



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№01

ISSN 2304-3334
№01(109)2026

● **ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР**
Ғ Ы Л Ы М И Ж У Р Н А Л

● **ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ**
Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л

● **RESEARCH, RESULTS**
S C I E N T I F I C J O U R N A L

АЛМАТЫ

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

**ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТИНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ**

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

Research, results	Ізденістер, нәтижелер	Исследования, результаты
Published since 1999.	Издается с 1999 г.	Издается с 1999 г.
Volume 28. No.109. 2026	Том 28. No.109. 2026	Том 28. No.109. 2026

Зарегистрировано в Министерстве информации и общественного согласия РК.
Свидетельство об учетной регистрации №482-Ж от 25 ноября 1998 года.

Зарегистрировано в Международном центре регистрации серийных изданий ISSN
(ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2304–3334.

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

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

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

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

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

EDITORIAL TEAM:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(Scopus h-4)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scientific Journal “Research, Results”

Publication frequency: 6 issues per year

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

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

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

Copyright: © Research, Results, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Зерттеулер, нәтижелер» ғылыми журналы

Жиілігі: жылына 6 шығарылым.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

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

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

Авторлық құқық: © Зерттеулер, нәтижелер, 2026

РЕДАКЦИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Научный журнал «Исследования, результаты»

Периодичность: 6 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

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

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

Авторские права: © Исследования, результаты, 2026

CONTENTS

STOCK-RAISING AND VETERINARY

A.A. Baisabyrova

AGE-RELATED DYNAMICS OF PRODUCTIVE TRAITS IN HOLSTEIN AND ALATAU CATTLE BREEDS9

R.R. Gadiev, A.M. Davletova, R.I. Sharipov, K.G. Esengaliev, A.A. Dzhumagaliyeva

EVALUATION OF PRODUCTIVITY INDICATORS OF GEESE OF THE LARGE LION-HEADED, LINDA BREEDS AND THEIR HYBRIDS17

A.R. Zainulina, M. B. Kalmagambetov, G. B. Baymakhanova

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF INFLUENCE OF FEED SUPPLEMENTS ON THE MEAT PRODUCTIVITY OF BULLS OF DIFFERENT GENOTYPES28

K.A. Iskakov, A.C. Katasheva, A.B. Makhanbetova, B.T. Kulataev

INVESTIGATION OF THE QUALITY OF CRYOPRESERVED SPERM FROM BREEDING GOATS USING A CLASSICAL MEDIUM WITH VITAMIN E.40

E. Razuan , A.M. Ombayev, B.S. Akhmetova, A.M. Nusupov

GROWTH CHARACTERISTICS OF THE KAZAKH BACTRIAN CAMEL BREED RAISED IN THE EASTERN REGION OF KAZAKHSTAN48

B.Q. Sansyzbaeva, Sh.R. Adylkanova, A.D. Orakbaeva, E. Baimazhi

MEAT PRODUCