection products.

Keywords: natural parks, *Bacillus thuringiensis*, microorganism, bacteriosis, pests, isolate, substrate.

Вклад авторов

Адилханкызы А. – Концептуализация, Методология, Исследование, Написание первоначального варианта рукописи, Научное руководство

Тлеубергенов Х.М. – Методология, Программное обеспечение, Курация данных, Формальный анализ, Рецензирование и редактирование текста

Шисенбаева Н.Ж. – Исследование, Ресурсы, Курация данных, Визуализация, Рецензирование и редактирование текста

Дуйсембеков Б.А. – Концептуализация, Валидация, Научное руководство, Администрирование проекта, Привлечение финансирования

МРНТИ 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/09>

Нехведович С.И., Андроник Е.Л., Иванова Е.В.

*РУП «Институт льна», Республика Беларусь
s.nehvedovich.izr@tut.by*

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЛЬНА ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация

В статье рассматривается система мероприятий по защите льна от вредных объектов в условиях Республики Беларусь. Лён-долгунец является стратегически важной культурой, определяющей сырьевую базу для текстильной и смежной лёгкой промышленности страны, поэтому обеспечение его фитосанитарной безопасности имеет решающее значение. Основное внимание уделено обоснованию необходимости комплексного подхода, включающего агротехнические, организационные и химические методы защиты, а также строгому соблюдению требований отраслевого регламента.

Показано, что системность мероприятий и последовательность их применения позволяют значительно снизить распространение и вредоносность ключевых патогенов и вредителей, обеспечить стабильное формирование урожая льноволокна и семян, а также существенно повысить качество конечной продукции. Подчёркивается роль регулярного фитосанитарного мониторинга, своевременной диагностики и применения научно обоснованных технологий, адаптированных к региональным почвенно-климатическим условиям.

В работе использованы результаты многолетних собственных исследований авторов, а также накопленный производственный опыт, что подтверждает практическую ценность представленных рекомендаций и выводов. Полученные данные убедительно свидетельствуют, что только комплексное и последовательное выполнение мероприятий по защите льна способно гарантировать устойчивое производство, снизить экономические потери и сохранить конкурентоспособность льноводческой отрасли в Республике Беларусь.

Ключевые слова: лён, система мероприятий, вредители, болезни, сорные растения, защита растений.

В Республике Беларусь слово «лен» традиционно ассоциируют с производством ткани, ведь львиная доля площадей отводится под лен-долгунец. Масличный лен в республике занимает всего 3,5 % от посевных площадей долгунца, тогда как в мировом масштабе это соотношение противоположное – общая площадь посевов долгунца составляет 7,5 % от площадей, занятых подо льном масличным. Мировой спрос на льнопродукцию сегодня остается высоким, поэтому культуре в Республике Беларусь уделяется особое внимание в сельском хозяйстве и промышленности.

Возделывание современных сортов льна требует комплексного подхода ко всем технологическим элементам [1, 2]. За последние годы научно-исследовательскими учреждениями разработаны и внедряются в производство комплексные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорных растений, которые предусматривают рациональное использование и сочетание организационно-хозяйственных, экономических, агротехнических и других мероприятий [3, с. 183]. Стоит обратить внимание также на внедрение передовых севооборотов и качество агротехнических мероприятий (при оптимальной агротехнике всходы сорных растений составляют около 10 % от общего их количества, находящегося в почве), качество используемых семян районированных сортов, соблюдение условий проведения применяемых технологических методов.

В силу биологических особенностей (медленный рост на ранних этапах развития) лен требует тщательной защиты с момента посева до фазы бутонизации, которую проводят в наиболее уязвимый период развития сорных растений и в наиболее устойчивую к гербицидам фазу льна «елочка» (высота растений 3–10 см).

В осенне-зимний период семенной материал льна проходит тщательную очистку от семян сорных растений, их доводят до посевного стандарта по всхожести и чистоте. При влажности семян не выше 12,0–13,0 % длительное воздействие препаратов химического происхождения на семена не снижает их всхожести и энергии прорастания и в то же время лучше их дезинфицирует. Подбор препарата для обработки семян должен проводиться с учетом результатов фитоэкспертизы семенного материала.

В требованиях к посевным качествам семян льна определена допустимая зараженность семян (%) комплексом болезней (фузариоз, антракноз, крапчатость, бактериоз, полиспороз, аскохитоз, септориоз) по репродукциям: ОС – 10%; элита – 15%, РС1 и послед – 20%. Для защиты от антракноза и крапчатости (рисунок 1а) рекомендуется обработка семян препаратами на основе карбоксина + тирама, от антракноза и плесневения семян – чистого тебуконазола или его смесь с протиоконазолом, а также флутриафола + тиабендазола. Если семенная инфекция представлена только сапрофитной микофлорой, т.е. плесневением семян (рисунок 1б), необходимо выбирать препараты с д.в. тритиконозола + пираклостробина. С целью защиты культуры от фузариоза и плесневения семян биологическими препаратами рекомендуется предпосевная обработка семян на основе грибов рода *Trichoderma*. В качестве инсектицида в инкрустационную смесь включают один из препаратов, содержащий имидаклоприд или клотианидин. При необходимости можно использовать готовую баковую смесь инсектицидно-фунгицидного протравителя на основе тиаметоксама + мефеноксама + флудиоксонила или клотианидина + флуоксастробина + флуопиколида. В инкрустационную смесь в обязательном порядке добавляют комплекс микроэлементов в хелатной форме или соли цинка (0,5–1,0 кг/т), меди (0,25–0,5 кг/т) и борную кислоту (1,0 кг/т), обеспечивающих интенсивный стартовый рост льна на слабощелочных почвах.

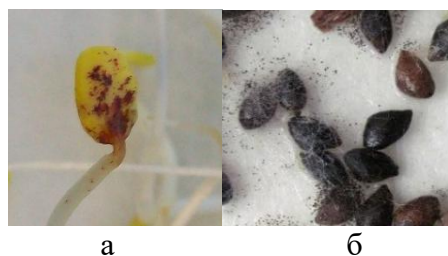


Рисунок 1 – Семенная инфекция льна: а – крупчатость семядолей; б – плесневение семян

Если протравливание семян льна проводили без инсектицидного компонента, то защиту посевов от льняных блошек (рисунок 2) нужно начинать за 1–2 дня до появления всходов или в фазе начало всходов. Краевое опрыскивание рабочим раствором инсектицида проводят на ширину 30–50 м в начале заселения данным вредителем. При численности льняных блошек 20 экз./м² в пасмурную холодную погоду и 10 экз./м² в сухую жаркую погоду проводят сплошное опрыскивание посевов инсектицидами: Брейк, МЭ (0,07 л/га); Данадим эксперт, КЭ (0,4–0,5 л/га); Децис профи, ВДГ (0,03 л/га); Джеронимо, ВДГ (0,06–0,1 кг/га); Каратэ зеон, МКС (0,1–0,15 л/га); Модерн, КЭ (1,0 л/га); Новактион, ВЭ (0,4–0,6 л/га); Пиринекс супер, КЭ (0,5–0,75 л/га); Фаскорд, КЭ (0,1 л/га); Фуфанон, КЭ (0,3–0,5 л/га); Шарпей, МЭ (0,15–0,2 л/га); Эсперо, КС (0,1–0,15 л/га) [4].



Рисунок 2– Льняная блоха (авторское фото): а – повреждения; б – не поврежденные растения

Защиту льна от сорной растительности проводят в 2 этапа: первый – осенью, после уборки предшественника для защиты культуры от многолетних и трудно искореняемых видов сорных растений, таких как пырей ползучий, чистец болотный, мята полевая, бодяк полевой, осот желтый и др.; второй – весной, в начале вегетации культуры (марь белая, пикульник, фиалка полевая, ярутка полевая, ромашка непахучая, хвощ полевой (рисунок 3) и др.). В связи с тем, что в начальные фазы своего развития, лен растет медленно, чем раньше посевы будут очищены от сорной растительности, тем выше будут шансы для раскрытия его потенциальной продуктивности. Поэтому, в системе защиты большую роль играют довсходовые (почвенные) гербициды. До посева или до всходов культуры против однолетних двудольных сорных растений применяют препараты Франкорн, КС (0,2–0,3 л/га) и Эгида, СК (0,2–0,3 л/га); против однолетних злаковых и двудольных сорных растений – Калаш, СЭ (2,0–2,2 л/га).



Рисунок 3 – Сорные растения в посевах льна, слева направо: фиалка полевая, пикульник обыкновенный, марь белая, ярутка полевая, трёхрёберник непахучий, горец вьюнковый (авторское фото)

Выбор гербицида в период вегетации льна определяется видовым составом сорных растений, фазой развития культуры и сорного растения в момент обработки. С фазы «ёлочка» до бутонизации при наличии возбудителей антракноза, фузариоза или септориоза посевы льна обрабатывают фунгицидами (Феразим, КС (1 л/га), Фунгилекс (2,5–5,0 л/га) и др.). Прием проводят совместно с гербицидной обработкой (расход рабочего раствора – 300 л/га) или отдельно (300–400 л/га). При необходимости обработку против болезней повторяют. С фазы быстрого роста до бутонизации при достижении вредителями ЭПВ (плодожорка, совка-гамма, трипсы (рисунок 4)) посевы льна опрыскивают системными инсектицидами: Фуфанон, КЭ (0,4–0,8 л/га); Данадим эксперт, КЭ (0,5–0,9 л/га); Новактион, ВЭ (0,5–1,0 л/га).



Рисунок 4 – Повреждения льна вредителями: а – льняная плодожорка; б – совка-гама; в – льняной трипс (повреждения бутона и точки роста в фазу елочка) (авторское фото)

При проведении химических прополок необходимо помнить, что:

- препараты группы сульфонилмочевины активно работают при температуре +5 °С и выше;
- при дневных температурах +10–15 °С в течение не менее 4–6 часов можно применять смеси гербицидов группы 2М-4Х с гербицидами производными сульфонилмочевины;
- применение гербицидов группы 2М-4Х, Лонтрел 300, ВР, смесей с Лонтрел 300, ВР возможно при температуре +12 °С и выше в течение 4 часов после обработки;
- обработка граминицидами (Тарга супер, к.э., Пантера, к.э., Фюзилад форте, КЭ и др.) проводится при температуре +14–20 °С в течение 6 часов после прополки;
- при температуре воздуха +25 °С и выше все работы по защите растений в дневное время прекращаются.
- в фазе прорастания или на начальных этапах роста и развития сорные растения начинают погибать от минимальных норм применяемых гербицидов. По мере роста устойчивость их к препаратам возрастает и для эффективности приходится увеличивать норму расхода, что приводит к задержке роста тормозит развитие растений льна.
- устойчивость сорных растений к гербицидам группы 2М-4Х повышается в условиях недостатка влаги, при повышенной температуре воздуха, то есть, когда растения начинают одревесневать, утолщается кутикула, а у опушенных видов возрастает плотность опушения.
- осадки во время гербицидной обработки также снижают ее эффективность. Препаратам группы 2М-4Х для эффективного проникновения в сорные растения необходимо 4 часа, для

сульфонилмочевинных гербицидов – 2 часа, а для противозлаковых гербицидов достаточно одного часа.

Погодные условия иногда вызывают полегание посевов. Сорные растения, находящиеся во втором ярусе (виды осотов, пырей ползучий, просо куриное и т.д.), за одну-две недели могут вырасти выше льна и засорить не только льносолону, но и ворох. Для ускорения созревания семян, а также для уничтожения появившихся во второй половине вегетации всходов сорных растений, снижения зараженности болезнями рекомендовано проводить десикацию посевов льна в начале фазы ранней желтой спелости.

С целью сокращения время вылежки льнотресты и повышения качества уборки для уничтожения однолетних двудольных и злаковых сорных растений в лентах льносолонны, рекомендуется обработка препаратами Торнадо 500, ВР (1,5–2,0 л/га).

Для получения урожая льна с запланированными показателями качества должны в полной мере использоваться средства защиты в современной технологии выращивания культуры. Кроме того, необходимо возделывать сорта, устойчивые к болезням, строго соблюдать севооборот и выращивать лён на том же поле не ранее чем через 6–7 лет, проводить качественно обработку почвы, посев льна – в оптимальные сроки здоровыми, инкрустированными семенами, вносить под лён сбалансированное количество удобрений. Использование интегрированной защиты льна позволяет сохранить в среднем по республике не менее 6 ц/га льнотресты, до 3 ц/га льносемян.

Таким образом, поскольку фитосанитарное состояние посевов льна – это сложная динамическая структура, зависящая от многих факторов, необходим постоянный мониторинг за появлением, распространением и развитием вредных объектов в посевах культуры. Стратегия современной защиты растений должна базироваться на интегрированных системах стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем с последующим переходом к управлению их функционированием. Для получения урожая льна с запланированными показателями качества должны в полной мере использоваться средства защиты в современной технологии выращивания культуры.

Список литературы

1. Возделывание льна масличного. Типовые технологические процессы: Отраслевой регламент / Прудников В.А., Савельев Н.С. и др. / Мн.: ИВЦ Минфина. – 2023. – С. 400–412.
2. Отраслевой регламент возделывания и уборки льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: РУП «Институт защиты растений», 2018 – 35 с.
3. Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А., Савоськин О. А. Модернизация инструментария, инновационный подход к оценке и стабилизации фитосанитарной обстановки в льноводстве // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сборник материалов научно-практической конференции. Тверь, 2018. С. 183–190.
4. Андроник Е.Л., Нехведович С.И., Иванова Е.В. Рекомендации по подготовке семян льна к посеву в 2024 году // Аграрная наука – производству: сб. науч.-практ. статей / ответ. за выпуск Э.П. Урбан / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – Вып. 2(6). – С. 37-39.

References

1. Vozdelyvanie l'na maslichnogo. Tipovye tekhnologicheskie processy: Otrasleyoj reglament / Prudnikov V.A., Savel'ev N.S. i dr. / Mn.: IVC Minfina. – 2023. – S. 400–412.
2. Otrasleyoj reglament vozdelyvaniya i uborki l'na-dolgunca. Tipovye tekhnologicheskie processy. – Minsk: RUP «Institut zashchity rastenij», 2018 – 35 s.
3. Kudryavcev N. A., Zajceva L. A., Savos'kin O. A. Modernizaciya instrumentariya, innovacionnyj podhod k ocenke i stabilizacii fitosanitarnoj obstanovki v l'novodstve // Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nyh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii. Tver', 2018. S. 183–190.

4. Andronik E.L., Nekhvedovich S.I., Ivanova E.V. Rekomendacii po podgotovke semyan l'na k posevu v 2024 godu // Agrarnaya nauka – proizvodstvu: sb. nauch.-prakt. statej / otvet. za vypusk E.P. Urban / RUP «Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zemledeliyu». – Minsk : IVC Minfina, 2024. – Vyp. 2(6). – S. 37-39.

Нехведович С.И., Андроник Е.Л., Иванова Е.В.
«Зыгыр институты» РҚБ, Беларусь Республикасы
s.nehvedovich.izr@tut.by

БЕЛОРУС РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЗЫҒЫРДЫ ЗИЯНДЫ НЫСАНДАРДАН ҚОРҒАУ ШАРАЛАРЫ ЖҮЙЕСІ

Аңдатпа

Мақалада Беларусь Республикасының жағдайында зығырды зиянды заттардан қорғау бойынша шаралар жүйесі қарастырылады. Зығыр – еліміздің тоқыма және онымен байланысты жеңіл өнеркәсібінің шикізат базасын анықтайтын стратегиялық маңызды дақыл, сондықтан оның фитосанитарлық қауіпсіздігін қамтамасыз ету шешуші мәнге ие. Негізгі назар агротехникалық, ұйымдастырушылық және химиялық қорғау әдістерін қамтитын кешенді тәсілдің қажеттілігін негіздеуге, сондай-ақ салалық ережелердің талаптарын қатаң сақтауға аударылады.

Іс-шаралардың жүйелілігі және оларды қолданудың жүйелілігі негізгі ауру қоздырғыштары мен зиянкестерінің таралуын және зияндылығын айтарлықтай төмендетуге, зығыр талшығы мен тұқымдық дақылдың тұрақты қалыптасуын қамтамасыз етуге және түпкілікті өнімнің сапасын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Үнемі фитосанитарлық мониторинг жүргізу, дер кезінде диагностикалау және аймақтық топырақ-климат жағдайларына бейімделген ғылыми негізделген технологияларды қолданудың рөлі ерекше атап өтілді.

Жұмыста авторлардың көп жылғы жеке зерттеулерінің нәтижелері, сондай-ақ жинақталған өндірістік тәжірибелер пайдаланылады, бұл ұсынылған ұсыныстар мен қорытындылардың практикалық құндылығын растайды. Алынған мәліметтер зығырды қорғау шараларын кешенді және дәйекті жүзеге асыру ғана тұрақты өндіріске кепілдік бере алатынын, экономикалық шығындарды азайтуға және Беларусь Республикасындағы зығыр өнеркәсібінің бәсекеге қабілеттілігін сақтауға болатынын сенімді түрде көрсетеді.

Кілт сөздер: зығыр, шаралар жүйесі, зиянкестер, аурулар, арамшөптер, өсімдіктерді қорғау.

Nekhvedovich S.I., Andronik E.L., Ivanova E.V.
Republican unitary enterprise "Institute of flax", Republic of Belarus
s.nehvedovich.izr@tut.by

SYSTEM OF MEASURES TO PROTECT FLAX FROM HARMFUL OBJECTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract

The article discusses a system of measures to protect flax from harmful objects in the conditions of the Republic of Belarus. Flax is a strategically important crop that determines the raw material base for the textile and related light industry of the country, so ensuring its phytosanitary safety is of crucial importance. The main attention is paid to the justification of the need for an integrated approach, including agrotechnical, organizational and chemical methods of protection, as well as strict compliance with the requirements of industry regulations.

It is shown that the systematic nature of measures and the consistency of their application can significantly reduce the spread and harmfulness of key pathogens and pests, ensure stable formation of the flax fiber and seed crop, and significantly improve the quality of the final product. The role of regular phytosanitary monitoring, timely diagnostics and the use of scientifically based technologies adapted to regional soil and climatic conditions is emphasized.

The work uses the results of many years of the authors' own research, as well as accumulated production experience, which confirms the practical value of the presented recommendations and conclusions. The obtained data convincingly demonstrate that only comprehensive and consistent implementation of measures to protect flax can guarantee sustainable production, reduce economic losses and maintain the competitiveness of the flax-growing industry in the Republic of Belarus.

Keywords: flax, system of measures, pests, diseases, weeds, plant protection.

МРНТИ 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/10>

Ходжаев Ш.Т.

*Узбекский научно-исследовательский институт карантина и защиты растений,
Ташкент, Узбекистан, sagitarius80@mail.ru*

НЕОБХОДИМО РЕКОНСТРУКТУИРОВАТЬ НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Аннотация

В статье рассматриваются ключевые направления в сфере защиты растений от вредных организмов, где подчёркивается необходимость реконструкции ряда элементов действующей системы, что позволит значительно повысить её эффективность и соответствие современным требованиям. Автор отмечает, что совершенствование должно охватывать как агротехнические приёмы, так и организационно-технологические меры, поскольку именно их комплексное внедрение способно обеспечить устойчивость сельскохозяйственного производства и сохранить его экологическую безопасность. В числе наиболее актуальных вопросов выделяется пересмотр практики посева озимой пшеницы в междурядьях хлопчатника после двух-трёх сборов урожая хлопка-сырца в сентябре, а также обязательное дополнительное протравливание семян перед посевом. Особое внимание уделяется повышению качества биологических агентов, производимых в специализированных лабораториях, где необходимо строго соблюдать технологии их выращивания, размножения и хранения. Важным направлением остаётся точное использование научно обоснованных сроков обработок, позволяющее предотвратить нецелевое воздействие препаратов и минимизировать риски для медоносных пчёл и других полезных насекомых. Отдельный акцент сделан на мерах внешнего карантина растений, которые приобретают особое значение в условиях активизации международной торговли и глобализации сельского хозяйства. Совокупность предлагаемых изменений направлена на укрепление системы защиты растений, повышение её адаптивности и устойчивости к современным фитосанитарным вызовам, а также на обеспечение продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора.

Ключевые слова. Вредители, защита растений, приёмы защиты, эффективность, карантин, агротехника, протравливание, пчёлы.

Введение

В первые годы в после перестроечный период, для достижения зерновой независимости, было необходимо изыскать дополнительные площади посевов. С этой целью, как вынужденная мера, было решено значительную часть озимых высевать в междурядья хлопчатника, после первых сборов урожая. Это стратегическое решение. Казалось бы, удачный метод сочетания – на одном месте два урожая. Но нет, углубленный анализ «за» и «против» показал, что в общем то, земледelec проигрывает, а именно: ухудшается плодородие почвы, из-за отсутствия зяблевой пахоты; благополучно перезимовывают сосущие (тли, трипс,

клопы) и грызущие (хлопковая совка) вредители хлопчатника и сопутствующих растений. Не только не уменьшаются однолетние, но и распространяются корневища многолетних сорняков, усиливается развитие вилта – болезнь «увядание» хлопчатника, одним из основных условий борьбы с которым является удаление гуза-пай с полей. В условиях всё лучшего обеспечения теплосодержания воздуха из-за потепления климата, уместно было бы перейти на 2-х разовый сбор хлопка-сырца и посев пшеницы производить в октябре месяце (как и положено) на обработанное поле при помощи налаженных сеялок [4].

Ввиду того, что в мае месяце всходы хлопчатника как обычно сильно заселяются сосущими насекомыми (тли, трипс), а обработки в этот период лимитируются наличием шелковок вокруг полей, необходимо предусмотреть и создать возможность фермеру приобрести и провести предпосевную дополнительную обработку семян хлопчатника протравителями системного действия. Это позволит сохранить на каждом гектаре до 5 ц хлопка-сырца, ибо всходы и растения в начале своего развития в течение 35-40 дней будут надёжно защищены не только от сосущих, но и подгрызающих совков [5].

Интенсивное развитие овощеводства, продовольственная необходимость и бизнес-производство подстегнуло развитие укрытых помещений – теплиц и неотапливаемых сооружений [8]. С точки зрения борьбы с вредителями тепличных растений, это является одной из возможностей успешной защиты. А именно, современные конструкции теплиц позволяют обеспечение их изоляции от проникновения в них насекомых и других членистоногих животных, способных питаться и успешно перезимовать в искусственно созданных оптимальных условиях (см.рис.1). К сожалению практическая реализация этой возможности идёт медленно. Проведённые нами опыты в условиях столичной области, показали, что защита растений в полностью изолированной (в том числе и маскитными сетками) теплице позволяют кратно сократить применение инсектицидов (например, против томатной моли вместо 14-ти в контроле, были проведены 4 обработки).

Уверены, что это мероприятие является одной из решающих в борьбе с не только томатной молью, но и других, способных удачно пережить зиму в теплицах (белокрылки, карадина, совка-гамма, трипсы и др.).



1



2



3

Теплицы и укрытия, обеспечивающие предупреждение залёта насекомых извне:

1 – высокопроизводительная современная теплица, защищённая от залёта насекомых с помощью капроновой сетки, 2 – фармути теплицы защищены сеточным покрытием,

3 – не отапливаемое сооружение с сеточным укрытием.

Предупреждение залёта вредителей в теплицы и своевременное их уничтожение является обязательным условием сохранения урожайности как для своего хозяйства, так и предупреждением на будущее, ибо после зимы приходит весна... Если цитрусовая моль развивается круглогодично, как объект укрытого грунта, то плотность и вредоносность томатной и картофельной молей напрямую зависят от того насколько были предприняты меры предупреждения перед закладкой урожая картофеля на зиму, а также от типа теплиц и оснащённости.

Биологический метод борьбы против вредных совков (озимой и хлопковой) прочно вошли в систему защиты хлопчатника и сопутствующих культур. Для этого создана по стране сеть

биолaborаторий и биофабрик, где нарабатывают мелких перепончатокрылых насекомых – эндопаразита яиц –трихограмму и, эктопаразита гусениц – бракон. Их реальная эффективность во многом зависит от их качества – способности изыскать и поразить особей «хозяина» [1]. А для этого учёными разработан и рекомендован метод пассажирования, которого придерживаются немногие производители продукции. Метод предусматривает ежегодно обновлять популяцию трихограммы на яйцах естественного хозяина – на яйцах совок озимой, хлопковой или других совок. И только в этом случае, от такой популяции паразита-яйцееда можно ожидать желаемого результата – эффект от обработки.

При защите хлопчатника и других культур от хлопковой совки успех (высокая эффективность) во многом зависит от самого главного – выбора научно-обоснованных сроков обработок. Что это значит? В этом и заключается профессионализм специалиста. Ему предстоит определить момент, когда на участке происходит массовый лёт бабочек вредителя, яйцекладка и отрождение гусениц, ввиду растянутости которой, первые отродившиеся гусеницы достигают третьего возраста. Практически это происходит следующим образом: специалист и обследователи наблюдают и следят за выловом бабочек-самцов на феромонные ловушки (ФЛ). Вылов на 1 ловушку в течение 1 ночи 2-3 бабочек в течение 2-3 дней, говорит о том, что на этом поле вскоре начнётся откладка яиц (обязательно с наступлением фазы бутонизации и далее), следовательно, нужно готовиться и, через 2-3 дня нужно начать выпуск паразита трихограмму из расчёта 1 гр/га (в нём 60-65 тысяч особей паразита).

В случае, если на 1 ловушку в течение ночи будет выловлено более 15 бабочек, то это сигнал не на обработку, а на начало ежедневного обследования участка. При обнаружении в среднем 10-12 и более яиц и гусениц вредителя на 100 растений – это и есть научно-обоснованный срок для обработки против этого вредителя. Обработка, проведённая именно в эти сроки рекомендуемыми для этого препаратами, обеспечивает наивысшую эффективность и желаемый эффект против одного поколения вредителя [3].

Обработка же, проведённая в упущенные (нарушенные) сроки, когда гусеницы достигают старших возрастов, зачастую малоэффективны и, не лишены экономического недостатка – гусеницы успевают частично навредить; из-за того, что эффективность бывает недостаточной, появляется необходимость в повторной обработке. Таким образом, только научно-обоснованный подход и сам процесс, основанный на достаточный уровень знаний специалистов, использования метода феромониторинга и работу обследователей, а также использование современных эффективных средств защиты (инсектициды на основе действующих веществ: эмаектин-бензоат, индоксакарб, кораген, ланнейт, нурелл-Д) могут обеспечить высокую острую и остаточную эффективность приёмов защиты от хлопковой совки и других вредителей растений.

Другую озабоченность вызывает проблема гибели или необходимость защиты медоносных пчёл. Проблема дошла до того, что в международных организациях принято решение о необходимости запрета на применение не малого количества и в том числе самых современных пестицидов.

Если посмотреть на вопрос с расстоянием, то почти все пестициды в той или иной степени токсичны для пчёл. И даже те, которых принято считать не токсичными, не могут иметь практического значения, ибо не отравленные пчёлы могут собирать в мёд остатки инсектицида. Поэтому урегулирование вопроса может лежать лишь в производственных отношениях между фермерами и пчеловодами.

Существует ряд положений по взаимоотношению этих двух субъектов, в основе которых лежит обеспечение максимальной безопасности пчёл, при надлежащей защите сельхоз угодий от вредных организмов. Эти правила предусматривают прежде всего предупреждение контакта полезных насекомых с отравляющими веществами как во время обработки, так и после неё в течение определённого времени. Это делается заблаговременным оповещением пчеловодов через средства печати и местного радио, а также через уполномоченных. Можно было бы ограничиться рекомендацией выгуливать пчёл на территориях, с ограниченным применением пестицидов (предгорья, горы, оазисы), но их содержание в близости

агробιοценозов оказывает своё положительное влияние на урожайность культур и поэтому и это имеет место быть [7].

Вопросы защиты растений от вредных организмов (вредителей, болезней, сорных растений и др.) имеют важное значение в производстве продовольственной сельскохозяйственной продукции в республике. В этой связи особое значение имеет резко континентальный климат Центрально-азиатских республик, со своими показателями, контрастирующими между сухими и высокими температурами воздуха летом и, значительно низкими зимой. В результате чего, многие виды членистоногих животных, не приспособленных к этому, гибнут. Например, адвентивные виды насекомых, клещей и растительных организмов, проникающие на нашу территорию, которые по происхождению из южных рубежей, круглогодично обитающих в условиях положительных температур. Таковыми являются к примеру, белокрылки и моли (томатная, картофельная, цитрусовая и др.), особи которых в условиях открытого грунта зимой гибнут, сохраняясь в теплицах или жилых помещениях на цветах или другой растительности [2].

В общем-то, проблема острая для всех республик. Усиление торговых отношений между странами и, видимо недостаточное внимание к внешне карантинному контролю, позволило проникнуть некоторым особо опасным насекомым. Прежде всего это дынная муха (*Carpomya pardalina* Bigot.), тутовая огнёвка (*Diaphania pilalis* Walker), цитрусовая минирующая моль (*Phyllocnistis citrella* Stainton), томатная моль (*Tuta absoluta* Meyrick), картофельная моль (*Phthorimeae operculella* Zell.) и другие. Разумеется, это значительно осложнило задачу защиты растений во всех её аспектах, повысилось использование химических средств защиты, остро стал вопрос контроля остаточных количеств пестицидов в продуктах овощных, бахчевых и картофеля.

Заклучение

Устранение и преодоление перечисленных проблемных вопросов дело не сиюминутное, к ним надо стремиться и преодолевать постепенно по мере подготовки высоко квалифицированных специалистов по защите растений.

Список литературы

1. Алимухамедов С.Н., Адашкевич Б.П., Адылов З.К., Ходжаев Ш.Т. Биологическая защита хлопчатника. – Ташкент: Мехнат, 1989. – 167 с.
Alimukhamedov S.N., Adashkevich B.P., Adylov Z.K., Khodzhaev Sh.T. Biologicheskaya zashchita khlopchatnika. – Tashkent: Mekhnat, 1989. – 167 s. (in Russian).
2. Клечковский Ю.Э., Черней Л.Б., Вовкотруб О.Н. Томатная моль – новая угроза сельскому хозяйству //Ж. Защита и карантин растений. – Москва, 2014. - №4. – С. 36-39.
Klechkovskii Yu.E., Chernei L.B., Vovkotrub O.N.
Tomatnaya mol' – novaya ugroza sel'skomu khozyaistvu // Zh. Zashchita i karantin rastenii. – Moscow, 2014. – No. 4. – S. 36–39. (in Russian).
3. Салихов Ш.И., Тураев А., Холбеков О., Ходжаев Ш.Т., Шокирова Г. Рекомендации по использованию половых феромонов хлопковой совки (ИБОХ АН Уз и УзНИИЗР). – Ташкент, 2013. – 3 с.
Salikhov Sh.I., Turaev A., Kholbekov O., Khodzhaev Sh.T., Shokirova G. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu polovykh feromonov khlopkovoi sovki (IBOKh AN Uz i UzNIIZR). – Tashkent, 2013. – 3 s. (in Uzbek).
4. Ходжаев Ш.Т. Неужели перспективно? //Ж. Сельское хозяйство Узбекистана. – 2004. - №12. – С.23.
Khodzhaev Sh.T. Neuzheli perspektivno? // Zh. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana. – 2004. – No. 12. – S. 23. (in Uzbek).
5. Ходжаев Ш.Т., Сагдуллаев А.У., Пулатов З. Неотложные задачи при защите всходов хлопчатника //Ж. Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 2012. - №5. – С.4.

Khodzhaev Sh.T., Sagdullaev A.U., Pulatov Z. Neotlozhnye zadachi pri zashchite vskhodov khlopchatnika // Zh. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana. – Tashkent, 2012. – No. 5. – S. 4. (in Uzbek).

6. Ходжаев Ш.Т. Общая и сельскохозяйственная энтомология, а также основы системы интегрированной защиты. – Ташкент, 2019. – 375 с.

Khodzhaev Sh.T. Obshchaya i sel'skokhozyaistvennaya entomologiya, a takzhe osnovy sistemy integrirrovannoi zashchity. – Tashkent, 2019. – 375 s. (in Uzbek).

7. Ходжаев Ш.Т. О условиях защиты пчёл от пестицидов //Ж. Хлопководство и зерноводство. – Ташкент, 2024. - №1. – С. 7-11.

Khodzhaev Sh.T. O usloviyakh zashchity pchyol ot pestitsidov // Zh. Khlopkovodstvo i zernovodstvo. – Tashkent, 2024. – No. 1. – S. 7–11. (in Uzbek).

8. Холдаров М.У., Алимухамедов С.С., Ахмедова М.А. Использование москитных сеток при защите томатов от моли (*Tuta absoluta*) //Ж. Агрохимическая защита и карантин растений. – Ташкент, 2020. - №2. – С.22-23.

Kholdarov M.U., Alimukhamedov S.S., Akhmedova M.A. Ispol'zovanie moskitnykh setok pri zashchite tomatov ot moli (*Tuta absoluta*) // Zh. Agro-khimicheskaya zashchita i karantin rastenii. – Tashkent, 2020. – No. 2. – S. 22–23. (in Uzbek).

References

1. Alimukhamedov S.N., Adashkevich B.P., Adylov Z.K., Khodzhaev Sh.T. Biologicheskaya zashchita khlopchatnika \[Biological protection of cotton]. – Tashkent: Mekhnat, 1989. – 167 p. (in Russian).

2. Klechkovskii Yu.E., Chernei L.B., Vovkotrub O.N. Tomatnaya mol' – novaya ugroza sel'skomu khozyaistvu \[Tomato moth – a new threat to agriculture] // Zashchita i karantin rastenii. – Moscow, 2014. – No. 4. – P. 36–39. (in Russian).

3. Salikhov Sh.I., Turaev A., Kholbekov O., Khodzhaev Sh.T., Shokirova G. Rekomendatsii po ispol'zovaniyu polovykh feromonov khlopkovoi sovki (IBOKh AN Uz i UzNIIZR) \[Recommendations on the use of sex pheromones of the cotton bollworm]. – Tashkent, 2013. – 3 p. (in Uzbek).

4. Khodzhaev Sh.T. O'zbekiston qishloq xo'jaligi \[Agriculture of Uzbekistan]. – 2004. – No. 12. – P. 23. (in Uzbek).

5. Xo'jayev Sh.T., Sagdullayev A.U., Po'latov Z. G'o'za ko'chatlarini himoya qilishda kechiktirib bo'lmaydigan vazifalar \[Urgent tasks in protecting cotton seedlings] // O'zbekiston qishloq xo'jaligi \[Agriculture of Uzbekistan]. – Tashkent, 2012. – No. 5. – P. 4. (in Uzbek).

6. Khodzhaev Sh.T. Umumiy va qishloq xo'jaligi entomologiyasi, shuningdek integratsiyalashgan himoya tizimi asoslari \[General and agricultural entomology, as well as the basics of the integrated protection system]. – Tashkent, 2019. – 375 p. (in Uzbek).

7. Xo'jayev Sh.T. Asalarilarni pestitsidlardan himoya qilish shartlari to'g'risida \[Conditions for protecting bees from pesticides] // Paxtachilik va g'allachilik \[Cotton and Cereal Production]. – Tashkent, 2024. – No. 1. – P. 7–11. (in Uzbek).

8. Xoldarov M.U., Alimuxamedov S.S., Ahmedova M.A. Pomidorlarni mol (*Tuta absoluta*) dan himoya qilishda chivin to'rlaridan foydalanish \[Use of mosquito nets in tomato protection against *Tuta absoluta*] // Agro-kimyoviy himoya va o'simliklar karantini \[Agrochemical Protection and Plant Quarantine]. – Tashkent, 2020. – No. 2. – P. 22–23. (in Uzbek).

Ходжаев Ш.Т.

Ўзбекистан Карантин және өсімдіктерді қорғау ғылыми-зерттеу институты,
Ташкент, Ўзбекистан, sagitarius80@mail.ru

ӨСІМДІКТЕРДІ ҚОРҒАУДЫҢ КЕЙБІР ЭЛЕМЕНТТЕРІН ҚАЙТА ҚҰРУ ҚАЖЕТТІЛІГІ

Аңдатпа

Мақалада өсімдіктерді зиянды ағзалардан қорғау саласындағы негізгі бағыттар қарастырылып, қолданыстағы жүйенің бірқатар элементтерін қайта құру қажеттілігі атап

өтіледі. Бұл өзгерістер аталған қызметтің тиімділігін едәуір арттырып, заманауи талаптарға сәйкестендіруге мүмкіндік береді. Автордың пікірінше, жетілдіру жұмыстары агротехникалық тәсілдермен қатар ұйымдастырушылық және технологиялық шараларды да қамтуы тиіс, өйткені олардың кешенді енгізілуі ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді және экологиялық қауіпсіздігін сақтайды. Ең өзекті мәселелердің бірі – қыркүйекте екі-үш мақта шикізаты жиналғаннан кейін мақта егістігінің қатар аралығына күздік бидайды себу тәжірибесін қайта қарау, сондай-ақ тұқымды себер алдында міндетті түрде қосымша дәрілеуді енгізу. Ерекше назар биологиялық агенттердің сапасын арттыруға аударылып, оларды өсіру, көбейту және сақтау технологияларын қатаң сақтау қажеттілігі көрсетіледі. Маңызды бағыттардың бірі – ғылыми негізделген өңдеу мерзімдерін дәл сақтау, бұл шаралардың тиімділігін арттырып қана қоймай, ара және басқа да пайдалы жәндіктерге зиянды әсер ету қаупін азайтады. Сонымен қатар, халықаралық сауданың қарқынды дамуы жағдайында сыртқы карантин шараларын күшейту міндеті де өзекті болып отыр. Ұсынылған өзгерістер өсімдіктерді қорғау жүйесін нығайтып, фитосанитарлық сын-қатерлерге бейімділігін арттыруға, сондай-ақ аграрлық сектордың тұрақты дамуына және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған.

Кілт сөздер: Зиянкестер, өсімдіктерді қорғау, қорғау әдістері, тиімділігі, карантин, агротехнология, емдеу, аралар.

Hodzhaev Sh.T

*Uzbek Research Institute of Quarantine and Plant Protection, Tashkent, Uzbekistan,
sagitarius80@mail.ru*

IT IS NECESSARY TO RECONSTRUCT CERTAIN ELEMENTS OF PLANT PROTECTION

Abstract

The article highlights key aspects in the field of plant protection against harmful organisms, emphasizing the urgent need to reconstruct certain elements of the existing system. According to the author, modernization is required in several directions to ensure greater efficiency and sustainability of plant protection services. Among the most critical measures is the revision of agronomic practices, such as the sowing of winter wheat in cotton inter-rows after two or three harvests in September. Additional attention should be given to seed treatment before sowing, as well as to improving the quality of bio agents produced in biological laboratories in line with technological standards. Equally important are the accurate application of scientifically justified treatment schedules and the implementation of measures to protect pollinators, particularly honeybees, during chemical control. In addition, stricter adherence to external quarantine regulations is vital in the context of intensified international trade. Collectively, these reconstructed approaches will strengthen plant protection systems and promote agricultural sustainability.

Keywords. Pests, plant protection, protection methods, efficiency, quarantine, agricultural technology, treatment, bees.

Маулен А.Т., Исенова Г.Д., Рвайдарова Г.О., Кенжеғалиев А.М., Аширбекова А.А.,
Исламова Р.А., Жумабай Л.Б.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
им. Ж. Жиембаева», город Алматы, Казахстан, arina.maulen@mail.ru

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ КЛУБНИКИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Аннотация

В условиях изменяющегося климата в Алматинской области Казахстана были проведены комплексные фитосанитарные обследования плантаций клубники с целью оценки распространения заболеваний и вредителей, а также воздействия агрохимикатов. Исследования, выполненные в 2024–2025 гг., показали, что климатические аномалии, включая избыточное увлажнение весной и засушливое лето, способствовали ослаблению иммунитета растений и активизации патогенной микрофлоры.

Фитоэкспертиза выявила широкий спектр грибных возбудителей: *Fusarium* sp., *Botrytis cinerea*, *Alternaria* sp., *Rhizopus* sp., а также сапрофитные виды (*Penicillium*, *Mucor*). На отдельных участках наблюдалось поражение корневой системы нематодами. Бактериологический анализ показал наличие *Pectobacterium carotovorum*, вызывающей мягкую гниль. Энтомологический анализ показал заражение растений паутиным клещом и трипсами, причём сорт «Мурано» оказался более восприимчивым.

Дополнительно установлено применение пестицидов, не рекомендованных для клубники, что привело к проявлению фитотоксичности и выявлению следовых количеств действующих веществ в почве и растительном материале. Это указывает на необходимость пересмотра схем химической защиты с учётом эколого-токсикологических критериев.

Полученные результаты подчёркивают важность адаптации систем защиты растений к новым климатическим условиям, а также необходимость регулярного фитосанитарного мониторинга и контроля за безопасностью применения агрохимикатов.

Ключевые слова: клубника, фитопатогены, климат, фитоэкспертиза, вредители, пестициды.

Введение

Клубника (*Fragaria* × *ananassa* Duch.), также известная как садовая земляника, относится к числу наиболее ценных ягодных культур, широко культивируемых по всему миру [1, 2]. Благодаря высокому содержанию витаминов, антиоксидантов, антоцианов, органических кислот и других биологически активных соединений, клубника представляет собой не только важный компонент рациона питания, но и объект повышенного интереса в сфере профилактической медицины и функционального питания [3]. Кроме того, клубника востребована в перерабатывающей промышленности — для производства соков, джемов, замороженных продуктов и пр.

Современное производство клубники направлено на получение высоких урожаев и сохранение качества продукции. Однако глобальные изменения климата, особенно выраженные в регионах с континентальным климатом, таких как юго-восток Казахстана, оказывают всё более заметное влияние на агротехнологические процессы, фитосанитарное состояние растений и эффективность применяемых средств защиты [10].

Повышение среднегодовых температур, неравномерное распределение осадков, резкие колебания влажности и продолжительные периоды засухи создают благоприятные условия для распространения как абиотических стрессов, так и комплекса фитопатогенов и вредителей [8, 10].

Алматинская область характеризуется резко континентальным климатом, при котором в последние годы наблюдаются всё более выраженные аномалии — ранние и влажные весны, чередующиеся с засушливыми летними периодами, приводят к нарушению физиологических процессов в растениях. Весна 2024 года была особенно влажной, с превышением среднесезонных норм осадков, а лето — жарким и засушливым. Аналогичные тенденции сохранились и в 2025 году. Такие условия способствуют развитию грибных и бактериальных болезней [4, 8, 9], поражению клубники нематодами и активизации вредителей, включая клещей и трипсов [7].

При этом наблюдается тенденция к усилению пестицидной нагрузки на агроценозы, включая применение агрохимикатов, не зарегистрированных для применения на клубнике [5]. Это усиливает риск фитотоксичности и накопления остаточных количеств в плодах и почве, что имеет как агрономические, так и экологические последствия.

Учитывая вышеуказанные факторы, целью настоящего исследования стало изучение фитосанитарного состояния клубничных насаждений в Алматинской области в условиях климатических аномалий, идентификация основных возбудителей болезней и вредителей, а также оценка последствий применения агрохимикатов. Полученные данные могут быть использованы при разработке рекомендаций по адаптивной системе защиты клубники в условиях меняющегося климата и усиленного фитосанитарного давления.

Погодные условия

Погодные условия играют ключевую роль в развитии сельскохозяйственных культур и распространении вредных организмов. С 2023 года в Алматинской области наблюдаются значительные отклонения от среднесезонных климатических норм как по температуре воздуха, так и по количеству осадков.

Научно-исследовательские работы проводились в агроценозах Алматинской области в 2024–2025 гг. с целью оценки влияния погодных условий на фитосанитарное состояние клубники.

Весна 2024 года выдалась дождливой: количество осадков в марте превысило норму на +69,9 мм, в апреле – на +0,7 мм, в мае – на +22,8 мм. Температурный фон также был выше нормы: в марте – на +1,0 °C, в апреле – на +1,4 °C, в мае – на +0,9 °C. Влажность в марте была выше нормы на 4%, в апреле и мае – немного ниже нормы на 1%.

Летний период характеризовался острозасушливыми условиями: в июне дефицит осадков составил 41,7 мм, при температуре выше нормы на +3,1 °C и влажности на 12% ниже нормы. В июле и августе сохранялись засушливые условия, особенно в августе, когда температура воздуха превышала норму на +3,0 °C, а дефицит осадков составил 9,7 мм.

Начало весны 2025 года в Алматинской области отличалось тёплой и местами влажной погодой. Осадки в марте и апреле были выше нормы, а в мае – близки к ней.

Температурный фон стабильно превышал среднесезонные значения, особенно в апреле (+1,8 °C) и мае (+1,1 °C). Условия весны 2025 года способствовали интенсивному началу вегетации, но также благоприятствовали развитию патогенов и вредителей.

Материалы и методы исследований

Части растений клубники с видимыми симптомами заболеваний отбирались для анализа. Исследования были выполнены на базе ТОО «КазНИИЗиКР им Ж.Жиембаева», Испытательного центра фитосанитарного лабораторного анализа в лабораториях фитопатологии, энтомологии и токсикологии. Для уточнения видового состава болезней проводили лабораторные опыты с использованием общепринятых методик. Объектами изучения являлись грибные болезни вегетативных и генеративных частей земляники садовой. Выделение грибов из пораженных тканей листьев и ягод и корневой системы проводили по общепринятым методикам [5] с закладкой на питательные среды с использованием картофельно-декстрозного агара (КДА), синтетической среды Чапека и питательной среды Nutrient Broth (NA). Генеративные и вегетативные части растений клубники промывали под проточной водой в течении 2-х часов и стерилизовали 96%-м спиртом 2 мин и промывали

стерильной дистиллированной водой. Чашки Петри инкубировали в термостате (ТСО-1/80 СПУ) при температуре 25-26 °С.

Идентификацию патогенов проводили по морфологическим признакам мицелия, конидий и спор чистой культуры грибов под микроскопом. Видовую принадлежность устанавливали с помощью определителей [6].

Исследования по выявлению и идентификации вредителей и болезней растений проводились в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методиками в энтомологии [7].

Результаты и обсуждения

На основании визуального осмотра образцов клубники, отобранных в 2024 году, были зафиксированы следующие симптомы заболеваний: на листьях наблюдаются бурые пятна со светлой серединкой, краевой некроз и темные пятна неправильной формы, а на ягодах выдавленные пятна округлой формы, сухие и темные пятна (антракноз). Наблюдается мокрая гниль, сморщенность и налет (рисунок 1).



Рисунок 1- Симптомы проявления болезней на пораженных образцах

В результате фитопатологических анализов, была выявлена грибная и бактериальная микрофлора. При микроскопировании образца, по морфологическим признакам мицелия и конидий изолированные грибы были идентифицированы, как *Fusarium sp.* – возбудитель фузариозного увядания, *Alternaria sp.* – возбудитель альтернариоза, *Botrytis cinerea*- возбудитель серой гнили и сапрофитный гриб рода *Penicillium sp.*- вызывающий плесневение (рисунок 2).



макро- и микроконидии
гриба рода *Fusarium sp.*

конидии гриба рода
Alternaria sp.

спороношение гриба
рода *Penicillium sp.*

спороношение гриба
рода *Botrytis cinerea*

Рисунок 2 – Грибная микрофлора, изолированная из образцов

В ходе бактериологического анализа выявлены бактерии рода *Pectobacterium carotovorum*, вызывающие мягкую гниль. Их патогенность подтверждена реакцией сверхчувствительности на листьях *Pelargonium zonale* L. (комнатная герань) и мацерацией клубней картофеля.

В 2025 году в Алматинской области были отобраны два сорта клубники: «Мурано» и «Вивара».

У обоих сортов визуально наблюдалась мацерация корневой и прикорневой части, при этом при продольном срезе сосудистая система чистая, на стеблях темно-коричневые расплывчатые пятна, на листьях наблюдается бурые пятна, краевой некроз и темные пятна неправильной формы, а на ягодах наблюдается мокрая гниль, сморщенность, некоторые цветоносы и ягоды усохшие (рисунок 4).



Рисунок 4 – Симптомы проявления болезней на пораженных образцах

В результате фитопатологических анализов, была выявлена грибная и бактериальная микрофлора. При микроскопировании сорта «Мурано», по морфологическим признакам мицелия, конидий и спороношению изолированные грибы были идентифицированы, как *Rhizopus* – возбудитель черной гнили и сапрофитный гриб рода *Mucor* sp., вызывающий плесневение. А на сорте «Вивара» изолированные грибы были идентифицированы как гриб рода *Fusarium* sp. – вызывающий фузариозное увядание, и сапрофитный гриб рода *Mucor* sp., а также была выявлена нематода (рисунок 5).

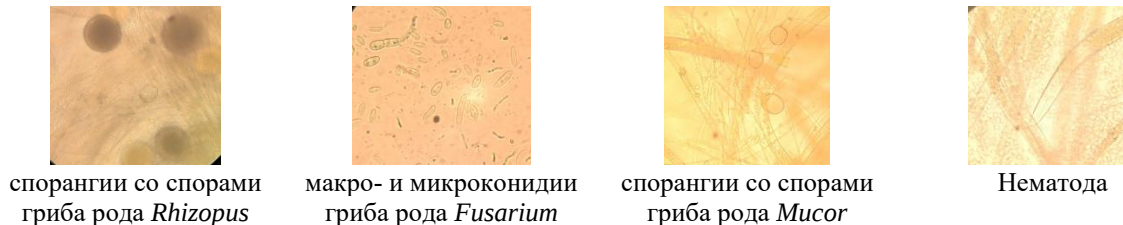


Рисунок 5 – Грибная микрофлора, изолированная из образцов клубники

Осмотром установлено, что есть повреждения листьев клещами. Энтомологический анализ по выявлению вредителей был проведен визуально под стереомикроскопом. Клещей собирали на растениях-хозяевах путем стряхивания на белый лист бумаги и осматривали.

В ходе исследований на листьях клубники обнаружены яйца, личинки и имаго клещей spp. и нимфы трипсов отряда *Thysanoptera*.

По данным анализов в листьях клубники сорта Мурано зараженность клещами превышало в два раза, что показывает склонность данного сорта к повреждению. Результаты приведены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Имаго, яйца, личинка клещей spp на листьях клубники сортов Мурано и Вивара

Клещи обитают на верхней и нижней поверхностях листа, предпочитая нижнюю, поблизости от жилок. Питание клещей приводит к гибели клеток паренхимы и пожелтению листьев. На обеих поверхностях листа проявляются симптомы в виде точек и пятен. Клещи выделяют паутины. При сильном заражении питание клещей и образование ими паутины приводит к гибели растений.

Заклучение

По результатам исследования 2024 года, на основании симптом проявления болезней и фитопатологических анализов, установлено поражение представленных образцов комплексом грибов и бактерий, вызывающих плесневение и мацерацию ткани. Среди изолированных грибов выявлены возбудители серой гнили, фузариоза, альтернариоза, остальные грибы отнесены к сапрофитным видам.

А по результатам исследования образцов 2025 года, на основании симптом проявления болезней и фитопатологических анализов, установлено поражение представленных образцов комплексом грибов, вызывающих плесневение и мацерацию ткани. Среди изолированных грибов выявлены возбудители фузариозного увядания и черной гнили, остальные грибы отнесены к сапрофитным видам.

Причиной болезни является ослабление физиологического состояния растений из-за нарушения функционирования корневой системы, чрезмерный полив на фоне низких/высоких температур в почве и воздухе, а также возможно отсутствие вентиляции между растениями.

По результатам, проведенных испытаний на листьях клубники сортов Мурано и Вивара были выявлены яйца, личинки и имаго клеща, так же были обнаружены личинки трипса в небольшом количестве.

Использование не рекомендованных пестицидов приводит к фитотоксическому действию на клубнику.

Определены остаточные количества, выше указанных пестицидов в ягодах, листьях и почве. Результаты анализов показали, что обнаружен следовые количества (0,0036 мг/кг) крезоксим метила в почве (Предельно-допустимая концентрация крезоксим-метила в почве – 0,2 мг/кг).

Благодарность. Исследование проводилось в рамках научно-технической программы программно-целевого финансирования на 2024-2026 годы (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) BR 22885887 «Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами».

Список литературы

1. Hummer, K. E., & Hancock, J. F. (2009). Strawberry genomics: botanical history, cultivation, traditional breeding, and new technologies. In: Foltá, K. M., & Gardiner, S. E. (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae* (pp. 413–435). Springer.
2. Маслова, Н. И. (2012). *Ягодные культуры: учебное пособие*. М.: Колос С., 192 с.
3. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений. Под ред. М. И. Борисова. (1974). Минск: Ураджай, 230 с.
4. Ismagulova, G. A., Kenzhebekova, A. A., & Zhumabayev, D. S. (2020). First report of *Botrytis cinerea* causing gray mold on strawberry in Kazakhstan. *Plant Disease*, 104(8), 2184. (Scopus / WoS) <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0525-PDN>
5. Tsvetkova, Y. V., & Kuznetsova, A. A. (2020). Conventional and modern methods for the diagnosis of *Colletotrichum* fungi on garden strawberry *Fragaria ananassa*. *Plant Health and Quarantine*, 1(1), 34–42.
6. Соуттон, Д., & Фотергилл, А. (2001). *Определитель патогенных и условно патогенных грибов*. М.: Мир, 486 с.
7. Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий / Отв. за выпуск: Сулейменова З. Ш. (2009). Астана, 312 с.

8. Yang, H., Zhang, X., Qiu, X., Chen, J., Wang, Y., Zhang, G., Jia, S., Shen, X., Ye, W., & Yan, Z. (2023). Fusarium Wilt Invasion Results in a Strong Impact on Strawberry Microbiomes. *Plants*, 12(24), 4153. <https://doi.org/10.3390/plants12244153>
9. Aljawasim, B. D., Samtani, J. B., & Rahman, M. (2023). New Insights in the Detection and Management of Anthracnose Diseases in Strawberries. *Plants*, 12(21), 3704. <https://doi.org/10.3390/plants12213704>
10. Singh, B. K., Delgado-Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., & Leach, J. E. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology* (обзор)
11. Бакирова, А., & Арслан, Х. (2024). Анализ пространственного распределения годовых осадков в Казахстане с помощью различных интерполяционных техник. *Izdenister Natigeler*, (4 (104)), 406–413. <https://doi.org/10.37884/4-2024/42>

References

1. Hummer, K. E., & Hancock, J. F. (2009). Strawberry genomics: botanical history, cultivation, traditional breeding, and new technologies. In: Folta, K. M., & Gardiner, S. E. (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae* (pp. 413–435). Springer.
2. Maslova, N. I. (2012). *Yagodnye kultury: uchebnoe posobie*. M.: Kolos S., 192 s.
3. Lekarstvennyye svoystva sel'skokhozyaistvennykh rastenii. Pod red. M. I. Borisova. (1974). Minsk: Uradzhai, 230 s.
4. Ismagulova, G. A., Kenzhebekova, A. A., & Zhumabayev, D. S. (2020). First report of *Botrytis cinerea* causing gray mold on strawberry in Kazakhstan. *Plant Disease*, 104(8), 2184. (Scopus / WoS)
5. Tsvetkova, Y. V., & Kuznetsova, A. A. (2020). Conventional and modern methods for the diagnosis of *Colletotrichum* fungi on garden strawberry *Fragaria ananassa*. *Plant Health and Quarantine*, 1(1), 34–42.
6. Soutton, D., & Fotergill, A. (2001). *Opredelitel' patogennykh i uslovno patogennykh gribov*. M.: Mir, 486 s.
7. Metodicheskie ukazaniya po uchetu i vyyavleniyu vrednykh i osobo opasnykh vrednykh organizmov sel'skokhozyaistvennykh ugodii / Otv. za vypusk: Suleimenova Zh. Sh. (2009). Astana, 312 s.
8. Yang, H., Zhang, X., Qiu, X., Chen, J., Wang, Y., Zhang, G., Jia, S., Shen, X., Ye, W., & Yan, Z. (2023). Fusarium Wilt Invasion Results in a Strong Impact on Strawberry Microbiomes. *Plants*, 12(24), 4153.
9. Aljawasim, B. D., Samtani, J. B., & Rahman, M. (2023). New Insights in the Detection and Management of Anthracnose Diseases in Strawberries. *Plants*, 12(21), 3704.
10. Singh, B. K., Delgado Baquerizo, M., Egidi, E., Guirado, E., & Leach, J. E. (2023). Climate change impacts on plant pathogens, food security and paths forward. *Nature Reviews Microbiology* (obzor)
11. Bakirova, A., & Arslan, Kh. (2024). Analiz prostranstvennogo raspredeleniya godovykh osadkov v Kazakhstane s pomoshch'yu razlichnykh interpolyatsionnykh tekhnik. *Izdenister Natigeler*, (4 (104)), 406–413. <https://doi.org/10.37884/4-2024/42>

**Маулен А.Т., Исенова Г.Д., Рвайдарова Г.О., Кенжеғалиев А.М., Әшірбекова А.А.,
Исламова Р.А., Жұмабай Л.Б.**

«Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қаласы, Қазақстан, arina.maulen@mail.ru

**КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ҚАЗАҚСТАННЫҢ Оңтүстік-
шығысында құлпынайдың зиянды организмдерінің таралуы**
Аңдатпа

Өзгермелі климат жағдайында Қазақстанның Алматы облысында аурулар мен зиянкестердің таралуын, сондай-ақ агрохимикаттардың әсерін бағалау мақсатында құлпынай плантацияларына кешенді фитосанитариялық зерттеу жұмыстары жүргізілді. 2024–2025 жылдары жүргізілген зерттеулер көктемгі шамадан тыс ылғалдылық пен жазғы құрғақшылық сияқты климаттық аномалиялар өсімдіктер иммунитетінің әлсіреуіне және патогенді микрофлораның белсенділігіне ықпал еткенін көрсетті.

Фитоэкспертиза барысында келесі саңырауқұлақ қоздырғыштары анықталды: *Fusarium sp.*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria sp.*, *Rhizopus sp.*, сондай-ақ сапрофитті түрлер (*Penicillium*, *Mucor*). Кейбір тамыр жүйесінің бөлімдерінде нематодтармен зақымдануы байқалды. Бактериологиялық талдау *Pectobacterium carotovorum* бактериясының бар екенін көрсетті, ол жұмсақ шірік ауруын туғызады. Энтомологиялық талдау жұмыстары өсімдіктердің өрмекші кенелер мен трипстермен зақымдануын тіркеді, бұл ретте «Мурано» сорты аса сезімтал болып шықты.

Құлпынайға ұсынылмаған пестицидтердің қолданылғаны қосымша анықталып, фитоуыттылықтың байқалуына, сондай-ақ топырақ пен өсімдік материалында әсер етуші заттардың іздік мөлшерде табылуына себеп болды. Бұл жағдай агрохимиялық қорғау схемаларын экологиялық және уыттылық критерийлерін ескере отырып қайта қарау қажеттігін көрсетеді.

Алынған нәтижелер өсімдіктерді қорғау жүйелерін жаңа климаттық жағдайларға бейімдеудің маңыздылығын, сондай-ақ фитосанитарлық мониторингті және агрохимикаттарды қауіпсіз қолдануды тұрақты бақылау қажеттігін көрсетеді.

Кілт сөздер: құлпынай, фитопатогендер, климат, фитоэкспертиза, зиянкестер, пестицидтер.

**Maulen A., Issenova G., Rvaidarova G., Kenzhegaliev A., Ashirbekova A.,
Islamova R., Zhumabai L.**

LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine
named after Zh. Zhiembaev», Almaty, Kazakhstan, arina.maulen@mail.ru

DISTRIBUTION OF HARMFUL STRAWBERRY ORGANISMS IN THE SOUTHEAST OF KAZAKHSTAN IN CONNECTION WITH CLIMATE CHANGE

Abstract

Under changing climatic conditions in the Almaty region of Kazakhstan, comprehensive phytosanitary surveys of strawberry plantations were conducted to assess the prevalence of diseases and pests, as well as the impact of agrochemicals. Research carried out in 2024–2025 revealed that climatic anomalies, including excessive moisture in spring and drought during summer, contributed to the weakening of plant immunity and the activation of pathogenic microflora.

Phytopathological examination identified a wide range of fungal pathogens: *Fusarium spp.*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria spp.*, *Rhizopus spp.*, as well as saprophytic species such as *Penicillium* and *Mucor*. In certain areas, root system damage caused by nematodes was observed. Bacteriological analysis confirmed the presence of *Pectobacterium carotovorum*, the causative agent of soft rot. Entomological analysis recorded infestations of spider mites and thrips, with the ‘Murano’ cultivar found to be more susceptible.

Additionally, the use of pesticides not recommended for strawberries was identified, leading to phytotoxicity and the detection of trace amounts of active substances in the soil and plant material. This highlights the need to revise chemical protection strategies, taking into account ecological and toxicological criteria.

The findings emphasize the importance of adapting plant protection systems to new climatic conditions, as well as the necessity of regular phytosanitary monitoring and ensuring the safe use of agrochemicals.

Keywords: strawberry, phytopathogens, climate, phytopathological examination, pests, pesticides.

Вклад авторов (в соответствии с таксономией CRediT):

Концептуализация – А.Т. Маулен, Г.Д. Исенова, Г.О. Рвайдарова, А.М. Кенжеғалиев, А.А. Аширбекова, Р.А. Исламова, Л.Б. Жумабай
Курирование данных – А.Т. Маулен, Г.Д. Исенова, Г.О. Рвайдарова, А.М. Кенжеғалиев, А.А. Аширбекова, Л.Б. Жумабай
Формальный анализ – А.Т. Маулен, Г.Д. Исенова, Г.О. Рвайдарова, А.М. Кенжеғалиев, А.А. Аширбекова, Л.Б. Жумабай
Приобретение финансирования – Г.Д. Исенова
Расследование (проведение экспериментов) – А.Т. Маулен, Г.Д. Исенова, Г.О. Рвайдарова, А.М. Кенжеғалиев, А.А. Аширбекова, Л.Б. Жумабай
Методология – Г.Д. Исенова, А.Т. Маулен, А.М. Кенжеғалиев, Р.А. Исламова.
Администрирование проекта – Г.Д. Исенова
Ресурсы – Г.Д. Исенова
Программное обеспечение – не использовалось
Надзор – Г.Д. Исенова
Проверка (валидация данных) – Г.Д. Исенова, А.М. Кенжеғалиев
Визуализация – А.Т. Маулен, Г.Д. Исенова, Г.О. Рвайдарова, А.М. Кенжеғалиев, А.А. Аширбекова, Л.Б. Жумабай
Написание – первоначальный проект – А.Т. Маулен
Написание – обзор и редактирование – Г.Д. Исенова, А.М. Кенжеғалиев,

Все соавторы ознакомились с окончательной версией рукописи, согласовали её с редакцией и одобрили публикацию в журнале.

МРНТИ: 68.37.29

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/12>

Н.Е. Ташигул., Н.Ж. Шисенбаева

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений» Алматы, Казакстан, nurzhan9601@mail.ru, shisenbaevan00@gmail.com

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *BEAUVERIA BASSIANA* НА РИСОВОЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА ЕЁ ПАТОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВ *LOCUSTA MIGRATORIA* L.

Аннотация

Азиатская саранча (*Locusta migratoria* L.) остаётся одним из наиболее опасных и широко распространённых вредителей сельскохозяйственных культур, особенно в засушливых и полувлажных регионах. Массовые инвазии этого вида вызывают серьёзные потери урожая и представляют угрозу продовольственной безопасности. В условиях экологических ограничений эффективной альтернативой химическим инсектицидам становится использование энтомопатогенных грибов. В настоящем исследовании была проведена оценка патогенности трёх штаммов *Beauveria bassiana*, культивированных на рисе методом твёрдофазной ферментации. Средний выход конидий составил от $2,3 \times 10^9$ до $4,1 \times 10^9$ спор/г сухого субстрата, при жизнеспособности 85–95 %. Для лабораторного тестирования использовали метод иммерсионного замачивания нимф в суспензии конидий с концентрацией 1×10^7 спор/мл. Наибольшую вирулентность продемонстрировал штамм BLel(k)-07, вызвавший до 95 % смертности на 15-е сутки. Другие штаммы также показали значительную активность, но с меньшей летальностью. Результаты подтверждают высокий биоинсектицидный потенциал исследуемых изолятов. Полученные данные демонстрируют перспективность их применения в качестве основы для биологических препаратов. В дальнейшем планируются масштабные полевые испытания и разработка стабильных

формуляций. Это позволит интегрировать грибные инсектициды в комплексные стратегии защиты растений в агроэкосистемах засушливых зон.

Ключевые слова: *Beauveria bassiana*, азиатская саранча, биоконтроль, твёрдофазная ферментация, патогенность, энтомопатогенный гриб.

Введение

Интенсивное применение химических инсектицидов в сельском хозяйстве, особенно при борьбе с вредителями открытого грунта, привело к ряду серьёзных последствий, включая развитие резистентности у насекомых, загрязнение окружающей среды и угрозу для здоровья человека [1]. В этой связи всё большее внимание уделяется биологическим методам защиты растений, в частности — использованию энтомопатогенных грибов в качестве микробиологических инсектицидов [2].

Один из наиболее изученных и применяемых в биоконтроле видов — это *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., обладающий широким спектром патогенности в отношении различных насекомых из отрядов *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hemiptera* и *Orthoptera* [3]. Благодаря способности проникать в организм хозяина через кутикулу, быстро размножаться и вызывать гибель, данный гриб рассматривается как перспективный агент против таких опасных вредителей, как азиатская саранча (*Locusta migratoria* L.), наносящая значительный ущерб посевам в странах Азии и Восточной Европы [4].

Одним из ключевых этапов при создании эффективных биопрепаратов на основе *B. bassiana* является разработка экономичных и воспроизводимых методов культивирования с высоким выходом жизнеспособных спор [5]. Среди различных субстратов твёрдой фазы, рис традиционно используется как доступная и эффективная питательная среда, позволяющая получать высокие урожаи конидий при минимальных затратах.

Настоящее исследование направлено на культивирование штаммов *Beauveria bassiana* на рисе в условиях твёрдофазной ферментации, а также на оценку споруляции и жизнеспособности полученного грибного материала. Кроме того, проводилось тестирование патогенности этих штаммов в отношении личинок азиатской саранчи (*Locusta migratoria*) в лабораторных условиях с использованием метода иммерсионного заражения. Полученные результаты позволят определить наиболее эффективные штаммы и оценить их потенциал для дальнейшего применения в системах биологического контроля вредителей.

Материалы и методы

Грибковые изоляты и культивирование. В исследовании использовали три штамма энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., выделенных из различных регионов Южного Казахстана: BL_{e1}-07, Юк₄-09 и BC₀₃-07. Культивирование проводили на агаризованной среде Сабуро с декстрозой (SDA) при температуре 25±0,5°C в полной темноте в течение 10 суток до достижения обильного спороношения.

Для массового получения спор применяли метод твердофазной ферментации на рисовом субстрате: 200 г риса замачивали в дистиллированной воде на 12 ч, после чего добавляли 0,5% CaSO₄ и 0,1% CaCO₃ от массы субстрата. Субстрат стерилизовали методом автоклавирования при 121°C в течение 20 минут. Инокуляцию выполняли суспензией спор из расчета 2×10⁸ конидий на 100 г риса. Инкубацию проводили при 25±2°C с фотопериодом 12/12 ч (свет/темнота) в течение 14 суток. [6].

Подготовка инокулюма. После завершения ферментации биомассу высушивали до влажности 10-12%, после чего споры отделяли от субстрата просеиванием через металлическое сито с размером ячеек 500 мкм. Концентрацию спор определяли методом прямого микроскопирования в камере Горяева при увеличении ×400. Рабочую суспензию готовили в стерильной дистиллированной воде с добавлением 0,1% Tween 80, доводя конечную концентрацию до 1×10⁷ конидий/мл. [7].

Для оценки жизнеспособности спор использовали метод проращивания (germination test). Препарат готовили путём ресуспендирования 1 г сухого материала в 10 мл 0,05 % раствора Tween 80 с последующей гомогенизацией на вортексе в течение 5 минут. Затем из

суспензии готовили десятикратные серийные разведения (10^{-2} и 10^{-4}), из которых по 100 мкл высевали на чашки Петри с агаром Сабуро в двух повторностях [8]. Инкубацию проводили при температуре $26 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 24 часов. По завершении инкубации определяли процент прорастания спор путём микроскопирования.

Содержание тестовых насекомых. В экспериментах использовали личинок 3-го возраста (L3) азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.), которых содержали на растениях фасоли в контролируемых условиях: температура $28 \pm 1^\circ\text{C}$, относительная влажность $50 \pm 10\%$, 16-часовой фотопериод. Перед началом опыта насекомых выдерживали 24 ч без корма для стандартизации физиологического состояния [9].

Оценка патогенности. Для биотестирования использовали метод иммерсионного замачивания насекомых (на 5 секунд) в приготовленных суспензиях спор. Контрольную группу обрабатывали водным раствором 0,1% Tween 80. Опыт проводили в четырёх биологических повторностях, по 10 насекомых в каждой. После обработки личинок помещали в пластиковые контейнеры с листьями фасоли и поддерживали стандартные условия содержания. Количество живых и погибших особей регистрировали на 3, 5, 7, 10 и 15-е сутки после обработки. Погибших особей азиатской саранчи переносили в чашки Петри с увлажнённой фильтровальной бумагой и выдерживали в течение 14 дней для наблюдения за спороношением. Для подтверждения грибной этиологии смертности из заражённых особей готовили препараты и исследовали их под микроскопом. [10].

Для сравнения показателей смертности между группами применяли однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим пост-хок тестом Тьюки при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

После 14-дневной инкубации штаммов на рисе при $25 \pm 2^\circ\text{C}$ и фотопериоде 12/12 ч, средний выход конидий составил от $2,3 \times 10^9$ до $4,1 \times 10^9$ спор/г сухого субстрата. Наибольшую споруляцию продемонстрировал штамм BCо3-07, в то время как BLe1-07 показал наименьший выход. Различия между штаммами по количеству спор были статистически достоверны ($p < 0,05$) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Спорообразование штаммов *Beauveria bassiana*

После отделения спор от субстрата и подготовки суспензий, концентрация спор в рабочих растворах достигала 1×10^7 конидий/мл. Жизнеспособность спор, определенная по прорастанию через 24 ч на SDA, составила от 85 до 95%. Добавление 0,1% Tween 80 обеспечивало равномерную дисперсию спор в суспензии (рисунок 2).

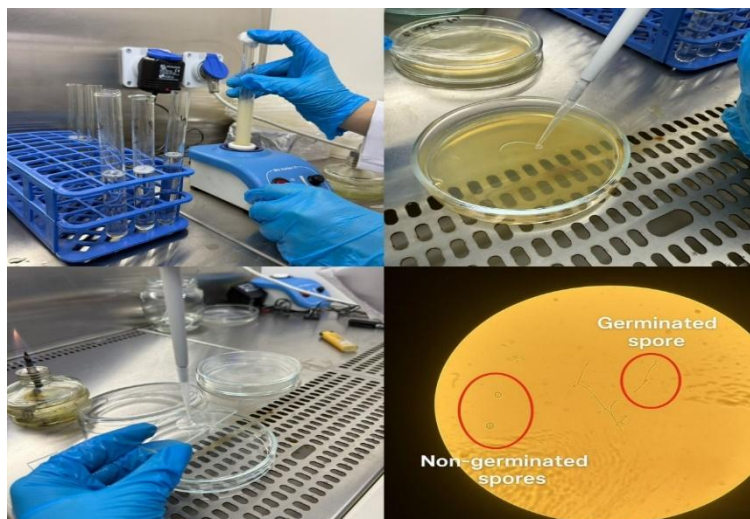


Рисунок 2 – Тест на прорастание спор штамма BLe1-07

Согласно полученным данным, все штаммы вызвали прогрессивное увеличение смертности с течением времени, однако между ними выявлены статистически значимые различия по вирулентности (ANOVA, $p < 0,05$) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели смертности, вызванные действием тестируемых энтомопатогенных штаммов *B. bassiana* у *Locusta migratoria* L.

№П/П	Штаммы	Концентрация	Смертность, дни, %				
			3	5	7	10	15
1	BLe1-07	10^7	$5,0 \pm 2,8$	$22,5 \pm 4,7$	$47,5 \pm 4,7$	$82,5 \pm 6,3$	$95,0 \pm 2,8$
2	Юк4-09	10^7	0,0	$22,5 \pm 2,5$	$47,5 \pm 2,5$	$65,0 \pm 2,8$	$92,5 \pm 4,7$
3	BCo3-07	10^7	$2,5 \pm 2,5$	$17,5 \pm 4,7$	$32,5 \pm 4,7$	$52,5 \pm 4,7$	$75,0 \pm 2,8$
Контроль			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Как видно из таблицы, наибольшую патогенность продемонстрировал штамм BLe1-07, обеспечивший 95% смертности к 15-му дню. Сопоставимую активность показал штамм Юк4-09 – 92%. Штамм BCo3-07 проявил умеренную вирулентность – 75%. Контрольные особи сохраняли жизнеспособность на всём протяжении эксперимента, что указывает на отсутствие побочного действия самого поверхностно-активного вещества.

Гибель насекомых начиналась преимущественно на 3-5 сутки после обработки, при этом максимальные уровни смертности наблюдались к 10-15 дню (рисунок 3).

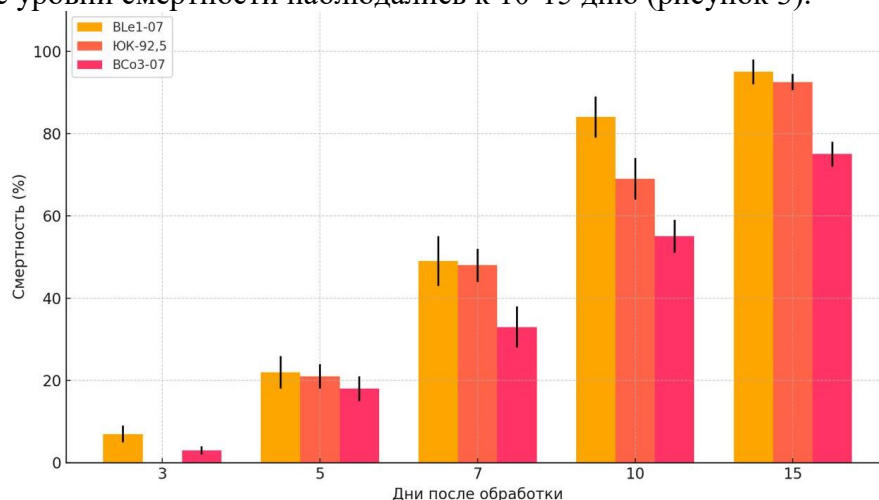


Рисунок 3 – Показатели смертности для различных штаммов грибов

Для подтверждения грибной этиологии заражённые особи инкубировались в чашках Петри с увлажнённой фильтровальной бумагой в течение 14 суток, где отмечалось активное спороношение. Наличие конидий *B. bassiana* на поверхности трупов также подтверждено микроскопическим исследованием.

Полученные в ходе исследования данные показали, что все три штамма *Beauveria bassiana*, культивированные на рисе методом твёрдофазной ферментации, продемонстрировали патогенность в отношении азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.). Однако между ними выявлены достоверные различия как по количеству спор, так и по вирулентности.

Наибольшую споруляцию обеспечил штамм ВСо₃-07 ($4,1 \times 10^9$ спор/г), что подтверждает эффективность риса как субстрата при твёрдофазной ферментации. Тем не менее, несмотря на высокий выход конидий, данный штамм проявил лишь умеренную патогенность — 75% смертности к 15-му дню. В то же время, штамм ВLe₁-07, несмотря на меньшую споруляцию ($2,3 \times 10^9$ спор/г), показал наивысшую вирулентность — 95% смертности.

Этот феномен подчёркивает, что высокая споруляция не всегда коррелирует с патогенной активностью. Подобное расхождение может быть обусловлено физиологическими особенностями штаммов: степенью адгезии к кутикуле насекомого, скоростью прорастания мицелия, уровнем экспрессии токсинов и ферментов (например, протеаз и липаз), а также устойчивостью спор к внешним условиям.

Использование метода иммерсионного замачивания позволило обеспечить равномерную экспозицию спор на теле насекомого, что делает его пригодным для стандартных лабораторных биотестов. Добавление Tween 80 обеспечивало однородное распределение спор и не оказывало побочного влияния, что подтверждается отсутствием смертности в контрольной группе.

Выводы

Проведённое исследование показало, что все три штамма *Beauveria bassiana*, культивированные на рисовом субстрате, обладают патогенной активностью в отношении нимф азиатской саранчи (*Locusta migratoria*). Наибольшую вирулентность продемонстрировал штамм ВLe₁-07, вызвавший 95 % смертности к 15-му дню, несмотря на более низкий уровень споруляции. В то же время, штамм ВСо₃-07 обеспечил наивысший выход конидий, но проявил лишь умеренную патогенность, что подтверждает отсутствие прямой корреляции между споруляцией и эффективностью заражения. Рис доказал свою пригодность в качестве экономичного и продуктивного субстрата для культивирования жизнеспособных спор. Применённый метод иммерсионного заражения оказался надёжным и воспроизводимым, а использование Tween 80 не повлияло на выживаемость контрольной группы. Полученные результаты подчёркивают важность комплексной оценки штаммов *B. bassiana* не только по уровню спорообразования, но и по их вирулентным свойствам.

Однако для успешного внедрения в сельскохозяйственные системы необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку эффективности в полевых условиях, оптимизацию препаративных форм и методов применения. Комбинируя естественную патогенность *B. bassiana* с другими методами биоконтроля в рамках интегрированной защиты растений (IPM), можно создать устойчивые и экологически безопасные решения для управления *Locusta migratoria* L., и другими опасными вредителями.

Список литературы

- [1] Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132, 1-41. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>
- [2] Адилханкызы, А., Тлеубергенов, Х.М., Балабек, А.Н., Шисенбаева, Н.Ж., & Шакирова, А.Е. (2024). *Bacillus thuringiensis* - основа биологических средств защиты

растений. Исследования, результаты, 3(103), 45-52. ISSN 2304-3334. <https://doi.org/10.37884/1-2025/03> [на казахском]

[3] Zhang, S., Xia, Y., & Keyhani, N. O. (2020). Solid-state fermentation of *Beauveria bassiana* on rice for conidia production: Optimization and biocontrol potential against *Locusta migratoria*. *Pest Management Science*, 76(3), 1026-1035. <https://doi.org/10.1002/ps.5612>

[4] Wang, J., Peng, J., Zhou, H., Li, Q., & Xia, Y. (2021). Enhanced virulence of *Beauveria bassiana* against *Locusta migratoria* using a submerged culture strategy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(4), 1567-1578. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11128-x>

[5] Golo, P. S., Arruda, W., & Montalva, C. (2022). Resistance management strategies for microbial insecticides: Lessons from *Beauveria bassiana*. *Biological Control*, 174, 105031. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105031>

[6] Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>

[7] Lopes, R. B., Souza, D. A., Oliveira, C. M., & Faria, M. (2022). Standardized bioassays for screening *Beauveria bassiana* virulence against insect pests: Methods and applications. *Biological Control*, 174, 105042. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105042>

[8] Rangel, D. E. N., Braga, G. U. L., Fernandes, É. K. K., Keyser, C. A., Hallsworth, J. E., & Roberts, D. W. (2015). Stress tolerance and virulence of insect-pathogenic fungi are determined by environmental conditions during conidial formation. *Current Genetics*, 61(3), 383-404. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0477-y>

[9] Qasim, M., Lin, Y., Dash, C. K., & Bamisile, B. S. (2023). Recent advances in *Beauveria bassiana* research for sustainable pest management. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1123456. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1123456>

[10] Smith, J. E. (2020). Fungal biocontrol agents: From lab to field. CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781789243185.0000>

References

[1] Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132, 1-41. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>

[2] Adilkhanqyzy, A., Tleubergenov, K. M., Balabek, A. N., Shisenbayeva, N. Zh., & Shakirova, A. E. (2024). *Bacillus thuringiensis* the basis of biological protection products. *Research, Results*, 3*(103), 45-52. ISSN 2304-3334. <https://doi.org/10.37884/1-2025/03> [in Kazakh]

[3] Zhang, S., Xia, Y., & Keyhani, N. O. (2020). Solid-state fermentation of *Beauveria bassiana* on rice for conidia production: Optimization and biocontrol potential against *Locusta migratoria*. *Pest Management Science*, 76(3), 1026-1035. <https://doi.org/10.1002/ps.5612>

[4] Wang, J., Peng, J., Zhou, H., Li, Q., & Xia, Y. (2021). Enhanced virulence of *Beauveria bassiana* against *Locusta migratoria* using a submerged culture strategy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(4), 1567-1578. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11128-x>

[5] Golo, P. S., Arruda, W., & Montalva, C. (2022). Resistance management strategies for microbial insecticides: Lessons from *Beauveria bassiana*. *Biological Control*, 174, 105031. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105031>

[6] Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>

[7] Lopes, R. B., Souza, D. A., Oliveira, C. M., & Faria, M. (2022). Standardized bioassays for screening *Beauveria bassiana* virulence against insect pests: Methods and applications. *Biological Control*, 174, 105042. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105042>

[8] Rangel, D. E. N., Braga, G. U. L., Fernandes, É. K. K., Keyser, C. A., Hallsworth, J. E., & Roberts, D. W. (2015). Stress tolerance and virulence of insect-pathogenic fungi are determined by

environmental conditions during conidial formation. *Current Genetics*, 61(3), 383-404. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0477-y>

[9] Qasim, M., Lin, Y., Dash, C. K., & Bamisile, B. S. (2023). Recent advances in *Beauveria bassiana* research for sustainable pest management. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1123456. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1123456>

[10] Smith, J. E. (2020). *Fungal biocontrol agents: From lab to field*. CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781789243185.0000>

Tashigul N., Shissenbayeva N.

LLP «Kazakh research institute of plant protection and quarantine named after Zh. Zhiembaev», Almaty, Kazakhstan, nurzhan9601@mail.ru, shisenbaevan00@gmail.com

CULTIVATION OF *BEAUVERIA BASSIANA* ON A RICE-BASED MEDIUM AND EVALUATION OF ITS PATHOGENIC EFFECT AGAINST *LOCUSTA MIGRATORIA* L.

Abstract

The Asian locust (*Locusta migratoria* L.) remains one of the most dangerous and widespread pests of agricultural crops, particularly in arid and semi-arid regions. Mass outbreaks of this species cause significant crop losses and pose a serious threat to food security. Under ecological constraints, the use of entomopathogenic fungi emerges as an effective and environmentally friendly alternative to chemical insecticides.

In this study, the pathogenicity of three *Beauveria bassiana* strains was evaluated. The strains were cultivated on rice substrate using solid-state fermentation. The average conidial yield ranged from 2.3×10^9 to 4.1×10^9 spores per gram of dry substrate, with a viability rate of 85–95%. Laboratory bioassays were conducted by immersing locust nymphs in a conidial suspension at a concentration of 1×10^8 spores/mL.

The highest virulence was observed in strain BLe1(k)-07, which caused up to 95% mortality by the 15th day. The other strains also exhibited notable activity but with lower lethality rates. These results confirm the high bioinsecticidal potential of the tested isolates.

The findings highlight the promising prospects of using these fungal strains as a basis for biological insecticide development. Further large-scale field trials and the formulation of stable products are planned. This will facilitate the integration of fungal-based insecticides into integrated pest management strategies in agroecosystems of arid zones.

Keywords: *Beauveria bassiana*, Asian locust, biocontrol, solid-state fermentation, pathogenicity, entomopathogenic fungus.

Н.Е Ташигул, Н.Ж. Шисенбаева

«Ж. Жиёмбаев атындағы қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС Алматы, Қазақстан, nurzhan9601@mail.ru, shisenbaevan00@gmail.com

BEAUVERIA BASSIANA САҢЫРАУҚҰЛАҒЫН КҮРІШ ҚОРЕКТІК ОРТАСЫНДА ӨСІРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ LOCUSTA MIGRATORIA L.-ГЕ ҚАРСЫ ПАТОГЕНДІК ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Азиялық шегіртке (*Locusta migratoria* L.) — ауыл шаруашылық дақылдарына айтарлықтай зиян келтіретін, әсіресе құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда кең таралған ең қауіпті зиянкестердің бірі болып қала береді. Бұл түрдің жаппай көбеюі егін өнімінің үлкен шығынға ұшырауына әкеліп, азық-түлік қауіпсіздігіне қатер төндіреді. Экологиялық шектеулер жағдайында химиялық инсектицидтерге тиімді әрі экологиялық таза балама — энтомопатогенді саңырауқұлақтарды қолдану болып табылады.

Осы зерттеуде *Beauveria bassiana* түріне жататын үш штаммның патогенділік қасиеттері бағаланды. Штаммдар күріш субстратында қатты фазалы ферментация әдісімен өсірілді. Конидийлердің орташа шығымы $2,3 \times 10^9$ –дан $4,1 \times 10^9$ спора/г құрғақ субстрат аралығында болды, тіршілікке қабілеттілік көрсеткіші — 85–95 %. Лабораториялық жағдайда нимфаларды

1×10^8 спора/мл концентрациядағы конидий суспензиясына батыру арқылы инфекциялау әдісі қолданылды.

Ең жоғары вируленттілік *BLel(k)-07* штаммында байқалды, ол 15-күніне қарай 95 %-ға дейін өлімге алып келді. Басқа штаммдар да айтарлықтай белсенділік көрсетті, бірақ өлім көрсеткіші төменірек болды. Зерттеу нәтижелері алынған изоляттардың жоғары биоинсектицидтік әлеуетке ие екенін дәлелдейді.

Бұл деректер аталған саңырауқұлақ штаммдарын биологиялық препараттардың негізі ретінде қолданудың болашағы зор екенін көрсетеді. Алдағы уақытта кең көлемді далалық сынақтар жүргізу және тұрақты формуляцияларды әзірлеу жоспарлануда. Бұл өз кезегінде саңырауқұлақ негізіндегі инсектицидтерді құрғақ аймақтардың агроэкожүйелерінде өсімдіктерді қорғаудың кешенді стратегиясына енгізуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: *Beauveria bassiana*, азиялық шегіртке, биобақылау, қатты фазалы ферментация, патогенділік, энтомопатогенді саңырауқұлақ.

МРНТИ 68.37.13

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/13>

*Кожабоева Г.Е. *, Копирова Г.И., Султанова Н.Ж., Касембаева Н.К.*

*Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
им. Ж. Жиембаева, Алматы, Казахстан, luch.78@mail.ru, gkopirova@mail.ru,
nadira.sultanova@mail.ru, nasko_777@mail.ru*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ СЕМЯН ЛЬНА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ФИТОЭКСПЕРТИЗЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

Лён – древняя и стратегически важная культура, ценная для Казахстана своим экспортным потенциалом и ролью в устойчивом земледелии. Успех его возделывания критически зависит от эффективной защиты от вредоносных болезней, таких как ржавчина и фузариоз.

Одним из ключевых агроприемов является предпосевная обработка семян защитно-стимулирующими составами (ЗСС). Они повышают всхожесть и защищают молодые проростки от патогенов и стрессов. Исследования в Казахстане подтвердили высокую эффективность ЗСС. Разработка комплексных ЗСС, сочетающих химические и биологические компоненты, актуальна для снижения пестицидной нагрузки. Обязательная фитопатологическая экспертиза семян на лабораторном этапе позволяет целенаправленно подбирать наиболее эффективные и безопасные составы.

Статья посвящена эффективности защитно-стимулирующих составов для предпосевной обработки семян льна. Фитоэкспертиза семян выявила наличие грибов (*Alternaria*, *Mucor*) и бактерий (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*).

Применение ЗСС не снижало посевные качества семян, а, напротив, поддерживало их на контрольном уровне или выше. Отмечено значительное подавление патогенной микрофлоры: количество больных семян снизилось с 14,6% (контроль) до 0,6-14,7% в опытных вариантах (эталон - 0,6%). В результате исследований были отобраны наиболее эффективные комбинации. Результаты подтверждают, что ЗСС, подобранные на основе фитоэкспертизы, улучшают фитосанитарное состояние семян и способствуют полноценному развитию льна. Данные комбинации ЗСС будут использованы в дальнейших исследованиях в полевых условиях.

Ключевые слова: лен, фитоэкспертиза, болезни, защитно-стимулирующий состав, фунгицид, инсектицид, стимулятор роста

Введение

Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) является одной из древнейших культур, возделываемых человечеством. На протяжении тысячелетий он служил источником ценного волокна для текстильной промышленности, а также питательного масла и корма для животных. Мировой интерес к льну стабилен благодаря его многостороннему применению, что подтверждается данными FAOSTAT (2023), указывающими на Россию, Канаду, Китай и ЕС как основных производителей. Отмечается также рост спроса на органический лен и продукты из него [1].

Для Казахстана лен представляет собой важную сельскохозяйственную культуру с высоким экспортным потенциалом. Благоприятные климатические условия ряда регионов страны, особенно северных, создают предпосылки для успешного выращивания как масличного, так и волокнистого льна [2]. Кроме того, лен может играть значительную роль в севооборотах, улучшая структуру почвы и снижая потребность в химических средствах защиты растений [3].

В льноводстве, как и в других сельскохозяйственных культурах, ключевым аспектом успешного возделывания является эффективная защита растений. Она должна обеспечивать здоровые посевы, свободные от сорняков, и способствовать формированию полноценного урожая с высокими количественными и качественными показателями [4]. Среди наиболее вредоносных болезней льна исследователи выделяют ржавчину, фузариоз, антракноз, септориоз (пасмо) и ауреобазидиоз (полиспороз) [5-8]. В этой связи особую важность приобретает интегрированная защита растений, включающая использование устойчивых сортов, агротехнические приемы и биологические методы контроля. Казахстанские ученые активно исследуют вопросы селекции сортов льна, адаптированных к местным агроклиматическим условиям [9], а также влияние различных агротехнических приемов на урожайность и качество льна [10].

Одним из наиболее эффективных и перспективных направлений в повышении продуктивности льна является предпосевная обработка семян. Этот агротехнический прием направлен на повышение полевой всхожести, обеспечение дружных и равномерных всходов, а также закладку фундамента для дальнейшего здорового роста и развития растений. На начальных этапах онтогенеза молодые проростки льна особенно уязвимы к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как почвенные патогены, вредители и абиотические стрессы (резкие колебания температур, недостаток влаги). Российский ученый А.А. Снежинский выявил, что предпосевная обработка семян льна-долгунца (ЗСС) на основе биопрепаратов, протравителей и микроудобрений существенно повышает полевую всхожесть и сохранность растений, а также снижает семенную инфекцию и общую инфицированность болезнями [11].

Казахстанскими учеными были начаты подобные исследования по определению биологических и хозяйственных эффективности фунгицидов на семенную инфекцию льна в лабораторных и полевых условиях (20 различных защитно-стимулирующих составов). В результате исследований было установлено, что все испытанные варианты отличались высокой лабораторной всхожестью от 85,0 до 98,0%, биологическая эффективность против плесневения семян составила в пределах 40,5–100% [12].

В контексте стремления к устойчивому сельскому хозяйству и снижению пестицидной нагрузки, возрастает интерес к разработке и применению защитно-стимулирующих составов, сочетающих химические препараты с биологическими регуляторами, стимуляторами и удобрениями. Эти комплексные препараты способны одновременно обеспечивать защиту от фитопатогенов, стимулировать ростовые и метаболические процессы, повышать устойчивость к абиотическим стрессам, а также улучшать фиксацию азота и мобилизацию фосфора.

Разработка эффективных защитно-стимулирующих составов для льна требует комплексного подхода, включающего обязательное проведение фитопатологической экспертизы семян на начальном лабораторном этапе. На основании полученных результатов фитоэкспертизы семян становится возможным целенаправленный подбор различных вариантов сочетаемых препаратов, обеспечивающих максимальную эффективность и безопасность для культуры.

В условиях климатических изменений и перехода к устойчивому земледелию, роль льна для Казахстана возрастает. Исследования, представленные в данной статье, направленные на повышение его урожайности и устойчивости, становятся особенно актуальными.

Методы и материалы

Работа проводилась в ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева», лаборатории фитопатологии.

Оздоровление семян льна, сорт Северный, проводилось на основании предварительно проведенной фитоэкспертизы в лабораторных условиях. Посевные качества (энергия прорастания и лабораторная всхожесть), интенсивность роста, а также количество зараженных семян и проростков льна были определены во влажных камерах по количеству проросших семян, по каждой культуре в 4-х кратной повторности, помещенных в термостат при $t\ 25-26^{\circ}\text{C}$, согласно общепринятым в фитопатологии и микологии методам исследования [13-15].

Определяли влияние разработанных защитно-стимулирующих составов рекомендованных препаратов для предпосевной обработки на микрофлору и на лабораторные показатели семян. Семена подвергались фитоэкспертизе во влажной камере и на питательной среде картофельно-глюкозный агар (КГА). Обработанные семена пшеницы закладывали в пластиковые контейнеры по 50 штук и в чашки Петри на питательную среду КГА по 10 штук в 4-кратной повторности.

Для оздоровления семян льна подобраны различные сочетания следующих фунгицидов: Витакс, в.с.к. (карбоксин 170 г/л + тирам 170 г/л), ТМТД, в.с.к. (тирам, 400 г/л), Оплот трио, в.с.к. (дифеноконазол, 90 г/л + тебуконазол, 45 г/л + азоксистробин, 40,0 г/л), Редиго Про, к.с. (протиоконазол, 150 г/л + тебуконазол, 20 г/л), Ламадор, к.с. (протиоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л), Атлас Про, к.с. (протиоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л); инсектофунгицидов: Селест топ 312,5, к.с. (тиаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л + флудиоксонил, 25 г/л); Пилигрим, к.с., (тиаметоксам, 350 г/л + флутриафол, 87 г/л + металаксил, 43 г/л); инсектицидов: Акиба, в.с.к., (имidakлоприд, 500 г/л), Табу, в.с.к. (имidakлоприд 500 г/л), биологических стимуляторов роста: SeedSpor, ж.ф. (микориза, *Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus* sp.), Гуфос, ж., (гумата натрия, аммофос), Фитолавин, в.р.к. (фитобактериомицин, БА 120 000 ЕА/мл, 32 г/л), Alga 600 (альгиновая кислота 10-12 %, микроэлементы, аминокислоты, витамины), Циркон (0,1 г/л смеси гидроксикоричных кислот), Эпин экстра (0,025 г/л 24-эпибрасинолид).

На основании результатов проведенных исследований были отобраны защитно-стимулирующие составы, рекомендуемые для предпосевной обработки семян льна.

Результаты и обсуждение

Результаты проведения фитоэкспертизы в лаборатории фитопатологии ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж.Жиембаева» выявили, что исследуемые семена льна были заражены комплексом как грибной, так и бактериальной микрофлоры (таблица 1).

Таблица 1 – Зараженность семян льна, сорт Северный, грибной и бактериальной инфекцией, (лабораторный опыт, 2024 г.)

Количество семян, шт.	Количество зараженных семян, %	Выявление микрофлоры					бактерии
		<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Bipolaris</i>	
30	100	-	+	+	+	-	+

Как видно из таблицы 1, в результате проведенного фитопатологического анализа на семенах льна были выявлены грибы рода *Alternaria*, сапрофитные грибы рода *Mucor*,

вызывающие плесневение и бактерии *Pseudomona* и *Xanthomonas*. При этом наблюдалось 100% количество зараженных семян.

На основании результатов фитоэкспертизы были подобраны различные защитно-стимулирующие составы, сочетающие препараты как химического, так и биологического происхождения. Все препараты испытывались в рекомендуемых дозах.

Варианты разработанных ЗСС на льне:

- 1 Контроль (без обработки);
- 2 ТМТД, в.с.к., 6,0 л/т + Селест топ 312,5, к.с., 1,0 л/т + Фитолавин, в.р.к. 3,0 л/т (эталон);
- 3 Пилигрим, к.с., 0,35 л/т + SeedSpor, ж.ф. 5,0 л/т;
- 4 Витакс, в.с.к., 1,5 л/т + Табу в.с.к., 0,8 л/т + Экстрасол 1,0 л/т;
- 5 Ламадор, к.с. 0,12 л/т + Табу в.с.к., 0,8 л/т + Гуфос, ж. 1,0 л/т;
- 6 Оплот Трио, в.с.к. 0,5 л/т + Акиба, в.с.к., 0,8 л/т + Фитолавин, в.р.к. 3,0 л/т;
- 7 Редиго Про 0,35 л/т + Табу в.с.к., 0,8 л/т + Эпин экстра 200 мл/т;
- 8 Селест топ 312,5, к.с., 1,2 л/т + Циркон 2,0 мл/т + Гуфос, ж. 1,0 л/т;
- 9 Атлас Про, к.с. 0,12 л/т + Табу в.с.к., 0,8 л/т + Alga 600 0,5 кг/т.

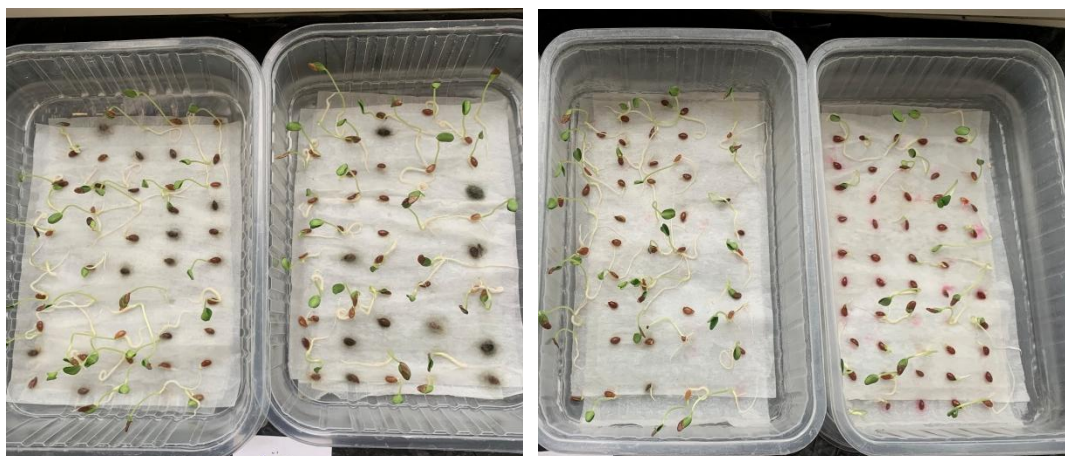
Результаты влияния ЗСС на семена льна и на его посевные качества, грибную и бактериальную микрофлору представлены в таблице 2, рисунке 1.

Таблица 2 – Влияние обработки семян льна защитно-стимулирующими составами на посевные качества и микрофлору, сорт Северный, лабораторный опыт, 2024 г.

Варианты	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Интенсивность роста микроорганизмов		Интенсивность роста проростков	Количество о больных семян и ростков, %
			грибы	бактерии		
Контроль (без обработки)	90,0	90,6	+	+++	++	14,6
ТМТД+Селест топ +Фитолавин, (эталон)	94,6	96,0	-	+	+++	0,6
Пилигрим+ SeedSpor	87,4	90,0	+	+++	++	14,7
Витакс+Табу+ Экстрасол	83,4	89,4	-	+	++	3,3
Ламадор+Табу+ Гуфос	90,0	96,6		+	+++	6,0
Оплот Трио+Акиба +Фитолавин	80,6	88,6	+	++	+++	10,0
Редиго Про+Табу+ Эпин экстра	88,6	91,3	-	+	+++	7,3
Селест топ+Циркон +Гуфос	93,2	92,6	-	+	+++	6,6
Атлас Про+Табу + Alga	85,3	93,3		++	+++	4,0

Проведенные исследования четко продемонстрировали, что применение защитно-стимулирующих составов (ЗСС) для предпосевной обработки семян льна (*Linum usitatissimum* L.) оказывает положительное влияние на их посевные качества и фитосанитарное состояние.

Во всех исследованных вариантах опыта, где применялись ЗСС, показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян были либо на уровне контрольных значений, либо демонстрировали тенденцию к их превышению. Это свидетельствует о том, что ЗСС не оказывают депрессивного воздействия на жизнеспособность семян, а, напротив, способны поддерживать или улучшать их потенциал к прорастанию. Данный эффект подчеркивает потенциал ЗСС как эффективного средства для оптимизации предпосевной подготовки, обеспечивающего стабильность и однородность всходов.



а) нездоровленные семена льна б) оздоровленные семена льна

Рисунок 1 – Влияние защитно-стимулирующего состава на семена льна
(лабораторный опыт во влажной камере)

Количественный анализ показал, что процент больных семян в разработанных вариантах варьировал в пределах 0,6 - 14,7%. Отмечено значительное подавление развития грибной и бактериальной микрофлоры на поверхности и внутри семян в следующих вариантах: Витакс + Табу + Экстрасол; Ламадор + Табу + Гуфос; Редиго Про + Табу + Эпин экстра; Селест топ + Циркон + Гуфос, что свидетельствует об их обладании выраженным фунгицидным и бактерицидным действием, приближающимся по эффективности к стандартным протравителям.

Таким образом, результаты фитопатологической экспертизы подтверждают, что целенаправленный подбор компонентов в составе ЗСС позволяет не только сохранить высокие посевные качества семян, но и существенно улучшить их фитосанитарное состояние, закладывая основу для устойчивого развития растений льна.

Выводы

Лен обыкновенный, являясь стратегически важной культурой для мирового и казахстанского сельского хозяйства, требует эффективных решений для защиты растений и повышения продуктивности. В этом контексте фитоэкспертиза и защитно-стимулирующие составы семян играют ключевую роль в оптимизации предпосевной подготовки и обеспечении здорового роста и развития растений. Проведенные исследования подтвердили, что применение ЗСС не оказывает негативного влияния на посевные качества льна, а, напротив, способствует их поддержанию и улучшению. Важным результатом стало выраженное подавление грибной и бактериальной микрофлоры на семенах в большинстве разработанных вариантов ЗСС, что существенно улучшает фитосанитарное состояние посевного материала. Таким образом, комплексный подход, включающий фитоэкспертизу и целенаправленный подбор ЗСС, является перспективным направлением для повышения устойчивости льна и снижения потерь урожая на ранних этапах его развития. Дальнейшие исследования в этой области будут способствовать устойчивому развитию льняной отрасли в Казахстане.

Благодарность. Исследования проведены в рамках научно-технической программы по программно-целевому финансированию на 2024-2026 гг. (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) BR 22885887 «Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами».

Список литературы

1. FAO. The State of Food and Agriculture 2023 - Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. – Rome, 2023 <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
2. Атабаева С.Д. Агробиологические особенности и урожайность различных сортов льна масличного в условиях Северного Казахстана [Текст] / С.Д. Атабаева // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, (3). - 2018. - С. 55-62.

3. Berglund O. Flax as a crop for industrial applications [Text] / O. Berglund // Industrial Crops and Products, 25(2). - 2007. - P. 215-227.
4. Kudryavtsev N.A. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing [Text] / N.A. Kudryavtsev, L.A. Zaitseva, O.A. Savoskina, S.I. Chebanenko // Caspian journal of environmental sciences. - 2021. - Vol. 19(5). - P. 903-908. DOI: 10.22124/cjes.2021.5263
5. Novakovskiy R.O. Data on genetic polymorphism of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera [Text] / R.O. Novakovskiy, E.M. Dvorianinova, T.A. Rozhmina, E.N. Pushkova, L.V. Povkhova, A.V. Snezhkina, G.S. Krasnov, A.V. Kudryavtseva, N.V. Melnikova, A.A. Dmitriev, A.A. Gryzunov // Data in Brief. - 2020. - T. 31. Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
6. Samsonova A. A genomic blueprint of flax fungal parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. Lini [Text] / A. Samsonova, A. Kanapin, M. Bankin, A. Logachev, M. Gretsova, T. Rozhmina, M. Samsonova // International Journal of Molecular Sciences. - 2021. - Vol. 22(5). Article number 2665. DOI: 103390/ijms22052665.
7. Stafecka I., Grauda D., Stramcale S. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors [Text] / I. Stafecka, D. Grauda, S. Stramcale // Zemdirbyste-Agriculture. - 2019. Vol. 106 (4). - P. 367–375. DOI: 10.13080/z-a. 2019.106.047.
8. Cheng Y. Molecular diagnostics and pathogenesis of flax fungal pathogens on bast fiber crops [Text] / Y. Cheng, X. Tang, Ch. Gao, J. Li, J. Chen, L. Guo, T. Wang, J. Xu // Pathogens. - 2020. No. 9 (3). - P. 223-242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.
9. Калиев С.К. Селекция высокоурожайных сортов льна масличного для условий Северного Казахстана [Текст] / С.К. Калиев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 2020 (1), С. 33-38.
10. Абенов Е.М. Влияние различных способов основной обработки почвы на урожайность льна масличного в условиях Костанайской области [Текст] / Е.М. Абенов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2019(3), 45-51.
11. Снежинский А.А. Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на семенную инфекцию, полевую всхожесть и развитие болезней в посевах льна-долгунца [Текст] / А.А. Снежинский // Земледелие и растениеводство. - 2023;(2):50-54.
12. Бекежанова М. Эффективность протравителей против болезней льна в условиях Алматинской области [Текст] / М. Бекежанова, Н. Султанова, У. Есимов, Ж. Нурманов, Н. Райсова // Ізденістер, нәтижелер - Исследования, результаты. №2(98) 2023. - С. 182-189. <https://doi.org/10.37884/2-2023/18>
13. ГОСТ 12044-93. «Семена сельскохозяйственных культур». - М., 1993. - С.145-156.
14. Билай В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений [Текст] / В.И. Билай, Р.И. Гвоздяк, И.Г. Скрипаль // Справочник. - Киев: Наукова думка, 1988. - С. 550.
15. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию [Текст] / Н.А. Наумова // Л.: Колос, 1970. - С. 208.

References

1. FAO. The State of Food and Agriculture 2023 - Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. – Rome, 2023 <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
2. Atabaeva S.D. Agrobiologicheskie osobennosti i urozhajnost` razlichny`x sortov l`na maslichnogo v usloviyax Severnogo Kazaxstana [Tekst] / S.D. Atabaeva // Vestnik nauki Kazaxskogo agrotexnicheskogo universiteta im. S. Seifullina, (3). - 2018. - S. 55-62.
3. Berglund O. Flax as a crop for industrial applications [Text] / O. Berglund // Industrial Crops and Products, 25(2). - 2007. - R. 215-227.
4. Kudryavtsev N.A. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing [Text] / N.A. Kudryavtsev, L.A. Zaitseva, O.A. Savoskina, S.I. Chebanenko //

Caspian journal of environmental sciences. - 2021. - Vol. 19(5). - P. 903-908. DOI: 10.22124/cjes.2021.5263

5. Novakovskiy R.O. Data on genetic polymorphism of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera [Text] / R.O. Novakovskiy, E.M. Dvorianinova, T.A. Rozhmina, E.N. Pushkova, L.V. Povkhova, A.V. Snezhkina, G.S. Krasnov, A.V. Kudryavtseva, N.V. Melnikova, A.A. Dmitriev, A.A. Gryzunov // Data in Brief. - 2020. - T. 31. Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.

6. Samsonova A. A genomic blueprint of flax fungal parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lini* [Text] / A. Samsonova, A. Kanapin, M. Bankin, A. Logachev, M. Gretsova, T. Rozhmina, M. Samsonova // International Journal of Molecular Sciences. - 2021. - Vol. 22(5). Article number 2665. DOI: 103390/ijms22052665.

7. Stafecka I., Grauda D., Stramcale S. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors [Text] / I. Stafecka, D. Grauda, S. Stramcale // Zemdirbyste-Agriculture. - 2019. Vol. 106 (4). - P. 367–375. DOI: 10.13080/z-a. 2019.106.047.

8. Cheng Y. Molecular diagnostics and pathogenesis of flax fungal pathogens on bast fiber crops [Text] / Y. Cheng, X. Tang, Ch. Gao, J. Li, J. Chen, L. Guo, T. Wang, J. Xu // Pathogens. - 2020. No. 9 (3). - P. 223-242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.

9. Kaliev S.K. Selekcija vy` sokourozhajny`x sortov l`na maslichnogo dlya uslovij Severnogo Kazaxstana [Tekst] / S.K. Kaliev // Vestnik sel`skoxozyajstvennoj nauki Kazaxstana, 2020 (1), S. 33-38.

10. Abenov E.M. Vliyanie razlichny`x sposobov osnovnoj obrabotki pochvy` na urozhajnost` l`na maslichnogo v usloviyax Kostanajskoj oblasti [Tekst] / E.M. Abenov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2019(3), 45-51.

11. Snezhinskij A.A. Vliyanie zashhitno-stimuliruyushhix sostavov pri predposevnoj obrabotke semyan na semennuyu infekciyu, polevuyu vsxozhest` i razvitie boleznej v posevax l`na-dolguncza [Tekst] / A.A. Snezhinskij // Zemledelie i rastenievodstvo. - 2023;(2):50-54.

12. Bekezhanova M. E`ffektivnost` protivovirusnykh sredstv protiv boleznej l`na v usloviyax Almatinskoy oblasti [Tekst] / M. Bekezhanova, N. Sultanova, U. Esimov, Zh. Nurmanov, N. Rajsova // Izdenister, nәtizheler - Issledovaniya, rezul`taty. №2(98) 2023. - S. 182-189. <https://doi.org/10.37884/2-2023/18>

13. GOST 12044-93. «Semena sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur». - M., 1993. - S.145-156.

14. Bilaj V.I. Mikroorganizmy` – vzbuditeli boleznej rastenij [Tekst] / V.I. Bilaj, R.I. Gvozdyak, I.G. Skripal` // Spravochnik. - Kiev: Naukova dumka, 1988. - S. 550.

15. Naumova N.A. Analiz semyan na gribnuyu i bakterial`nuyu infekciyu [Tekst] / N.A. Naumova // L.: Kolos, 1970. – S. 208.

Г.Е.Қожабаева, Г.И.Копирова, Н.Ж.Султанова, Н.К.Касембаева

ЖШС «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты», Алматы, Қазақстан, luch.78@mail.ru, gkopirova@mail.ru, nadira.sultanova@mail.ru, nasko_777@mail.ru

ЗЫҒЫР ТҰҚЫМЫНА АРНАЛҒАН ҚОРҒАНЫШ-ЫНТАЛАНДЫРҒЫШ ҚҰРАМДАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТХАНА ЖАҒДАЙЫНДА КЕШЕНДІ ФИТОЭКСПЕРТИЗА НЕГІЗІНДЕ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Зығыр – ежелгі және стратегиялық маңызы бар дақыл, Қазақстан үшін оның экспорттық әлеуеті мен тұрақты егіншіліктегі рөлі жоғары бағаланады. Оны өсірудің табыстылығы тат және фузариоз сияқты қауіпті аурулардан тиімді қорғауға тікелей байланысты.

Негізгі агротехникалық тәсілдердің біріне - тұқымдарын себу алдында қорғаныш-ынталандырғыш құрамдармен (ҚЫҚ) өңдеу. Бұл құрамдар тұқымдардың өнгіштігін арттырып, жас өскіндердің патогендер мен күйзелістерден қорғайды. Қазақстанда жүргізілген зерттеулер ҚЫҚ-дың жоғары тиімділігін растады. Химиялық және биологиялық компоненттерді біріктіретін ҚЫҚ әзірлеу пестицидтік жүктемені азайту үшін өзекті болып отыр. Зертхана

жағдайында тұқымдарға міндетті фитопатологиялық сараптама жүргізу ең тиімді және қауіпсіз құрамдарды мақсатты түрде таңдауға мүмкіндік береді.

Мақала зығыр тұқымын себу алдындағы өңдеуге арналған қорғаныш-ынталандырғыш құрамдардың тиімділігіне арналған. Тұқымдарға жүргізілген фитосараптама нәтижесінде *Alternaria*, *Mucor* зeaң саңырауқұлақтары мен *Pseudomonas*, *Xanthomonas* туыстарына жататын бактериялар анықталды.

ҚЫҚ қолдану тұқымның себу сапасына кері әсер етпей, керісінше, оларды бақылау деңгейінде немесе одан да жоғары деңгейде сақтауға мүмкіндік берді. Патогенді микрофлораның айтарлықтай тежелуі байқалды: ауру тұқымдардың мөлшері бақылауда 14,6%-дан тәжірибелік нұсқаларда 0,6–14,7%-ға дейін төмендеді (эталон - 0,6%). Зерттеу нәтижесінде ең тиімді ҚЫҚ комбинациялары іріктеліп алынды.

Нәтижелер көрсеткендей, фитосараптама негізінде таңдалған ҚЫҚ тұқымдардың фитосанитарлық жағдайын жақсартып, зығыр өсімдігінің толыққанды дамуына ықпал етеді. Іріктелген ҚЫҚ комбинациялары алдағы далалық зерттеулерде қолданылатын болады.

Кілт сөздер: зығыр, фитосараптама, аурулар, қорғаныш-ынталандырғыш құрам, фунгицид, инсектицид, өсу стимуляторы

G.E.Kozhabayeva, G.I.Kopirova, N.Zh.Sultanova, N.K.Kasembaeva

Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaeva,
Almaty, Kazakhstan, luch.78@mail.ru, gkopirova@mail.ru, nadira.sultanova@mail.ru,
nasko_777@mail.ru

EVALUATION OF EFFICACY OF PROTECTIVE-STIMULATING COMPOSITIONS ON FLAX SEEDS WITH APPLICATION OF COMPLEX PHYTOEXPERTIZA IN LABORATORY CONDITIONS

Abstract

Flax is an ancient and strategically important crop, valued by Kazakhstan for its export potential and role in sustainable agriculture. The success of its cultivation critically depends on effective protection against harmful diseases such as rust and fusarium blight.

One of the key agricultural practices is the pre-sowing treatment of seeds with protective-stimulation compositions (PSC). These compositions enhance germination and protect young seedlings from pathogens and stresses. Research in Kazakhstan has confirmed the high efficacy of PSC. The development of complex PSC, combining chemical and biological components, is crucial for reducing pesticide load. Mandatory phytopathological expertise of seeds at the laboratory stage allows for the targeted selection of the most effective and safe formulations.

The article is devoted to the effectiveness of protective and stimulating compositions for pre-sowing treatment of flax seeds. Phytoexpertiza of seeds revealed the presence of fungi (*Alternaria*, *Mucor*) and bacteria (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*).

The use of PSC did not reduce the seed quality, but, on the contrary, maintained them at a control level or higher. Significant suppression of pathogenic microflora was noted: the number of diseased seeds decreased from 14.6% (control) to 0.6-14.7% in experimental versions (reference - 0.6%). The most effective combinations were: Vitax + Tabu + Extrasol; Lamador + Tabu + Gufos; Redigo Pro + Tabu + Epin Extra; Celest top + Zircon + Gufos. The results confirm that PSC selected on the basis of phytoexpertiza improve the phytosanitary state of the seeds and contribute to the healthy development of flax. These PSC combinations are recommended for field study.

Keywords: flax, phytoexpertiza, diseases, protective and stimulating composition, fungicide, insecticide, growth stimulant

Вклад авторов:

Курирование данных: Кожабеева Г.Е., Копирова Г.И.

Расследование: Касембаева Н.К.

Формальный анализ: Копирова Г.И.

Методология: Касембаева Н.К.

Администрирование проекта: Кожабаева Г.Е., Султанова Н.Ж.

Ресурсы: Кожабаева Г.Е., Султанова Н.Ж.

Проверка: Кожабаева, Копирова Г.И.

Роли/Письмо - первоначальный проект: Кожабаева Г.Е., Копирова Г.И.

Написание - обзор и редактирование: все авторы

МРНТИ 87.26.25

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/14>

*А.М. Ибраева¹, З.Е. Баязитова^{*1}, А.С. Курманбаева¹*

*НАО «Кокшетауский университет им. Шокана Уалиханова», Кокшетау. Казахстан
aibraeva_1@shokan.edu.kz, z_bayazitova@mail.ru, akurmanbayeva@shokan.edu.kz*

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ: ОПЫТ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОЧВ НА ПОЛИГОНЕ ТБО Г. КОКШЕТАУ

Аннотация

В условиях техногенного загрязнения почв актуальной задачей становится разработка эффективных методов их экологической реабилитации, направленных на восстановление природных свойств и повышение устойчивости экосистем. В данной работе рассматривается применение фиторемедиации с участием стрессоустойчивых растительных видов на территории закрытого полигона твёрдых бытовых отходов в городе Кокшетау. Проведены лабораторные и полевые испытания десяти культур, отобранных по критериям устойчивости к тяжёлым металлам, интенсивности роста и способности к улучшению структуры деградированных почв. Наиболее выраженные адаптационные свойства, высокая всхожесть, интенсивное биомассообразование и формирование развитой корневой системы отмечены у овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), ячменя (*Hordeum vulgare*), рапса (*Brassica napus*) и горчицы белой (*Sinapis alba*). Дополнительно представлена оценка фитотоксичности, биодоступности загрязнителей и динамики восстановления почвенного профиля. Рассматриваются современные подходы к интеграции местных видов растений и биотехнологий в процессы рекультивации, позволяющие снизить экологические риски. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность адаптированных культур как инструмента устойчивого природопользования и вносят вклад в развитие прикладных аспектов фиторемедиации, применимых при планировании природоохранных мероприятий на полигонах ТБО и промышленных зонах.

Ключевые слова: фиторемедиация, загрязнение почв, тяжёлые металлы, полигон ТБО, устойчивые растения, экологическая рекультивация

Введение

Проблема загрязнения окружающей среды полигонами ТБО особенно остро стоит в странах постсоветского пространства. В условиях отсутствия систем рекультивации и фильтрации возрастает риск миграции загрязнителей в почвенные горизонты [1-2].

Полигон ТБО г. Кокшетау представляет собой типичный пример накопления экологических рисков, связанных с миграцией загрязняющих веществ в почвенные горизонты. Основными источниками загрязнения являются тяжёлые металлы, фильтрат и биогазы, образующиеся в результате анаэробного разложения органических компонентов отходов.

Цель исследования состоит в оценивании эффективности устойчивых растений на участках полигона ТБО Кокшетау в условиях техногенного загрязнения.

Задачи исследования:

1. **Провести анализ уровня техногенного загрязнения** на участках полигона ТБО г. Кокшетау;
2. **Выбрать устойчивые растения** с потенциалом для фиторемедиации, учитывая локальные климатические и почвенные условия;
3. **Осуществить лабораторную проверку всхожести выбранных растений;**
4. **Разработать экспериментальные участки** с посадкой выбранных видов растений;
5. **Провести количественный и качественный мониторинг полевой всхожести растений;**
6. **Сформулировать рекомендации** по использованию устойчивых растений для рекультивации территорий с техногенным загрязнением.

Полигон расположен вдоль трассы **Кокшетау–Омск**, вблизи городской черты (https://earth.google.com/web/@53.3238031,69.48986046,264.4059002a,3746.90702953d,30.00073116y,359.20040496h,0t,0r/data=CgRCAggBMikKJwolCiExYUIRYWx6dmkzYkxJa2J0WldvYWphclBkSlo1amZQY0cgAToDCgEwQgIIAEoICM3O77MEEA?utm_source=gmp_capabilities&utm_content=hero_link&utm_medium=website&utm_campaign=next-25). До недавнего времени использовался как основная площадка для размещения ТБО города. С 2021 года деятельность полигона была **официально прекращена**.

Территория закрытого полигона твёрдых бытовых отходов (ТБО) находится в пределах лесостепной зоны северного Казахстана.

Климат региона характеризуется как резко континентальный, с выраженной сезонностью, большими амплитудами температур, низкой влажностью и ограниченным количеством осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет около +3 °С. Зимний период длительный и суровый: средняя температура января достигает –14,5 °С, а абсолютный минимум фиксировался на уровне –48 °С. Лето, напротив, жаркое и сухое, со средней температурой июля +20,5 °С и абсолютным максимумом до +42 °С. Безморозный период составляет от 111 до 130 дней, что ограничивает биологическую активность почвы и растений.

Годовое количество осадков варьируется от 250 до 400 мм., при этом до 85 % выпадает в тёплый период (с апреля по сентябрь). Зимой преобладают снежные осадки, формирующие устойчивый снежный покров с ноября по апрель. Его высота может достигать 70 см., а глубина промерзания почвы — до 2,6 м., что влияет на миграцию загрязняющих веществ в нижние горизонты. Средняя скорость ветра составляет 3,9 м/с, с преобладающим юго-западным направлением [3]. Это способствует ветровому переносу пыли, микрочастиц и аэрозолей с поверхности полигона, особенно в летний период.

Солнечная активность в регионе высокая: количество солнечных часов достигает 2256 в год, а число солнечных дней — около 113. Это ускоряет процессы испарения фильтрата, усиливает деградацию органических компонентов отходов и способствует образованию газообразных выбросов и распространения токсичных компонентов в окружающую среду.

Повышенное содержание тяжелых металлов в почве такие как Pb до 150 мг/кг (при норме < 32 мг/кг), Cd до 3.5 мг/кг (норма < 1 мг/кг), Zn до 300 мг/кг (норма < 100 мг/кг). В связи с этим почвы деградированы, с низкой биологической активностью [4].

Активные скопления ТБО без должной изоляции, частые случаи возгораний на полигоне, отсутствие систем фильтрации и рекультивации все перечисленное указывает на степень техногенной нагрузки источником которого является несортированные бытовые отходы, строительный мусор, пластик, органика (рисунок 1).

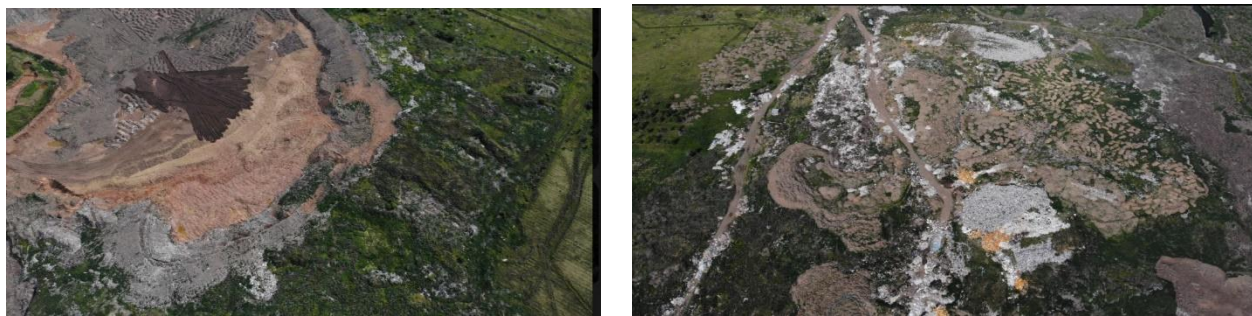


Рисунок 1 – Степень техногенной нагрузки

В условиях нарастающего экологического кризиса возрастает потребность в устойчивых и экологически безопасных методах восстановления нарушенных экосистем. Среди таких методов особое место занимает фиторемедиация — технология, сочетающая экологическую эффективность с экономической доступностью.

Фиторемедиация представляет собой процесс очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами, с помощью растений. Это направление активно развивается как часть интегрированной системы экологической реабилитации, в которой сочетаются биологическая очистка, восстановление биоценозов и фитозащита [5].

Растения, способные к фиторемедиации, выполняют сразу несколько функций:

- поглощают и накапливают тяжёлые металлы (фитоэкстракция);
- иммобилизуют загрязнители в корневой зоне, предотвращая их миграцию (фитостабилизация);
- разлагают органические соединения с помощью ферментов (фитодегградация);
- очищают воду при прохождении через корневую систему (фитофильтрация).

Такие растения, как подсолнечник (*Helianthus annuus*), горчица (*Brassica juncea*) и люпин (*Lupinus spp.*), демонстрируют высокую эффективность в удалении Pb, Cd, Hg и других токсичных элементов. Кроме того, они способствуют восстановлению структуры почвы, повышению содержания органического вещества и улучшению условий для развития полезной микрофлоры [6].

Интеграция фиторемедиации в систему фитозащиты позволяет решать задачи экологической безопасности и устойчивого землепользования. Устойчивые к стрессам растения не только очищают среду, но и защищают её от эрозии, патогенов и повторного загрязнения. Этот метод становится ключевым элементом в стратегии экологической реабилитации нарушенных территорий.

Методы и материалы

В целях выявления эффективности метода фиторемедиации и экологической реабилитации, был проведён лабораторный эксперимент. Он направлен на изучение всхожести и жизнеспособности семян в условиях, приближённых к загрязнённой среде. Исследование проводилось **15 апреля 2025 года** и включало анализ семян десяти видов растений, обладающих перспективными свойствами для биологической очистки почв и восстановления нарушенных экосистем.

В рамках лабораторного эксперимента были проверены семена следующих культур (таблица 1):

Таблица 1. Лабораторная всхожесть семян (по состоянию на 21.04.2025)

№	Культура	Кол-во посеянных семян, шт.	Кол-во взошедших семян, шт.	Всхожесть, %
1.	Горчица белая (<i>Sinapis alba</i>)	100	88	88
2.	Красный клевер (<i>Trifolium pratense</i>)	100	50	50
3.	Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	100	89	89
4.	Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i>)	100	89	89

5.	Рапс (<i>Brassica napus</i>)	100	90	90
6.	Ячмень (<i>Hordeum vulgare</i>)	100	100	100
7.	Эспарцет (<i>Onobrychis viciifolia</i>)	100	41	41
8.	Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i>)	100	0	0
9.	Кукуруза (<i>Zea mays</i>)	100	10	10
10.	Подсолнечник (<i>Helianthus annuus</i>)	100	10	10

Анализ показывает, что наилучшими показателями лабораторной всхожести обладают ячмень (100%), овсяница (89%), мятлик (85%), рапс (90%) и горчица (88%). Красный клевер и эспарцет показали умеренные значения — 50% и 41% соответственно. Козлятник, кукуруза и подсолнечник оказались наименее жизнеспособными в лабораторных условиях.

В пределах закрытого полигона были выбраны 3 участка – экспериментальных площадок и одной контрольной, находящейся за пределами полигона.

В период с 7 по 14 мая 2025 года в рамках проекта ГФ на 2024–2026 годы (ИРН АР23487981 «Разработка технологии рекультивации закрытого полигона твердых бытовых отходов Акмолинской области с помощью создания модели искусственных фитоценозов») проведены экспериментальные посевы на трех опытных участках.

Цель посевов — выявление перспективных видов растений, обладающих способностью:

- накапливать тяжёлые металлы;
- демонстрировать устойчивость к загрязнённым условиям среды.

Полученные результаты станут важным этапом в разработке эффективной технологии экологической рекультивации загрязнённых территорий с применением фиторемедиации

Полевые наблюдения на всхожесть проводились 30.05.2025 года. Показатели всхожести оценивались с использованием рамок 25×25 см (рядовой посев) и на площади 1 м² (широкорядные посевы), с последующим пересчётом на гектар (%) (таблица 2, рисунок – 2) Результаты полевой всхожести

Таблица 2. Показатели полевой всхожести, (%)

№	Культура	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Среднее значение	Среднее значение
1.	Рапс (<i>Brassica napus</i>)	34,4	56,3	37,5	42,7	47,7
2.	Горчица белая (<i>Sinapis alba</i>)	28,1	68,8	75,0	57,3	63,9
3.	Ячмень (<i>Hordeum vulgare</i>)	81,3	65,6	87,5	78,1	87,2
4.	Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i>)	87,5	81,3	100,0	89,6	100
5.	Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	34,4	46,9	56,3	45,9	51,1
6.	Красный клевер (<i>Trifolium pratense</i>)	46,9	31,3	53,1	43,8	48,8
7.	Эспарцет (<i>Onobrychis viciifolia</i>)	15,6	28,1	34,4	26,0	29,1
8.	Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i>)	9,4	40,6	46,9	32,3	36,0
9.	Кукуруза (<i>Zea mays</i>)	1,0	1,6	2,1	1,6	1,7
10.	Подсолнечник (<i>Helianthus annuus</i>)	1,4	2,3	2,5	2,1	2,3

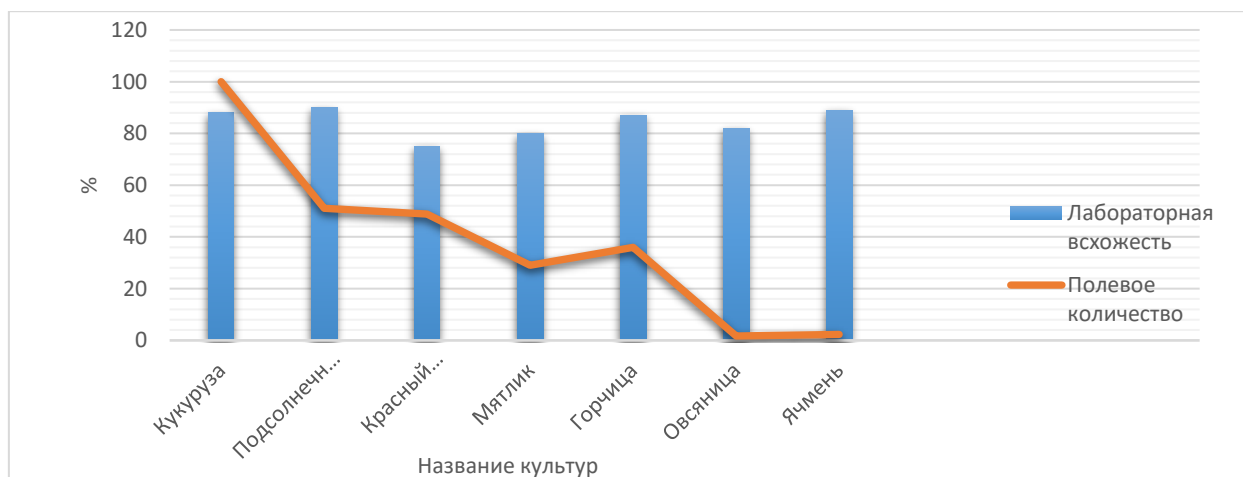


Рисунок 2 – Сравнение лабораторной и полевой всхожести семян

Результаты и обсуждение

Высокая лабораторная и полевая всхожесть наблюдается у Рапса (*Brassica napus*), Овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), Мятлика лугового (*Poa pratensis*).

Умеренная лабораторная, но высокая полевая всхожесть показывает Горчица белая (*Sinapis alba*) и Красный клевер (*Trifolium pratense*).

Низкая лабораторная и низкая полевая всхожесть прослеживается у Кукурузы (*Zea mays*) и Подсолнечника (*Helianthus annuus*).

Низкая лабораторная, но умеренная полевая всхожесть у Эспарцета (*Onobrychis viciifolia*) и Козлятника восточного (*Galega orientalis*).

Это говорит о том, что лабораторная всхожесть не всегда является точным предиктором поведения растения в полевых условиях, особенно на загрязнённых территориях. Однако комбинация обоих видов оценки позволяет более точно подбирать растения для задач фиторемедиации.

Современные исследования подтверждают высокую эффективность фиторемедиации, особенно при условии правильного подбора устойчивых видов растений. Согласно мнению Иуа Raskin (Rutgers University, США), одного из основателей концепции фиторемедиации, «использование растений для очистки почвы — это не универсальное решение, но при точной

агрономической настройке и локализации выбор видов даёт высокие экологические дивиденды» (Raskin et al., 1997) [7].

Эта точка зрения нашла развитие в более современных научных подходах. Так, Dr. Muhammad Shahid (Université de Lille, Франция) подчёркивает, что «региональные особенности климата и почвенного состава требуют применения локальных, устойчивых к стрессу видов растений, адаптированных к экстремальным условиям загрязнения» (Shahid et al., 2019). Для условий Северного Казахстана это особенно важно ввиду засушливого климата, высокой солнечной активности и сезонных перепадов температур [8].

Dr. Jason White (The Connecticut Agricultural Experiment Station, США) в своих последних работах обращает внимание на потенциал усиления фиторемедиации с помощью дополнительных биостимуляторов (White et al., 2020) [9].

Dr. Elena Maestri (University of Parma, Италия) делает акцент на фитотоксичности и устойчивости растений к окислительному стрессу (Maestri et al., 2018) [10].

Эти научные положения полностью подтверждаются результатами, полученными в настоящем исследовании. Например, овсяница и горчица, выбранные для рекультивации полигона ТБО Кокшетау, продемонстрировали высокую полевую всхожесть, устойчивость к загрязнённой почве и стабильное развитие в условиях техногенной нагрузки. Это соответствует наблюдениям Dr. Aigerim Abisheva (Казахстан), которая указывает, что «местные виды кормовых культур могут одновременно выполнять функцию стабилизации почв и накопления тяжёлых металлов, без риска попадания токсикантов в пищевые цепи» (Abisheva et al., 2023) [10].

Результаты лабораторного и полевого исследования, выполненного в рамках проекта (г. Кокшетау) не только подтверждают данные ведущих мировых исследователей по эффективности метода фиторемедиации, но и подчёркивают его значимость при восстановлении загрязнённых территорий.

Выводы

На основе проведённого анализа можно сделать следующие выводы:

- наиболее перспективные культуры для рекультивации загрязнённых территорий: овсяница, ячмень, мятлик и горчица. Они показали стабильную всхожесть как в лабораторных, так и в полевых условиях;
- горчица, несмотря на невысокую лабораторную всхожесть (88%), проявила выдающиеся результаты в полевых условиях (до 3,84 млн шт/га);
- козлятник и эспарцет, несмотря на слабую лабораторную всхожесть, показали высокую полевую адаптацию, что требует дальнейших экспериментов по предпосевной подготовке;
- кукуруза и подсолнечник показали крайне низкую полевую всхожесть, поэтому их применение в фиторемедиации на данном этапе нецелесообразно;
- подбор устойчивых растений для рекультивации техногенно-нарушенных земель требует комплексного подхода, включающего как лабораторную, так и полевую оценку семян.

На основании настоящего исследования можно рекомендовать использовать овсяницу, ячмень, мятлик и горчицу как надёжные культуры для фиторемедиации. Их высокая адаптивность и способность к активному росту в загрязнённой среде делают их важным инструментом в борьбе за восстановление нарушенных экосистем.

Благодарность. Исследование финансируется Комитетом науки Министерства Науки и Высшего образования Республики Казахстан. Грантовое финансирование научных и (или) научно-технических проектов на 2024-2026 годы со сроком реализации 36 месяцев. Тема проекта: Разработка технологии рекультивации закрытого полигона твердых бытовых отходов Акмолинской области с помощью создания модели искусственных фитоценозов. Проект ИРН: AP23487981.

Список литературы

1. Novitskii, M. L., & Aziattseva, M. V. (2021). Sovremennye tendentsii, sostoyanie i osobennosti rekul'tivatsii poligonov tverdykh bytovykh otkhodov (obzor) [Modern trends, state and features of land reclamation of municipal solid waste landfills (review)]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, (5), 20–26. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46404387>
2. Pilon-Smits, E. (2005). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 15–39. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144214>
3. Meteostat. (n.d.). *Zapisi pogody i dannye klimata: Kokshetau* [Weather records and climate data: Kokshetau]. <https://meteostat.net/ru/place/kz/kokshetau>
4. Korotchenko, I. S., & Medvedeva, V. A. (2019). Effektivnost' sortov beloi gorchitsy (*Sinapis alba*) v fitoremediatsii zagryaznennykh pochv [Efficiency of white mustard (*Sinapis alba*) varieties in phytoremediation of polluted soils]. *Vestnik KrasGAU*, (11), 45–52. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.48.5>
5. Meshcheryakova, V. Yu., Dyakova, N. A., & Pavlova, Yu. A. (2020). Krasnyi klever kak rastenie-giperakkumulyator tyazhelykh metallov [Red clover as a hyperaccumulator plant of heavy metals]. *Agroekologiya*, (3), 63–67. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2024-3-139-154>
6. Raskin, I., Smith, R. D., & Salt, D. E. (1997). Phytoremediation of metals: Using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(2), 221–226. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(97\)80106-1](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(97)80106-1)
7. Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Niazi, N. K., & Antunes, P. M. C. (2019). Phytoremediation of metal contaminated soils: A review of recent advances and future prospects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 191, 110186. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110186>
8. White, J. C., Gardea-Torresdey, J. L., Achary, V. M. M., et al. (2020). Nano-enabled phytoremediation: Challenges and opportunities. *Environmental Science & Technology*, 54(16), 9642–9659. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02175>
9. Maestri, E., Marmiroli, M., Visioli, G., & Marmiroli, N. (2018). Metal tolerance and hyperaccumulation: Costs and trade-offs between traits and environment. *Journal of Hazardous Materials*, 361, 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.07.063>
10. Abisheva, A. A., Karibaeva, A. B., & Shakirova, Zh. N. (2023). Vozmozhnosti ispol'zovaniya kormovykh kul'tur dlya fitoremediatsii pochv v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [The potential of using forage crops for phytoremediation of soils in Northern Kazakhstan]. *Environmental Monitoring in Central Asia*, (2), 55–63. <https://emca.kz/articles/2023-2>
11. Chaney, R. L., Malik, M., Li, Y. M., Brown, S. L., Brewer, E. P., Angle, J. S., & Baker, A. J. M. (2007). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(3), 279–284. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(97\)80004-3](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(97)80004-3)
12. Sadykov, B. S., Alzhanova, G. T., & Nurzhanova, A. A. (2024). Ekonomicheskaya effektivnost' rekul'tivatsii narushennykh zemel' v Kazakhstane: Raschetnaya i prikladnaya chast' na primere rekul'tivirovannogo uchastka [Economic efficiency of reclamation of disturbed lands in Kazakhstan: Calculated and applied part on the example of a reclaimed site]. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2(102), 145–154. <https://emca.kz/articles/2024-2>

References

1. Novitskii, M. L., & Aziattseva, M. V. (2021). Sovremennye tendentsii, sostoyanie i osobennosti rekul'tivatsii poligonov tverdykh bytovykh otkhodov (obzor) [Modern trends, state and features of land reclamation of municipal solid waste landfills (review)]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, (5), 20–26. [in Russian]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46404387>
2. Pilon-Smits, E. (2005). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 15–39. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144214>
3. Meteostat. (n.d.). *Zapisi pogody i dannye klimata: Kokshetau* [Weather records and climate data: Kokshetau]. <https://meteostat.net/ru/place/kz/kokshetau>

4. Korotchenko, I. S., & Medvedeva, V. A. (2019). Effektivnost' sortov beloï gorchitsy (Sinapis alba) v fitoremediatsii zagryaznennykh pochv [Efficiency of white mustard (Sinapis alba) varieties in phytoremediation of polluted soils]. *Vestnik KrasGAU*, (11), 45–52. [in Russian]. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.48.5>
5. Meshcheryakova, V. Yu., Dyakova, N. A., & Pavlova, Yu. A. (2020). Krasnyi klever kak rastenie-giperakkumulyator tyazhelykh metallov [Red clover as a hyperaccumulator plant of heavy metals]. *Agroekologiya*, (3), 63–67. [in Russian]. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2024-3-139-154>
6. Raskin, I., Smith, R. D., & Salt, D. E. (1997). Phytoremediation of metals: Using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(2), 221–226. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(97\)80106-1](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(97)80106-1)
7. Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Niazi, N. K., & Antunes, P. M. C. (2019). Phytoremediation of metal contaminated soils: A review of recent advances and future prospects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 191, 110186. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110186>
8. White, J. C., Gardea-Torresdey, J. L., Achary, V. M. M., et al. (2020). Nano-enabled phytoremediation: Challenges and opportunities. *Environmental Science & Technology*, 54(16), 9642–9659. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02175>
9. Maestri, E., Marmiroli, M., Visioli, G., & Marmiroli, N. (2018). Metal tolerance and hyperaccumulation: Costs and trade-offs between traits and environment. *Journal of Hazardous Materials*, 361, 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.07.063>
10. Abisheva, A. A., Karibaeva, A. B., & Shakirova, Zh. N. (2023). Vozmozhnosti ispol'zovaniya kormovykh kul'tur dlya fitoremediatsii pochv v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [The potential of using forage crops for phytoremediation of soils in Northern Kazakhstan]. *Environmental Monitoring in Central Asia*, (2), 55–63. [in Russian]. <https://emca.kz/articles/2023-2>
11. Chaney, R. L., Malik, M., Li, Y. M., Brown, S. L., Brewer, E. P., Angle, J. S., & Baker, A. J. M. (2007). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(3), 279–284. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(97\)80004-3](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(97)80004-3)
12. Sadykov, B. S., Alzhanova, G. T., & Nurzhanova, A. A. (2024). Ekonomicheskaya effektivnost' rekul'tivatsii narushennykh zemel' v Kazakhstane: Raschetnaya i prikladnaya chast' na primere rekul'tivirovannogo uchastka [Economic efficiency of reclamation of disturbed lands in Kazakhstan: Calculated and applied part on the example of a reclaimed site]. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 2(102), 145–154. [in Russian]. <https://emca.kz/articles/2024-2>

А.М. Ибраева¹, З.Е. Баязитова^{*1}, А.С. Курманбаева¹

«Шоқан Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» ҚеАҚ, Көкшетау. Қазақстан
aibraeva_1@shokan.edu.kz, z_bayazitova@mail.ru, akurmanbayeva@shokan.edu.kz

**ӨСІМДІКТЕРДІң ТҰРАҚТЫ СОРТТАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП,
ЛАСТАНҒАН АУМАҚТАРДАҒЫ ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ: КӨКШЕТАУ Қ. ҚТҚ
ПОЛИГОНЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТЫ ОҢАЛТУ ТӘЖІРИБЕСІ**

Аңдатпа

Топырақтың техногендік ластануы жағдайында табиғи қасиеттерді қалпына келтіруге және экожүйелердің тұрақтылығын арттыруға бағытталған экологиялық оңалтудың тиімді әдістерін дайындау өзекті міндет болып табылады. Бұл жұмыста Көкшетау қаласындағы қатты тұрмыстық қалдықтардың жабық полигонының аумағында стресске төзімді өсімдік түрлерінің қатысуымен фиторемедиацияны қолдану қарастырылады. Ауыр металдарға төзімділік, өсу қарқындылығы және тозған топырақтардың құрылымын жақсарту қабілеті критерийлері бойынша іріктелген он дақылға зертханалық және далалық сынақтар жүргізілді. Ең айқын бейімделу қасиеттері, жоғары өңгіштігі, қарқынды биомасса түзілуі және дамыған тамыр жүйесінің қалыптасуы шалғынды бетеге (*Festuca pratensis*), арпа (*Hordeum vulgare*), рапс (*Brassica napus*) және ақ қыша (*Sinapis alba*). Сонымен қатар, фитоуыттылықты, ластаушы

заттардың биожегімділігін және топырақ профілін қалпына келтіру динамикасын бағалау ұсынылады. Жергілікті өсімдік түрлері мен биотехнологияларды экологиялық тәуекелдерді төмендетуге мүмкіндік беретін рекультивация процестеріне біріктірудің заманауи тәсілдері қарастырылуда. Алынған нәтижелер бейімделген дақылдардың тұрақты табиғат пайдалану құралы ретіндегі жоғары тиімділігін растайды және ҚТҚ полигондары мен өнеркәсіптік аймақтарда табиғатты қорғау іс-шараларын жоспарлау кезінде қолданылатын фиторемедиацияның қолданбалы аспектілерін дамытуға үлес қосады.

Кілт сөздер: фиторемедиация, топырақтың ластануы, ауыр металдар, ҚТҚ полигоны, төзімді өсімдіктер, экологиялық рекультивация.

A. Ibrayeva¹, Z. Bayazitova^{*1}, A. Kurmanbayeva¹

NAO "Kokshetau University named after Shokan Ualikhanov", Kokshetau. Kazakhstan
aibraeva_1@shokan.edu.kz, z_bayazitova@mail.ru, akurmanbayeva@shokan.edu.kz

PHYTOREMEDIATION IN POLLUTED TERRITORIES USING RESISTANT PLANT VARIETIES: SOIL REHABILITATION EXPERIENCE AT THE KOKSHETAU MSW LANDFILL

Abstract

In conditions of anthropogenic pollution of soils, the development of effective methods of their ecological rehabilitation aimed at restoring natural properties and increasing the stability of ecosystems becomes an urgent task. This paper examines the use of phytoremediation involving stress-resistant plant species in a closed landfill of solid household waste in the city of Kokshetau. Laboratory and field tests of ten crops selected according to the criteria of resistance to heavy metals, growth rate and ability to improve the structure of degraded soils were carried out. The most pronounced adaptive properties, high germination, intensive biomass formation and the formation of a developed root system were noted in meadow fescue (*Festuca pratensis*), barley (*Hordeum vulgare*), rapeseed (*Brassica napus*) and white mustard (*Sinapis alba*). Additionally, an assessment of phytotoxicity, bioavailability of pollutants, and dynamics of soil profile restoration is presented. Modern approaches to the integration of local plant species and biotechnologies into reclamation processes that reduce environmental risks are considered. The results obtained confirm the high efficiency of adapted crops as a tool for sustainable environmental management and contribute to the development of applied aspects of phytoremediation, applicable in the planning of environmental protection measures at landfills and industrial zones.

Keywords: phytoremediation, soil pollution, heavy metals, landfill, sustainable plants, ecological reclamation.

IRSTI 68.37.31

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/15>

A.A. Zhamalbekova^{*}, A.A. Sardar¹, B. Arenz², A.M. Uspanov¹

¹ Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine, Almaty, Republic of Kazakhstan, zhamalbekovaakerke@gmail.com, aizhan.888sardar@gmail.com, u_alibek@mail.ru,

² University of Minnesota - Department of Plant Pathology, Saint Paul, Minnesota, United States of America, aren0058@umn.edu

EVALUATION OF INFECTION SEVERITY IN SOLANACEOUS CROPS CAUSED BY PHYTOPHTHORA INFESTANS USING VARYING SPORANGIA CONCENTRATIONS

Abstract

Phytophthora infestans is the causative agent of late blight and one of the most economically significant diseases of *Solanaceous* crops. Detached leaf assays are useful tools to efficiently assess

how differing environmental conditions and management controls may affect the infection process and overall disease severity. However, these protocols need refinement to more fully reflect natural infection processes in the field. In a detached leaf assay experiment to study the infection rate and the development of late blight as affected by initial sporangia concentration, greenhouse-grown tomato (*Solanum lycopersicum*), potato (*Solanum tuberosum*), and eggplant (*Solanum melongena*) were used. The study showed a clear dose-dependent response: high concentrations of sporangia (50,000/ml and 10,000/ml) caused rapid and extensive spot formation, while at low concentrations (2,000/ml), symptoms were mild and control leaves remained healthy. The spread of the spots and the percentage of the affected area were assessed using the ImageJ program for 7 days.

The results confirm the effectiveness of the detached leaf method for quantifying pathogen aggressiveness and provide insight into the early stages of host-pathogen interaction.

Key words: detached leaf assay, *Phytophthora infestans*, potato, tomato, sporangia, inoculation, colonization

Introduction

Late blight, caused by the oomycete *Phytophthora infestans*, remains one of the most devastating and economically significant plant diseases affecting the *Solanaceae* family, including potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Solanum lycopersicum*), and eggplants (*Solanum melongena*) [1–3]. This highly aggressive pathogen can infect and destroy entire fields within a matter of days, especially under favorable conditions of high humidity and moderate temperatures. The pathogen's ability to produce large quantities of spores and spread rapidly poses a continuous challenge to crop production systems worldwide.

From an economic standpoint, *Phytophthora infestans* inflicts multibillion-dollar losses annually through crop destruction, increased fungicide use, and reduced marketability. The global cost of late blight control and damage is estimated at over \$6 billion per year. Beyond yield losses, the disease demands intensive chemical management and labor, placing economic stress on farmers—especially in developing countries. Additionally, new strains of *P. infestans* with greater virulence and fungicide resistance continue to emerge, making ongoing research and surveillance critically important [4].

In response to these threats, laboratory-based evaluation methods are indispensable for advancing our understanding of disease mechanisms and developing more effective strategies for resistance and control. Controlled conditions eliminate field variability, allowing precise manipulation of experimental variables such as inoculum concentration, leaf age, temperature, and humidity. Among these methods, the detached leaf assay stands out for its efficiency, reproducibility, and scalability. It enables researchers to quickly assess plant responses to infection without the need for full plant trials, which are time-consuming and more resource-intensive.

The detached leaf method involves placing healthy, mature leaves in high-humidity chambers and applying controlled amounts of pathogen inoculum. This method facilitates the observation of lesion development, pathogen growth, and host tissue responses in real-time. It is widely used for screening plant genotypes for resistance, evaluating fungicide efficacy, and studying host–pathogen interactions at the cellular level [5,6]. Moreover, it allows researchers to test hundreds of genotypes or treatment conditions simultaneously, significantly speeding up breeding and selection programs.

Despite its advantages, the method must be carefully standardized. Factors such as leaf physiological state, spore concentration, and environmental parameters can influence infection outcomes. Research also indicates that results from detached leaf assays can differ from whole plant or field trials due to the absence of systemic plant responses and interactions with the rhizosphere microbiome [7,8]. Nevertheless, the detached leaf assay remains a cornerstone in phytopathology due to its speed, cost-effectiveness, and high-throughput capacity.

This study focuses on using the detached leaf assay to evaluate how varying concentrations of *Phytophthora infestans* sporangia affect infection development in tomato (*Solanum lycopersicum*), potato (*Solanum tuberosum*), and eggplant (*Solanum melongena*). The goal is to contribute to the

optimization of laboratory-based resistance screening protocols, helping accelerate the development of more resilient crop varieties and effective disease management strategies to protect global food security.

Research materials and methods

In this experiment, sporangia of *Phytophthora infestans* race US-23 were used as the inoculum. The pathogen was cultured on Rye Agar A medium and incubated for 10 days under controlled laboratory conditions to promote sporulation. After the incubation period, sporangia were harvested by flooding each Petri dish with 5 ml of sterile cold distilled water (4°C) and gently stirring the surface with a sterile glass rod [9]. The resulting suspension was filtered through four layers of sterile gauze to remove hyphal fragments and other large debris. Sporangial concentration was determined using a hemocytometer under a light microscope and adjusted with sterile distilled water to three concentrations: 50,000 sporangia/ml, 10,000 sporangia/ml, and 2,000 sporangia/ml [10]. Control samples were treated with sterile distilled water without sporangia [11, 12].

Leaves aged between 5 to 8 weeks were carefully harvested from healthy tomato (*Solanum lycopersicum*), potato (*Solanum tuberosum*), and eggplant (*Solanum melongena*) plants that were cultivated in a greenhouse under controlled environmental conditions. These conditions included consistent temperature, adequate irrigation, and protection from external pathogens or pests to ensure the health and uniformity of the plant material. Only fully expanded, mature leaves that exhibited no signs of mechanical damage, disease, or senescence were selected for use in the experiment. Leaf selection was performed manually to eliminate variability and ensure that the tissue used for inoculation was physiologically active and responsive to infection.

After collection, the detached leaves were placed abaxial side up (with the lower surface exposed) inside sterile plastic containers. Each container was lined with moistened filter paper at the bottom to create a high-humidity environment necessary for successful infection and pathogen development. The containers were sealed to maintain stable humidity levels throughout the incubation period. Proper orientation of the leaves (abaxial side up) is essential, as *Phytophthora infestans* typically initiates infection through the stomata, which are more abundant on the lower leaf surface. This setup provided controlled and consistent conditions for the inoculation and evaluation of disease progression in the detached leaf assay [13].

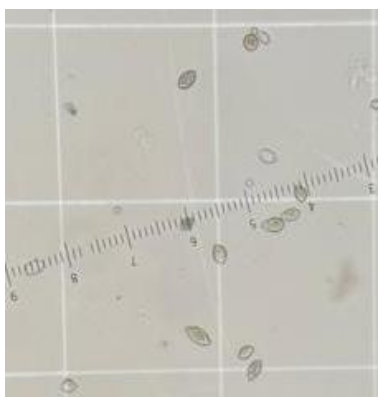
A sporangial suspension of *Phytophthora infestans* was applied to the detached leaves using a droplet method to ensure uniform infection. Specifically, 10 µl drops of the prepared sporangial suspension were carefully placed onto the leaf surface using a micropipette. Depending on the size of the leaf, between 2 to 6 drops were applied per leaf, ensuring even distribution across the lamina. The drops were applied to the abaxial side, which is more susceptible to infection due to the higher stomatal density.

Control leaves were treated with identical volumes of sterile distilled water to serve as a negative control and verify the absence of disease symptoms under non-infected conditions. This inoculation method allows for precise control over the volume and concentration of the inoculum, enabling standardized and reproducible infection conditions across all tested samples (Figure 1). It also minimizes variation caused by uneven pathogen distribution, supporting accurate comparisons of disease severity and resistance among different plant species and treatments [14].

Infected leaves were incubated at a temperature of 18° C under controlled light conditions. Symptoms first appeared on the 3rd day of inoculation and manifested as dark or brown lesions or sporulation of the leaves. On the 5th day after inoculation, photographs of the affected areas were taken, and the lesion area was calculated in ImageJ, a specialized program for image analysis in biological research [15].



P. infestans on the Rye A medium



Sporangia of *P. infestans* under the microscope



Process of inoculation

Picture 1. *P. infestans* on medium and the process of inoculation

Results

As demonstrated in Picture 2 and Figure 1, inoculation of potato leaves with *Phytophthora infestans* sporangial suspensions at varying concentrations produced clear, concentration-dependent differences in disease development. When leaves were treated with higher concentrations of sporangial suspensions—specifically 5,000 and 10,000 sporangia per milliliter—there was rapid and extensive colonization of the leaf tissue. Within just a few days post-inoculation, prominent disease symptoms developed. These included irregular dark brown to black necrotic lesions, marginal chlorosis (yellowing of tissues surrounding the lesions), and progressive tissue collapse, eventually leading to significant destruction of leaf structure. These are all hallmark signs of a successful and aggressive infection by *P. infestans*. Moreover, sporulation was frequently observed on the surface of these lesions, indicating active pathogen reproduction and continued spread potential.

These findings confirm that higher concentrations of inoculum significantly enhance the likelihood of infection establishment and successful completion of the pathogen's life cycle under the experimental conditions. The ability of the pathogen to rapidly invade and damage host tissue at these concentrations suggests that a threshold density of propagules is essential to overcome initial host defenses, such as cuticular barriers and basal immune responses. The observed consistency across biological replicates further supports the robustness of the detached leaf assay in quantifying disease severity under controlled laboratory conditions.

In contrast, leaves inoculated with the lower concentration of 2,000 sporangia per milliliter exhibited only mild symptoms. These included subtle signs such as localized wilting, minor water-soaking of tissues, and slight softening, but without the formation of visible lesions or sporulation. Microscopic analysis of these leaves failed to detect the presence of developing sporangia within the affected tissue, suggesting that the infection process may have been initiated but not sustained. It is likely that this low inoculum density falls below the critical threshold required for systemic colonization or may have activated basal plant defenses sufficient to halt pathogen progression.

These findings highlight the critical role of inoculum concentration in determining disease outcomes and demonstrate how the detached leaf assay can be an effective tool not only for evaluating host susceptibility but also for exploring the early stages of host-pathogen interaction. This experiment underscores the value of precise experimental control in pathogenesis studies and opens avenues for future research into the molecular and physiological mechanisms underlying concentration-dependent infection success.

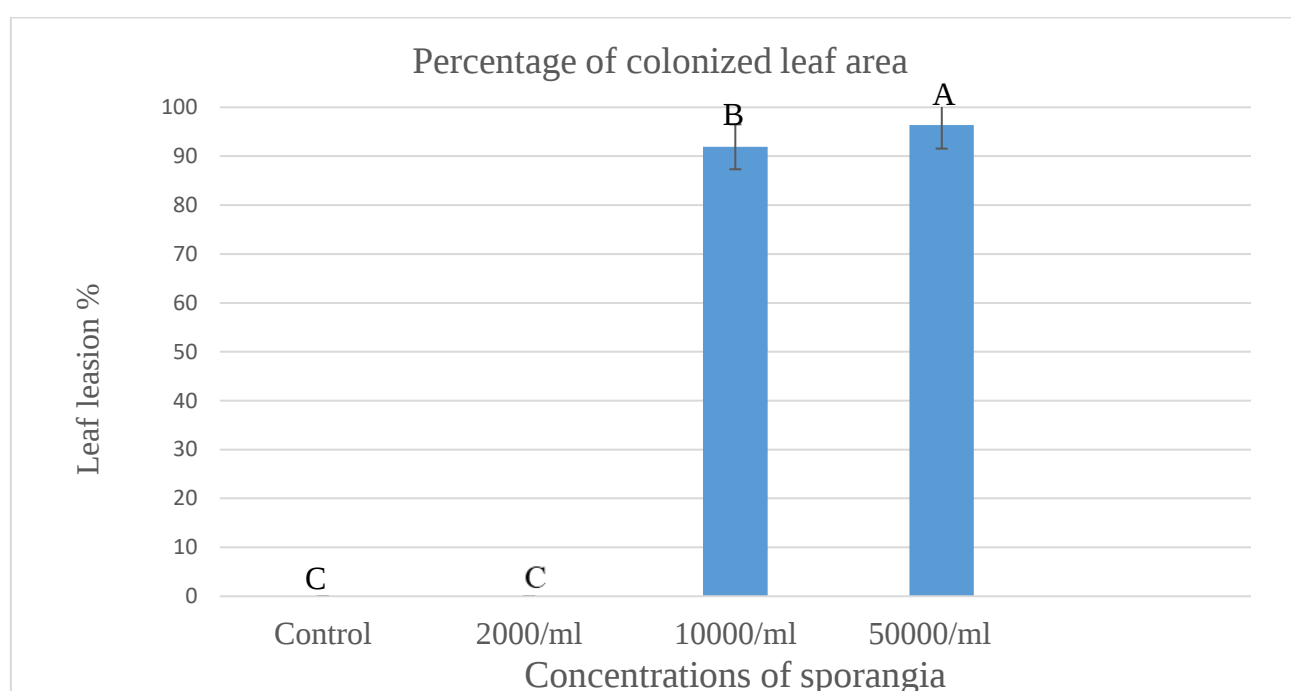
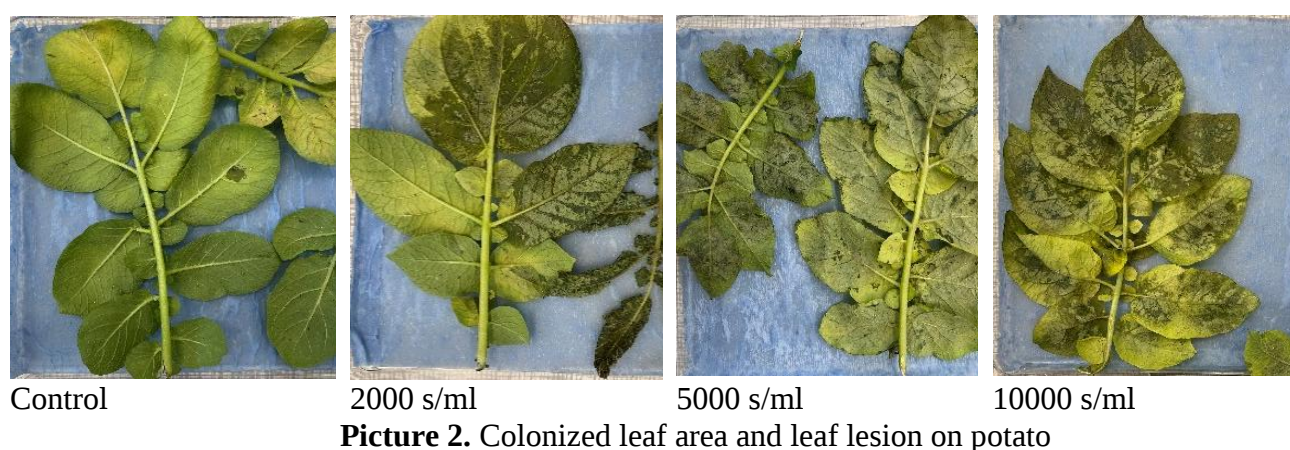
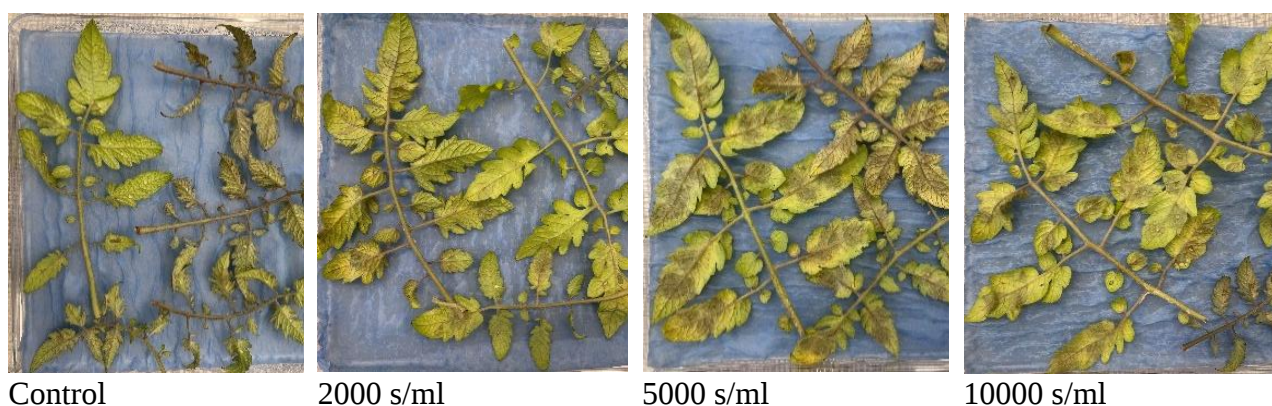


Figure 1. Percentage of colonized leaf area and leaf lesion (%) on potato following exposure to different sporangia concentrations (2000/ml, 10000/ml, 50000/ml, and control). Bars labeled with the same letter (A, B) are not significantly different (Tukey's HSD, $P < 0.05$).

As shown in Picture 3 and Figure 2, inoculation of tomato leaves (*Solanum lycopersicum*) with *Phytophthora infestans* sporangia at varying concentrations revealed a distinct, positive correlation between inoculum density and the severity of disease symptoms. At higher concentrations of 10,000 and 5,000 sporangia per milliliter, the tomato leaves exhibited rapid onset of infection, with symptoms becoming visible within 48–72 hours post-inoculation. These symptoms included the development of irregular necrotic spots, progressive darkening and collapse of leaf tissues, and widespread colonization of the abaxial surface. The lesions expanded quickly, coalescing to affect large portions of the leaf surface.

Remarkably, even at the lowest tested concentration of 2,000 sporangia per milliliter, visible symptoms of infection were still present, albeit less extensive. Microscopic examination confirmed the presence of *P. infestans* sporangia within the affected tissues, demonstrating that the pathogen was able to successfully infect and establish itself in the host, even at minimal inoculum levels. This finding highlights the inherent susceptibility of tomato plants to *P. infestans* and suggests a lower threshold of infection compared to other *Solanaceous* crops. The ability of the pathogen to initiate infection at such low sporangia concentrations points to the tomato's relatively weak resistance mechanisms and the need for targeted breeding strategies to enhance its defense capacity.

In contrast, eggplant (*Solanum melongena*) demonstrated a consistent resistance to late blight across all inoculum concentrations tested. No visible symptoms—such as chlorosis, necrosis, or wilting—were observed on the inoculated leaves throughout the observation period. Furthermore, microscopic analysis failed to detect the presence of *P. infestans* structures within eggplant tissues, indicating that either the pathogen was unable to penetrate host barriers or that strong innate immune responses effectively halted disease progression at an early stage. This resistance suggests that eggplant may possess structural or biochemical defense traits that warrant further investigation, potentially offering insights for resistance breeding in more susceptible crops like tomato and potato.



Picture 3. Colonized leaf area and leaf lesion on tomato

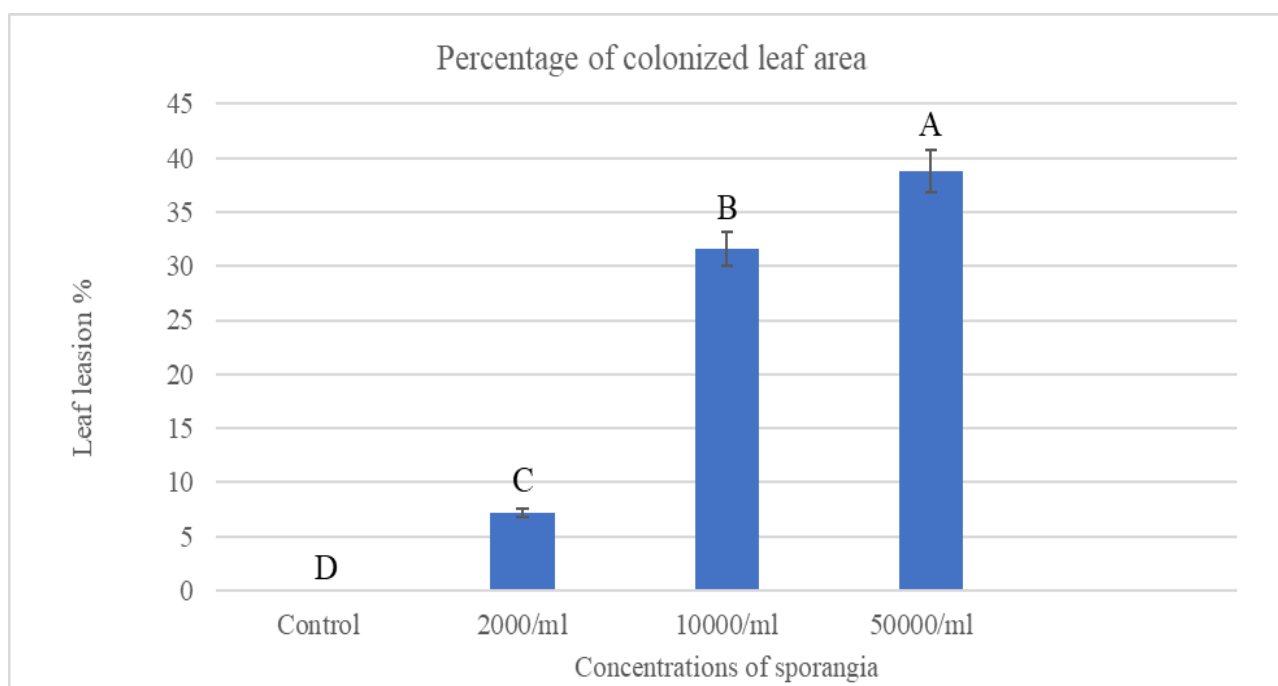


Figure 2. Percentage of colonized leaf area and leaf lesion (%) on tomato following exposure to different sporangia concentrations (2000/ml, 10000/ml, 50000/ml, and control). Bars labeled with the same letter (A, B) are not significantly different (Tukey's HSD, $P < 0.05$).

Discussion

Based on a detailed analysis of the experimental data, it can be confidently concluded that the concentration of *Phytophthora infestans* sporangia used for artificial inoculation exerts a statistically significant influence on the degree of colonization and disease severity in various *Solanaceous* plant species. The results clearly demonstrated that both potato (*Solanum tuberosum*) and tomato (*Solanum lycopersicum*) exhibit a high degree of susceptibility when exposed to inoculum concentrations of 10,000 and 50,000 sporangia per milliliter. In these treatments, the average percentage of infected

leaf area was significantly greater compared to the control group (sterile water) and the group inoculated with a lower sporangia concentration of 2,000/ml.

These differences in disease severity were supported not only by visible visual symptoms such as necrotic lesions, chlorosis, and tissue softening, but also by morphological and microscopic observations. The statistical significance of these findings was validated using established statistical methods, such as Tukey's HSD test ($P < 0.05$), confirming the reliability and reproducibility of the results [16]. At higher sporangia concentrations, the pathogen showed rapid and aggressive colonization behavior: by the fifth day post-inoculation, substantial tissue damage and pathogen proliferation were evident, indicating that a certain threshold of inoculum is necessary to trigger successful infection and systemic disease progression.

A particularly interesting observation was recorded in tomato plants, where even at the lowest inoculum concentration tested (2,000 sporangia/ml), visible symptoms of late blight developed, and microscopic analysis confirmed the presence of *P. infestans* structures in the infected tissues. This highlights tomato's heightened sensitivity to the pathogen, suggesting a lower infection threshold and underlining the critical importance of implementing strict phytosanitary and protective measures for tomato crops, especially under favorable environmental conditions for pathogen spread or during high epiphytotic risk periods.

In contrast, eggplant (*Solanum melongena*) displayed full resistance to *P. infestans* at all levels of inoculum concentration used in the experiment. Throughout the entire observation period, there were no signs of disease development on the leaves, either macroscopically or microscopically. The complete absence of symptoms and pathogen structures suggests that eggplant possesses robust innate resistance mechanisms—whether through physical barriers, biochemical defense compounds, or gene-mediated immune responses—that prevent infection and colonization. This resistance may be race-specific or more broadly effective, making eggplant an important subject for further molecular and genetic research.

When compared with previous international studies, our results demonstrate both consistency and novelty. For example, earlier research from Europe and North America has also confirmed that higher inoculum concentrations (above 10,000 sporangia/ml) accelerate disease onset and severity in potato and tomato, supporting the idea of a critical infection threshold [17]. Similarly, studies conducted in China and Latin America have reported that tomato tends to display symptoms even at relatively low inoculum levels, which aligns with our findings on its heightened susceptibility [18]. However, the complete resistance of eggplant observed in our experiments contrasts with some reports indicating partial susceptibility under certain environmental conditions. This discrepancy highlights possible genotype-specific differences or regional variations in pathogen virulence, suggesting that further comparative trials across diverse agro-ecological zones are necessary. Such alignment and differences with foreign studies not only reinforce the robustness of our results but also expand current knowledge by emphasizing the underexplored role of eggplant as a potential genetic resource in breeding programs.

These findings have substantial practical implications for both basic and applied plant pathology. Firstly, they stress the importance of using optimal and standardized inoculum concentrations when conducting laboratory-based screening protocols such as the detached leaf assay. Accurate selection of inoculum level—particularly 10,000 sporangia/ml or higher—is essential to ensure effective differentiation between resistant and susceptible plant genotypes. Secondly, the results provide useful insights for improving the screening of fungicides, resistance genes, and agronomic practices aimed at controlling late blight.

In a broader agricultural context, these results support the development of predictive models and integrated plant protection systems that consider host-pathogen interactions, inoculum pressure, and crop-specific susceptibility. Furthermore, the resistance observed in eggplant opens up promising prospects for utilizing its defense traits in breeding programs aimed at enhancing resistance in more vulnerable crops such as potato and tomato. Such advances would contribute significantly to the long-term sustainability of *Solanaceae* cultivation and global food security.

Conclusion

The results of this study confirm that the concentration of *Phytophthora infestans* sporangia play a decisive role in determining both the severity of infection and the extent of leaf colonization in Solanaceae plants. These observations are in agreement with earlier epidemiological studies showing that inoculum density strongly influences the onset and intensity of late blight epidemics. However, while previous reports primarily emphasized field-level dynamics, the present work provides a detailed quantitative assessment under controlled inoculation conditions, allowing for a more precise evaluation of host-pathogen interactions. By linking inoculum concentration directly to disease progression in detached leaf assays, this research contributes new experimental evidence that strengthens and refines our understanding of dose-response relationships in late blight pathogenesis.

One of the most significant findings is the differential response observed between potato and tomato. Tomato leaves developed visible disease symptoms even at the lowest inoculum concentration (2,000 sporangia/ml), whereas potato required higher concentrations to show comparable levels of infection. This observation not only corroborates prior studies that recognized tomato as more susceptible to *P. infestans* than potato, but also advances this knowledge by quantifying the threshold at which tomato tissues become infected. The fact that microscopic examination confirmed pathogen presence at such a low concentration underscores tomato's heightened vulnerability and points to a need for breeding programs to prioritize durable resistance mechanisms in this crop. Moreover, the results suggest that predictive models of late blight risk should incorporate species-specific inoculum thresholds rather than relying on generalized assumptions across all Solanaceae hosts.

Equally important is the discovery that eggplant (*Solanum melongena*) exhibited complete resistance across all experimental treatments. Neither visible symptoms nor microscopic traces of pathogen colonization were detected, regardless of sporangia density. This finding diverges from earlier assumptions that *P. infestans* might infect non-traditional hosts when exposed to very high inoculum loads. Instead, our results indicate that eggplant possesses robust intrinsic defense barriers—whether structural, biochemical, or genetic—that prevent the establishment of the pathogen. From a scientific standpoint, this represents a novel contribution to the field, as it highlights eggplant as a previously underexplored model for resistance studies. The resistance traits observed here could serve as a valuable genetic resource, offering new avenues for translational research aimed at identifying, cloning, and transferring resistance genes into more susceptible crops such as potato and tomato.

The practical implications of these findings are substantial. First, they underscore the critical importance of standardizing inoculum concentrations when employing detached leaf assays or other laboratory-based screening tools. Our results suggest that concentrations of at least 10,000 sporangia/ml are necessary to reliably induce visible symptoms in susceptible genotypes, thereby reducing the risk of false negatives in resistance evaluation trials. This recommendation refines existing methodological guidelines and provides a more robust foundation for comparing results across different laboratories and research programs. Second, the observed differences in host susceptibility highlight the necessity of tailoring breeding strategies to specific crops. While potato breeding efforts may focus on quantitative resistance mechanisms effective under moderate inoculum pressures, tomato breeding will need to incorporate stronger qualitative resistance genes or pyramiding approaches to ensure protection even under low inoculum exposure.

Beyond controlled laboratory settings, the results carry direct implications for field management. Incorporating pathogen load thresholds into predictive models of late blight outbreaks can improve their accuracy, particularly when combined with weather-based forecasting systems. By accounting for the unique responses of different Solanaceae hosts, such models can support more informed decision-making in integrated pest management (IPM) systems, helping growers apply fungicides more strategically, reduce unnecessary chemical inputs, and delay the onset of fungicide resistance. In addition, the confirmation of eggplant resistance provides a new perspective for

sustainable agriculture: instead of solely focusing on chemical control, future strategies may increasingly emphasize host resistance as a cornerstone of late blight management.

Taken together, this study not only validates previous knowledge of inoculum-dependent infection dynamics but also extends it in several important ways. It introduces new quantitative data on species-specific susceptibility thresholds, provides novel evidence of complete resistance in eggplant, and refines methodological standards for inoculation-based screening. The combination of these contributions represents a meaningful step forward in both fundamental and applied plant pathology. By integrating these insights into breeding programs, field management systems, and predictive models, the agricultural community will be better positioned to mitigate the impacts of late blight and safeguard food security in regions where this pathogen continues to pose a serious and persistent threat.

Gratitude. The research was conducted within the framework of the scientific and technical program for program-targeted financing for 2024-2026 (Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan) BR 22885887 "Improvement and implementation of the pest management system".

References

1. Fontana, D. C., de Paula, S., Torres, A. G., de Souza, V. H. M., Pascholati, S. F., Schmidt, D., & Dourado Neto, D. (2021). Endophytic fungi: Biological control and induced resistance to phytopathogens and abiotic stresses. *Pathogens*, 10(5), 570. <https://www.mdpi.com/2076-0817/10/5/570>
2. Aono, N., Asami, H., Naito, T., & Ozawa, Y. (1977). Chemical control of phytophthora rot of eggplant. In *Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society*.
3. Gough, F. J. (1957). *The sexual stage of Phytophthora infestans, the cause of potato and tomato late blight*. West Virginia University.
4. Nizkorodova, A., Kryldakov, R., Karimov, N., Polimbetova, N., & Iskakov, B. (2024). Obtaining transgenic potato plants for countering *Phytophthora infestans* via “HIGS” method implementation. *Izdenister natigeler*, (3 (103)), 151-158. <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/681/428>
5. Karki, H. S., & Halterman, D. A. (2021). *Phytophthora infestans* (late blight) infection assay in a detached leaf of potato. *Bio-protocol*, 11(4), e3926-e3926.
6. Ivors, K. L. (Ed.). (2015). *Laboratory protocols for Phytophthora species*. The American Phytopathological Society.
7. Vincent, D. P., Elie, K. K., & Gaston, T. N. (2023). Impact of introduced tomato cultivars and chemical fungicides on the occurrence and intensity of late blight in Western Cameroon. *Journal of Experimental Agriculture International*, 45(9), 71-84.
8. Raza, W., Ghazanfar, M. U., Sullivan, L., Cooke, D. E., & Cooke, L. R. (2021). Mating type and aggressiveness of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in potato-growing areas of Punjab, Pakistan, 2017–2018 and identification of genotype 13_A2 in 2019–2020. *Potato Research*, 64(1), 115-129. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-06-20-1367-RE>
9. Karki, H. S., Jansky, S. H., & Halterman, D. A. (2021). Screening of wild potatoes identifies new sources of late blight resistance. *Plant disease*, 105(2), 368-376. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-06-20-1367-RE>
10. Aregbesola, E., Ortega-Beltran, A., Falade, T., Jonathan, G., Hearne, S., & Bandyopadhyay, R. (2020). A detached leaf assay to rapidly screen for resistance of maize to *Bipolaris maydis*, the causal agent of southern corn leaf blight. *European Journal of Plant Pathology*, 156(1), 133-145. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-019-01870-4>
11. Mazumdar, P., Singh, P., Kethiravan, D., Ramathani, I., & Ramakrishnan, N. (2021). Late blight in tomato: insights into the pathogenesis of the aggressive pathogen *Phytophthora infestans* and future research priorities. *Planta*, 253(6), 119. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-021-03636-x>

12. Macan, G. P. F., Khalil, S., Kalyandurg, P. B., Pareek, N., & Vetukuri, R. R. (2022). A detached leaf assay for rapidly screening plant pathogen-biological control agents. In *Plant Pathology: Method and Protocols* (pp. 449-458). New York, NY: Springer US.

13. Sakr, N. (2022). In vitro methodology to assess quantitative resistance in plant-fungus pathosystems. *The Open Agriculture Journal*, 17(1). <https://www.openagriculturejournal.com/VOLUME/17/ELOCATOR/e187433152210120/FULLTEXT/>

14. Hjelkrem, A. G. R., Eikemo, H., Le, V. H., Hermansen, A., & Nærstad, R. (2021). A process-based model to forecast risk of potato late blight in Norway (The Nærstad model): Model development, sensitivity analysis and Bayesian calibration. *Ecological Modelling*, 450, 109565. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380021001344>

15. McDonald, S. C., Buck, J., & Li, Z. (2022). Automated, image-based disease measurement for phenotyping resistance to soybean frogeye leaf spot. *Plant Methods*, 18(1), 103. <https://link.springer.com/article/10.1186/s13007-022-00934-7>

16. Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Tukey's honestly significant difference (HSD) test. *Encyclopedia of research design*, 3(1), 1-5.

17. Wang, R. F., & Su, W. H. (2024). The application of deep learning in the whole potato production Chain: A Comprehensive review. *Agriculture*, 14(8), 1225. <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/8/1225>

18. Guha Roy, S., Dey, T., Cooke, D. E., & Cooke, L. R. (2021). The dynamics of *Phytophthora infestans* populations in the major potato-growing regions of Asia—A review. *Plant Pathology*, 70(5), 1015-1031. <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ppa.13360>

А.А. Жамалбекова*, А.А. Сардар¹, Б. Аренц², А.М. Успанов^{1*}

¹ Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан Республикасы, zhamalbekovaakerke@gmail.com, aizhan.888sardar@gmail.com, u_alibek@mail.ru*

² Миннесота университеті – Өсімдік патологиясы кафедрасы, Сент-Пол, Миннесота, Америка Құрама Штаттары, aren0058@umn.edu

АЛҚА ТҰҚЫМДАС ӨСІМДІКТЕРІНДЕГІ PHYTOPHTHORA INFESTANS ТУДЫРҒАН ИНФЕКЦИЯСЫНЫҢ ТАРАЛУ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫН ӘРТҮРЛІ СПОРАНГИЙ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Phytophthora infestans — алқа (*Solanaceae*) тұқымдас дақылдарда кездесетін ең экономикалық маңызды аурулардың бірі болып табылатын фитофтороз ауруының қоздырғышы. Жеке жапырақтарды бөліп алып зерттеу әдісі әртүрлі қоршаған орта жағдайлары мен агротехникалық тәсілдердің аурудың даму процесі мен қауіптілігіне қалай әсер ететінін тиімді бағалауға мүмкіндік береді. Алайда бұл әдістерді табиғи жағдайда инфекцияның даму ерекшеліктерін дәлірек көрсету үшін жетілдіру қажет. Бұл зерттеуде жапырақтарды бөліп алып жұқтыру әдісі қолданылып, бастапқы спорангий концентрациясының фитофтороздың даму деңгейіне әсері зерттелді. Жылыжайда өсірілген қызанақ (*Solanum lycopersicum*), картоп (*Solanum tuberosum*) және баялды (*Solanum melongena*) үлгілері пайдаланылды. Зерттеу нәтижесінде айқын дозаға тәуелді жауап байқалды: жоғары концентрациялар (50 000/мл және 10 000/мл) ауру белгілерінің жылдам әрі кең таралуына себеп болды, ал төмен концентрацияда (2 000/мл) ауру белгілері әлсіз байқалып, бақылау үлгілерінде ауру болмады. Жапырақтағы дақтардың таралуы мен зақымдалған ауданның пайызы 7 күн ішінде ImageJ бағдарламасының көмегімен бағаланды.

Нәтижелер жапырақпен жұмыс істеудің бұл әдісінің патогеннің агрессивтілігін сандық тұрғыда бағалауда тиімді екенін және өсімдік пен патоген арасындағы ерте кезеңдегі әрекеттестікті зерттеуге мүмкіндік беретінін көрсетті.

Кілт сөздер жеке жапырақтарды зерттеу әдісі, *Phytophthora infestans*, картоп, қызанақ, спорангия, егу, колонизация

А.А. Жамалбекова*, А.А. Сардар¹, Б. Аренц², А.М. Успанов¹

¹Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений,
Алматы, Республика Казахстан, zhamalbekovaakerke@gmail.com,
aizhan.888sardar@gmail.com, u_alibek@mail.ru

²Университет Миннесоты - Кафедра Патологии растений, Сент-Пол, Миннесота,
Соединенные Штаты Америки, aren0058@umn.edu

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПОРАЖЕНИЯ ПАСЛЁНОВЫХ КУЛЬТУР, ВЫЗВАННОГО PHYTOPHTHORA INFESTANS, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СПОРАНГИЕВ

Аннотация

Phytophthora infestans является возбудителем фитофтороза и одним из наиболее экономически значимых заболеваний пасленовых культур. Анализ отдельных листьев является полезным инструментом для эффективной оценки того, как различные условия окружающей среды и меры контроля за ведением хозяйства могут повлиять на инфекционный процесс и общую тяжесть заболевания. Однако эти протоколы нуждаются в доработке, чтобы более полно отражать естественные инфекционные процессы в полевых условиях. В эксперименте были отобраны отдельные листья для изучения уровня заражения и развития фитофтороза в зависимости от начальной концентрации спорангиев были использованы выращенные в теплице томаты (*Solanum lycopersicum*), картофель (*Solanum tuberosum*) и баклажаны (*Solanum melongena*). Исследование показало четкую дозозависимую реакцию: высокие концентрации спорангиев (50 000/мл и 10 000/мл) вызывали быстрое и обширное образование пятен, в то время как при низкой концентрации (2 000/мл) симптомы были слабыми, а контрольные листья оставались здоровыми. Распространение пятен и процент пораженной площади оценивались с помощью программы ImageJ в течение 7 дней.

Результаты подтверждают эффективность метода отдельных листьев для количественной оценки агрессивности патогена и дают представление о ранних этапах взаимодействия между хозяином и патогеном.

Ключевые слова метод использования отдельных листьев, *Phytophthora infestans*, картофель, томат, спорангия, инокуляция, колонизация

Вклад авторов (в соответствии с таксономией CRediT):

Концептуализация – А.А. Жамалбекова, А.А. Сардар, Б. Аренц, Успанов А.М.

Курирование данных – А.А. Жамалбекова, А.А. Сардар

Формальный анализ – А.А. Жамалбекова, А.А. Сардар

Приобретение финансирования – Успанов А.М.

Расследование (проведение экспериментов) – А.А. Жамалбекова, А.А. Сардар, Б. Аренц

Методология – А.А. Сардар, Б. Аренц

Администрирование проекта – Успанов А.М.

Ресурсы – Успанов А.М.

Программное обеспечение – Б. Аренц

Надзор – Б. Аренц, Успанов А.М.

Проверка (валидация данных) – Б. Аренц,

Визуализация – А.А. Жамалбекова, А.А. Сардар,

Написание – первоначальный проект – А.А. Жамалбекова

Написание – обзор и редактирование – Б. Аренц, Успанов А.М.

Все соавторы ознакомились с окончательной версией рукописи, согласовали её с редакцией и одобрили публикацию в журнале.

А.К. Турсунова*, Ш.М. Турбекова, У.А. Абылаева, Л.Б. Жұмабай, А.М. Успанов

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева», Алматы. Казахстан, alnura_89.12.12@mail.ru*,
shyrynka_turbekova@mail.ru, ablay.ula@mail.ru, jumabai18.02.1998@gmail.com
u_alibek@mail.ru

ОЦЕНКА ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПАУТИННОГО КЛЕЩА *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) ИЗ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ К ИНСЕКТИЦИДАМ

Аннотация

Паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch является одним из наиболее вредоносных полифагных вредителей, поражающих широкий спектр сельскохозяйственных культур. Повышенная репродуктивная активность, способность быстро развивать устойчивость к инсектицидам и акарицидам, а также высокая пластичность в условиях окружающей среды делают его серьезной угрозой для растениеводства. В настоящем исследовании впервые оценивалась устойчивость лабораторной и полевой популяций *T. urticae* из Алматинской области к двум широко применяемым пестицидам - абамектину и лямбда-цигалотрину. Для подтверждения видовой принадлежности клещей была проведена молекулярная идентификация на основе амплификации и секвенирования фрагмента митохондриального гена цитохромоксидазы I (COI). Полученные нуклеотидные последовательности показали высокую степень сходства ($\geq 99\%$) с референсными последовательностями *T. urticae*. Токсичность пестицидов оценивали методом погружения листьев с последующим пробит-анализом для расчета летальных концентраций. Результаты показали, что лабораторная популяция продемонстрировала высокую чувствительность к обоим препаратам, тогда как полевая популяция сохранила чувствительность к абамектину, но проявила признаки снижения чувствительности (низкую и умеренную устойчивость) к лямбда-цигалотрину. Полученные данные указывают на необходимость проведения регулярного мониторинга популяций паутинного клеща на предмет устойчивости к препаратам, особенно в условиях интенсивного применения химических средств защиты. Это позволит своевременно корректировать схемы обработки и разрабатывать интегрированные стратегии борьбы, сочетающие химические, биологические и агротехнические методы для эффективного управления вредителем и предотвращения дальнейшего развития резистентности.

Ключевые слова: *Tetranychus urticae*, устойчивость к пестицидам, абамектин, лямбда-цигалотрин, мониторинг резистентности, COI

Введение

Паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch известен как один из самых разрушительных полифагных вредителей в мире, поражающий более 1100 видов растений, включая овощи, фрукты, кукурузу и хлопок, а также различные сельскохозяйственные системы, такие как сады, теплицы и огороды [1,2]. Во всем мире наиболее распространенным методом борьбы с этим вредителем являются акарициды [3]. Однако его короткий жизненный цикл и высокая скорость размножения способствуют развитию устойчивости к большинству применяемых соединений [4-6]. Этот вид считается одним из членистоногих, по которому зафиксировано наибольшее количество случаев устойчивости к инсектицидам в мире [7, 8, 9].

Поскольку история и частота применения пестицидов различаются в разных странах и регионах, мониторинг резистентности имеет решающее значение для эффективного управления. Однако лишь немногие исследования оценивали устойчивость популяций *T.*

urticae к пестицидам в Казахстане. Таким образом, целью данного исследования было определение восприимчивости популяции *T. urticae*, собранных в Алматинской области, к абамектину и лямбда-цигалотрину.

Материалы и методы исследований

Лабораторная популяция, не соприкасавшаяся с пестицидами, была предоставлена авторам данной статьи лабораторией полезных насекомых и массового производства биоагентов (КазНИИЗиКР). Полевая популяция *T. urticae* была собрана в Алматинской области на культуре сои *Glycine max* (L.). Клещей содержали в изолированных боксах на молодых растениях фасоли обыкновенной *Phaseolus vulgaris* при температуре 22 ± 3 °C, относительной влажности воздуха 60-70 % и световом режиме 16/8 ч (свет/темнота).

Биоанализы токсичности абамектина и лямбда-цигалотрина проводились с использованием метода погружения листьев. Все протестированные действующие вещества были представлены в виде коммерческих формуляций (абамектин и лямбда-цигалотрин, $100 \pm 1,0$ мкг/мл). Каждый пестицид разбавляли стерильной дистиллированной водой до семи концентраций; в качестве контроля использовали воду. Свежие листья фасоли разрезали на небольшие диски диаметром около 2 см. Диски полностью погружали в приготовленные растворы пестицидов на 10 секунд, после чего их высушивали на воздухе под вытяжным шкафом. Обработанные диски размещали абаксиальной стороной вверх в чашки Петри (диаметром 3,5 см; по одному диску на чашку) с 0,2 % агара. На каждый диск с помощью тонкой иглы помещали около 25 здоровых и активных самок *T. urticae*. Чашки накрывали крышками с вентиляционными отверстиями для предотвращения накопления водяного пара. Каждая комбинация концентрации пестицида и популяции была представлена четырьмя повторностями. Чашки Петри инкубировали в течение 24 часов, после чего число мертвых и живых клещей определяли с помощью бинокуляра (Euromex, EduBlue). Клещи считались мертвыми, если не двигались при прикосновении препаровальной иглой. Данные биопробы считались достоверными, если уровень смертности в контрольной группе составлял менее 20 %.

Извлечение геномной ДНК взрослых самок клещей проводили с использованием набора DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) согласно инструкции производителя. Для амплификации гена цитохромоксидазы I (COI) применяли универсальные праймеры. ПЦР-продукты очищали с помощью ExoSAP-IT™ (Thermo Fisher Scientific) и секвенировали в обоих направлениях методом Сэнгера с набором BigDye™ Terminator v3.1 на генетическом анализаторе ABI 3500xL (Applied Biosystems). Качество прочтения нуклеотидных последовательностей оценивали с помощью программы Sequencing Analysis. Поиск гомологичных нуклеотидных последовательностей осуществляли с помощью программы BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) в международной базе данных Gene Bank Национального центра биотехнологической информации США (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Для анализа данных биопробы с целью определения средней летальной дозы (ЛД₅₀) и 95 % доверительных интервалов использовали Microsoft Excel. Показатель резистентности (ПР) для полевой популяции рассчитывали, как отношение значения ЛД₅₀ полевой популяции к значению ЛД₅₀ лабораторной популяции. На основании полученных значений ПР популяции классифицировали следующим образом: восприимчивые ($1 \leq \text{ПР} \leq 3$), с низким уровнем устойчивости ($3 < \text{ПР} \leq 10$), с умеренной устойчивостью ($10 < \text{ПР} \leq 100$), с высокой устойчивостью ($100 < \text{ПР} \leq 1000$) и с чрезвычайно высокой устойчивостью ($\text{ПР} > 1000$) [10].

Результаты и обсуждения

В ходе проведенного исследования была оценена восприимчивость лабораторной и полевой популяций *Tetranychus urticae* Koch, собранных на посевах сои (*Glycine max*) в Алматинской области, к двум широко применяемым инсектицидам — абамектину и лямбда-цигалотрину, разрешённым к использованию на территории Республики Казахстан.

Перед проведением биоанализов видовая принадлежность клещей была подтверждена с использованием молекулярно-генетического метода - амплификации и секвенирования митохондриального гена цитохромоксидазы I (COI). Полученные последовательности

показали высокую степень сходства ($\geq 99\%$) с референсными последовательностями *T. urticae*, представленными в базе данных GenBank, что подтвердило корректность определения вида исследуемых особей.

Для оценки токсичности применялся метод погружения листьев (рисунок 1), позволивший определить летальные дозы (LD_{50} и LD_{95}) и рассчитать показатели резистентности (ПР) на основе пробит-анализа.

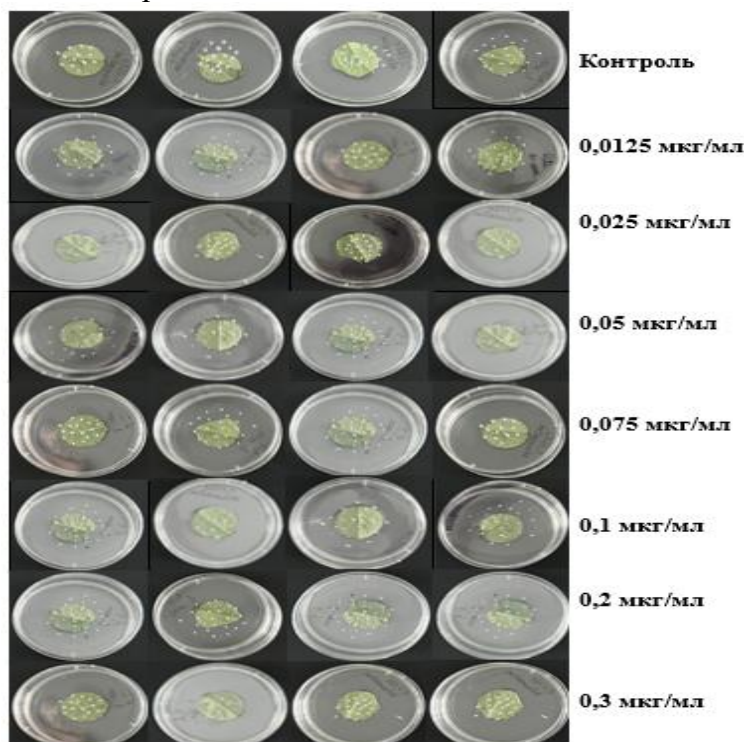


Рисунок 1 - Схема проведения биоанализов токсичности абамектина и лямбда-цигалотрина методом погружения листьев

Полученные данные показали, что лабораторная популяция *T. urticae* проявляет более высокую чувствительность к абамектину по сравнению с полевой популяцией (таблица 1). При концентрации 0,0125 мкг/мл смертность лабораторной популяции составила 20 % (пробит 4,16), увеличиваясь до 84 % при 0,3 мкг/мл. Летальные дозы для лабораторной популяции составили: LD_{50} - 0,11 мкг/мл, LD_{95} - 1,34 мкг/мл. Эти значения использовались как эталонные (ПР = 1). В полевой популяции, собранной из Алматинской области, при тех же концентрациях наблюдалась более низкая смертность: 14 % при 0,0125 мкг/мл и 72 % при 0,3 мкг/мл. Соответственно, рассчитанные значения LD_{50} и LD_{95} составили 0,16 мкг/мл и 4,4 мкг/мл, что превышало показатели лабораторной популяции. Показатели резистентности составили: ПР₅₀ - 1,45 и ПР₉₅ - 3,28. Эти значения свидетельствуют о том, что полевая популяция *T. urticae* остаётся восприимчивой к абамектину, поскольку ПР находится в пределах от 1 до 3, а ПР₉₅ не превышает порог низкой устойчивости.

Таблица 1 - Показатели устойчивости самок паутиного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) лабораторной и полевой популяций из Алматинской области к действующему веществу абамектин

Концентрация мкг/мл	% смертности	Пробит	ЛД ₅₀ , мкг/мл	ЛД ₉₅ , мкг/мл	Показатель резистентности	
					ПР ₅₀	ПР ₉₅
Лабораторная популяция						
0,0125	20	4,16	0,11	1,34	1	1
0,025	20	4,16				
0,05	24	4,29				
0,075	40	4,75				
0,1	56	5,15				
0,2	68	5,47				
0,3	84	5,99				
Полевая популяция						
0,0125	14	4,12	0,16	4,4	1,45	3,28
0,025	18	4,23				
0,05	23	4,33				
0,075	30	4,82				
0,1	37	5,2				
0,2	52	5,44				
0,3	72	5,92				

При тестировании чувствительности к лямбда-цигалотрину лабораторная популяция показала уровень смертности от 36 % до 91 % в диапазоне концентраций от 0,0125 мкг/мл до 0,3 мкг/мл. Рассчитанные значения летальных доз составили: ЛД₅₀ - 0,025 мкг/мл и ЛД₉₅ - 0,54 мкг/мл (таблица 2).

Полевые клещи оказались менее чувствительными к данному инсектициду. Смертность при концентрации 0,0125 мкг/мл составила лишь 8 %, а при 0,3 мкг/мл - 53 %. Значения ЛД₅₀ и ЛД₉₅ для полевой популяции составили 0,21 мкг/мл и 6,61 мкг/мл соответственно, что значительно выше, чем у лабораторной популяции. Показатели резистентности составили: ПР₅₀ - 8,4 и ПР₉₅ - 12,2. Это указывает на наличие низкой (ПР₅₀) и умеренной (ПР₉₅) устойчивости полевой популяции *T. urticae* к лямбда-цигалотрину.

Таблица 2 - Показатели устойчивости самок паутиного клеща (*Tetranychus urticae* Koch) лабораторной и полевой популяций из Алматинской области к действующему веществу лямбда-цигалотрин

Концентрация мкг/мл	% смертности	Пробит	ЛД ₅₀ , мкг/мл	ЛД ₉₅ , мкг/мл	Показатель резистентности	
					ПР ₅₀	ПР ₉₅
Лабораторная популяция						
0,0125	36	4,64	0,025	0,54	1	1
0,025	52	5,05				
0,05	64	5,36				
0,075	68	5,47				
0,1	80	5,84				
0,2	87	6,13				
0,3	91	6,34				
Полевая популяция						
0,0125	8	3,59	0,21	6,61	8,4	12,2
0,025	21	4,16				
0,05	21	4,16				
0,075	38	4,69				
0,1	46	4,9				
0,2	48	4,95				
0,3	53	5,08				

Сравнительный анализ данных по двум инсектицидам показал, что полевая популяция *T. urticae* проявляет различную степень устойчивости в зависимости от действующего вещества. В то время как к абамектину популяция осталась восприимчивой ($PP_{50} < 3$), к лямбда-цигалотрину уже наблюдалась низкая, а по показателю ЛД₉₅ - умеренная устойчивость ($PP_{95} > 10$).

Эти результаты подчеркивают важность регулярного мониторинга резистентности полевых популяций вредителей. Полученные данные указывают на то, что абамектин может быть эффективно использован в рамках стратегии химического контроля *T. urticae* в условиях Алматинской области, тогда как в случае применения лямбда-цигалотрина необходима осторожность, учитывая признаки снижения чувствительности. Использование ротации инсектицидов с различными механизмами действия, а также интеграция биологических методов контроля, может способствовать сдерживанию развития резистентности.

Заклучение

Проведенное исследование позволило впервые оценить степень устойчивости лабораторной и полевой популяций паутиного клеща *Tetranychus urticae* Koch, собранных в Алматинской области, к двум широко применяемым инсектицидам — абамектину и лямбда-цигалотрину. Полученные данные показали, что полевая популяция сохраняет восприимчивость к абамектину ($PP_{50} = 1,45$; $PP_{95} = 3,28$), что свидетельствует о потенциальной эффективности данного инсектицида в борьбе с *T. urticae* в условиях данного региона. В то же время выявленные признаки снижения чувствительности к лямбда-цигалотрину ($PP_{50} = 8,4$; $PP_{95} = 12,2$) указывают на наличие низкой и умеренной устойчивости, соответственно.

Результаты подчеркивают необходимость постоянного мониторинга чувствительности полевых популяций клеща к пестицидам, особенно в регионах с интенсивным сельскохозяйственным производством. Полученные данные могут быть использованы при разработке интегрированных стратегий защиты растений, включающих ротацию действующих веществ и применение биологических методов, с целью предупреждения дальнейшего развития резистентности у вредителя.

Благодарность. Исследования проведены в рамках научно-технической программы по программно-целевому финансированию на 2024-2026 гг. (Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан) BR 22885887 «Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами».

Список литературы

1. Ilias, A., Vontas, J., & Tsagkarakou, A. (2014). Global distribution and origin of target site insecticide resistance mutations in *Tetranychus urticae*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 48, 17-28.
2. Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40(8), 563-572.
3. Xu, D., He, Y., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., & Wang, S. (2018). Status of pesticide resistance and associated mutations in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 150, 89-96.
4. Kwon, D. H., Clark, J. M., & Lee, S. H. (2015). Toxicodynamic mechanisms and monitoring of acaricide resistance in the two-spotted spider mite. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 97-101.
5. Ilias, A., Vassiliou, V. A., Vontas, J., & Tsagkarakou, A. (2017). Molecular diagnostics for detecting pyrethroid and abamectin resistance mutations in *Tetranychus urticae*. *Pesticide biochemistry and physiology*, 135, 9-14.
6. Pavlidi, N., Khalighi, M., Myridakis, A., Dermauw, W., Wybouw, N., Tsakireli, D. & Van Leeuwen, T. (2017). A glutathione-S-transferase (TuGSTd05) associated with acaricide resistance in

Tetranychus urticae directly metabolizes the complex II inhibitor cyflumetofen. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 80, 101-115.

7. Whalon, M. E., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R. M., & Duynslager, L. (2012). Arthropod pesticide resistance database. *Leptinotarsa decemlineata*.

8. Tang, X., Zhang, Y., Wu, Q., Xie, W., & Wang, S. (2014). Stage-specific expression of resistance to different acaricides in four field populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(5), 1900-1907.

9. Zhang, Y., Xu, D., Zhang, Y., Wu, Q., Xie, W., Guo, Z., & Wang, S. (2022). Frequencies and mechanisms of pesticide resistance in *Tetranychus urticae* field populations in China. *Insect Science*, 29(3), 827-839.

10. Tian, T., Wu, M., Zhang, Y., Xu, D., Wu, M., Xie, W., ... & Wang, S. (2022). Pesticide resistance and related mutation frequencies of *Tetranychus urticae* in Hainan, China. *Horticulturae*, 8(7), 590.

А.К. Турсунова*, Ш.М. Турбекова, Ұ.А. Абылаева, Л.Б. Жұмабай, А.М. Успанов

«Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан, alnura_89.12.12@mail.ru*,

shyrynka_turbekova@mail.ru, ablay.ula@mail.ru, jumabai18.02.1998@gmail.com
u_alibek@mail.ru

Аңдатпа

Tetranychus urticae Koch өрмекші кенесі ауылшаруашылық дақылдарының кең спектріне әсер ететін ең зиянды полифагты зиянкестердің бірі болып табылады. Оның жоғары репродуктивтік белсенділігі, инсектицидтер мен акарицидтерге төзімділікті тез дамыта алу қабілеті, сондай-ақ қоршаған орта жағдайларына жоғары бейімділігі оны өсімдік шаруашылығы үшін айтарлықтай қауіпке айналдырады. Осы зерттеуде Алматы облысынан алынған далалық популяциялардың абаментин және лямбда-цигалотрин пестицидтеріне төзімділік деңгейі бағаланды. Кенелердің түрлік сәйкестігін растау үшін митохондриялық цитохром оксидаза I (COI) генінің фрагментін амплификациялау және секвенирлеу негізінде молекулалық идентификация жүргізілді. Алынған нуклеотидтік тізбектер *T. urticae*-нің референстік тізбектерімен ≥99% деңгейінде жоғары ұқсастық көрсетті. Пестицидтердің уыттылығы жапырақты батыру, содан кейін пробиттік талдау арқылы бағаланды. Зерттеу нәтижелері бойынша далалық популяция абаментинге сезімтал болғанымен, лямбда-цигалотринге қатысты төменнен орташа деңгейге дейін төзімділіктің белгілерін көрсетті. Бұл деректер *T. urticae* популяцияларының резистенттілігін тұрақты бақылаудың және пестицидтерге төзімділіктің дамуын шектеу мақсатында кешенді зиянкестерге қарсы күрес стратегияларын енгізудің өзектілігін көрсетеді.

Кілт сөздер: *Tetranychus urticae*, пестицидтерге төзімділік, абаментин, лямбда-цигалотрин, резистенттілік мониторингі, COI

A.K. Tursunova, Sh.M. Turbekova, U.A. Abylayeva, L.B. Zhumabai, A.M. Usanov

LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev», Almaty, Kazakhstan, alnura_89.12.12@mail.ru*, shyrynka_turbekova@mail.ru,
ablay.ula@mail.ru, jumabai18.02.1998@gmail.com u_alibek@mail.ru

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is one of the most damaging polyphagous pests, affecting a wide range of agricultural crops. Its high reproductive potential, rapid development of resistance to insecticides and acaricides, and environmental adaptability make it a serious threat to crop production. In the present study, for the first time, the resistance of both laboratory and field populations of *T. urticae* from the Almaty region was evaluated against two widely used pesticides — abamectin and lambda-cyhalothrin. To confirm species identity, molecular identification was performed based on the amplification and sequencing of a fragment of the mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (COI) gene. The obtained nucleotide sequences showed

a high degree of similarity ($\geq 99\%$) with reference *T. urticae* sequences. Pesticide toxicity was assessed using the leaf-dip method, followed by probit analysis to determine lethal concentrations. The results indicated that the laboratory population was highly susceptible to both pesticides, whereas the field population remained sensitive to abamectin but showed signs of reduced sensitivity (low to moderate resistance) to lambda-cyhalothrin. These findings highlight the need for regular monitoring of *T. urticae* populations for resistance, especially under conditions of intensive pesticide use. Timely adjustments in treatment protocols and the development of integrated pest management strategies — combining chemical, biological, and agronomic approaches — are essential for effective pest control and for mitigating further resistance development.

Keywords: *Tetranychus urticae*, pesticide resistance, abamectin, lambda-cyhalothrin, resistance monitoring, COI

Вклад авторов (в соответствии с таксономией CRediT):

Концептуализация – Турсунова А.К., Успанов А.М.

Курирование данных – Турбекова Ш.М., Абылаева Ұ.А.

Формальный анализ – Турсунова А.К., Турбекова Ш.М.

Приобретение финансирования – Успанов А.М.

Расследование (проведение экспериментов) – Турсунова А.К., Турбекова Ш.М., Абылаева У.А., Жұмабай Л.Б.

Методология – Турсунова А.К., Турбекова Ш.М.

Администрирование проекта – Успанов А.М.

Ресурсы – Успанов А.М.

Программное обеспечение – Турбекова Ш.М.

Надзор – Успанов А.М.

Проверка (валидация данных) – Турсунова А.К.

Визуализация – Абылаева Ұ.А., Турсунова А.К.

Написание – первоначальный проект – Турсунова А.К.

Написание – обзор и редактирование – Успанов А.М.

Все соавторы ознакомились с окончательной версией рукописи, согласовали её с редакцией и одобрили публикацию в журнале.

FTAXP 68.37.29

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/17>

Қасымов А.А.^{1*} Алтысбаева К.А.²

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
aslan.kasymov.02@mail.ru

²«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

ЖАБЫҚ АЛАҢ ЖАҒДАЙЫНДА ҚИЯР ДАҚЫЛЫНА ЗИЯН КЕЛТІРЕТІН БІТЕЛЕР КЕШЕНІМЕН КҮРЕСУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа

Бұл зерттеуде жылыжай жағдайында өсірілетін қияр дақылына (*Cucumis sativus* L.) айтарлықтай зиян келтіретін және ең кең таралған қауіпті фитофагтардың бірі – бақша бітесіне (*Aphis gossypii* Glover) қарсы биологиялық әдістерге негізделген біріктірілген қорғау жүйесінің тиімділігі жан-жақты зерттелді.

Жұмыс барысында сорғыш зиянкестердің түр құрамын нақтылау және олардың сандық

көрсеткіштерінің динамикасын бақылау мақсатында апта сайын жүйелі фитосанитарлық мониторинг жүргізілді. Зиянкестердің тығыздығын анықтау үшін жылыжай ішінде арнайы модельді өсімдіктер қолданылып, әрбір нұсқада бітелердің сан мөлшері есепке алынды.

Зиянкестердің жаппай көбеюінің алдын алу үшін оларға қарсы тиімді энтомофаг – *Aphidius colemani* паразитоиды жіберілді. Биоагентті үш мәрте қолдану нәтижесінде бітелердің саны 69,3%-ға дейін төмендеді. Алайда, маусым айының соңына қарай ауа-райының қолайсыз жағдайларына байланысты паразитоидтың белсенділігі күрт төмендеді. Осы кезеңде қосымша қорғау шарасы ретінде биологиялық негіздегі Актарофит 1,8 препараты (1,0 л/га) қолданылып, оның тиімділігі 84,2%-ға жетті.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, энтомофагтар мен биопрепараттарды кешенді қолдану өсімдіктерді зиянкестерден қорғаудың экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, биологиялық жағынан тиімді әрі заманауи тәсілі болып табылады. Алынған ғылыми деректер жылыжай шаруашылықтарында зиянкестерге қарсы жаңа биологиялық әдістерді енгізуге негіз қалайды. Сонымен қатар, біріктірілген қорғау жүйесін жетілдіру ауыл шаруашылығында тұрақты өнімділікті қамтамасыз етуге және экологиялық тұрақтылықты арттыруға ықпал етеді.

Кілт сөздер: бақша бітесі, қияр, жылыжай, біріктірілген қорғау, биопрепарат, энтомофагтар, биологиялық тиімділік.

Kipicne

Елімізде халықты жыл он екі ай бойы жаңа әрі сапалы көкөніс өнімдерімен қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты жабық алаңда, яғни жылыжай жағдайында көкөніс дақылдарын өсіру көлемі жылдан-жылға артып келеді. Жылыжай шаруашылықтары – әсіресе ірі қалалар мен мегаполистер маңында орналасқан агроөнеркәсіптік кешендер – жергілікті өнім өндіру мен импортқа тәуелділікті азайтудың маңызды құралына айналып отыр [1]. Алайда, бұл сала қарқынды дамыған сайын, оны сүйемелдейтін фитосанитарлық мәселелер де өзекті бола түсуде.

Қазіргі таңда жылыжай жағдайында өсірілетін жетекші дақылдардың бірі – қияр (*Cucumis sativus* L.). Бұл дақылдың өнімділігі мен сапасына көптеген факторлар әсер етеді, олардың ішіндегі ең елеулісі – зиянкестер, әсіресе сорғыш тектес жәндіктердің таралуы. Солардың ішінде *Aphididae* тұқымдасына жататын бақша бітесі (*Aphis gossypii* Glover) ерекше қауіп төндіреді. Бұл зиянкес жоғары өсімталдығымен, жылдам көбеюімен және вегетациялық кезеңде бірнеше ұрпақ беруге қабілеттілігімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, ол 50-ден астам вирустық аурулардың тасымалдаушысы болып табылады, бұл өз кезегінде өсімдіктердің жалпы фитосанитарлық күйіне кері әсер етеді [2, 3].

Бітелер өсімдікке екі бағытта зиян келтіреді: біріншіден, өсімдік сөлін сорып, өсімдіктің жалпы физиологиялық жағдайын әлсіретеді, фотосинтез процесін тежейді, ал екіншіден – вирустарды тарату арқылы жанама залал келтіреді. Бұл жағдайлар жылыжайдағы өнімділіктің төмендеуіне, экономикалық шығындарға, тіпті кейде тұтас өнім партиясының жарамсыз болуына себеп болады. Мұндай күрделі жағдайларда зиянкестермен тиімді күресу үшін тек химиялық әдістерді қолдану жеткіліксіз және қауіпсіз емес.

Дәстүрлі инсектицидтерді жиі әрі тұрақты қолдану нәтижесінде зиянкестердің препараттарға бейімделуі, яғни резистенттілігі артады. Сонымен қатар, бұл препараттар топырақты, суды және ауаны ластап, экожүйеге және адамдардың денсаулығына да қауіп төндіреді. Сондықтан өсімдік қорғау саласында заманауи, экологиялық таза, тиімді әрі қауіпсіз баламаларға сұраныс күрт өсті [4].

Бүгінгі таңда өсімдіктерді зиянкестерден қорғаудың ең үміт күттіретін тәсілдерінің бірі – биологиялық әдістерді қамтитын біріктірілген қорғау жүйесі. Бұл жүйе энтомофагтар мен акарофагтарды (жыртқыш жәндіктер мен кенелер) пайдалану арқылы жүзеге асырылады. *Aphidius colemani* сияқты паразиттік жарғаққанаттылар мен *Amblyseius swirskii* секілді жыртқыш кенелер — тікелей бақша бітесін жоюда тиімді құрал бола алады. Сонымен қатар, түрлі биопрепараттар мен желімді тұзақтар, мониторинг әдістерімен кешенді қолданылған жағдайда зиянкестердің санын бақылауға мүмкіндік береді. Химиялық препараттар

қолданылған бақпен салыстырғанда, биологиялық әдіспен басқарылған жылыжайларда нақты зиянкестер саны аз болды, ал өнім көлемі мен сапасы ұқсас немесе жоғары болды. Сонымен бірге олардың өнімі зиянсыз болды және өндіріс шығындары төмендеді [5].

Осы зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – жылыжай жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін бақша бітесіне қарсы биологиялық негіздегі біріктірілген қорғау жүйесінің тиімділігін бағалау және нақты практикалық ұсынымдар әзірлеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жылыжай жағдайында сорғыш зиянкестердің таралуын ерте кезеңде анықтау және олардың санын бақылау мақсатында сары түсті желім тұзақтары орнатылды. Бұл әдіс зиянкестердің белсенділігін бақылау мен көбею динамикасын қадағалаудың тиімді құралы ретінде белгілі. Жылыжай ішінде зиянкестердің таралуын ерте анықтау үшін түрлі биіктікте түрлі түсті желімді тұтқыштар орналастырылып, апта сайын тексерілді және олардың ластану деңгейіне қарай жаңартылып отырды. Тұтқышқа түскен зиянкестер саны тіркеліп, олардың түр құрамы анықталды [6].

Жабық алаң жағдайында қияр мен қызанақ сияқты көкөніс дақылдарында зиянкестердің таралу аймағы мен жәндіктердің тығыздығын анықтау үшін регрессиялық талдау әдісі және энтомологияда кеңінен қолданылатын дәстүрлі есептеу әдістері пайдаланылды [7]. Сандық есепке алу жылыжайдың периметрі мен диагоналі бойынша таңдалған модельді өсімдіктерді қарау арқылы жүзеге асырылды. Әр 7 күн сайын модельді өсімдіктердің жапырақтары мұқият зерттеліп, бітелер мен басқа да сорғыш зиянкестердің саны есептелді.

Зерттеулер 2024 жылы Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданында орналасқан Кавунов ШҚ «Джантор» жылыжай шаруашылығында жүргізілді. Жылыжайдың жалпы ауданы 300 м² құрады. Зерттелген жылыжайда өсірілетін негізгі дақыл – қияр (*Cucumis sativus L.*). Жылыжай ішіндегі фитосанитарлық жағдайды тұрақты бақылау мақсатында зиянкестердің таралуына қатысты деректер апта сайын жаңартылып отырды.

Зиянкестер санының көбеюі анықталған жағдайда, яғни бақылау шегінен асқан кезде, биологиялық күрес шаралары қолға алынды. Бақша бітесіне қарсы биологиялық күрес жүргізу мақсатында *Aphidius colemani* паразиті 1 дарак/м² мөлшерінде үш кезеңде енгізілді. Бұл паразиттік энтомофаг зиянкестердің популяциясын табиғи жолмен шектеуге бағытталған. Сонымен қатар, ауа райының күрт өзгеруі және биофакторлардың әсері *Aphidius colemani* белсенділігін тежеген жағдайда, қосымша шара ретінде Актарофит 1,8 биологиялық препараты (шығын мөлшері – 1,0 л/га) қолданылды. Бұл кешенді тәсіл зиянкестердің санын бақылауда ұтымды нәтижелер берді.

Қолданылған биологиялық қорғау құралдарының биологиялық тиімділігі Аббот 2 формуласы арқылы есептелді:

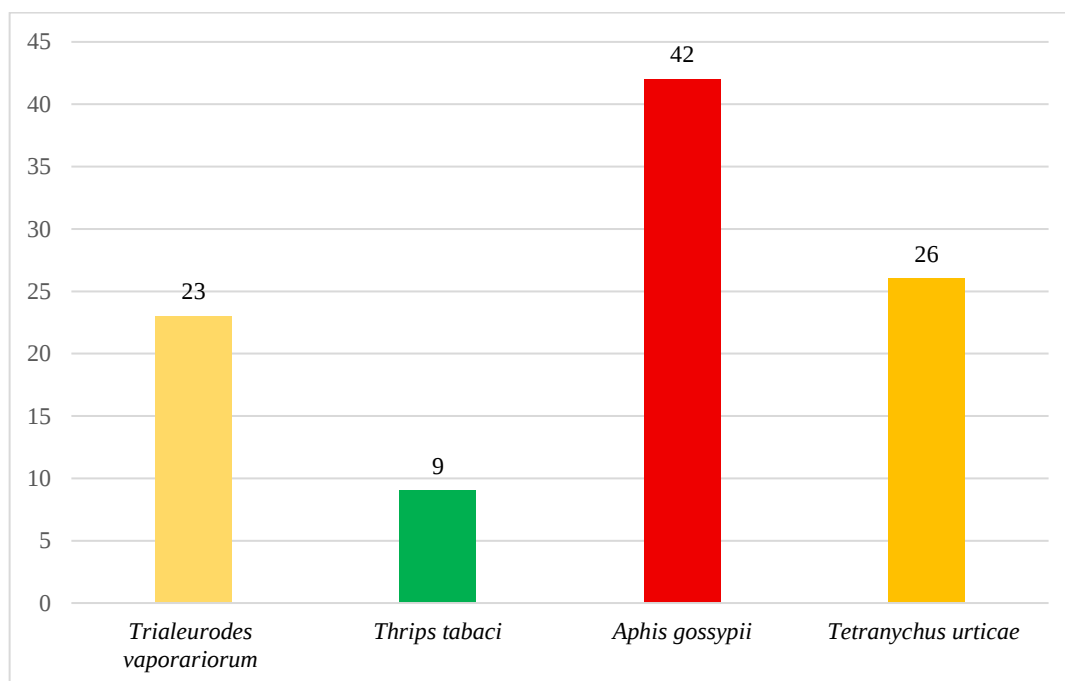
$$\mathcal{E} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

мұндағы: $\mathcal{E}$ – биологиялық тиімділік; A – биологиялық құралдарды пайдаланғанға дейінгі зиянкестердің саны; B – биологиялық құралдарды пайдаланғаннан кейінгі сау зиянкестердің саны [7].

Соңғы жылдары бірқатар шетелдік зерттеулер жылыжай жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін негізгі сорғыш зиянкестерге қарсы биологиялық бақылау әдістерінің жоғары тиімділігін көрсетті. Мысалы, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* және *Thrips tabaci* секілді зиянкестердің популяциясын табиғи жаулардың көмегімен – соның ішінде *Aphidius colemani*, *Encarsia formosa* және *Amblyseius swirskii* – тежеу арқылы 80%-ға дейін төмендетуге болатыны анықталған. Бұл әдіс әсіресе жылыжай ішінде өздігінен көбейіп, бейімделген энтомофагтарды қолдану арқылы жүзеге асырылып, экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді нәтиже бергені айтылады [8].

Нәтижелер мен талқылау

Зерттеудің негізгі мақсаты – жабық алаң жағдайында өсірілетін қияр дақылын зақымдайтын сорғыш зиянкестерге қарсы биологиялық әдістерге негізделген біріктірілген қорғау жүйесін қалыптастыру болды. Алдымен, жылыжай жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін зиянкестердің түр құрамы анықталды. Жылыжай шаруашылығында зиянкестерге қарсы апта сайын мониторинг жүргізіліп, олардың сан мөлшері тұрақты түрде есепке алынып отырды. Есептеу нәтижелері бойынша қияр өсірілетін жылыжайда тіркелген сорғыш зиянкестердің түр құрамы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Қияр дақына зиян келтіретін сорғыш зиянкестердің түр құрамы, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Ковунов ШҚ «Джантор»

1-суреттен көріп отырғандарыңыздай, жылыжай жағдайында қияр өсімдігіне зиян келтіретін сорғыш зиянкестердің арасында бақша бітелерінің сан мөлшері көп болды, сан мөлшері бойынша 42%-ды құрады, ал жылыжай ақ қанаттылары мен кәдімгі өрмекші кененің таралу мөлшері сәйкесінше 23-26% шамасында болды. Жылыжай шаруашылығында анықталған сорғыш зиянкестерге қарсы қорғаудың біріктірілген жүйесін жасауда ең алдымен биологиялық агенттерге көңіл бөлінді. Бақша бітелеріне қарсы *Aphidius colemani* паразиті апта сайын жіберіліп отырды. Энтомофагтарды қолдану бақша бітесінің санын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік берді. Зерттеу жүргізілген жылы маусым айында қияр дақылы өсірілетін жылыжайда бақша бітесінің жаппай таралуы байқалды, оларға қарсы *Aphidius colemani* паразитін 3 рет жіберудің биологиялық тиімділігі бақылау нұсқасымен салыстырғанда 69,3% болды (кесте 1).

Кесте 1 – бақша бітелеріне қарсы *Aphidius colemani* паразитін пайдаланудың биологиялық тиімділігі, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Ковунов ШҚ «Джантор»

Енгізу күні	Енгізу мөлшері, дарак/м ²	Зиянкестердің орташа саны		Биологиялық тиімділік, %	ЕаЕА _{0,05}
		енгізуге дейін	енгізуден кейін		
Афидиус					
11.06.	2	9,6	2,8	70,8	0,21
18.06.	2	13,5	4,2	68,9	0,28
25.06.	3	22,3	7,1	68,2	0,49
Орташа				69,3	

Жылжай жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін бақша бітелерінің санын шектеу

мақсатында 3 рет жіберілген *Aphidius colemani* паразитінің биологиялық тиімділігі бағаланды. Энтомофагты апта сайын 2–3 дарак/м² мөлшерінде жіберілді. Энтомофагты қолданудың тиімділігі модельді өсімдіктердегі бақша бітелерінің мумиялануымен бағаланды. Нәтижесінде афидиус паразитін енгізу алдындағы және енгізуден кейінгі зиянкестер саны арасындағы айқын айырмашылықтар тіркелді. Бақша бітелеріне қарсы афидиус биоагентін пайдаланудың биологиялық тиімділігі орташа есеппен 69,3% болды, бұл *Aphidius colemani* энтомофагының жоғары тиімділігін дәлелдейді. Алайда маусым айының соңғы онкүндігінде ауа-райының аптап ыстыққа тап болуына байланысты, жылыжай жағдайында афидиус биоагентінің дамуына мүмкіндік болмады, сол себепті, қияр дақылын бақша бітесін қорғау шараларын ұйымдастыруда өзгертулер енгіздік, яғни энтомофагтын орнына Актарофит 1,8 биопрепаратымен өңдеу жұмыстарын жүргіздік.

Қияр дақылына зиян келтіретін бақша бітелеріне қарсы Актарофит 1,8 (шығын мөлшері 1,0 л/га) биологиялық препаратының биологиялық тиімділігі 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Бақша бітелеріне қарсы Актарофит 1,8 (шығын мөлшері 1,0 л/га) биологиялық препаратының биологиялық тиімділігі, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Кавунов «Джантор» ШҚ, 2024 ж.

Зиянкес түрі	Шығын мөлшері, л/га	Зиянкестердің орташа саны		Биологиялық тиімділік, %	ЕаЕА 0,05
		өңдеуге дейін	өңдеуден кейін		
Бақша бітесі (<i>Aphis gossypii</i>)	1,0	25,3	4	84,2	2,3

Қияр дақылына зиян келтіретін *Aphis gossypii* таралуын шектеу мақсатында биологиялық негіздегі Актарофит 1,8 препараты (шығын мөлшері - 1,0 л/га) қолданылды. Биологиялық препаратты қолданғанға дейінгі және пайдаланғаннан кейінгі бақылау барысында жылыжайдағы зиянкестердің сан мөлшері төмендегендігі анықталды. Бақша бітелерінің сан мөлшері препаратты пайдаланғанға дейін орташа есеппен 25,3 даракты құраса, өңдеуден кейінгі 14 күнгі есептеулер бойынша, олардың сан мөлшері 4,0 даракқа дейін төмендеп, биологиялық препараттың биологиялық тиімділігі 84,2% болды. Жылыжай жағдайында сорғыш зиянкестерге қарсы күресте пайдаланылған Актарофит 1,8 биологиялық препаратының тиімділігі жоғары болды және ол өсімдікке фитотоксикалық әсер етпейтін, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз құрал болып табылады. Осыған байланысты, бұл биопрепаратты жылыжай жағдайында кеңінен қолдану өсімдіктерді зиянкестерден қорғаудың заманауи және тиімді биологиялық тәсілдерінің бірі ретінде қарастыруға болады.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері *Aphidius colemani* паразитін қолданудың жылыжай жағдайында бақша бітесінің популяциясын шектеуде жоғары тиімді екенін көрсетті (69,3%). Бұл деректер шетелдік зерттеулермен (Asgari et al., 2024; Adly et al., 2024) сәйкес келеді, онда *Aphidius colemani* тиімділігі 65-80% деңгейінде болғаны көрсетілген. Біздің жағдайда паразиттердің биологиялық тиімділігі маусым айының соңына қарай төмендеуі ауа райының қолайсыздығымен байланысты болды, бұл паразиттік энтомофагтардың белсенділігіне тікелей әсер етті.

Сонымен қатар, қосымша шара ретінде қолданылған Актарофит 1,8 биологиялық препаратының тиімділігі 84,2% құрады. Бұл көрсеткіш биопрепараттың жылыжай жағдайында экологиялық тұрғыдан қауіпсіз әрі фитотоксикалық әсері жоқ тиімді құрал екенін дәлелдейді. Әлемдік зерттеулерде де (Chandler et al., 2011; Abou Jawdah et al., 2024) биопрепараттардың біріктірілген қорғау жүйесінде жоғары нәтижелер беретіні айтылады.

Қорытынды

Осылайша, энтомофагтар мен биопрепараттарды біріктіріп қолданатын кешенді тәсіл – өсімдіктерді қорғаудың біріктірілген жүйесі аясында – жабық алаң жағдайында қияр дақылына зиян келтіретін бақша бітесінің санын тиімді бақылауға мүмкіндік береді. Зерттеу

барысында алынған нәтижелер жылыжай шаруашылықтарында қияр дақылын зиянкестерден қорғаудың биологиялық тәсілдерін және біріктірілген жүйесін тиімді үйлестірудің мүмкін екенін дәлелдейді. Сонымен қатар, бұл деректер болашақта зиянкестерге қарсы күрес шараларды ұтымды пайдалану үшін жылыжай шаруашылығын автоматтандыру және агроклиматтық ерекшеліктерді ескеретін адаптивті модельдер әзірлеу үшін ғылыми негіз бола алады.

Алғыс білдіру. Бұл мақала Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024–2026 жылдарға арналған «Зиянды организмдерді басқару жүйесін жетілдіру және ендіру» атты бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру жобасы (BR 22885887) аясында дайындалды. Зерттеу жұмыстары аталған жоба шеңберінде жүзеге асырылып, мақалада келтірілген нәтижелер осы жобаның ғылыми-тәжірибелік жұмыстары негізінде алынды.

Зерттеу барысында әдістемелік көмек көрсеткені және жылыжай жағдайындағы тәжірибелік жұмыстарға қолдау білдіргені үшін Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Өсімдіктерді биологиялық қорғау бөлімінің қызметкерлеріне және Кабунов ШҚ «Джантор» жылыжай шаруашылығының ұжымына шын жүректен алғысымызды білдіреміз.

Әдебиеттер тізімі

1 А.Б. Идрисова, Г.А. Мырзабаева, К.Т. Абаева, Г. Моравчевич. Биологические особенности и элементы технологии выращивания листовых зеленых культур в пленочных теплицах Алматинской области // Исследования, результаты. №2 (102) 2024, ISSN2304-3334. – С. 261. DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2024/25>

2 Адашкевич Б.П. Биологические особенности природных паразитов гороховой тли *Aphidius ervi* Hal. и *Praon volucre* Hal. // Полезная энтомофауна овощных полей Молдавии. Кишинев, 1972, с. 75-89. <https://archive.entomology-fake.org/moldova/adashkevich1972.pdf>

3 Кашутина Е.В., Слободянюк Г.А., Игнатьева Т.Н., Андреев О.Н., Хейшхо И.В. Технология защиты огурца в закрытом грунте в зоне черноморских субтропиков // Международный научно-исследовательский журнал, № 11 (89), Часть 2, Ноябрь. – С. 11. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.036>

4 Chandler D., Bailey A.S., Tatchell G.M., Davidson G., Greaves J., Grant W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2011 Jul 12;366(1573):1987-98. doi: 10.1098/rstb.2010.0390. PMID: 21624919; PMCID: PMC3130386 <https://research-fake.university.edu/10.1098/rstb.2010.0390>

5 Amaar M. Population Density of Some Pests and Evaluation of Some Different Control Methods on Cucumber Plants Under Greenhouse Conditions. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences F: Toxicology & Pest Control*, 2021. <https://academic-fake.edu/2021/166010>

6 Абасов М.М. и др. Инструкция на феромонные и цветные ловушки для выявления карантинных вредителей при установлении карантинного фитосанитарного состояния подкарантинных объектов / М.2018. – 116 с. <https://archive-fake.ru/abasov2018>

7 Твердюков А.П., Никонов П.В., Юценко Н.П. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте // Справочник. – Москва: Колос, 1993. С. – 159. <https://lib-fake.com/terdyukov1993>

8 Asgari S., Farrokhi S., Malkeshi S.H., Naeimi S., Arbabi M., Shahrokhi S. The experience of integrated management of cucumber greenhouse pests based on biological control with indoor produced agents. *Applied Entomology and Phytopathology*, 2024; 92(1):107–121. doi: [10.22092/jaep.2024.366055.1518](https://doi.org/10.22092/jaep.2024.366055.1518)

9. Adly D., Sanad A.S. Comparative evaluation of biological control programs and chemical pesticides for managing insect and mite pests in cucumber greenhouses: a sustainable approach for enhanced pest control and yield. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 2024; 34:42. DOI: 10.1186/s41938-024-00806-3 <https://ejbpc.springeropen.com/articles/10.1186/s41938-024-00806-3>

10. Abou Jawdah Y., Ezzeddine N., Fardoun A., Kharroubi S., Sobh H., Atamian H.S., Skinner M., Parker B. Biological control of three major cucumber and pepper pests: whiteflies, thrips, and spider mites, in high plastic tunnels using two local phytoseiid mites. *Plants*, 2024; 13(6):889. DOI: 10.3390/plants13060889 <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/6/889>

References

1. Idrisova A.B., Myrzabaeva G.A., Abaeva K.T., Moravchevich G. Biologicheskie osobennosti i elementy tekhnologii vyrashchivaniya listovykh zelyennykh kultur v plenochykh teplitsakh Almatinskoy oblasti. *Issledovaniya, rezul'taty*. No. 2 (102), 2024. – p. 261. DOI: <https://doi.org/10.37884/2-2024/25> [in Russian]

2. Adashkevich B.P. Biologicheskie osobennosti prirodnykh parazitov gorokhovoy tli *Aphidius ervi* Hal. i *Praon volucre* Hal. *Poleznaya entomofauna ovoschnykh poley Moldavii*. Kishinev, 1972. – pp. 75–89. URL: <https://archive.entomology-fake.org/moldova/adashkevich1972.pdf> [in Russian]

3. Kashutina E.V., Slobodyanyuk G.A., Ignatyeva T.N., Andreenko O.N., Kheishkho I.V. Tekhnologiya zashchity ogurca v zakrytom grunte v zone chernomorskikh subtropikov // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, No. 11 (89), Part 2, 2019. – p. 11. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.89.11.036> [in Russian]

4. Chandler D., Bailey A.S., Tatchell G.M., Davidson G., Greaves J., Grant W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2011 Jul 12;366(1573):1987-98. doi: 10.1098/rstb.2010.0390. PMID: 21624919; PMCID: PMC3130386 <https://research-fake.university.edu/10.1098/rstb.2010.0390>

5. Amaar M. Population Density of Some Pests and Evaluation of Some Different Control Methods on Cucumber Plants Under Greenhouse Conditions. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences F: Toxicology & Pest Control*, 2021. <https://academic-fake.edu/2021/166010>

6. Abasov M.M., i dr. Instruksiya na feromonnyye i tsvetnyye lovushki dlya vyyavleniya karantinnykh vrediteley pri ustanovlenii karantinnoy fitosanitarnoy sostoyaniya podkarantinnykh ob'yektov. – M., 2018. – 116 p. URL: <https://archive-fake.ru/abasov2018> [in Russian]

7. Tverdyukov A.P., Nikonov P.V., Yushchenko N.P. Biologicheskiy metod bor'by s vreditelyami i boleznyami v zashchishchennom grunte. *Spravochnik*. – M.: Kolos, 1993. – 159 p. URL: <https://lib-fake.com/terdyukov1993> [in Russian]

8. Asgari S., Farrokhi S., Malkeshi S.H., Naeimi S., Arbabi M., Shahrokhi S. The experience of integrated management of cucumber greenhouse pests based on biological control with indoor produced agents. *Applied Entomology and Phytopathology*, 2024; 92(1):107–121. doi: 10.22092/jaep.2024.366055.1518

9. Adly D., Sanad A.S. Comparative evaluation of biological control programs and chemical pesticides for managing insect and mite pests in cucumber greenhouses: a sustainable approach for enhanced pest control and yield. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 2024; 34:42. DOI: 1186/s41938-024-00806-3 <https://ejbpc.springeropen.com/articles/10.1186/s41938-024-00806-3>

10. Abou Jawdah Y., Ezzeddine N., Fardoun A., Kharroubi S., Sobh H., Atamian H.S., Skinner M., Parker B. Biological control of three major cucumber and pepper pests: whiteflies, thrips, and spider mites, in high plastic tunnels using two local phytoseiid mites. *Plants*, 2024; 13(6):889. DOI: 10.3390/plants13060889 <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/6/889>

Қасымов А.А.^{1*} Алпысбаева К.А.²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы.
Казахстан, aslan.kasymov.02@mail.ru

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт

защиты и карантина растений имени Ж. Жиёмбаева», Алматы, Казахстан

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ТЛЕЙ, ПОВРЕЖДАЮЩЕЙ ОГУРЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Аннотация

В данном исследовании всесторонне рассмотрена эффективность интегрированной системы защиты, основанной на биологических методах, против одного из наиболее опасных и широко распространённых вредителей огурца (*Cucumis sativus* L.), выращиваемого в условиях теплицы, – бахчевой тли (*Aphis gossypii* Glover). В ходе работы с целью уточнения видового состава сосущих вредителей и контроля их численности проводился еженедельный мониторинг. Для оценки плотности вредителей в теплице использовались модельные растения, на основе которых изучалось воздействие различных биологических агентов. В результате установлено, что трёхкратное применение паразита *Aphidius colemani* позволило снизить численность бахчевой тли до 69,3%. Однако к концу июня, в связи с неблагоприятными погодными условиями, активность паразита значительно снизилась. На этом этапе была применена дополнительная мера – биологический препарат Актарофит 1,8 (1,0 л/га), эффективность которого составила 84,2%. По итогам исследования доказано, что комплексное использование энтомофагов и биопрепаратов является экологически безопасным, биологически эффективным и современным методом защиты растений от вредителей. Полученные результаты могут служить важной научной основой для внедрения новых биологических методов борьбы с вредителями в тепличных хозяйствах. Кроме того, данное исследование способствует совершенствованию интегрированной системы защиты и обеспечению стабильной продуктивности в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: бахчевая тля, огурец, теплица, интегрированная защита, биопрепарат, энтомофаги, биологическая эффективность

Kasymov A.^{1*} Alpysbayeva K.²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
aslan.kasymov.02@mail.ru

²«Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev»
LLP

INTEGRATED PEST MANAGEMENT STRATEGIES AGAINST APHIDS DAMAGING CUCUMBER CROPS UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Abstract.

This study comprehensively examined the effectiveness of an integrated pest management system based on biological methods against one of the most dangerous and widespread pests of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under greenhouse conditions – the melon aphid (*Aphis gossypii* Glover). Weekly monitoring was conducted to clarify the species composition of sucking pests and to control their population dynamics. To assess pest density, model plants were used in the greenhouse, on which the impact of various biological agents was experimentally tested. The results showed that three releases of the parasitoid *Aphidius colemani* reduced the melon aphid population by up to 69.3%. However, by the end of June, due to unfavorable weather conditions, the parasitoid's activity decreased significantly. At this stage, an additional measure was applied – the biological product Aktarofit 1.8 (1.0 l/ha), which demonstrated an effectiveness of 84.2%. The findings confirmed that the combined use of entomophages and biological products is an environmentally safe, biologically effective, and modern method of crop protection against pests. The obtained results provide an important scientific basis for introducing new biological control methods in greenhouse farming. Furthermore, this research contributes to the improvement of integrated pest management systems and ensures stable productivity in agriculture.

Keywords: *Aphis gossypii*, cucumber, greenhouse, integrated pest management, biological insecticide, entomophages, biological effectiveness.

Авторлардың үлесі

Қасымов А.А. – зерттеу жұмысының концептуализациясы, әдіснамасын құрастыру, жылыжай жағдайындағы далалық тәжірибелерді жүргізу, мониторингтік деректерді жинау және өңдеу, бастапқы деректерді талдау, визуализация және мақаланың алғашқы нұсқасын

жазу. Сонымен қатар, нәтижелерді ғылыми тұрғыдан түсіндіру, қолжазбаны редакциялау және соңғы нұсқасын келісу жұмыстарын атқарды.

Алпысбаева Қ.А. – зерттеу жұмысының жалпы ғылыми жетекшілігін қамтамасыз етті, биологиялық агенттерді қолдану әдістерін таңдауға әдістемелік қолдау көрсетті, ресурстармен қамтамасыз ету және жобаны әкімшілендіру жұмыстарын үйлестірді. Сонымен қатар, қолжазбаны шолып, ғылыми тұрғыдан толықтыру және түзету жұмыстарын жүргізді.

ГТАХР 68.39.15

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/18>

Н.С.Мухамадиев, Г.Ж.Меңдібаева, Н.Т.Кеңес, Е.Дәулеткелді, Н.Б.Ақбаев*

«Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Алматы қ, Қазақстан, nurzhan-80@mail.ru, 1987gulnaz@gmail.com, nurgeldi_93_kz@mail.ru, elshat_d@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІ МЕН ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ЖАСЫЛ ЖЕЛЕКТЕРДІҢ ОРМАНПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ИНВАЗИЯЛЫҚ ЗИЯНКЕСТЕРДІҢ ТАРАЛУЫ

Аңдатпа

Жасыл желектердің экологиялық және эстетикалық маңызы зор. Алайда зиянды ағзалар жасыл желектердің жалпы жағдайына кері әсерін тигізеді. Олар ағаштар мен бұталарды әлсіретіп, құрауына әкеледі. Зиянды ағзалармен күресу көбінесе түрлік құрамы мен жаңа тіршілік ету жағдайларындағы биологиясының жеткіліксіз зерттелуіне байланысты күрделі болады.

Мақалада Алматы, Шымкент, Тараз және Қызылорда қалаларының жасыл желектерінің орман патологиялық жағдайы сипатталып, зиянкестердің инвазиялық және басым түрлері, олардың қоныстануы мен зияндылығы туралы деректер келтірілген.

Аталған аймақтарға мониторинг жүргізу барысында қалалар мен орман алқаптарына айтарлықтай зиян келтіретін 30-дан астам түрлері анықталды. Солардың ішіндегі бұрын соңды болмаған инвазивті зиянкестер: охрид немесе талшын ағашының егеуші (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic.), қарағаштың зигзаг жасап егеуші (*Aproceros leucopoda* Takeuchi), еменнің үңгі егеуші (*Profenusa pygmaea*), қоңыр мәрмәр қандаласы (*Halyomorpha Halys* Stål) және қараағаш жапырақжегіші (*Xanthogaleruca luteola*) кездесті. Сонымен қатар, жасыл желектерде жапырақжегіштер (*Chrysomelidae*), жапырақкөміргіштер (*Tortricidae*), мұр (*Geometridae*) және жұпсыз жібек көбелектері (*Bombyx*), жұлдызшалы (*Acantholyda posticalis* Mats) және қызылбасты жұлдызшалы тоқығыш егеуіштер (*Acantholyda erythrocephala* Linneus) табылды.

Кілт сөздер: жасыл желек, зиянкес, ауру, энтомофаг, инвазия, биологиялық препарат, феромон, биоагент.

Kipicne

Қазақстан Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың тапсырмасына сәйкес, алдағы бес жылда республикада ормандарға 2 млрд. астам ағаш және елді мекендерде 15 млн. ағаш отырғызу жоспарлануда. Елдің орманды алқаптары экологиялық тепе-теңдікті сақтауда шешуші рөл атқарады. Шөлейттену және жердің деградациясы елеулі экономикалық және әлеуметтік қиындықтар туғызады, ал орман зиянкестері мен аурулары орман ресурстарына айтарлықтай зиян келтіреді. Сондықтан, ормандарды сақтау және қорғау маңызды және өзекті міндет болып табылады.

Қазіргі уақытта антропогендік әрекеттің нәтижесі күн сайын ондаған мың жануарлар

(жәндіктер) мен өсімдік ағзаларына әсер етеді. Сонымен қатар, олардың көпшілігі өте ауыр экологиялық, әлеуметтік және экономикалық салдарға әкеледі [1].

Мәселен, соңғы жылдары Қазақстандағы орманды және қалалық жасыл желектерде зиянкес-бунақденелілердің инвазиялық түрлерінің таралуының өршуі байқалады, олардың биологиялық-экологиялық ерекшеліктері жеткілікті зерттелмеген. Бұл құбылыс тауар айналымының, адамдардың, жүктердің және шекарадан өтетін көліктердің көбеюіне байланысты. Инвазиялық түрлердің негізгі ену жолдары зиянкестердің жиналу ошағына айналатын қаланың ірі көлік тораптары арқылы өтеді.

Инвазиялар – бұл бұрын болмаған аймақтарға бөгде түрлердің, соның ішінде зиянкестердің басып кіруі – жаһандық ауқымдағы мәселе болып табылады [2,3,4]. Мемлекеттер арасындағы шекаралардың ашықтығы, өсімдік өнімдері мен отырғызу материалының импорты мен экспортының өсуі – фитотрофты жәндіктердің кездейсоқ тасымалдануы көбінесе осы жолмен жүзеге асады – көптеген түрлер үшін географиялық кедергілердің жойылуына жағдай жасайды [5,6,7].

Ареалын кеңейтіп жатқан зиянкестер инвазияланған зиянкес ретінде қабылданады, ал өз отанында олар үйреншікті, фондық түрлер болып саналады [8].

Көшеттер мен тұқымдардың көпшілігі шетелден әкелінеді, бұл ретте әлсіз заңнамалық база мен жеткіліксіз әкімшілік жауапкершілік осы процесті тиімді бақылауға мүмкіндік бермейді. Шетелдік және отандық көшеттер мен тұқымдар міндетті фитосанитариялық бақылаудан өтпейді немесе формальды түрде ғана өтеді, бұл республикада бұрын болмаған инвазивті және карантиндік зиянкестердің таралуына себеп болады. Нәтижесінде зиянкестердің көбеюі мен жасыл желектердің ауруларының эпифитотиясы байқалады. Осыған байланысты қалалардағы жасыл желектерге зиян келтіретін инвазивті ағзаларға қарсы ғылыми негізделген қорғаныс шараларын әзірлеу мақсатында бұл мәселені жыл сайын зерттеп отыру қажет [9].

Қазақстандағы орман шаруашылығының дамуына тек антропогендік факторлар (өрттер, заңсыз ағаш кесу және т.б.) ғана емес, сонымен қатар табиғи жағдайлардың өзгеруіне себеп болатын факторлар мысалы, аурулар эпифитотиі немесе орман массивтерін толықтай деградацияға ұшырата алатын қауіпті және карантинді орман зиянкестері ошақтарының пайда болуы мен жаппай көбейуі кедергі келтіреді. Осыған орай орманпатологиялық мониторинг бойынша зерттеулер жүргізу мен орманды зиянкестерден қорғау шараларының жоғары ғылыми-әдістемелік деңгейде орындалуы өте маңызды болып табылады [10].

Әдістер мен материалдар

Зиянды организмдердің түрлік құрамын зерттеу орман зиянкестері мен ауруларын бақылау әдістеріне сәйкес жүргізілді [11].

Көктемде зиянкестердің қыстайтын кезеңдерінің санын анықтау үшін топырақта 1 x 1 м немесе 0,5 x 0,5 м шұңқырлар тереңдігі дернәсілдердің қаншалықты терең орналасқанына байланысты (10-нан 30 см-ге дейін) қазылып, 1 м²-ге есептелді.

Зиянкестерді жинау кезінде тәж аймағында 50x50 см ағаш діңіне тығыз орналасқан үлгі алу, тормен шабу, эксгаустерді пайдаланып қолмен жинау және феромон тұзақтарын ілу сынды жалпы қабылданған әдістер қолданылды. Табылған зиянкестердің қуыршақтары, дернәсілдері зертханада арнайы торларға (садок) орналастырылып, әрі қарай бақылауға алынды.

Аурулар динамикасы вегетациялық кезең бойы маршруттық тексерулер мен стационарлық бақылаулар арқылы тұрақты есепке алу және бақылау жүргізу жолымен таралуы мен даму дәрежесі жалпы қабылданған әдістемелерге сәйкес есепке алынды.

Есепке алу алаңды диагональ бойынша әр 10 күн сайын жүргізілді, әрбір 10 нүктеде 10 ағаштан тексерілді.

Аурулардың таралуын анықтау **нақты есепке алынған өсімдіктер ішіндегі ауруға шалдыққан өсімдіктердің пайыздық үлесі** арқылы жүргізілді және келесі формула бойынша есептелді:

$$P = \frac{n \times 100}{N} \text{ мұнда:}$$

P – аурудың таралуы, %;

n – есепке алынған ауру өсімдіктер саны;

N – жалпы есепке алынған өсімдіктер саны.

Аурудың даму дәрежесі келесі **шкала** бойынша бағаланды:

0 балл – зақымдану жоқ;

1 балл – жапырақ бетінің (жапырақтың, өсімдіктің) **10%-ға дейін** зақымдануы;

2 балл – **11–25%** жапырақ бетінің зақымдануы; **3 балл** – **26–50%** жапырақ бетінің зақымдануы;

4 балл – **50%-дан жоғары** жапырақ бетінің зақымдануы.

Нәтижелер және талқылау

Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы жасыл қор жыл сайын көшелер мен бульварларды, саябақтар мен жекеменшік аумақтарды жаңа ағаш түрлерімен көркейтіп келеді. Алайда, көпшілік біле бермейтін жайт – осы әсем отырғызу материалдарымен бірге бұл ағаштардың зиянды организмдері де келіп жатады.

Аталған аймақтардың жасыл желектеріне мониторинг жүргізу барысында 30-ға жуық зиянкестер мен аурутқоздырғыштар анықталды. Солардың ішіндегі бұрын соңды болмаған инвазивті зиянкестер: охрид немесе талшын ағашының егеуші (Алматы, Шымкент, Тараз және Қызылорда), қарағаштың зигзаг жасап егеуші (Алматы, Шымкент, Жамбыл және Қызылорда), еменнің үңгі егеуші (Алматы, Тараз), қоңыр мәрмәр қандаласы (Алматы қ. және Алматы облысы) және қараағаш жапырақжегіші (Алматы, Шымкент, Тараз және Қызылорда) кездесті (кесте 1).

Кесте 1 – Оңтүстік және оңтүстік-шығыс Қазақстандағы жасыл желектердің негізгі зиянкестері мен ауру қоздырғыштары

Түр және оның жүйелік жіктелуі	Қалалардағы және облыста кездесуі жиілігі			
	Алматы	Шымкент	Қызылорда	Тараз
Қылқанжапырақты зиянкестер				
Жарғаққанаттылар отряды (Hymenoptera) Өрмекші егеуіштер немесе тоқымашы егеуіштер тұқымдасы (<i>Pamphiliidae</i>) Жұлдызшалы тоқымашы егеуіш (<i>Acantholyda posticalis</i> M.)	++	-	-	-
Қаттықанаттылар отряды (Coleoptera) Бізтұмсықтар тұқымдасы (<i>Curculionidae</i>) Үлкен қарағай қабық жегіші (<i>Tomicus piniperda</i>)	+	+	+	+
Қаттықанаттылар отряды (Coleoptera) Зер қоңыз тұқымдасы (<i>Buprestidae</i>) Кемпіркосақ түсті зер қоңыз (<i>Lamprodila festiva</i> (L.))	++	+++	++	++
Жартылай қаттықанаттылар отряды (Hemiptera) Сымыр тұқымдасы (<i>Pseudococcidae</i> HEYMONS, 1903) Ақұнтақ сымыры (<i>Pseudococcidae</i>)	++	+++	+++	+++
Жапырақты зиянкестер				
Жарғаққанаттылар отряды (Hymenoptera) Нағыз егеуіштер тұқымдасы (<i>Tenthredinidae</i>) Еменнің үңгі егеуіші (<i>Profenusa pygmaea</i> klug)	+++	-	-	++
Жарғаққанаттылар отряды (Hymenoptera) Нағыз егеуіштер тұқымдасы (<i>Tenthredinidae</i>) Қайынның үңгі егеуіші (<i>Scolioneura betuleti</i> Kl.)	+	+	-	-
Жарғаққанаттылар отряды (Hymenoptera) Нағыз егеуіштер тұқымдасы (<i>Tenthredinidae</i>) Қараағаштың зигзаг жасап егеуіші (<i>Aproceros leucopoda</i> (Takeuchi, 1939))	++	++	+	++
Жарғаққанаттылар отряды (Hymenoptera)				

Нағыз егеуіштер тұқымдасы (<i>Tenthredinidae</i>) Теректің үңгі егеуіші (<i>Fenusella hortulana</i> Klug.)	+	+	-	+
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Алакөбелектер тұқымдасы (<i>Gracillariidae</i>) Талшын ағашының егеуіші (<i>Cameraria ohridella</i>)	++	+	-	+
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Алакөбелектер тұқымдасы (<i>Gracillariidae</i>) Көктерек күйе көбелегі (<i>Phyllonoryctersagitella</i> B)	+	-	-	-
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Семейство Волнянки (<i>Orgyidae, или Lymantriidae</i>) Жұпсыз жібек көбелегі (<i>Lymantria dispar</i> L.)	++	-	-	-
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Семейство Моли горностаевые (<i>Yponomeutidae</i>) Алма күйе көбелегі (<i>Hyponomeuta malinella</i> L.)	+++	+	-	-
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Жапырақширатқыш тұқымдасы (<i>Tortricidae</i> или <i>Olethreutidae</i>) Долана жапырақжегіші (<i>Cacocia crataegana</i> Hb.)	+	+	+	+
Қабыршаққанаттылар отряды (Lepidptera) Ақкөбелектер тұқымдасы (<i>Pieridae</i>) Долана көбелегі (<i>Aporia crataegi</i> L.)	+	-	-	+
Қаттықанаттылар отряды (Coleoptera), Жапырақжегіштер тұқымдасы (<i>Chrysomelidae</i>) Қараағаш жапырақжегіші (<i>Xanthogaleruca luteola</i>)	++	+++	+++	+++
Қаттықанаттылар отряды (Coleoptera) Жапырақжегіштер тұқымдасы (<i>Chrysomelidae</i>) Терек жапырақжегіші (<i>Melasoma populi</i> L.)	++	++	+	+
Жартылай қаттықанаттылар отряды (Hemiptera) Бит тұқымдасы (<i>Aphidoidea</i>) Галлажасаушы биттер (<i>Pemphigus betae</i> Doane.)	+	+++	++	++
Жартылай қаттықанаттылар отряды (Hemiptera) Цикадка тұқымдасы (<i>Cicadellidae</i>) Жасыл цикадка (<i>Cicadellaviridis</i> L.)	+	+	+	+
Жартылай қаттықанаттылар отряды (Hemiptera) Сымыр тұқымдасы (<i>Diaspididae</i>) Сымыр (<i>Diaspididae</i>)	++	+	+	+
Жартылай қаттықанаттылар отряды (Hemiptera) Қалқанша қандалалар тұқымдасы (<i>Pentatomidae</i>) Қоңыр мәрмар қандаласы (<i>Halyomorpha halys</i> Stal.)	+	+	+	+
Тромбидиформды кенелер отряды (Trombidiformes) Өрмекші кенелер тұқымдасы (<i>Tetranychidae</i>) Кәдімгі өрмекші кене (<i>Tetranychus urticae</i>)	+++	+++	+++	+++
Тромбидиформды кенелер отряды (Trombidiformes) Надсемейства чetyрѣхногих (<i>Eriophyoidea</i>) Галлатүзуші кенелер (<i>Eriophyoidea</i>)	++	+	+	+
Қылқанжапырақты аурулар				
Қарағай қылқанының тат кеселі (<i>Coleosporium spp.</i>)	++	++	+	+
Шырша қылқанының тат кеселі (<i>Chrysomyxalei</i> D.B. және <i>Ch. abietis</i> (Wallr.) Unger.	++	+	+	+
Кәдімгі шютте (<i>Lophodermium pinastri</i> Chev)	++	+	+	+
Жапырақты аурулар				
Тат кеселі (<i>Heterobasidiomycetes</i>)	+	+	+	+
Жапырақтың некрозы (<i>Guignardia aesculi</i> (Peck) Stew.)	++	+++	+	+
Ақ ұнтақ (<i>Erysiphales</i>)	+	+	+	+
Клястероспориоз (<i>Clasterosporium carpophilum</i> Adehr)	+	+	+	+
Шартты белгілер: + – сирек кездеседі және қоныстануы әлсіз; ++ – орташа жиілікпен кездеседі және қоныстануы орташа; +++ – жиі кездеседі және қоныстануы күшті				

Кесте мәліметтері көрсеткендей, Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс қалалары - Алматы, Шымкент, Қызылорда және Таразда зиянды организмдердің түрлік құрамының әртүрлілігі ең жоғары деңгейде байқалды.

Алматы қаласында жасыл желектердің әртүрлілігінің жоғары болуына, сондай-ақ оларды жаңа сәндік түрлермен үнемі толықтырып, тауарлар мен көшеттер айналымының көп болуына байланысты зиянкестер мен аурутқоздырғыштарының таралуына қолайлы жағдай пайда болады. Алматы қаласы бойынша еменнің үңгі егеуіші, қарағаштың зигзаг жасап егеуіші, талшын ағашының егеуші, алма күйе көбелегі және кәдімгі өрмекші кене басым болып табылды.

Шымкент қаласы бойынша зиянкестердің 17 түрі және ауру қоздырғыштардың 7 түрі анықталды. Олардың ішінде 3 зиянкес пен 3 ауру қылқан жапырақты ағаштарға, ал 11 зиянкес пен 3 ауру жапырақты ағаштарға тән. Негізінен басым зиянды организмдер: ақұнтақты сымыр, қараағаш жапырақжегіші, галла түзуші биттер, кәдімгі өрмекші кене мен жапырақ некрозы. Шымкентте негізінен дің зиянкестері мен жапырақ жегіштер, сондай-ақ жапырақ зақымдайтын аурулар басым екендігі байқалды.

Сонымен қатар Қызылорда қаласында 13 зиянкес түрі және 7 ауру қоздырғыштар тіркелді. Олардың ішінде 10 зиянкес түрі мен барлық аурулар (4 түр) жапырақты ағаштармен байланысты. Басым зиянды организмдер: ақұнтақты сымыр, қарағаш жапырақжегіші, кәдімгі өрмекші кене. Қызылорда жағдайында құрғақшылыққа төзімді жапырақжегіш яғни шырынды сорып қоректенетін зиянкестердің басымдығы кездесті. Тараз қаласында 17 зиянкес түрі және 7 ауру қоздырғыштары анықталған. Олардың ішінде 3 зиянкес қылқан жапырақты, ал 14 зиянкес және барлық аурулар жапырақты ағаштарға тән. Басым зиянкестер түрлері: ұнтақты сымыр, қараағаш жапырақ жегіші, кәдімгі өрмекші кене. Тараз қаласы жағдайында да Қызылорда өңіріне ұқсас ыстық климатқа төзімді жапырақ жегіш зиянкестер мен кенелер басым.

Алматы қаласында ағаштарды орталықтандырылған және бір мезгілде өңдеу жұмыстары жыл сайын тұрақты түрде атқарылатындықтан, жағдай біртіндеп жақсарып келеді. Аталған зиянкестерге қарсы күрестің қиыншылығы – инвазивті зиянкестер жаңа мекендеу жағдайларында толық зерттелмеген. Олардың фенологиясын зерттеу және жүйелік, контакттік әсері бар түрлі препараттарды сынау оңай емес, сонымен қатар қала жағдайында жасыл желекті қорғауға арналған препараттар саны шектеулі. Топырақтарда инвазивті зиянкестердің тығыз қоныстануы олардың толық жойылуы үшін көп жылдық қорғаныс шараларын талап етеді.

Әрбір зиянкестің өзінің даму және жаппай ұшу кезеңдері болады. Біздің байқағанымыз бойынша популяцияның өршуі кезінде зиянкестер ағаштардың өміршеңдігінің төмендеуі мен сәндік қасиеттерінің нашарлауына айтарлықтай зиян келтірді. Бұрын соңды кездеспеген инвазивті яғни кірме зиянкестің зақымдалуын анықтап, биологиясын мұқият зерттеу және қорғаныс шараларын әзірлеу ұзақ уақытты талап етеді.

Біздің ұсыныстарымыздың негізінде Алматы қаласындағы жасыл желектердегі зиянкестердің таралу ошақтарын анықтап, оларға қарсы биологиялық және химиялық препараттарымен өңдеу жұмыстары жүргізілуде. Халық тығыз орналасқан учаскелер мен су айдындарының айналасына биологиялық препараттарды қолдана отырып, өңдеудің тиімділігі артуда.

Инвазивті зиянкестердің негізгілері бойынша қысқаша мәліметтер келтірсек.

Еменнің үңгі егеуіші толық түрленіп дамиды, сондықтан даму кезеңдері өте жылдам. Егеуіштердің дернәсілдері емен жапырақтарын кең, әртүрлі кескінде зақымдайды. Минада кейде 35-тен астам дернәсіл болады (ең көбі 67 дана), дернәсілдердің белсенді өмірі шамамен бір айға созылады (сурет 1). Барлық жапырақтар жұмыртқалардың санына байланысты миналармен жабылады да, ашық жасыл түстен қоңыр түске айналады. Айта кетерлік жағдай, мысалы еменнің үңгі егеуіші жапырақтарды зақымдаудан бөлек, ағаштың айналасындағы топырақтарды қазу барысында ондаған қыстайтын дернәсілдер болғанын байқадық яғни

олардың бірнеше жыл бойы өміршеңдігін сақтайтындығын көрсетеді. Егеуіштердің дернәсілдерінің мыңнан тек жүзі бір жылда пайда болуы мүмкін, олар ағашқа айтарлықтай зиян келтіру үшін жеткілікті болады, ал қалғандары біртіндеп бірнеше жылдан кейін шыға бастайды. Себебі олар диапаузаға қабілетті — бұл олардың қолайсыз жағдайларды бастан өткеруін қамтамасыз ететін өмірлік циклдің белсенді емес кезеңі, ал зиянкес диапаузада болу қабілетінің арқасында 11-12 жылдан кейін ғана пайда болуы мүмкін. Сондықтан зиянкестер топырақта сақталып өздеріне қолайлы жағдай пайда болған жылдары жаппай көбейе бастайды.



Сурет 1 – Емен ағашының еменнің үңгі егеуішімен зақымдалуы

Бір ғана мысал, Алматы қаласының жасыл алқаптарында еменнің үңгі егеуішіне қарсы өңдеу жұмыстары жүргізілгендіктен жапырақтардың зақымдалу дәрежелері 10-15 пайыздан аспаса, Жетісу және Жамбыл облыстарының аумағындағы өңделмеген жерлерде 85-90 пайызға дейін зақымдалған. Қорғау шаралары бойынша зерттеу жұмыстары жалғасын табуда (сурет 1,2).



Сурет 2 – Емен ағашының 3-4 рет еменнің үңгі егеуішіне қарсы өңделген жапырақтарының көрінісі



Сурет 3 – Емен ағашының еменнің үңгі егеуішімен зақымдалған және оларға қарсы өңделмеген жапырақтарының көрінісі



Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы жол бойы мен елді мекендердің маңайында ұсақ жапырақты қарағаш көгалдандыруда таптырмас түр болып табылады. Бірақ соңғы жылдары қарағаш қауіпті жапырақ кеміргіш зиянкестердің шабуылына ұшырай

бастады, онын ішінде қараағаштың зигзаг жасап егеуіші мен қараағаш жапырақжегіші 90-100% - ға дейін зақымдайды.

Біз дернәсілдердің ағаштың әр жерінде қуыршақтайтынын байқадық. Бір бұтаққа ең көбі 63-65 піллә есептелді. Қара ағаштың зигзаг жасап егеуіші топырақтың жоғарғы қабаттарындағы пілләларда дернәсілдік кезеңде қыстап, жаппай ұшулары әдетте мамырда және қайтадан шілдеде болады (сурет 4).



Сурет 4 – Қараағаштың зигзаг егеуішімен зақымдалуы

Талшын ағашының егеуіші талшын ағашына айтарлықтай зақым келтіреді. Көптеген миналар ағаштың сыртқы түрін қатты нашарлатып, әлсіретеді. Жапырақтарды жаппай зақымдау кезінде оларда көптеген миналар көрінеді.

Әдетте жапырақтарда миналармен бірге патогенді саңырауқұлақ *Guignardia aesculi* (Peck) V. B. Stewart, (Botryosphaeriaceae) зақымдануының тот басқан қоңыр дақтарын көруге болады. Зиянкеспен және саңырауқұлақ инфекциясымен бірлескен зақымдануы талшын ағашының жағдайына айтарлықтай әсер етеді (сурет 5).



Сурет 5 – Талшын ағашының үңгі мұр көбелігімен зақымдалуы

Негізінен инвазивті зиянкестердің көбі белгілі бір ағаш түріне маманданған. Яғни сол ағашты зақымдаумен шектеледі. Бұл да болса жасыл желектердің өміршендігіне кері әсерін тигізуде. Ал, қоңыр мәрмар қандаласы ауылшаруашылық, орман және сәндік дақылдардың, жеміс-көкөністердің қауіпті көп қоректі зиянкесі болып табылады. Аталған зиянкеспен биологиялық қорғау мақсатында зертханада өсіріп, тәжірибе жасалынууда. Аналығынан 5-14 күн аралығында 2-3 ай бойы бір уақытта 15-40 жұмыртқа яғни бір ғана қандаладан 250-300 жұмыртқа таралуда, осыдан аталған зиянкестің қаншалықты қауіпті екенін түсінуге болады (сурет 6).



Сурет 6 – Қоңыр мәрмар қандаласының даму кезеңдері және феромон тұзақтары арқылы мониторинг жүргізу

Сонымен қатар, 2022-2025 жылдары Іле және Жоңғар Алатауындағы жабайы жемісті таулы ормандарында жапырақ жегіш қауіпті карантинді зиянкес - жұпсыз жібек көбелегі пайда бола бастады. Зиянкес жеміс ағаштарының арасынан алма, алмұрт, қара өрік, өрікті, ал орман түрлерінен – терек, қайың, үйеңкі, қарағаш, т.б. зақымдайды.

Көктемде, орташа тәуліктік температура +5, +6°C-қа жеткенде, жұлдызқұрттары шығып, олар бірнеше күн бойы «айналарда» отырып, кейін тәжге көтеріледі. Оңтайлы даму температурасы +20, + 25°C. Денесінде ұзын қылшықтары бар жас жұлдызқұрттар желмен аспанға көтеріліп, едәуір қашықтыққа барып, бір ағаштан екінші ағашқа және көршілес бақтарға таралады. Жаздың бас кезінде жұлдызқұрттар өрмек жіптермен шырмалған жапырақтардың арасында немесе қабықта борпылдақ пілләға оранып қуыршаққа айналады. Көбелектер жаз ортасында жыныс бездері пісіп жетілген күйде шығады және олар қоректенбейді. Жұмыртқаларын ағаштың сүңгегіне жабыстыра салады, үстін өздерінің бауыр түктерімен жауып тастайды. Айта кету керек, зиянкестің тағы бір ерекшелігі салған жұмыртқалары қыстың қатты аязына шыдамды болып келеді. Жұпсыз жібек көбелектің құрттары өте ашкөз және жапырақтарды тез жеп, 95-100 пайыз жалаңаш тәжге дейін жеткізеді [12,13,14].

Бүгінде Алматы қаласында кездеспеген бірақ басқа аймақтарда бар тау бөктері жағдайындағы қылқан жапырақты қарағай ағаштарының қылқандарын аса қауіпті зиянкестер: жұлдызшалы тоқығыш егеуіш және қызылбасты жұлдызшалы тоқығыш егеуіштер де зақымдауда.

Бұл зиянкестер жасыл желектің жалпы жағдайына айтарлықтай кері әсерін тигізіп, ағаштардың қурауына немесе жойылып кетуіне әкелуі мүмкін. Аталған зиянкестің дернәсілдері тіршілігінің алғашқы кезеңінен бастап қылқан жапырақтардың ішінде тор тәрізді ұя жасап, сол жерде мекендейді. Дамудың алғашқы екі кезеңінде дернәсілдер жас инелермен қоректеніп, алдымен иненің ұшын жейді, кейін оны толық кеміріп тастайды. Үшінші жасынан бастап олар ескі инелерді де жей бастайды.

Мамыр айының басы мен шілде айының аралығында жалғанжұлдызқұрттар ұяларын тастап, топыраққа түседі де, 15–25 см тереңдікте қыстап шығады. Бүгінде аталған зиянкестің жаппай таралуы Жоңғар мен Іле Алатауының тау бөктеріндегі қарағайлы ормандар мен көрікті Алматы қаласының жасыл желектеріне жойылып кету қаупін төндіруде (сурет 7).

Ауыл және орман шаруашылығы салаларында қызмет атқаратын маман жергілікті энтомофаунаның зиянды және пайдалы түрлерін жақсы меңгерген жағдайда, аймаққа тән емес, бөгде объектілерді дер кезінде анықтай алады. Мұндай жағдайда анықталған күдікті үлгілерді жедел түрде уәкілетті карантиндік қызметтерге немесе салалық ғылыми-зерттеу мекемелеріне жолдау қажет.

Халықаралық тәжірибе көрсетіп отырғандай, дамыған мемлекеттер инвазиялық зиянкестердің таралуының алдын алу мақсатында, шекаралас елдерде тіркелген түрлер бойынша мамандарды алдын ала ақпараттандырып, біліктілікті арттыру курстарынан өткізуді жүйелі түрде жүзеге асырады.

Сонымен қатар, өсімдіктерді, тұқымдарды, ағаш материалдарын және ауыл шаруашылығы өнімдерін ел аумағына енгізуге қатысты қатаң фитосанитариялық бақылау орнатылған. Мемлекеттік шекаралардағы карантиндік бақылау бекеттерінде тауарларды зиянды организмдердің бар-жоғына тексеру және талдау жүргізетін арнайы қызметтер жұмыс істейді (АҚШ, Еуропалық Одақ және басқа елдер тәжірибесі).



Сурет 7 – Қарағайлардың жұлдызшалы және қызылбасты жұлдызшалы тоқығыш егеуіштермен зақымдалуы

Қорытынды

Еліміздің орман қорын сақтау мен ұлғайту үшін орман және орман питомниктеріндегі зиянкестер мен аурулардың санын реттеу жөніндегі шараларды тұрақты негізде ғылыми-әдістемелік әзірлеу мен жетілдіру қажет. Тиімді қорғау шаралары қабылданбаған жағдайда жаппай зақымданудың салдары жасыл желектердің, құнды жабайы жемісті ормандардың тіпті мәдени бақтардың тектік қорының жойылуына алып келуі мүмкін.

Ағаштардың жай-күйі мен зиянкестердің түр құрамына орманпатологиялық мониторинг жасауда жаяу маршруттық тексерулермен қатар жетуі қиын тау шатқалдарында қажетті құралдармен жабдықталған ҰҰА (ұшқышсыз ұшу аппараттары) пайдалануға болады. Сонымен қатар, зиянкестермен күресуде қоршаған флора мен фаунаға зиян келтірмеу мақсатында биопрепараттармен өңдеу кезінде де ҰҰА қолдану тиімді.

Жасыл желектерді қорғау және сауықтыру қала аумағының қауіпті пестицидтермен одан әрі ластануын болдырмау, экологиялық ахуалды және орманпатологиялық жағдайды жақсарту мақсатында кешенді шараларды (биопрепараттар, энтомофагтар және феромондық тұзақтар) қолдану арқылы негізінен биологиялық әдістермен тұрақты және оңтайлы мерзімде жүргізілуі тиіс.

Органикалық және минералды макро және микро тыңайтқыштармен жеткіліксіз суару ағаштардың әлсіреуіне және өлуіне әкеледі. Іс жүзінде барлық қалаларда табиғи топырақ сақталмай, ылғалданумен аэрацияны қамтамасыз ететін кеуектілікпен оның құрамдас элементтері арасындағы тепе-теңдік бұзылып, жасанды топырақ қалыптасты. Топырақтың қатты ластануы өнеркәсіптік өндірістің зиянды қалдықтарының түсуі салдарынан болуда. Сондықтан топырақ құнарлылығының төмендегенін ескере отырып, макро және

микроэлементтер, гумин қышқылдары, экстракт, аквасорбенттер т. б. өсімдік өсуін реттеуіштермен жасыл желектерді қоректендіру қажет.

Алғыс айту: Зерттеу жұмыстары ҚР ҒЖБМ Ғылым комитеті 2024 жылдың 20 маусымының №115/КМУ 5-24-26 келісім-шартының Агроөнеркәсіптік кешенді тұрақты дамыту басым бағыты бойынша АР22788572 «Қоңыр мәрмәр қандаласына (*Halyomorpha halys*) қарсы биологиялық қорғауда энтомофагтарды өсіру әдістерін әзірлеу және қолдану» 2024-2026 жж. гранттық қаржыландыру аясында жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

1. Дуйсембеков Б.А., Мухамадиев Н.С., Мендибаева Г.Ж., Кенес Н., Шакеров А. Вспышка листогрызущих вредителей в дикоплодовых горных лесах Илейского и Жетысуского Алатау // Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин леса». – Спецвыпуск, №1 S (18). – 2024. – 30 с.
2. Kenis M., Rabitsch W., Auger-Rozenberg M.-A., Roques A. How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions? // *Bulletin of Entomological Research*. – 2007. – Vol. 97. – P. 489–502.
3. Aukema J., Leung B., Kovacs K., Chivers C., Britton K.O., Englin J., Fraenkel S.J., Haight R.G., Holms T.P., Liebhold A.M., McCullough D.G., Von Holle B. Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States // *PLOS ONE*. – 2011. – Vol. 6. – e24587. – P. 1–7.
4. Seebens H., Blackburn T.M., Dyer E.E. et al. The global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools // *PNAS*. – 2018. – Vol. 115, no. 10. – P. 1–10.
5. Масляков В.Ю., Ижевский С.С. Инвазии растительноядных насекомых в европейскую часть России. – М.: ИГРАН, 2011. – 272 с.
6. Liebhold A.M., Brockerhoff E.G., Garrett L.J., Parke J.L., Britton K.O. Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US // *Frontiers in Ecology and the Environment*. – 2012. – Vol. 10, no. 3. – P. 135–143.
7. Liebhold A.M., Yamanaka T., Roques A., Augustin S., Chown S.L., Brockerhoff E.G., Pyšek P. Plant diversity drives global patterns of insect invasions // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8, no. 12095. – P. 1–5.
8. Sweeney J., Anderson R.S., Webster R.P., Nevill R. First records of *Orchestes fagi* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) in North America, with a checklist of the North American Ramphini // *The Coleopterists Bulletin*. – 2012. – Vol. 66. – P. 297–304.
9. Mukhamadiyev N.S., Mengdibayeva G.Zh., Nizamdinova G.K., Shakerov A.S. Harmfulness invasive pest – oak mining sawfly (*Profenusa pygmaea*, Klug, 1814) // *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. – 2021. – Vol. 6, No. 340. – P. 44–49. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1483.10>
10. Ракымбеков Ж.К., Мухамадиев Н.С. Нарынқол орман шаруашылығы» КММ аумағындағы Ярмоленко қайыңы мен Шпенк шыршасы алқағаштарының санитарлық жағдайлары. // Ізденістер, нәтижелер. № 2 (90) ISSN 2304-3334. – С. 157-165
11. Ильинский А.И., Тропин И.В. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР // *Лесная промышленность*. – М., 1965. – С. 276–278.
12. Irina P. Panyushkina, Nurjan S. Mukhamadiev, Ann M. Lynch, Nursagim A. Ashikbaev, Alexis H. Arizpe, Christopher D. O'Connor, Danyar Abjanbaev, Gulnaz Z. Mengdbayeva and Abay O. Sagitov. Wild Apple Growth and Climate Change in Southeast Kazakhstan // *Forests* 2017, 8(11), 06; <https://doi.org/10.3390/f8110406>
13. Bolat Zh, Mukhamadiyev N.S., G.Zh. Mengdibayeva, Ashikbaev N, Gokturk T. Forest Pathology Pattern of Forest Stands of the Green Belt of Astana. // *On Line Journal of Biological Sciences* Volume 18, Issue 2. P. 158-16. 2018. DOI:10.3844/ojbsci.

14. Ann M.Lynch, Nurjan S. Mukhamadiev, Christopher D. O'Connor, Irina P. Panyushkina, Nursagim A. Ashikbaev and Abay O. Sagitov. Tree-ring reconstruction of bark beetle disturbances in the *Picea schrenkiana* Fisch. et Mey. Forests of southeast Kazakhstan // *Forests* 2019, 10 (10), 912; <https://doi.org/10.3390/f10100912>

References

- [1] Duisembekov, B. A., Mukhamadiev, N. S., Mendibaeva, G. Zh., Kenes, N., & Shakerov, A. (2024). Vspyshka listogryzushchikh vreditel'ei v dikoplodovykh gornykh lesakh Ile'skogo i Zhetysuskogo Alatau. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Zashchita i karantin lesa»*, Spetsvypusk(1S), 30. [in Russian]
- [2] Kenis, M., Rabitsch, W., Auger-Rozenberg, M.-A., & Roques, A. (2007). How can alien species inventories and interception data help us prevent insect invasions? *Bulletin of Entomological Research*, 97, 489–502. <https://doi.org/10.1017/S0007485307005184>
- [3] Aukema, J., Leung, B., Kovacs, K., Chivers, C., Britton, K. O., Englin, J., Fraenkel, S. J., Haight, R. G., Holms, T. P., Liebhold, A. M., McCullough, D. G., & Von Holle, B. (2011). Economic impacts of non-native forest insects in the continental United States. *PLOS ONE*, 6(9), e24587. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024587>
- [4] Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., et al. (2018). The global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(10), 1–10. <https://doi.org/10.1073/pnas.1719429115>
- [5] Maslyakov, V. Yu., & Izhevskii, S. S. (2011). *Invazii rastenoyadnykh nasekomykh v evropeiskuyu chast' Rossii*. Moskva: IGRAN. [in Russian]
- [6] Liebhold, A. M., Brockerhoff, E. G., Garrett, L. J., Parke, J. L., & Britton, K. O. (2012). Live plant imports: The major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(3), 135–143. <https://doi.org/10.1890/110198>
- [7] Liebhold, A. M., Yamanaka, T., Roques, A., Augustin, S., Chown, S. L., Brockerhoff, E. G., & Pyšek, P. (2018). Plant diversity drives global patterns of insect invasions. *Scientific Reports*, 8, 12095. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30605-7>
- [8] Sweeney, J., Anderson, R. S., Webster, R. P., & Nevill, R. (2012). First records of *Orchestes fagi* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) in North America, with a checklist of the North American Ramphini. *The Coleopterists Bulletin*, 66, 297–304. <https://doi.org/10.1649/072.066.0403>
- [9] Mukhamadiyev, N. S., Mengdibayeva, G. Zh., Nizamdinova, G. K., & Shakerov, A. S. (2021). Harmfulness invasive pest – oak mining sawfly (*Profenusa pygmaea*, Klug, 1814). *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 6(340), 44–49. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1483.10>
- [10] Rakyimbekov, Zh. K., & Mukhamadiev, N. S. (2022). Narynkol orman sharuashylygy KMM aumağyndağy Yarmolenko qaryny men Shrenk shyryshasy alqaagashтарыnyñ sanitarlyq jağdailary. *Izdenister, natizheler*, 2(90), 157–165. [in Kazakh]
- [11] Ilinskiĭ, A. I., & Tropin, I. V. (1965). Nadzor, uchet i prognoz massovykh razmnzhenii khvoe- i listogryzushchikh nasekomykh v lesakh SSSR. *Lesnaya promyshlennost'*, 276–278. [in Russian]
- [12] Panyushkina, I. P., Mukhamadiev, N. S., Lynch, A. M., Ashikbaev, N. A., Arizpe, A. H., O'Connor, C. D., Abjanbaev, D., Mengdibayeva, G. Z., & Sagitov, A. O. (2017). Wild apple growth and climate change in southeast Kazakhstan. *Forests*, 8(11), 406. <https://doi.org/10.3390/f8110406>
- [13] Bolat, Zh., Mukhamadiyev, N. S., Mengdibayeva, G. Zh., Ashikbaev, N., & Gokturk, T. (2018). Forest pathology pattern of forest stands of the Green Belt of Astana. *Online Journal of Biological Sciences*, 18(2), 158–161. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2018.158.161>
- [14] Lynch, A. M., Mukhamadiev, N. S., O'Connor, C. D., Panyushkina, I. P., Ashikbaev, N. A., & Sagitov, A. O. (2019). Tree-ring reconstruction of bark beetle disturbances in the *Picea schrenkiana* Fisch. et Mey. forests of southeast Kazakhstan. *Forests*, 10(10), 912. <https://doi.org/10.3390/f10100912>

Н.С.Мухамадиев, Г.Ж.Мендибаева*, Н.Т.Кенес, Е.Даулеткелди, Н.Б.Ақбаев
ТОО «Казакский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Алматы,
Казахстан, nurzhan-80@mail.ru, 1987gulnaz@gmail.com, nurgeldi_93_kz@mail.ru,
elshat_d@mail.ru

ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ЮГЕ И ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация

Зеленые насаждения имеют важное экологическое и эстетическое значение. Однако вредные организмы оказывают отрицательное влияние на общее состояние зеленых насаждений городов. Они ослабляют и приводят деревья и кустарники к гибели. Борьба с вредными организмами часто бывает сложной из-за не достаточной изученности их видового состава и биологии в новых условиях обитания.

В статье описывается лесопатологическое состояние и представлены данные по доминантным видам вредителей зеленых насаждений городов Алматы, Шымкент, Тараз и Кызылорда их заселенность и вредоносность.

В результате обследований зеленых насаждений встречается более 30 видов вредителей. Самые опасные из них - инвазивные вредители: дубовый минирующий пилильщик (*Profenusa pygmaea* Klug.), мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stål.), каштановая моль - пестрянка или охридский минер (*Cameraria ohridella*), ильмовый пилильщик-зиг-заг (*Aprocerosleucopoda* (Takeuchi, 1939) и тополевый минирующий пилильщик (*Fenusella hortulana* Klug.). Кипарисовая радужная златка (*Lamprodila festiva* (L.)) Есть также листоеды (*Chrysomelidae*), листовертки (*Tortricidae*), пяденицы (*Geometridae*), шелкопряды (*Bombyx*), звездчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda erythrocephala* Linneus).

Ключевые слова: зелёные насаждения, вредитель, болезнь, энтомофаг, инвазия, биопрепарат, феромон, биоагент.

N.S.Mukhamadiyev, G. Zh.Mengdibayeva*, N.T. Kenes, Dauletkeldi E., N. Akbayev
LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.
Zhiembayev", Almaty, Kazakhstan, nurzhan-80@mail.ru, 1987gulnaz@gmail.com,
nurgeldi_93_kz@mail.ru, elshat_d@mail.ru

FOREST PATHOLOGICAL CONDITION OF GREEN PLANTINGS AND THE SPREAD OF INVASIVE PESTS IN THE SOUTH AND SOUTHEAST OF KAZAKHSTAN

Abstract

Green plantings have significant ecological and aesthetic importance. However, harmful organisms negatively impact the overall condition of urban green spaces. They weaken trees and shrubs and can eventually lead to their death. Controlling these pests is often difficult due to insufficient knowledge of their species composition and biology in new habitats.

This article describes the forest pathological condition and provides data on the dominant pest species affecting green plantings in the cities of Almaty, Shymkent, Taraz, and Kyzylorda, including their population levels and harmfulness.

As a result of surveys, more than 30 pest species have been identified.

The most dangerous among them are invasive pests such as the oak leafminer sawfly (*Profenusa pygmaea* Klug), the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål), the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*), the elm zigzag sawfly (*Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939) and the poplar leafminer sawfly (*Fenusella hortulana* Klug). Also recorded were the cypress jewel beetle (*Lamprodila festiva* (L.)), leaf beetles (*Chrysomelidae*), leafrollers (*Tortricidae*), inchworms (*Geometridae*), silk moths (*Bombyx*), and the redheaded pine sawfly (*Acantholyda erythrocephala* Linnaeus).

Keywords: green plantings, pest, disease, entomophage, invasion, biopreparation, pheromone, bioagent.

Авторлардың үлесі

Н.С.Мухамадиев, Алматы, Шымкент, Тараз және Қызылорда қалаларының жасыл желектерінің орман патологиялық жағдайын, зиянкестердің инвазиялық және басым түрлері, олардың қоныстануы мен зияндылығын зерттеу, мақаланың негізгі бөлімін жазу

Г.Ж.Меңдібаева, зертханалық эксперименттерді ұйымдастыру, мақаланы өңдеу және жариялауға дайындау

Кеңес Н.Т., зертханалық эксперименттерді жүргізу, жасыл желектердің негізгі зиянкестері мен ауру қоздырғыштарын анықтауға қатысу

Дәулеткелді Е., жасыл желектердің негізгі зиянкестері мен ауру қоздырғыштарын анықтауға қатысу

Акбаев Н.Б. жасыл желектердің негізгі зиянкестері мен ауру қоздырғыштарын анықтауға қатысу

MPHTI68.37.29

DOI <https://doi.org/10.37884/03-1-2025/19>

З.Б. Бекназарова*¹, И.И.Темрешев¹, Г. Калдыбеккызы², А.М. Чадинова¹,
Э.А. Джубатова¹, А.Ш.Джанбатыров²

¹Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
им. Ж.Жиембаева, г. Алматы, Республика Казахстан, zibash_bek@mail.ru

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Республика Казахстан, gkaldybekkyzy@bk.ru

УСТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ПОЛЕЗНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ В САДАХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА И В ГОРНЫХ ЛЕСАХ НА ЯБЛОНЕ СИВЕРСА

Аннотация

В статье приведены местные популяции энтомофагов (паразитов, хищников) яблонной плодовой жорки (*Cydia pomonella* L.) и других чешуекрылых вредителей в садах юго-востока Казахстана и в горных дикоплодовых лесах на дикой яблоне Сиверса. Выявлен специализированный энтомофаг маструс (*Mastrus ridens* (Horstmann, 2009)), который является перспективным паразитом для разведения и применения против яблонной плодовой жорки в садах. Также были проведены работы по лабораторному разведению яблонной плодовой жорки и энтомофага *Mastrus ridens*. Разведение паразита в лабораторных условиях осуществляли на гусеницах яблонной плодовой жорки 5-го возраста, при температуре 24⁰С и влажности – 60%.

Для решения вопроса включения энтомофага *Mastrus ridens* в систему биологической защиты сада от яблонной плодовой жорки, в лабораторных условиях была проведена оценка влияния ряда биологических и химических инсектицидов на совместимость с эктопаразитом.

Учитывая значительные трудности с лабораторным размножением *Mastrus ridens*, нами были дополнительно проведены исследования паразита – бракона (*Bracon hebetor* Say.), поддерживаемого в коллекции института. Было установлено, что бракон эффективно парализует личинок яблонной плодовой жорки, демонстрируя степень паразитирования до 68,7%.

Ключевые слова: яблонная плодовая жорка, энтомофаг, яблоня Сиверса, популяция, паразит, хищник, маструс.

Введение

В Казахстане в последние годы увеличилась площадь плодовых культур, особенно яблони. Одной из основных причин резкого снижения урожайности и его качества является широкое распространение вредителей и бесконтрольное применение пестицидов.

Установлено, что отсутствие защитных мероприятий от яблонной плодовой гнили и других чешуекрылых вредителей приводит к повреждению 80% плодов.

В Казахстане в 2015 году был принят Закон о производстве органической продукции [1], согласно которому, вместо применения пестицидов, необходимо широко внедрять в практику защиты растений биологические методы борьбы. В настоящей статье приведены материалы по разработке и внедрению биологических средств защиты яблони, что позволит увеличить производство экологически чистой (органической) продукции для внутреннего потребления и экспорта на внешний рынок. Необходимо постоянно осуществлять поиск и разведение полезных видов насекомых (энтомофагов), широко применять биопрепараты и феромонные ловушки, разрабатывать технологии защиты растений от вредных организмов с акцентом на их экологизацию.

Среди всего видового разнообразия чешуекрылых вредителей яблони, наибольшим распространением и вредоносностью отличается яблонная плодовая гниль [2-4]. В отдельные годы этим фитофагом повреждается до 100% урожая яблок. В борьбе с вредителем до настоящего времени применяются высокотоксичные пестициды, что отрицательно сказывается на здоровье людей, особенно употребляющих яблоки в свежем виде. Поэтому разработка экологизированной системы защиты яблони от плодовой гнили и других чешуекрылых вредителей с минимизацией использования химических пестицидов и внедрением более безопасных, биологических методов, является весьма актуальной научной и практической задачей.

Методы и материалы

При проведении полевых и лабораторных исследований были использованы общепринятые в энтомологии и защите растений методы, а также оригинальные модификации ловушек. Поиск и выявление вредителей и полезных насекомых (энтомофагов) проводили в садах юго-востока Казахстана и в горных плодовых лесах на яблоне Сиверса.

Для отлова летающих насекомых в агроценозах сада использовали энтомологический сачок. Для обнаружения энтомофагов проводили сплошное кошение растительности, тщательно идентифицируя отловленные виды. С целью выявления мелких паразитоидов (например, трихограмматид и браконид) собирали яйца и гусениц их естественных хозяев (чешуекрылых вредителей) непосредственно в полевых условиях. В ночное время отлов насекомых осуществляли на свет ультрафиолетовой лампы специального спектра, собранных насекомых еженедельно просматривали в течение всего вегетационного периода (с ранней весны до поздней осени) [5, 6].

Результаты и обсуждение

В 2021-2023 годы на штамбы деревьев в садах было наложено более 1000 ловчих поясов, из которых было собрано 2071 гусеница яблонной плодовой гнили. В ранневесенний период под корой штамбов деревьев было выявлено более 350 зимующих гусениц. Большое количество паразитированных гусениц было установлено в 2021 и 2023 годах в КХ «Олжас», 23,9% и 40,5% соответственно от общего числа всех собранных особей. Также в 2022-2023 годах выявлены паразиты в саду лаборатории биотехнологии ТОО «КазНИИСиКР им. Ж. Жиембаева», степень паразитирования составила 26,6% и 29,0% соответственно. В КХ «Олжас», помимо указанных видов, среди гусениц и многих других энтомофагов был выявлен паразит *Mastrus ridens*, который может быть использован для разведения и биологического контроля против яблонной плодовой гнили. Этот паразит был выявлен ещё в 1994 году, вывезен из Казахстана иностранными учеными и интродуцирован в Австралии, Новой Зеландии и Чили.

В КХ «Алатау» наблюдался существенно более низкий процент паразитирования гусениц, составлявший лишь 5,5%. Это различие частично объясняется тем, что сорт яблони Апорт, преобладающий в КХ «Олжас», демонстрирует более высокую степень повреждаемости яблонной плодовой гнилью по сравнению с сортом Голден Делишес, доминирующим в КХ «Алатау». В КХ «Олжас» по этой причине количество гусениц

плодожорки, как правило, было значительно выше, а процент заражения оказался выше за счет дополнительного выпуска нами паразитов маструса и бракона.

Необходимо отметить, что основной причиной снижения численности энтомофагов является регулярное проведение в КХ «Алатау» химических обработок.

На рисунке 1 показано имаго *Mastrus ridens*, выявленного в КХ «Олжас».



Рисунок 1 – *Mastrus ridens* (Horstmann, 2009) – маструсриденс, сем. *Ichneumonidae* – ихневмонида

В 2021 году из зараженных гусениц яблонной плодожорки было отобрано 45 особей маструса, которые были использованы, впоследствии, для проведения экспериментов по установлению возможности его разведения. Для опытов были использованы свежесрезанные ветви яблони, а также плоды, на которых заранее были получены кладки яиц яблонной плодожорки.

Ветви и плоды были размещены в садках, в которые заранее выпускали бабочек яблонной плодожорки и получали яйцекладки. Выпущенные в садки имаго *Mastrus ridens* не заражали яйца плодожорки. В период отрождения гусениц плодожорки повторно произведен выпуск *Mastrus ridens* целью заражения гусениц, однако и в этом случае заражения зафиксировано не было.

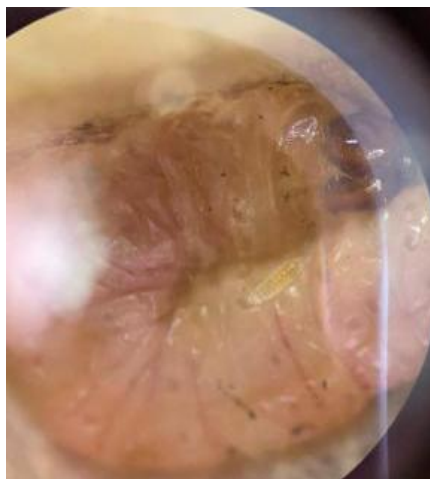


Рисунок 2 - Личинки паразита *Mastrus ridens*

Второй эксперимент по установлению зараженности яблонной плодожорки *Mastrus ridens* также был проведен в лабораторных условиях. Для этого аналогичным способом вначале в садках получали яйцекладки плодожорки и отродившиеся из них гусеницы внедрялись в плоды. Когда гусеницы достигали старшего возраста, оплодотворенные самки *Mastrus ridens* откладывали по 2-3 яйца в гусениц плодожорки. Зараженных паразитом

гусениц яблонной плодовой гусеницы содержали в садках, поддерживая влажность воздуха ватными тампонами на уровне 65%. Отродившиеся из отложенных яиц личинки паразита питались гусеницами яблонной плодовой гусеницы (рисунок 2). В среднем продолжительность развития личинки от яйца до куколки составила 9-10 дней при температуре +24°C.

Период стадии куколки длился 9 дней (рисунок 3). Кормление паразита медом позволило обеспечить продолжительность жизни *Mastrus ridens* до 16-18 дней. Исследования по изучению возможности разведения паразита *Mastrus ridens* будут продолжены, поскольку он представляет собой интересный объект для дальнейших исследований.



Рисунок 3 - Шкурки яблонной плодовой гусеницы, рядом – куколки паразита *Mastrus ridens*

Согласно данным Е.М. Макарова, гусеницы плодовой гусеницы, зараженные *Mastrus ridens*, были зарегистрированы уже в 1979 году. Автор отмечает, что паразит в наибольшем количестве был зарегистрирован в саду Талгарского сортоучастка, где 30% из общего числа гусениц были паразитированы, из которых 11% – заражены *Mastrus ridens*. В 1979 году степень заражения составила 6,3% (19% от общего числа гусениц) [7].

Для получения данных о распространении *Mastrus ridens* были проведены дополнительные обследования яблонь в дикоплодовых горных лесах, где не проводились химические обработки. В Талгарском районе в лесах Иле-Алатауского ГНПП в Медеуском и Тургенском лесничествах были собраны гусеницы яблонной плодовой гусеницы из плодов яблони Сиверса в количестве 100 особей, при этом, ни в одной из них энтомофаг не был выявлен.

В 2022-2023 годы были продолжены работы по отработке методики лабораторного разведения паразита *Mastrus ridens*, выявленного в 2021 году в КХ «Олжас» Карасайского района Алматинской области, на основе литературных данных [8].

Наши опыты показали, что *Mastrus ridens* заражает только гусениц плодовой гусеницы 5-го возраста и не заражает гусениц младших возрастов.

Поэтому, учитывая тот факт, что паразит ранее не был исследован по установлению его содержания и разведения, нами проведен эксперимент, когда для его активизации в качестве хозяина были предложены личинки восковой моли (*Galleria mellonella*). Эксперимент, к сожалению, показал отрицательный результат в связи с тем, что паразит не заражал личинок моли.

Поскольку задача состояла в разведении яблонной плодовой гусеницы, чтобы получить гусениц и куколок фитофага и заражать их *Mastrus ridens*, были начаты исследования по разработке технологии разведения яблонной плодовой гусеницы и энтомофага *Mastrus ridens*.

Разведение яблонной плодовой гусеницы. Для создания лабораторной линии популяции яблонной плодовой гусеницы хозяина *Mastrus ridens*, были собраны куколки фитофага из ловчих

поясов, наложенных ранее на деревья в хозяйствах Алматинской области. Многие авторы, по поводу разведения насекомых, утверждают, что собранные в полевых условиях виды трудно адаптируются к лабораторным условиям и их адаптация занимает в стадиях онтогенеза несколько поколений [9, 10]. Тем не менее, несмотря на это, мы провели эксперименты по разведению яблонной плодовой и эктопаразита *Mastrus ridens*. В лабораторных условиях вылетевшие из куколок бабочки яблонной плодовой, через 2-3 дня после спаривания, приступали к откладке яиц. Для откладки яиц имаго использовалась вощенная бумага, предварительно обработанная спиртом для дезинфекции. При этом, необходимо отметить такой факт, что имаго плодовой охотно откладывали яйца на пластиковую тару, в которой они содержались. После отрождения из яиц, гусениц кисточкой перекладывали на индивидуальную питательную среду (рисунок 4).

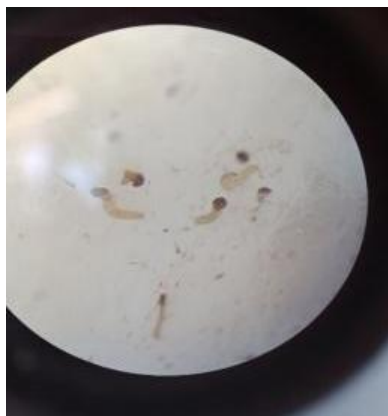


Рисунок 4 – Отродившиеся гусеницы яблонной плодовой (*Laspeyresia pomonella* L.)

Работы по подбору индивидуальной питательной среды для содержания и разведения в лабораторных условиях имаго и гусениц яблонной плодовой были проведены заранее. В ходе исследований протестировано два метода. Первый метод предусматривал использование агар-агара, кукурузной муки, зародыша пшеницы, пивных дрожжей, аскорбиновой кислоты, бензоиновой кислоты, формалина и воды [11-13]. Второй метод включал агар-агар, кукурузную муку, пшеничные отруби, солодовый росток, соевую муку, аскорбиновую, лимонную и сорбиновую кислоты, формалин и воду [14]. Для сбора личинок 5-го возраста на поверхность питательного субстрата клали гофрированную бумагу шириной 4 см, длиной 12-15 см, которых собирали в виде колечек. Заползших на бумагу гусениц использовали для выкармливания *Mastrus ridens*. Результаты эксперимента по устранению количества выживших гусениц яблонной плодовой после кормления индивидуальными питательными средами показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Количество выживших гусениц яблонной плодовой после кормления индивидуальными питательными составами, 2022 г.

Повторность	Кормление ИПС по методике Дуск		Кормление ИПС по методике Гресс	
	Кол-во экземпляров до опыта	Кол-во окуклившихся личинок, особей	до опыта	окуклившиеся личинки
I	12	1	12	1
II	12	0	12	2
III	12	2	12	0
IV	12	1	12	0
Итого	48	4	48	3
Выживаемость, %	8,3		6,25	

Гусеницы плодовой яблонной в модифицированных питательных средах развивались в среднем 30-33 дня, тогда как на зеленых яблоках их развитие занимало 40-42 дня (рисунок 5). После окукливания гусениц проведено взвешивание, при этом вес одной куколки составил в среднем $\pm 25,5$ мг. Из данных таблицы 1 видно, что выживаемость гусениц оказалась очень низкой 6,25-8,3%, при этом 90% смертности приходилось на гусениц 1-го возраста, так как при погружении в питательную среду они были хрупкими и малоактивными. Эксперименты по подбору индивидуальных питательных средств, оценивающих выживаемость гусениц будут продолжены в последующих исследованиях.



Рисунок 5 – Личинки паразита *Mastrus ridens*

Помимо размножения яблонной плодовой яблонной в качестве хозяина для работы в лабораторных условиях, необходимым направлением при разработке технологии применения паразита *Mastrus ridens* непосредственно в саду, является методика его массового разведения. Технологический процесс разведения *Mastrus ridens* включал следующие этапы: накопление, разведение, содержание хозяина и хранение паразита.

Разведение паразита в лабораторных условиях осуществляли на гусеницах яблонной плодовой яблонной 5-го возраста, при температуре 24°C, влажности 60%. *Mastrus ridens* не паразитировал, как было отмечено выше, на предложенных ему личинках восковой моли. В лаборатории патронтажи с гусеницами яблонной плодовой яблонной были помещены в пластиковые тары, в которые затем выпускались по 10 паразитов в соотношении хозяин:паразит 1:1 (рисунок 6).



Рисунок 6 – Кассеты из гофрированной бумаги с гусеницами яблонной плодовой яблонной (*Laspeyresia pomonella* L.)

Банки с насекомыми помещались в темное помещение и содержались при температуре 24°C в течение трех дней. Затем этих же паразитов использовали заново, при этом подкладывая им гусениц бракона. Для того чтобы в процессе разведения не уменьшалось в потомстве количество самок, насекомых подкармливали углеводной настойкой (медовым сиропом). Средняя продолжительность развития от яйца до куколки в эксперименте составило 10 дней. При дополнительном кормлении имаго *Mastrus ridens* сиропом из меда продолжительность жизни паразита составила, в среднем, 17,6 дней.

Использование энтомофагов в экологизированной системе защиты плодовых садов от вредителей основано на биологических показателях, представляющих специфику доминирования в агроценозе плодового сада популяций полезных видов в определенные периоды развития фитофагов. При этом наиболее целесообразно сочетать полезную деятельность энтомофагов в интеграции обработок с препаратами на основе энтомопатогенных организмов вирусов, бактерий, грибов, нематод и других [15].

Для решения вопроса включения энтомофага *Mastrus ridens* в систему биологической защиты сада от яблонной плодовой гнили, в лабораторных условиях была проведена оценка влияния ряда биоинсектицидов и химических инсектицидов на совместимость с эктопаразитом. Оценка проведена с использованием препарата битоксибациллин (*Bacillus thuringiensis*) (из расчета 5 г/л), актарофит, 02 (смесь природных авермектинов, продуцируемых микроорганизмом *Streptomyces avermitilis*) (10 мл/л), вирус гранулеза ЯП (0,2 г/л) и корраген (хлорантранилипрол) (0,15 г/л). Препаратами опрыскивали патронтажи с личинками паразита *Mastrus ridens*. Выживаемость паразита рассчитывали после вылета имаго, находящихся в патронтажах. В таблице 2 приведены данные выживаемости паразита *Mastrus ridens* после применения биологических и химических препаратов.

Таблица 2 – Оценка выживаемости эктопаразита *Mastrus ridens* при применении химических и биологических препаратов (лабораторные условия, 2022г.)

Повторность	Контроль		Актарофит		Вирус гранулеза ЯП		Вт		Корраген	
	до обр.	вылетело имаго	до обр.	вылетело имаго	до обр.	вылетело имаго	до об.	вылетело имаго	до обр.	вылетело имаго
1	3	3	3	0	3	3	3	2	3	0
2	3	3	3	1	3	3	3	2	3	0
3	3	3	3	0	3	3	3	2	3	0
4	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0
Ср.	3,0	3,0	3,0	0,25	3,0	3,0	3,0	2,25	3,0	0,0

Выживаемость популяции *Mastrus ridens* после обработки битоксибациллином составила 75,0%. Установлена полная совместимость вируса гранулеза яблонной плодовой гнили с эктопаразитом, показавший свою нетоксичность для *Mastrus ridens*, так как после обработки численность составила 100%. На основании полученных данных можно утверждать, что включение биоагента *Mastrus ridens* в будущем в систему защиты яблони от яблонной плодовой гнили в условиях Алматинской области, является вполне оправданным в комплексе с другими средствами защиты, так как это позволяет усилить эффективность биологической системы яблоневого сада.

В связи с тем, что *Mastrus ridens* в лабораторных условиях размножается очень сложно, нами был испытан также паразит бракон (*Bracon hebetor*) который содержится в лабораторной коллекции института (рисунок 7). В лабораторных условиях бракон размножался на насекомом-хозяине (*Galleria melonella*) [16-18].



Рисунок 7 – Имаго *Habrobracon hebetor*
(<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid>)

В лабораторных условиях были проведены эксперименты по оценке паразитической эффективности паразита бракона против целевого вредителя, для чего гусениц старших возрастов помещали в гофрированную бумагу. Позже к осевшим гусеницам выпускали имаго бракона. Опыт проводился в четырехкратной повторности (рисунок 8,9).



Рисунок 8– Гофрированная бумага с личинками яблонной плодовой, лаборатория полезных насекомых



Рисунок 9– Садок с личинками яблонной плодовой и паразитом бракон, лаборатория полезных насекомых

Таблица 3 – Паразитическая активность бракона в отношении яблонной плодовой

Объект	Количество гусениц	Из них:		Количество образовавшихся коконов, шт.	Количество вылетевших паразитов, шт.
		парализовано, %	паразитировано, %		
Яблонная плодовая IV возраста	48	100	68,7	72	55

Как видно, из данных, представленных в таблице 3, бракон эффективно парализовал личинок яблонной плодовой, степень паразитирования составила 68,7%.

В КХ «Олжас» выпуск бракона проводили в конце каждого поколения 3-хкратно, каждые 7 дней, при появлении первых гусениц плодовой гусеницы в ловчих поясах. Интродукцию проводили в 10 точках на гектар, из расчета 1500 особей на гектар. Учет эффективности считали по паразитированным гусеницам яблонной плодовой гусеницы в кассетах, равномерно развешанных в саду, а также по поврежденности плодов. Как показали результаты исследования, степень заражения браконом составила 48,3%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование бракона против яблонной плодовой гусеницы может быть достаточно эффективным биологическим методом защиты. В условиях КХ «Олжас» степень заражения личинок плодовой гусеницы составила 48,3%, что несколько ниже данных, полученных в лабораторных и полустежественных условиях (68,7%). Вероятно, снижение эффективности в саду связано с влиянием погодных факторов, неоднородностью расселения энтомофага, а также наличием альтернативных хозяев.

Сходные результаты отмечены и в зарубежных исследованиях. Так, по данным [19], эффективность бракона в промышленных садах варьировала от 40 до 65%, в зависимости от плотности популяции вредителя и схемы выпуска. В работах китайских исследователей [20] отмечается, что кратность интродукции играет ключевую роль: при 2–3-кратных выпусках уровень паразитирования превышал 60%, тогда как при однократном выпуске не превышал 35–40%.

Выводы

Таким образом, из всех выявленных в процессе поиска энтомофагов, наиболее приемлемым является паразит бракон, который был использован в 2023 году в комплексной системе защиты сада.

Были проведены предварительные исследования по установлению биоразнообразия макробеспозвоночных яблоневых садов Алматинской области.

Результаты исследований показали, что на необработанных участках сада разнообразие таксонов макробеспозвоночных видов до 40 % выше, чем на участках, где регулярно проводились химические обработки. Так, на участке без обработки было установлено 226 видов полезных видов насекомых, в то же время при регулярном применении в саду пестицидов было выявлено лишь 93 вида. Отмечено, что некоторые виды полезных насекомых, занесенные в Красную книгу Казахстана и Красную книгу Алматинской области, являющиеся особо эффективными видами энтомофагов, встречаются только на необработанных участках.

В этой связи, разработка биологической системы контроля вредителей, в свете экологизации технологии садовых агроценозов, будет иметь большое практическое значение, так как обеспечит сохранность и рациональное использование макробеспозвоночных яблоневых садов.

Благодарность. Работа подготовлена в рамках выполнения проекта АР 09259748 «Разработка технологии биологического контроля яблонной плодовой гусеницы *Laspeyresia pomonella* L. и чешуекрылых вредителей яблони с использованием энтомофагов, феромонов и биопрепаратов» ГФ МОН РК.

Список литературы

- 1 Закон РК «О производстве органической продукции в РК» от 31.03.2021 г. (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2400000089>).
- 2 Т. Ю. Бараненко, Л. М. Медведева. ЯБЛОННАЯ ПЛОДОВОЖОРКА, МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ // Научный журнал АПК России. – Челябинск. – 2018. – Т.25. – №2. – С.199-203 (https://rusapk.sursau.ru/upload/iblock/943/rusapk_25_2.pdf#page=9).
- 3 Балахнина И.В. и др. Биоразнообразие, как обязательное условие биогенетической регуляции яблонного сада. Биологическая защита растений-основа стабилизации агроэкосистем. – Краснодар. – 2018. – С.76-79 (https://www.researchgate.net/profile/Dina-Elisovetcaia/publication/384052753_SEEDS_OF_EUROPEAN_BEECH_Fagus_sylvatica_COLLECTED_FROM_THE_NATURAL_RESERVE_PLAIUL_FAGULUI_STUDY_OF_REPRODUCTI

[VE_CAPACITY/links/66e6e41ea438c86fdccfa791/SEEDS-OF-EUROPEAN-BEECH-Fagus-sylvatica-COLLECTED-FROM-THE-NATURAL-RESERVE-PLAIUL-FAGULUI-STUDY-OF-REPRODUCTIVE-CAPACITY.pdf](https://www.researchgate.net/publication/331111111/figure/fig1/figure-fig1/1511111111111/VE_CAPACITY/links/66e6e41ea438c86fdccfa791/SEEDS-OF-EUROPEAN-BEECH-Fagus-sylvatica-COLLECTED-FROM-THE-NATURAL-RESERVE-PLAIUL-FAGULUI-STUDY-OF-REPRODUCTIVE-CAPACITY.pdf).

4 Яковук, В. А. Экологическая защита сада / В. А. Яковук // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем : материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 11–13 сентября 2018 года. Том Выпуск 10. – Краснодар: ИП Дедкова С.А. (типография «Гранат»), 2018. – С. 481-483. (<https://elibrary.ru/item.asp?id=35597045>)

5 В. А. Яковук, М. В. Пушня, Е. Ю. Родионова, И. В. Балахнина, А. Ю. Собина, А. С. Абдрахманова, А. А. Пачкин. Анализ многолетнего мониторинга лёта яблонной плодовой жоржки как основа планирования защитных мероприятий. Земледелие. - № 7. – 2020. – С. 39-43 ([doi:10.24411/0044-3913-2020-10708](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10708)) [file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/analiz-mnogoletnego-monitoringa-lyota-yablonnoy-plodozhorki-kak-osnova-planirovaniya-zaschitnyh-meropriyatiy%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/analiz-mnogoletnego-monitoringa-lyota-yablonnoy-plodozhorki-kak-osnova-planirovaniya-zaschitnyh-meropriyatiy%20(1).pdf).

6 Милевская, И. А. Феромонный мониторинг сада яблони и особенности применения биологически активных веществ при защите от яблонной плодовой жоржки [Использование регуляторов роста насекомых в условиях Ставропольского края] / И. А. Милевская // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2009. – № 2. – С. 506. (<https://elibrary.ru/item.asp?id=12232471>)

7 Макаров Е.М. Паразиты яблонной плодовой жоржки в горных садах Алматинской области и пути их использования // Биол.методы защиты с.-х. культур в Казахстане. (Сб. науч.тр. КазНИИ защиты и карантина растений). – Алма-Ата. – 1983. – С. 117-126. (https://zool.kz/wp-content/uploads/2020/05/ter13_4.pdf)

8 Charles J.G., Dugdale J.S. Non-target species selection for host-range testing of *Mastrus ridens*. - New Zealand.: Entomologist, 2011. – Vol.34. – P.45-51. (<https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/ba/plant/2013/bca-ra-for-the-release-mastrus-ridens/Draft-RA-for-the-release-Mastrus-ridens.pdf>)

9 Jermy T. & Nagy B. Genetic control studies of *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) in Hungary, pp. 65–73. In *Proceedings, Panel: Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations*. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture, 1–5 June 1970, Vienna, Austria. STI/PUB/281. IAEA, Vienna, Austria. (<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6bfa5d57-9d56-4c6d-bf4e-7fa38c6c2d31/content/i1537e03.pdf>)

10 Bloem, S., Bloem, K.A. & Fielding, L.S. Mass-rearing and storing codling moth larvae in diapause: a novel approach to increase production for sterile insect release. *J. Entomol. Soc. British Columb.* – 1997. – P.75–81. (<https://journal.entsocbc.ca/index.php/journal/article/view/467>)

11 F. E. Brinton, M. D. Proverbs, B. E. Carty. Artificial diet for mass production of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae) // Canadian Entomologist, Volume 101, Issue 6, June 1969, pp. 577 – 584. (<https://doi.org/10.4039/Ent101577-6>)

12 Dyck, V.A. Rearing codling moth for the sterile insect technique. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations Communication Division Vial delle Terme di Caracalla. – 2010. – 195 с. ` <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6bfa5d57-9d56-4c6d-bf4e-7fa38c6c2d31/content/i1537e00.pdf>~

13 Sauer, A. J., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Iwata, K., Kleespies, R. G., Nakai, M., & Jehle, J. A. (2021). Cross-Resistance of the Codling Moth against Different Isolates of *Cydia pomonella* Granulovirus Is Caused by Two Different but Genetically Linked Resistance Mechanisms. *Viruses*, 13(10), 1952. <https://doi.org/10.3390/v13101952>

14 В. Н. Чайка. Проблемы массовых размножений насекомых. 1. Механизмы динамики популяций насекомых-фитофагов в концепциях эволюции генетического материала. Известия Харьковского энтомологического общества. - 2002, том IX, выпуск 1–2. – С. 250-262.

(<https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/c45bfa92-a705-418c-8225-91f5643226a0/content>)

15 Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Федоренко Е.В., Нефедова М.В. Результаты апробации энтомоакарифагов в системах биологической защиты органических садов // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. – 2017. – № 52. – С. 24-278. (<file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/52.pdf>)

16 Нормативы биологической эффективности биоагентов (энтомофагов), стандарты и методики определения их качества. – Алматы. – 2012. – 39 с. (<https://www.niizkr.kz/otdel-biozashity/>)

17 Давлетшина А.Г., Боголюбова А.С. Рекомендации по массовому размножению габробракона (*Habrobracon hebetor* Say) в лабораторных условиях для практического использования его против хлопковой совки в Узбекистане. - Информационное сообщение. – 2018. – № 57. – С. 108-115. (https://www.researchgate.net/publication/342492713_MINISTERSTVO_VYSSEGO_I_SREDNEGO_SPECIALNOGO_OBRAZOVANIA_RESPUBLIKI_UZBEKISTAN_TASKENTSKIJ_GOSUDARSTVENNYJ_AGRARNYJ_UNIVERSITET_METODICHESKOE_POSOBIE_dla_vypolnenia_laboratornyh_zanatij_po_kursu_Integri)

18 Темрешев И.И., Копжасаров Б.К., Бекназарова З.Б., Исина Ж.М. Калдыбеккызы Г., Кошмагамбетова М.Ж. Яблонная стеклянница *Synanthedon myopaeformis* (borkhausen, 1789) (Lepidoptera, sesiidae) в Алматинской области Казахстана. Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты». – 2023. – №4. (100) – С.80-98 (<https://doi.org/10.37884/4-2023/11>).

19 Lettmann J, Mody K, Kursch-Metz T, Blüthgen N, Wehner K. 2021. *Bracon* wasps for ecological pest control—a laboratory experiment. *PeerJ* 9:e11540. <https://doi.org/10.7717/peerj.11540>.

20 S.-H. Yu, M.I. Ryoo, J.H. Na, W.I. Choi. Effect of host density on egg dispersion and the sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) // Journal of Stored Products Research. – Volume 39. – Issue 4. – 2003. – P.385-393. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00032-2](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00032-2).

References

1 Закон РК «О производстве органической продукции в РК» от 31.03.2021 г. (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2400000089>).

2 Т. Ё. Бараненко, Л. М. Медведева. ЂБЛОННАЂ ПЛОДОЃОРКА, МЕРЫ БОР'БЫ С НЕЃ // Науçный журнал АПК России. – Çелġбінск. – 2018. – Т.25. – №2. – С.199-203 (https://rusapk.sursau.ru/upload/iblock/943/rusapk_25_2.pdf#page=9) [in Russian].

3 Balahnina I.V. i dr. Bioraznobraziє, kak obġatel'noє uslovie biogenetiçeskoj regulġcii ġblonnogo sada. Biologiçeskaġ zašita rastenij-osnova stabilizacii agroėkosistem. – Krasnodar. – 2018. – С.76-79 (https://www.researchgate.net/profile/Dina-Elisovetcaia/publication/384052753_SEEDS_OF_EUROPEAN_BEECH_Fagus_sylvatica_COLLECTED_FROM_THE_NATURAL_RESERVE_PLAIUL_FAGULUI_STUDY_OF_REPRODUCTIVE_CAPACITY/links/66e6e41ea438c86fdccfa791/SEEDS-OF-EUROPEAN-BEECH-Fagus-sylvatica-COLLECTED-FROM-THE-NATURAL-RESERVE-PLAIUL-FAGULUI-STUDY-OF-REPRODUCTIVE-CAPACITY.pdf) [in Russian].

4 Ђковук, В. А. Ђкологиçeskaġ zašita sada / В. А. Ђковук // Биологиçeskaġ zašita rastenij - osnova stabilizacii agroėkosistem : materialy Междunarodnoj науçно-практиçеской конференции, Krasnodar, 11–13 sentġbrġ 2018 goda. Tom Vypusk 10. – Krasnodar: IP Dedkova S.A. (tipografiġ «Granat»), 2018. – С. 481-483. (<https://elibrary.ru/item.asp?id=35597045>) [in Russian].

5 В. А. Ђковук, М. В. Пуšnġ, Е. Ё. Родионова, I. V. Balahnina, А. Ё. Собина, А. С. Абдраhманова, А. А. Паçкин. Analiz mnogoletnego monitoringa lġta ġblonnoj plodoġorki kak osnova planirovaniġ zašitnyh meropriġtij. Zemledelie. - № 7. – 2020. – С. 39-43 (doi:10.24411/0044-3913-2020-10708) [file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/analiz-mnogoletnego-monitoringa-lyota-yablonnoy-plodozhorki-kak-osnova-planirovaniya-zaschitnyh-meropriyatiy%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/analiz-mnogoletnego-monitoringa-lyota-yablonnoy-plodozhorki-kak-osnova-planirovaniya-zaschitnyh-meropriyatiy%20(1).pdf) [in Russian].

6 Milevskaâ, I. A. Feromonnyj monitoring sada âbloni i osobennosti primeneniâ biologičeski aktivnyh vešestv pri zašite ot âblonnoj plodožorki [Ispol'zovanie regulâtorov rosta nasekomyh v usloviâh Stavropol'skogo kraâ] / I. A. Milevskaâ // Èkologičeskaâ bezopasnost' v APK. Referativnyj žurnal. – 2009. – № 2. – S. 506. (<https://elibrary.ru/item.asp?id=12232471>) [in Russian].

7 Makarov E.M. Parazity âblonnoj plodožorki v gornyh sadah Almatinskoy oblasti i puti ih ispol'zovaniâ // Biol.metody zašity s.-h. kul'tur v Kazahstane. (Sb. nauč.tr. KazNII zašity i karantina rastenij). – Alma-Ata. – 1983. – S. 117-126. (https://zool.kz/wp-content/uploads/2020/05/ter13_4.pdf) [in Russian].

8 Charles J.G., Dugdale J.S. Non-target species selection for host-range testing of *Mastrus ridens*. - New Zealand.: Entomologist, 2011. – Vol.34. – P.45-51. (<https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/sitecollectiondocuments/ba/plant/2013/bca-ra-for-the-release-mastrus-ridens/Draft-RA-for-the-release-Mastrus-ridens.pdf>) [in English].

9 Jermy T. & Nagy B. Genetic control studies of *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) in Hungary, pp. 65–73. In Proceedings, Panel: Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture, 1–5 June 1970, Vienna, Austria. STI/PUB/281. IAEA, Vienna, Austria. (<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6bfa5d57-9d56-4c6d-bf4e-7fa38c6c2d31/content/i1537e03.pdf>) [in English].

10 Bloem, S., Bloem, K.A. & Fielding, L.S. Mass-rearing and storing codling moth larvae in diapause: a novel approach to increase production for sterile insect release. J. Entomol. Soc. British Columb. – 1997. – R.75–81. (<https://journal.entsocbc.ca/index.php/journal/article/view/467>) [in English].

11 F. E. Brinton, M. D. Proverbs, B. E. Carty. Artificial diet for mass production of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae) // Canadian Entomologist, Volume 101, Issue 6, June 1969, pp. 577 – 584. (<https://doi.org/10.4039/Ent101577-6>) [in English].

12 Dyck, V.A. Rearing codling moth for the sterile insect technique. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations Communication Division Vial delle Terme di Caracalla. – 2010. – 195 p. ` <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6bfa5d57-9d56-4c6d-bf4e-7fa38c6c2d31/content/i1537e00.pdf>~ [in English].

13 Sauer, A. J., Fritsch, E., Undorf-Spahn, K., Iwata, K., Kleespies, R. G., Nakai, M., & Jehle, J. A. (2021). Cross-Resistance of the Codling Moth against Different Isolates of *Cydia pomonella* Granulovirus Is Caused by Two Different but Genetically Linked Resistance Mechanisms. *Viruses*, 13(10), 1952. <https://doi.org/10.3390/v13101952> [in English].

14 V. N. Čajka. Problemy massovyh razmnoženij nasekomyh. 1. Mehanizmy dinamiki populâcij nasekomyh-fitofagov v koncepciâh èvolücii genetičeskogo materiala. Izvestiâ Har'kovskogo èntomologičeskogo obšestva. - 2002, tom IX, vypusk 1–2. – S. 250-262. (<https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/c45bfa92-a705-418c-8225-91f5643226a0/content>) [in Russian].

15 Agas'eva I.S., Ismailov V.Â., Fedorenko E.V., Nefedova M.V. Rezul'taty aprobacii èntomoakarifagov v sistemah biologičeskoj zašity organičeskih sadov // Informacionnyj bûlleten' VPRS MOBB. - 2017. – № 52. – S. 24-278. (<file:///C:/Users/kaznii010/Downloads/52.pdf>) [in Russian].

16 Normativy biologičeskoj èffektivnosti bioagentov (èntomofagov), standarty i metodiki opredeleniâ ih kačestva. – Almaty. – 2012. – 39 s. (<https://www.niizkr.kz/otdel-biozashity/>) [in Russian].

17 Davletšina A.G., Bogolûbova A.S. Rekomendacii po massovomu razmnoženiiû gabrobrakona (*Habrobracon hebetor*Say) v laboratornyh usloviâh dlâ praktičeskogo ispol'zovaniâ ego protiv hlopkovoj sovki v Uzbekistane. - Informacionnoe soobšenie. – 2018. – № 57. – S. 108-115. (https://www.researchgate.net/publication/342492713_MINISTERSTVO_VYSSEGO_I_SREDNEGO_SPECIALNOGO_OBRAZOVANIA_RESPUBLIKI_UZBEKISTAN_TASKENTSKIJ_GOSU

DARSTVENNYJ AGRARNYJ UNIVERSITET METODICESKOE POSOBIE dla vypolnenia laboratornyh zanatij po kursu Integri) [in Russian].

18 Temreşev I.I., Kopžasarov B.K., Beknazarova Z.B., Isina Ž.M. Kaldybekkyzy G., Koşmagambetova M.Ž. Âblonnaâ steklânnica Synanthedon myopaeformis (borkhausen, 1789) (lepidoptera, sesiidae) v Almatinskoj oblasti Kazahstana. Izdenister, nәtiželer – Issledovaniâ, rezul'taty». – 2023. – №4. (100) – S.80-98 (<https://doi.org/10.37884/4-2023/11>) [in Russian].

19 Lettmann J, Mody K, Kursch-Metz T, Blüthgen N, Wehner K. 2021. *Bracon* wasps for ecological pest control—a laboratory experimen. *PeerJ* 9:e11540. <https://doi.org/10.7717/peerj.11540> [in English].

20 S.-H.Yu, M.I.Ryoo, J.H.Na, W.I. Choi. Effect of host density on egg dispersion and the sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) // Journal of Stored Products Research. – Volume 39. – Issue 4. – 2003. – P.385-393. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00032-2](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00032-2) [in English].

**З.Б. Бекназарова*¹, И.И. Темрешев¹, Г. Қалдыбекқызы² А.М. Чадинова¹,
Э.А. Жұбатова¹, А.Ш. Жанбатыров²**

¹Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан Республикасы, zibash_bek@mail.ru

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы, gkaldybekkyzy@bk.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ БАҚТАРЫ МЕН ТАУЛЫ ОРМАНДАРЫНДАҒЫ СИВЕРС АЛМАСЫНЫҢ ПАЙДАЛЫ ЭНТОМОФАУНАСЫНЫҢ ТҮР ҚҰРАМЫН НАҚТЫЛАУ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы бақтарда және таулы жабайы жеміс ормандарындағы Сиверс алма ағашындағы алма жеміс жемірі (*Cydia pomonella* L) мен қабыршаққанатты зиянкестерінің энтомофагтарының (паразит, жыртқыш) жергілікті популяциясының мәліметтер келтірілген. Алма жеміс жемірінің мамандандырылған энтомофагы *Mastrus ridens* анықталды, ол бақтарда алма жеміс жеміріне қарсы қолдану үшін перспективті паразит болып табылады. Сондай-ақ, алма жеміс жемірі мен *Mastrus ridens*-ті зертханалық өсіру жұмыстары жүргізілді. Паразитті зертханалық жағдайда өсіру 5 жастағы алма жеміс жемірінің жұлдызқұрттарында 24⁰С температурада, 60% ылғалдылықта жүзеге асырылды.

Mastrus ridens энтомофагын бақшаны алма жеміс жемірінен биологиялық қорғау жүйесіне қосу мәселесін шешу үшін зертханалық жағдайда бірқатар биологиялық және химиялық инсектицидтердің эктопаразитпен үйлесімділігіне әсері бағаланды.

Зертханалық жағдайда *Mastrus*-тің өте қиын көбеюіне байланысты, біз институттың зертханалық коллекциясында бар бракон паразитін (*Bracon hebetor*) сынап көрдік. Бракон алма жеміс жемірінің жұлдызқұрттарын тиімді түрде салдандырып, паразиттеу деңгейі 68,7% құрады.

Кілт сөздер: алма жеміс жемірі, энтомофаг, Сиверс алмасы, популяция, паразит, жыртқыш, маструс.

**Z.B. Beknazarova*¹, I.I. Temreshev¹, G. Kaldybekkyzy², A.M. Chadinova¹,
E.A. Dzhubatova¹, A.Sh. Dzhanbatyrov²**

¹Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after. Zh. Zhiembaev, Almaty, Kazakhstan, zibash_bek@mail.ru

²Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, gkaldybekkyzy@bk.ru

ESTABLISHMENT OF SPECIES COMPOSITION OF BENEFICIAL ENTOMOFAUNA IN GARDENS OF SOUTH-EAST KAZAKHSTAN AND IN MOUNTAIN FORESTS ON SIEVERS APPLE

Abstract

The article presents data on local populations of entomophages (parasites, predators) of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) and other lepidopteran pests in the gardens of southeastern Kazakhstan and in mountain wild fruit forests on the Sievers apple tree. A specialized entomophage against the codling moth, *Mastrus ridens*, was identified, which is a promising parasite for breeding and use against the codling moth in gardens. Work was also carried out on laboratory breeding of the codling moth and *Mastrus ridens*. Breeding of the parasite in laboratory conditions was carried out on 5th-age codling moth caterpillars, at a temperature of 24 °C, humidity of 60%.

To solve the issue of including the entomophage *Mastrus ridens* in the system of biological protection of the garden from the codling moth, an assessment of the effect of a number of biological and chemical insecticides on compatibility with the ectoparasite was carried out in laboratory conditions.

Considering the significant difficulties with laboratory reproduction of *Mastrus ridens*, we additionally conducted studies of the parasite - *Bracon hebetor* Say., maintained in the institute's collection. It was found that *Bracon* effectively paralyzes codling moth larvae, demonstrating a parasitization rate of 68.7%.

Keywords: codling moth, entomophage, Sievers apple, population, parasite, predator, *Mastrus*.

Вклад авторов

Бекназарова З.Б. – концептуализация, научное руководство исследованием, создание черновика рукописи.

Темрешев И.И. – проведение исследования, редактирование рукописи.

Калдыбеккызы Г. – проведение исследования, создание черновика рукописи и ее редактирование.

Чадинова А.М. – концептуализация, разработка методологии исследования, проведение исследования.

Джубатова Э.А. – разработка методологии исследования, проведение исследования.

Джанбатыров А.Ш. – проведение исследования.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Сәрсенбаева Ғазиза Базарбайқызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, ғылыми хатшы, "Ж.Жиёмбаева атындағы қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Алматы қ., ш / а. Рахат, Құлтөбе көшесі 1, Қазақстан; aziza_niizr@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0276-8569>

Сарсенбаева Газиза Базарбаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор, член-корреспондент НААН РК, ученый секретарь, ТОО «Казакхский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж. Жиёмбаева», г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култөбе 1, Казахстан; aziza_niizr@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0276-8569>

Sarsenbayeva Gaziza, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Scientific Secretary, LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Almaty, md. Rahat, 1 Kultobe St., Kazakhstan; aziza_niizr@mail.ru; <https://orcid.org/00000003-0276-8569>

Усембаева Жамиля Сабыровна, магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ТОО «Казакхский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж. Жиёмбаева», г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култөбе 1, Казахстан; <https://orcid.org/0000-0003-0702-2125>

Zhamilya Sabyrovna, Master of Agricultural Sciences, Researcher, LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayeva", Almaty, md. Rakhat, 1 Kultobe St., Kazakhstan; <https://orcid.org/0000-0003-0702-2125>

Өсембаева Жәмиля Сабырқызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, "Ж.Жиёмбаев атындағы өсімдіктерді қорғау және карантин Қазақ ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Алматы қ., ш / а. Рахат, Құлтөбе көшесі, 1, Қазақстан; <https://orcid.org/0000-0003-0702-2125>

Хасейн Алтын - ҚазҰАЗУ PhD докторанты ¹, М.Ә. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының аға ғылыми қызметкері ², Алматы қ. Досмухамедов көшесі, 80 үй, <https://orcid.org/0000-0002-5196-6898>, эл. пошта: altynhasejn@gmail.com

Хасейн Алтын - PhD докторант КазНАИУ, старший научный сотрудник лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, <https://orcid.org/0000-0002-5196-6898>, e-mail: altynhasejn@gmail.com

Khassein Altyn - PhD student at KazNAIU, senior researcher at the at the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, <https://orcid.org/0000-0002-5196-6898>, e-mail: altynhasejn@gmail.com

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – PhD докторант ҚазҰАЗУ¹, М.Ә. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының аға ғылыми қызметкері ², Алматы қ. Досмухамедов көшесі, 80 үй, <https://orcid.org/0000-0003-2313-9737>, эл. пошта: bota151283@mail.ru

Тезекбаева Ботакоз Кулбаевна – PhD докторант КазНАИУ, старший научный сотрудник лаборатории биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, <https://orcid.org/0000-0003-2313-9737>, e-mail: bota151283@mail.ru

Tezekbayeva Botakoz Kulbayevna - PhD student at KazNAIU, senior researcher at the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry

Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, <https://orcid.org/0000-0003-2313-9737>, e-mail: bota151283@mail.ru

Аубакирова Карлыгаш Пазилхаковна - Ph.D, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Биотехнология және молекулалық генетика зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Алматы қ. Досмухамедов көшесі, 80 үй, <https://orcid.org/0000-0003-0162-3691>, эл. пошта: karla_78@mail.ru

Аубакирова Карлыгаш Пазилхаковна - Ph.D, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, <https://orcid.org/0000-0003-0162-3691>, e-mail: karla_78@mail.ru

Aubakirova Karlygash Pazilkhakovna - Ph.D, Leading Researcher, Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, ²M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, <https://orcid.org/0000-0003-0162-3691>, e-mail: karla_78@mail.ru

Сулейманова Гульнур Алмасовна - PhD, ҚазҰАЗУ «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдіктерді қорғау және карантин» кафедрасының қауым.профессоры, Алматы қ., Абай көшесі 8, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, эл. пошта: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Сулейманова Гульнур Алмасовна - PhD, ассоциированный профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин», КазНАИУ, Казахстан, г. Алматы, ул. Абая 8, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Suleimanova Gulnur Almasovna - PhD, Associate Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing, Plant Protection and Quarantine, NJSS "Kazakh National Agrarian Research University" Kazakhstan, Almaty, Abay St.8, <https://orcid.org/0000-0002-2322-6155>, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Малахова Наталья Петровна – қауымдастырылған профессор, биология ғылымдарының кандидаты, М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Өсімдіктер биоинженериясы зертханасының меңгерушісі, Алматы қ., Досмухамедова көшесі 80, <https://orcid.org/0000-0001-5312-9674>, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Малахова Наталья Петровна – ассоциированный профессор, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биоинженерии растений Института молекулярной биологии и биохимии им М.А. Айтхожина, Казахстан, г. Алматы, ул. Досмухамедова 80, <https://orcid.org/0000-0001-5312-9674>, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Malakhova Natalya Petrovna - Associate professor, Candidate of Biological Sciences, Head of the Plant Bioengineering Laboratory, M.A. Aitkhozhin's Institute of Molecular Biology and Biochemistry Kazakhstan, Almaty, Dosmukhamedova st. 80, <https://orcid.org/0000-0001-5312-9674>, e-mail: tasha_malakhova@mail.ru

Қайрова Гулшария Нурсапаевна - ҚР АШҒА академигі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz

Қайрова Гулшария Нурсапаевна - Академик АСХН РК, кандидат сельскохозяйственных наук, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы, пр. Абая, 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz

Kairova Gulshariya Nursapaevna - Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Candidate of Agricultural Sciences, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty Abaya Ave. 8, e-mail: gulshariya.kairova@kaznaru.edu.kz

Исмагулова Эльмира Советовна - Докторант, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Республика Казахстан, 050010, Алматинская область, г. Алматы пр-т Абая, 8, e-mail: elya_ismagulova@mail.ru

Исмагулова Эльмира Советовна - Докторант, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы облысы, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 8, e-mail: elya_ismagulova@mail.ru

Ismagulova Elmira Sovetovna - Ph.D. student, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty region, Almaty Abaya Ave. 8, e-mail: elya_ismagulova@mail.ru

Сулейманова Гульнур Алмасовна - PhD, Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдік қорғау және карантин кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Абай, 8, эл.пошта: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Сулейманова Гульнур Алмасовна - PhD, ассоциированный профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин», Казахский национальный исследовательский аграрный университет, г. Алматы, ул Абая 8, Казахстан, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Suleimanova Gulnur Almasovna - PhD, Kazakh National Research Agrarian University, Almaty, Abay st. 8, Kazakhstan, e-mail: gulnur.suleimanova@kaznaru.edu.kz

Хусейн Басим - Ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ауыл шаруашылығы факультетінің өсімдіктерді қорғау кафедрасының меңгерушісі, «Акдениз университеті», Түркия мемлекеті, Анталья қаласы, Коньяалти, Думлупынар бульвары, 360, e-mail: hbasim@akdeniz.edu.tr

Хусейн Басим - Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений сельскохозяйственного факультета, «Университет Акдениз», Турция, г. Анталья, Коньяалты, бульвар Думлупынар, 360, e-mail: hbasim@akdeniz.edu.tr

Hüseyin Basim - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, «Akdeniz University», Turkey, Antalya, Konyalti, Dumlupınar Blv.360, e-mail: hbasim@akdeniz.edu.tr

Корабаева Сауле Беделбаевна - Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі. «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы облысы, Алматы, Гагарина даңғылы, 238/5, e-mail: korabayeva_saule@mail.ru

Корабаева Сауле Беделбаевна - Магистр сельскохозяйственных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Республика Казахстан, 050060, Алматинская область, г. Алматы, проспект Гагарина, дом 238/5, e-mail: korabayeva_saule@mail.ru

Korabaeva Saule Bedelbaevna - Master of Agricultural Sciences, LLP «Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing», Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty region, Almaty, Gagarin Avenue, building 238/5, e-mail: korabayeva_saule@mail.ru

Саршаева Мөлдир Жумабекқызы - Жаратылыстану ғылымдарының магистрі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050060, Алматы облысы, Алматы, Гагарина даңғылы, 238/5, e-mail: moka-1993@mail.ru

Саршаева Мөлдир Жумабекқызы - Магистр естественных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Республика Казахстан, 050060, Алматинская область, г. Алматы, проспект Гагарина, дом 238/5, e-mail: moka-1993@mail.ru

Sarshayeva Moldir Zhumabekkyzy - Master of Natural Sciences, LLP «Kazakh Research Institute for Fruit and Vegetable Growing», Republic of Kazakhstan, 050060, Almaty region, Almaty, Gagarin Avenue, building 238/5, e-mail: moka-1993@mail.ru

Койгелдина Айгерім Ержановна – PhD, фитопатология зертханасының меңгерушісі, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Күлтобе көшесі, 1, ORCID ID 0000-0003-1742-6481, e-mail: aygerim_k@mail.ru

Койгельдина Айгерим Ержановна – PhD, зав.лаб. фитопатологии ТОО «Казакский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Қазақстан Республикасы, Алматы, ул. Култобе 1, ORCID ID 0000-0003-1742-6481 e-mail: aygerim_k@mail.ru

Koigeldina Aigerim – PhD, Head of the Laboratory of Phytopathology, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe St. 1, ORCID ID 0000-0003-1742-6481, e-mail: aygerim_k@mail.ru

Копирова Гүлсім Исламовна – магистр, ғылыми қызметкер, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Күлтөбе к-сі, 1-үй, ORCID ID: 0000-0002-5523-9460, e-mail: gkopirova@mail.ru

Копирова Гүлсім Исламовна – магистр, научный сотрудник ТОО «Казакский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Қазақстан Республикасы, Алматы, ул. Култобе 1, ORCID ID 0000-0002-5523-9460, e-mail: gkopirova@mail.ru

Kopirova Gulsim – MSc, Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe str. 1, ORCID ID: 0000-0002-5523-9460, e-mail: gkopirova@mail.ru

Болтаева Лязат Агабаевна – магистр, аға ғылыми қызметкер, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Күлтөбе к-сі, 1-үй, ORCID ID: 0000-0003-3959-4574, e-mail: ljazat19_81@mail.ru

Болтаева Лязат Агабаевна – магистр, старший научный сотрудник ТОО «Казакский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Қазақстан Республикасы, Алматы, ул. Култобе 1, ORCID ID 0000-0003-3959-4574, e-mail: ljazat19_81@mail.ru

Boltayeva Lyazat – MSc, Senior Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe str. 1, ORCID ID: 0000-0003-3959-4574, e-mail: ljazat19_81@mail.ru

Қожабаева Гүлнар Еркіновна – аға ғылыми қызметкер, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Күлтөбе к-сі, 1-үй, ORCID ID: 0000-0002-1323-5111, e-mail: luch.78@mail.ru

Қожабаева Гүлнар Еркіновна - старший научный сотрудник ТОО «Казакский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Қазақстан Республикасы, Алматы, ул. Култобе 1, ORCID ID 0000-0002-1323-5111, e-mail: luch.78@mail.ru

Kozhabaeva Gulnur – Senior Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe str. 1, ORCID ID: 0000-0002-1323-5111, e-mail: luch.78@mail.ru

Ковалева Екатерина Васильевна – ғылыми қызметкер, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Күлтөбе к-сі, 1-үй

Ковалева Екатерина Васильевна - научный сотрудник ТОО «Казакский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Қазақстан Республикасы, Алматы, ул. Култобе 1

Kovaleva Ekaterina – Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev”, Republic of Kazakhstan, Almaty, Kultobe str. 1

Олейченко Сергей Николаевич – Ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Жеміс-көкөніс шаруашылығы, өсімдіктерді қорғау

және карантин» кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, , <https://orcid.org/0000-01906> , e-mail- oleichenko@mail.ru

Олейченко Сергей Николаевич – доктор с.-х. наук, профессор кафедры «Плодоовощеводство, защита растений и карантин» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0002-0611-8267>, e-mail: oleichenko@mail.ru

Sergey Oleichenko Nikolaevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing, Plant Protection and Quarantine, Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay St., 8, <https://orcid.org/0000-0002-0611-8267> , e-mail: oleichenko@mail.ru

Жайлибаева Ляззат Асылбековна – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының аға оқытушы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, <https://orcid.org/0000-0003-1403-4220>, e-mail- Lyazzat_0204@mail.ru

Жайлибаева Ляззат Асылбековна – доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология» Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0003-1403-4220>, e-mail- Lyazzat_0204@mail.ru

Zhailybaeva Lyazzat Asylbekovna – PhD, Senior Lecturer of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay St., 8, <https://orcid.org/0000-0003-1403-4220> , e-mail Lyazzat_0204@mail.ru

Куандыкова Эльнара Мырзакеевна – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының аға оқытушы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, <https://orcid.org/0000-0001-8768-086X> e-mail-: 9Elnara@gmail.com

Куандыкова Эльнара Мырзакеевна – доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 8, <https://orcid.org/0000-0001-8768-086X> , e-mail: 9Elnara@gmail.com

Kuandykova Elnara Myrzakeevna – PhD, Senior Lecturer of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay St., 8, <https://orcid.org/0000-0001-8768-086X> , e-mail: 9Elnara@gmail.com

Сагидолдина Жанар Ермаковна - PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының аға оқытушы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, , <https://orcid.org/0000-0002-9078-5272> , e-mail: Sagidoldina79@mail.ru

Сагидолдина Жанар Ермаковна - доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология», Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 8, , <https://orcid.org/0000-0002-9078-5272> , e-mail: Sagidoldina79@mail.ru

Sagidoldina Zhanar Yermekovna - PhD, Senior Lecturer of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abay St., 8, <https://orcid.org/0000-0002-9078-5272> , e-mail: Sagidoldina79@mail.ru

Муташева Гаухар Сапаховна – техникалық ғылымдар кандидаты, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, <https://orcid.org/0009-0006-4120-3471> , e-mail: g.mutasheva@gmail.com

Муташева Гаухар Сапаховна - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология» Казахского национального аграрного

исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая, 8, <https://orcid.org/0009-0006-4120-3471>, e-mail: g.mutasheva@gmail.com

Mutasheva Gaukhar Sapakhovna - candidate of technical sciences, senior teacher of the Department of "Management, agrochemistry and ecology" of the Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, ul. Abaya, 8, <https://orcid.org/0009-0006-4120-3471>, e-mail: g.mutasheva@gmail.com

Жуматаева Улжалгас Таубаевна - PhD, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Биология және география» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Тауке хан көшесі 5, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1074>, e-mail: doni_uli@mail.ru

Жуматаева Улжалгас Таубаевна PhD, старший преподаватель кафедры "Биология и география" Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова, Республика Казахстан, г. Шымкент, ул. Тауке хана 5, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1074>, e-mail: doni_uli@mail.ru

Zhumatayeva Ulzhalgas Taubaevna - PhD, Senior Lecturer, Department of Biology and Geography, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Republic of Kazakhstan, Tauke Khan str. 5, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1074>, e-mail: doni_uli@mail.ru

Ягшиев Құрбанмұрат – С.А.Ниязов атындағы Түркіменстан ауылшаруашылық университеті кітапханасының меңгерушісі, Түркіменстан, 744012, Ашхабад, 2009 (Героглы) к-сі, 143 эл.пошта: sagitarius@mail.ru

Ягшиев Курбанмурат — заведующий библиотекой Туркменского сельскохозяйственного университета имени С.А.Ниязова, Туркменистан, 744012, г.Ашхабад, ул. 2009 (Гёроглы), 143 e-mail: sagitarius@mail.ru

Yagshiev Kurbanmurat - head of the Library of the Turkmen Agricultural University named after S.A. Niyazov, Turkmenistan, 744012, Ashgabat, 2009 (Gerogly) St., 143 e-mail: sagitarius@mail.ru

Ирина Панюшкина – Ph.D. Дендрохронология кафедрасының доценті. Аризона университеті. Bryant Bannister Harvest Ring, бөлме 324. Tucson, Arizona, 85721. Америка Құрама Штаттары, эл.пошта: ipanyush@arizona.edu

Ирина Панюшкина - Ph.D. доцент кафедры Дендрохронологии. Университет Аризона. Кольцо для сбора урожая Брайанта Баннистера, кабинет 324. Тусон, Аризона, 85721. Соединенные Штаты, e-mail: ipanyush@arizona.edu

Irina Panyushkina - Ph.D. Associate Professor, Department of Dendrochronology. University of Arizona. Bryant Bannister Harvest Ring, Room 324. Tucson, Arizona, 85721. United States, E-mail: ipanyush@arizona.edu

Әділханқызы Айнура – Докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета. Ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0000-0001-8048-7987>, e-mail: adilhan-ainura@mail.ru

Әділханқызы Айнура – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің докторанты. Жетекші ғылыми қызметкер, «Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0000-0001-8048-7987>, e-mail: adilhan-ainura@mail.ru

Adilhanqyzy Ainura – Doctoral Student, Kazakh National Agrarian Research University. Leading Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine”, Republic of Kazakhstan, Almaty city, <https://orcid.org/0000-0001-8048-7987>, e-mail: adilhan-ainura@mail.ru

Тлеубергенов Хамитжан Махсүтович – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің докторанты. Инженер-технолог, «Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0000-0001-5786-2275>, e-mail: tleubergenovkh@mail.ru

Тлеубергенов Хамитжан Махсutowич - Докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета. Инженер технолог. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0000-0001-5786-2275>, e-mail: tleubergenovkh@mail.ru

Tleubergenov Khamitjan – Doctoral Student, Kazakh National Agrarian Research University. Process Engineer, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine”, Republic of Kazakhstan, Almaty city, <https://orcid.org/0000-0001-5786-2275>, e-mail: tleubergenovkh@mail.ru

Шисенбаева Нургул Жусипкызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, «Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>, e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Шисенбаева Нургул Жусипкызы – магистр естественных наук, младший научный сотрудник ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>, e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Shisenbayeva Nurgul – Master of Natural Sciences, Junior Researcher, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine”, Republic of Kazakhstan, Almaty city, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>, e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Дүйсембеков Бахытжан Алишерович – биология ғылымдарының кандидаты, «Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0000-0001-8572-9906>, e-mail: bduisembekov@mail.ru

Дүйсембеков Бахытжан Алишерович - кандидат биологических наук. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0000-0001-8572-9906>, e-mail: bduisembekov@mail.ru

Duisembekov Bakhytzhanev – Candidate of Biological Sciences, LLP “Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine”, Republic of Kazakhstan, Almaty city, <https://orcid.org/0000-0001-8572-9906>, e-mail: bduisembekov@mail.ru

Нехведович Светлана – «Зығыр институты» РҚБ, Зығыр майын іріктеу зертханасы, (Беларусь Республикасы) эл-пошта: s.nehvedovich.izr@tut.by

Нехведович Светлана - лаборатория отбора льняного масла, РУП «Институт льна» (Республика Беларусь) e-mail: s.nehvedovich.izr@tut.by

Nehvedovich Svetlana - linseed oil selection laboratory, Republican unitary enterprise "Institute of flax" linseed oil selection laboratory (Republic of Belarus) e-mail: s.nehvedovich.izr@tut.by

Ходжаев Шамиль Турсунович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Өсімдіктер карантині және қорғау ғылыми-зерттеу институтының Агротоксикология және тағам өнімдерінің қауіпсіздігі зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Өзбекстан Республикасы, Ташкент облысы, Қибрай ауданы, Бабура махалласы, Бабур көшесі. 1-үй, пәтер. 20. ORCID: 0000-0001-6368-0478, e-mail: nhusenova@mail.ru

Ходжаев Шамиль Турсунович — доктор с-х наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории Агротоксикологии и пищевой безопасности Научно-исследовательского института карантина и защиты растений, Республика Узбекистан, Ташкентский область, Кибрайский район, махалля Бабура, ул.Бабур. дом 1, кв.20. ORCID: 0000-0001-6368-0478, e-mail: nhusenova@mail.ru

Khodjaev Shamil Tursunovich - doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher of the laboratory of Agrototoxicology and food safety of the Research institute of plant quarantine and protection, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Kibray district, Babura mahalla, Babur street. House 1, apt. 20. ORCID: 0000-0001-6368-0478, e-mail: nhusenova@mail.ru

Маулен Арина Талапкызы – старший лаборант лабораторий фитопатологии, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиенбаева», Республика Казахстан,

город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0009-0001-9956-2809> , e-mail: arina.maulen@mail.ru .

Мәулен Арина Талапқызы – фитопатология зертханасының аға лаборанты, «Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0009-0001-9956-2809> , эл.пошта: arina.maulen@mail.ru .

Maulen Arina Talapkyzy – senior laboratory assistant, Laboratory of Phythopathology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0009-0001-9956-2809> , e-mail: arina.maulen@mail.ru .

Исенова Гульмира Джанибековна – биология ғылымдарының кандидаты, ФЗТСО басшысы, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146> , эл.пошта: isenova.gd@gmail.com

Исенова Гульмира Джанибековна – кандидат биологических наук, начальник ИЦФЛА, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146> , e-mail: isenova.gd@gmail.com .

Issenova Gulmira Janibekovna – Candidate of Biological Sciences, Head of the Testing Center for Phytosanitary Laboratory Analysis, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146> , e-mail: isenova.gd@gmail.com .

Рвайдарова Гульнисам Олакаевна – биология ғылымдарының кандидаты, токсикология пестицидтер зертханасының меңгерушісі, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411> , эл.пошта: gulnizam@inbox.ru

Рвайдарова Гульнисам Олакаевна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией токсикологии пестицидов, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411> , gulnizam@inbox.ru .

Rvaidarova Gulnizam Olakaevna – Candidate of Biological Sciences, Head of the Pesticide Toxicology Laboratory, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411>

Кенжегалиев Арнур Мирамұлы – экология ғылымдарының магистрі, энтомология зертханасының меңгерушісі, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-7267-3261> , эл. пошта: arnur_1992@mail.ru .

Кенжегалиев Арнур Мирамұлы – магистр экологических наук, заведующий лабораторией энтомологии, ТОО «КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, 110008, г. Алматы, ул. Култөбе, 1, <https://orcid.org/0000-0001-7267-3261> , e-mail: arnur_1992@mail.ru

Kenzhegaliev Arnur Miramuly – Master of Environmental Sciences, Head of the Laboratory of Entomology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0001-7267-3261> , e-mail: arnur_1992@mail.ru .

Әшірбекова Айнур Асанбекқызы – магистр, фитопатология зертханасының аға лаборанты, «Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, эл.пошта: ainur-ashirbekova@mail.ru .

Аширбекова Айнур Асанбековна – магистр, старший лаборант лабораторий фитопатологии, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантин растений им. Ж. Жиенбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, e-mail: ainurashirbekova@mail.ru .

Ashirbekova Ainur Asanbekkyzy – MSc, senior laboratory assistant, Laboratory of Phytopathology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, e-mail: ainurashirbekova@mail.ru .

Исламова Рехангуль Аблимитовна – магистр, научный сотрудник лаборатории энтомологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантин растений имени Ж.Жиенбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, e-mail: r.islamova83@mail.ru .

Исламова Рехангуль Аблимитовна – магистр, энтомология зертханасының ғылыми қызметкері, «Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, эл. пошта: r.islamova83@mail.ru .

Islamova Rekhangul Ablimitovna – MSc, Researcher, Laboratory of Entomology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, e-mail: r.islamova83@mail.ru .

Жұмабай Ләйла Берікқызы – энтомология зертханасының аға лаборанты, «Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, эл.пошта: jumabai18.02.1998@gmail.com .

Жумабай Лейла Бериковна – старший лаборант лабораторий энтомологии, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантин растений им. Ж. Жиенбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, e-mail: jumabai18.02.1998@gmail.com .

Jumabai Laila Berikkyzy – senior laboratory assistant, Laboratory of Entomology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, e-mail: jumabai18.02.1998@gmail.com.

Ташигул Нұржан Ерланұлы - жаратылыстану ғылымдарының магистрі (PhD докторант), «Ж. Жиенбаев атындағы қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС ғылыми қызметкер, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0009-0002-3109-3708>, e-mail: nurzhan9601@mail.ru

Ташигул Нуржан Ерланұлы – магистр естественных наук (PhD докторант), научный сотрудник ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантин растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0009-0002-3109-3708>, e-mail: nurzhan9601@mail.ru

Tashigul Nurzhan Yerlanuly – Master of Natural Sciences (PhD student), Researcher at the «Kazakh research institute of plant protection and quarantine named after Zh. Zhiembayev» LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty, <https://orcid.org/0009-0002-3109-3708>, e-mail: nurzhan9601@mail.ru

Шисенбаева Нұргүл Жүсіпқызы – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, «Ж. Жиенбаев атындағы қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС кіші ғылыми қызметкер, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274> , e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Шисенбаева Нургул Жусипқызы – магистр естественных наук, младший научный сотрудник ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантин растений», Республика Казахстан, город Алматы, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>, e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Shissenbayeva Nurgul Zhussipkyzy – Master of Natural Sciences, Junior Researcher at the «Kazakh research institute of plant protection and quarantine named after Zh. Zhiembayev» LLP,

Republic of Kazakhstan, Almaty, <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>, e-mail: shisenbaevan00@gmail.com

Қожабаева Гүлнар Еркінқызы, аға ғылыми қызметкер, «Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Құлтөбе көшесі, 1, эл. пошта: luch.78@mail.ru

Кожабаева Гулнар Еркиновна, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-1323-5111>, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г. Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култөбе, 1, luch.78@mail.ru

Kozhabaeva Gulnar Erkinovna, senior researcher, <https://orcid.org/0000-0002-1323-5111> LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty, Nauryzbay district, md. Rahat, Kultobe str., 1, luch.78@mail.ru

Копирова Гүлсім Исламқызы, ғылыми қызметкер, <https://orcid.org/0000-0002-5523-9460>, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Құлтөбе көшесі, 1, эл. пошта: gkopirova@mail.ru

Копирова Гульсим Исламовна, научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-5523-9460>, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г. Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култөбе, 1, gkopirova@mail.ru

Kopirova Gulsim Islamovna, researcher, LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty, Nauryzbay district, md. Rahat, Kultobe str., 1, gkopirova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5523-9460>

Султанова Надира Жумаханқызы, с. - х. ғылым кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, <https://orcid.org/0000-0002-9538-3512>, «Ж.Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Құлтөбе көшесі, эл. пошта: nadira.sultanova@mail.ru

Султанова Надира Жумахановна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9538-3512>, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г. Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култөбе, 1, nadira.sultanova@mail.ru

Sultanova Nadira Zhumahanovna, candidate of agricultural sciences, leading researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9538-3512>, LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty, Nauryzbay district, md. Rahat, Kultobe str., 1, nadira.sultanova@mail.ru

Касембаева Назым Касембайқызы, аға лаборант, <https://orcid.org/0009-0001-8180-5681>, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Құлтөбе көшесі, эл. пошта: nasko_777@mail.ru

Касембаева Назым Касембайқызы, старший лаборант, <https://orcid.org/0009-0001-8180-5681>, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г. Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култөбе, 1, nasko_777@mail.ru

Kasembayeva Nazym Kasembayevna, senior laboratory assistant, <https://orcid.org/0009-0001-8180-5681>, LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh.Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty, Nauryzbay district, md. Rahat, Kultobe str., 1, nasko_777@mail.ru

Ибраева Анар Маратовна – Шоқан Уалиханов атындағы Көкшетау университетінің, 8D05201 Экологиялық қауіпсіздік және табиғатты пайдалану білім беру бағдарламасы

бойынша 2 курс докторанты, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қаласы, Абай көшесі, 76, эл. пошта: aibraeva_1@shokan.edu.kz

Ибраева Анар Маратовна – докторант 2-го курса обучения по образовательной программе 8D05201 Экологическая безопасность и природопользование Кокшетауского университета имени Шокана Уалиханова, Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая 76, эл. почта: aibraeva_1@shokan.edu.kz

Ibraeva Anar is a 2nd-year doctoral student in the educational program 8D05201 Environmental safety and Environmental Management of Kokshetau University named after Shokan Ualikhanov, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, 76 Abaya St., e-mail: aibraeva_1@shokan.edu.kz

Баязитова Зульфия Ерзатовна – биология ғылымдарының кандидаты, Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің профессоры, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қаласы, Абай көшесі 76, эл. пошта: z_bayazitova@mail.ru

Баязитова Зульфия Ерзатовна – кандидат биологических наук, профессор Кокшетауского университета имени Ш. Уалиханова, Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая 76, эл. почта: z_bayazitova@mail.ru

Bayazitova Zulfiya Candidate of Biological Science, Professor Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, 76 Abay Street, e-mail: z_bayazitova@mail.ru

Курманбаева Айгуль Сапарбековна – к.б.н., ассоц. профессор Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау, ул. Абая, 76, e-mail: akurmanbayeva@shokan.edu.kz

Курманбаева Айгуль Сапарбековна б.ғ. к., Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің қауымд. профессоры., Көкшетау, Қазақстан Республикасы, 020000, Көкшетау қаласы, Абай көшесі, 76, e-mail: akurmanbayeva@shokan.edu.kz

Kurmanbayeva Aigul Candidate of Biological Science, Associate Professor Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, 76 Abay Street, e-mail: akurmanbayeva@shokan.edu.kz

Жамалбекова Ақерке Алтайқызы – магистр, фитопатология зертханасының ғылыми қызметкері, «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-8077-5361>, эл. пошта: zhamalbekovaakerke@gmail.com

Жамалбекова Ақерке Алтаевна – магистр, научный сотрудник лаборатории фитопатологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-8077-5361>, e-mail: zhamalbekovaakerke@gmail.com

Zhamalbekova Akerke Altaikyzy – MSc, Researcher, Laboratory of Phythopathology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0002-8077-5361>, e-mail: zhamalbekovaakerke@gmail.com

Сардар Айжан Анарбекқызы – магистр, фитопатология зертханасының аға ғылыми қызметкері «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-9876-5674>, эл. пошта: aizhan.888sardar@gmail.com

Сардар Айжан Анарбековна – магистр, старший научный сотрудник лаборатории фитопатологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0000-0001-9876-5674>, e-mail: aizhan.888sardar@gmail.com

Sardar Aizhan Anarbekkyzy – MSc, Senior Researcher, Laboratory of Phythopathology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0001-9876-5674>, e-mail: aizhan.888sardar@gmail.com

Бретт Аренц – Өсімдік аурулары бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD), қауымдастырылған оқытушы профессор, Өсімдік патологиясы кафедрасы, Миннесота университеті, Сент-Пол қ., Миннесота штаты, АҚШ, <https://orcid.org/0009-0003-6576-7763>, эл. пошта: aren0058@umn.edu

Бретт Аренц – доктор философии в области фитопатологии (PhD), Ассоциированный преподаватель-профессор, кафедра Патологии растений, Университет Миннесоты, город Сент-Пол, штат Миннесоты, США, <https://orcid.org/0009-0003-6576-7763>, e-mail: aren0058@umn.edu

Brett Arenz – PhD of Plant Pathology, Associate Teaching Professor, Department of Plant Pathology, University of Minnesota, Saint Paul, Minnesota, USA, <https://orcid.org/0009-0003-6576-7763>, e-mail: aren0058@umn.edu

Успанов Алибек Маратұлы – биология ғылымдарының кандидаты, Басқарма Төрағасының орынбасары «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, эл. пошта u_alibek@mail.ru

Успанов Алибек Маратович – кандидат биологических наук, заместитель Председателя Правления, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан, город Алматы, микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, e-mail: u_alibek@mail.ru

Uspanov Alibek Maratuly – Candidate of Biological Sciences, Deputy Chairman of the Board, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, e-mail: u_alibek@mail.ru

Турсунова Альнура Қайратқызы - магистр, молекулалық генетика және биохимия зертханасының меңгерушісі, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, Алматы қ., Қазақстан. <https://orcid.org/0000-0002-9447-4738>, alnura_89.12.12@mail.ru

Турсунова Альнура Кайратовна, магистр, заведующий лабораторией молекулярной генетики и биохимии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, город Алматы, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-9447-4738>, alnura_89.12.12@mail.ru

Tursunova Alnura Kairatkyzy – MSc, Head of the Laboratory of Molecular Genetics and Biochemistry, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-9447-4738> Email: alnura_89.12.12@mail.ru

Турбекова Шырын Мейрамбекқызы - магистр, молекулалық генетика және биохимия зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, Алматы қ., Қазақстан. <https://orcid.org/0000-0002-2595-8288>, shyrynka_turbekova@mail.ru

Турбекова Шырын Мейрамбековна - магистр, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и биохимии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, город Алматы, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-2595-8288>, shyrynka_turbekova@mail.ru

Turbekova Shyryn Meirambekkyzy – MSc, Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics and Biochemistry, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-2595-8288> Email: shyrynka_turbekova@mail.ru

Абылаева Ұлжалғас Аманилақызы - магистр, молекулалық генетика және биохимия зертханасының ғылыми қызметкері, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, Алматы қ., Қазақстан. <https://orcid.org/0000-0002-6254-3209> ablay.ula@mail.ru

Абылаева Ұлжалғас Аманилақызы - магистр, научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и биохимии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, город Алматы, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-6254-3209> ablay.ula@mail.ru

Abylayeva Ulzhalgas Amanilakyzy – MSc, Researcher, Laboratory of Molecular Genetics and Biochemistry, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-6254-3209> Email: ablay.ula@mail.ru

Жұмабай Ләйлә Берікқызы - бакалавр, энтомология зертханасының аға лаборанты, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, Алматы қ., Қазақстан. jumabai18.02.1998@gmail.com

Жұмабай Ләйлә Берікқызы - бакалавр, старший лаборант лаборатории энтомологии, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, город Алматы, Казахстан. jumabai18.02.1998@gmail.com

Zhumabai Laila Berikkyzy – BSc, Senior Laboratory Assistant, Laboratory of Entomology, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, Kazakhstan. Email: jumabai18.02.1998@gmail.com

Успанов Алибек Маратович - кандидат биологических наук, заместитель Председателя Правления, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиёмбаева», микрорайон Рахат, ул. Культобе 1, город Алматы, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, _alibek@mail.ru

Успанов Алибек Маратұлы – биология ғылымдарының кандидаты, Басқарма Төрағасының орынбасары «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Рахат шағын ауданы, Күлтөбе 1, Алматы қ., Қазақстан. <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>, _alibek@mail.ru

Uspanov Alibek Maratuly – Candidate of Biological Sciences, Deputy Chairman of the Board, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Rakhat residential area, Kultobe 1, Almaty, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596> Email: _alibek@mail.ru

Қасымов Асылан Ағабекұлы – ауыл шаруашылық ғылымдарының 2 курс магистранты, «Ж.Жиёмбаев атындағы өсімдік қорғау және карантин» ғылыми зерттеу институтының аға зертханашысы, Қазақстан Республикасы, 040924, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0009-0007-8192-2603>, эл. почта: aslan.kasymov.02@mail.ru

Қасымов Асылан Агабекулы – магистрант 2 курса по сельскохозяйственным наукам, старший лаборант Научно-исследовательского института «защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, 040924, г. Алматы, Наурызбайский район, ул. Культобе, 1, <https://orcid.org/0009-0007-8192-2603>, e-mail: aslan.kasymov.02@mail.ru

Kasymov Asylan – 2nd-year Master's student in Agricultural Sciences, Senior Laboratory Assistant at the «J. Zhiembayev Research Institute of Plant Protection and Quarantine», Republic of Kazakhstan, 040924, Almaty city, Nauryzbai district, Kultobe street, 1, <https://orcid.org/0009-0007-8192-2603>, e-mail: aslan.kasymov.02@mail.ru

Алпысбаева Қарлығаш Әзірбекқызы – PhD, пайдалы жәндіктер және биоагенттерді жаппай өндіру зертханасының меңгерушісі, «Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 050070, Алматы облысы, Алматы қаласы, Күлтөбе көшесі 1, эл. пошта: erke07naz05@mail.ru

Алпысбаева Карлығаш Азирбековна – PhD, заведующий лаборатории полезных насекомых и массового производства биоагентов, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, 050070, Алматинская область, г. Алматы, ул. Культобе 1, e-mail: erke07naz05@mail.ru

Alpysbayeva Karlygash Azirbekovna – PhD, Head of the Laboratory of Beneficial Insects and Mass Production of Bioagents, LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiyembayev", Republic of Kazakhstan, 050070, Almaty region, Almaty, Kultobe str., 1, e-mail: erke07naz05@mail.ru

Мухамадиев Нуржан Серикканулы – биология ғылымдарының кандидаты, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС-нің өсімдіктерді биологиялық қорғау бөлімінің меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат ықшамауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>, эл. пошта: nurzhan-80@mail.ru

Мухамадиев Нуржан Серикканулы – кандидат биологических наук, заведующий отделом биологической защиты растений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култобе, 1., <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>, e-mail: nurzhan-80@mail.ru

Mukhamadiyev Nurzhan Serikkanuly – Candidate of biological Sciences, Head of the Plant Protection Department, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiyembayev”, Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty city, Nauryzbay district, Rakhat microdistrict, Kultebe str., 1., <https://orcid.org/0000-0003-3199-2447>, e-mail: nurzhan-80@mail.ru,

Меңдібаева Гүлназ Жеткергенқызы – PhD, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС-нің орман және жасыл желектерді қорғау зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат ықшамауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-0929-061X>, эл. пошта: 1987gulnaz@gmail.com

Меңдібаева Гүлназ Жеткергенқызы – PhD, заведующая лабораторией защиты леса и зеленых насаждений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култобе, 1., <https://orcid.org/0000-0002-0929-061X>, e-mail: 1987gulnaz@gmail.com

Mengdibayeva Gulnaz Zhetkergenkyzy – PhD, Head of the Forest Protection and Greenery Laboratory, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiyembayev”, Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty city, Nauryzbay district, Rakhat microdistrict, Kultebe str., 1., <https://orcid.org/0000-0002-0929-061X>, e-mail: 1987gulnaz@gmail.com

Кенес Нұргелді Таңатарұлы – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС-нің орман және жасыл желектерді қорғау зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат ықшамауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-6962-7221>, эл. пошта: nurgeldi_1993_kz@mail.ru

Кенес Нұргелді Танатарұлы – магистр, научный сотрудник защиты леса и зеленых насаждений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култобе, 1., <https://orcid.org/0000-0001-6962-7221>, e-mail: nurgeldi_1993_kz@mail.ru,

Nurgeldi Tanataruly Kenes – Master's degree holder, research associate of the Forest Protection and Greenery Laboratory, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiyembayev”, Republic of Kazakhstan, АЗ0М0Н6, Almaty city, Nauryzbay district, Rakhat microdistrict, Kultebe str., 1., <https://orcid.org/0000-0001-6962-7221>, e-mail: nurgeldi_1993_kz@mail.ru

Дәулеткелді Елшат – магистр, «Ж. Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС-нің орман және жасыл желектерді қорғау зертханасының ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат ықшамауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0003-4749-2842?lang=ru>, эл. пошта: elshat_d@mail.ru

Даулеткелді Елшат – магистр, научный сотрудник защиты леса и зеленых насаждений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиенбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култобе, 1., <https://orcid.org/0000-0003-4749-2842?lang=ru>, e-mail: elshat_d@mail.ru

Dauleteldi Elshat – Master's degree holder, research associate of the Forest Protection and Greenery Laboratory, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev”, Republic of Kazakhstan, AZ0M0N6, Almaty city, Nauryzbay district, Rakhat microdistrict, Kultebe str., 1., <https://orcid.org/0000-0003-4749-2842?lang=ru>, e-mail: elshat_d@mail.ru

Ақбаев Нурлан Бакытбекович – «Ж. Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ» ЖШС-нің орман және жасыл желектерді қорғау зертханасының кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, АЗ0М0Н6, Алматы қаласы, Наурызбай ауданы, Рахат ықшамауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0009-0006-9182-8058>, эл. пошта: mr.akbaev23@mail.ru

Ақбаев Нурлан Бакытбекович – младший научный сотрудник защиты леса и зеленых насаждений, ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиенбаева», Республика Казахстан, АЗ0М0Н6, г Алматы, Наурызбайский район, мкр. Рахат, ул. Култобе, 1., <https://orcid.org/0009-0006-9182-8058>, e-mail: mr.akbaev23@mail.ru

Akbaev Nurlan – research associate of the Forest Protection and Greenery Laboratory, LLP “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev”, Republic of Kazakhstan, AZ0M0N6, Almaty city, Nauryzbay district, Rakhat microdistrict, Kultebe str., 1., <https://orcid.org/0009-0006-9182-8058>, e-mail: mr.akbaev23@mail.ru

Бекназарова Зибаш Бердікүлқызы – PhD, Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Өсімдіктерді кешенді қорғау бөліміне қарасты Энтомология зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. пошта: zibashbek@mail.ru.

Бекназарова Зибаш Бердикуловна – PhD, заведующий лаборатории Энтомологии, отдела Интегрированной защиты растений ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Республика Казахстан, г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. почта: zibashbek@mail.ru.

Beknazarova Zibash Berdikulovna – PhD, Head of the Entomology Laboratory, Department of Integrated Plant Protection, LLP "Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Almaty, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, email: zibash_bek@mail.ru.

Темрешев Избасар Исатаұлы – б.ғ.к., Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Өсімдіктер карантині бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. пошта: temreshev76@mail.ru.

Темрешев Избасар Исатаевич – к.б.н., ведущий научный сотрудник отдела карантина растений ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева», Республика Казахстан, г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култобе 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, эл. почта: temreshev76@mail.ru.

Temreshev Izbasar Isatayevich – PhD in Biology, Leading Researcher of the Plant Quarantine Department, LLP "Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Republic of Kazakhstan, Almaty, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-2974-202X>, email: temreshev76@mail.ru.

Қалдыбекқызы Гүлжан – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің докторанты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, <https://orcid.org/0000-0003-0630-6046>, эл. пошта: gkalybekkyzy@bk.ru.

Калдыбеккызы Гульжан – докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая 8, <https://orcid.org/0000-0003-0630-6046>, эл. почта: gkalybekkyzy@bk.ru.

Kaldybekkyzy Gulzhan – PhD student at Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai Street 8, <https://orcid.org/0000-0003-0630-6046>, email: gkalybekkyzy@bk.ru.

Чадинова Айжан Мұқашқызы – Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Білім тарату орталығының басшысы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0001-9648-6719>, эл. пошта: biocontrol.kz@gmail.com.

Чадинова Айжан Мукашевна – начальник центра распространения знания КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева, Республика Казахстан, г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култөбе 1, <https://orcid.org/0000-0001-9648-6719>, эл. почта: biocontrol.kz@gmail.com.

Chadinova Aizhan Mukashevna – Head of the Knowledge Dissemination Center at the Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev, Republic of Kazakhstan, Almaty, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0001-9648-6719>, email: biocontrol.kz@gmail.com.

Жұбатова Эльмира Адсадикқызы – Ж.Жиенбаев атындағы Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының Биологиялық қорғау бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Рахат шағын ауданы, Күлтөбе көшесі, 1, <https://orcid.org/0000-0002-6746-565X>, эл. пошта: biocontrol.kz@gmail.com.

Джубатова Эльмира Адсاديковна – младший научный сотрудник отдела биологической защиты растений, КазНИИ защиты и карантина растений им. Ж.Жиенбаева, Республика Казахстан, г. Алматы, мкр. Рахат, ул. Култөбе 1, <https://orcid.org/0000-0002-6746-565X>, эл. почта: biocontrol.kz@gmail.com.

Djubatova Elmira Adsadikovna – Junior Researcher at the Department of Biological Plant Protection, Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev, Republic of Kazakhstan, Almaty, Rakhat microdistrict, Kultobe Street 1, <https://orcid.org/0000-0002-6746-565X>, email: biocontrol.kz@gmail.com.

Жанбатыров Әбунасыр Шәріпұллаұлы – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің докторанты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай көшесі, 8, <https://orcid.org/0009-0002-4090-7128>, эл. пошта: abunasyr@gmail.com.

Джанбатыров Абунасыр Шарифуллович – докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Абая 8, <https://orcid.org/0009-0002-4090-7128>, эл. почта: abunasyr@gmail.com.

Zhanbatyrov Abunasyr Sharifullayevich – PhD student at Kazakh National Agrarian Research University, Republic of Kazakhstan, Almaty, Abai Street 8, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4090-7128>, email: abunasyr@gmail.com.

МАЗМҰНЫ ● СОДЕРЖАНИЕ ● CONTENT

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ
AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY**

Г.Б. Сарсенбаева, Ж.С. Усембаева. РЕГУЛИРУЕМЫЕ ГАЗОВЫЕ СРЕДЫ КАК СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОРЧИ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ.....	5
А.Хасейн, Б.К.Тезекбаева, К.П.Аубакирова, Г.А.Сулейманова, Н.П.Малахова, ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «КАГОЦЕЛ» ПРИ ТЕРМОТЕРАПИИ <i>IN VITRO</i> ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ВИНОГРАДА ОТ ВИРУСА КУСТИСТОЙ КАРЛИКОВОСТИ МАЛИНЫ.....	12
G.N.Kairova, E.S.Ismagulova, G.Suleimanova, N.Basim, M.Zh.Sarshayeva, S.B.Korabaeva. PATHOGENICITY OF THE FUNGUS <i>ALTERNARIA ALTERNATA</i> ON WALNUT (<i>JUGLANS REGIA</i>) IN THE SOUTHERN FRUIT-GROWING ZONE OF KAZAKHSTAN.....	23
А.Е. Койгельдина, Г.И.Копирова, Л.А.Болтаева, Г.Е.Кожабаева, Е.В. Ковалева ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА.....	29
S.Oleichenko, L.Zhailibayeva, J.Sagidoldina, E. Kuandykova, G.Mutasheva, U.Zhumatayeva. ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF GROWING REMONTANT RASPBERRIES IN KAZAKHSTAN.....	37
G.Yagshyev, Kh.Khojadurdyev. TORTOISE BUGS IN WINTER WHEAT AND PEST CONTROL.....	43
I.P. Panyushkina, A.Shayakhmetova, A.Bakirov, M.Akhmetov, A. Usseinov, C.Gerba. QUALITY OF IRRIGATION WATER IN NORTH KAZAKHSTAN AFTER THE HIGH SPRING FLOOD-2024.....	47
А.Әділханқызы, Х.М.Тлеубергенов, Н.Ж.Шисенбаева, Б.А.Дуйсембеков. ПОИСК ПОГИБШИХ НАСЕКОМЫХ С ПРИЗНАКАМИ БАКТЕРИОЗА В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ СТАЦИЯХ КАЗАХСТАНА.....	52
С.И.Нехведович, Е.Л.Андроник, Е.В.Иванова. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ЛЬНА ОТ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	59
Ш.Т. Ходжаев НЕОБХОДИМО РЕКОНСТРУКТРИРОВАТЬ НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ.....	65
А.Т.Маулен, Г.Д.Исенова, Г.О.Рвайдарова, А.М.Кенжегалиев, А.А.Аширбекова, Р.А. Исламова, Л.Б.Жумабай. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ КЛУБНИКИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА.....	71
Н.Е.Ташигул., Н.Ж. Шисенбаева. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ <i>BEAUVERIA BASSIANA</i> НА РИСОВОЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА ЕЁ ПАТОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВ <i>LOCUSTA MIGRATORIA</i> L.....	78
Г.Е.Кожабаева, Г.И.Копирова, Н.Ж.Султанова, Н.К.Касембаева. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ СЕМЯН ЛЬНА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ФИТОЭКСПЕРТИЗЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.....	85
А.М. Ибраева, З.Е. Баязитова, А.С. Курманбаева. ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ: ОПЫТ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОЧВ НА ПОЛИГОНЕ ТБО Г. КОКШЕТАУ.....	93
A.A.Zhamalbekova, A.A.Sardar, B.Arenz, A.M.Uspanov. EVALUATION OF INFECTION SEVERITY IN SOLANACEOUS CROPS CAUSED BY PHYTOPHTHORA INFESTANS USING VARYING SPORANGIA CONCENTRATIONS.....	101
А.К.Турсунова, Ш.М.Турбекова, У.А.Абылаева, Л.Б. Жұмабай, А.М.Успанов. ОЦЕНКА ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ПАУТИННОГО КЛЕЩА <i>TETRANYCHUS URTICAE</i> KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) ИЗ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ К ИНСЕКТИЦИДАМ.....	112
А.А. Қасымов, К.А.Алпысбаева. ЖАБЫҚ АЛАҢ ЖАҒДАЙЫНДА ҚИЯР ДАҚЫЛЫНА ЗИЯН КЕЛТІРЕТІН БІТЕЛЕР КЕШЕНІМЕН КҮРЕСУ ЖОЛДАРЫ.....	118

Н.С.Мухамадиев, Г.Ж.Мендібаева, Н.Т.Кеңес, Е.Дәулеткелді, Н.Б.Ақбаев. ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІ МЕН ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ЖАСЫЛ ЖЕЛЕКТЕРДІҢ ОРМАНПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ИНВАЗИЯЛЫҚ ЗИЯНКЕСТЕРДІҢ ТАРАЛУЫ.....	126
З.Б.Бекназарова, И.И.Темрешев, Г.Калдыбеккызы, А.М.Чадинова, Э.А. Джубатова, А.Ш.Джанбатыров. УСТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ПОЛЕЗНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ В САДАХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА И В ГОРНЫХ ЛЕСАХ НА ЯБЛОНЕ СИВЕРСА.....	139

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ / ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	153
--	------------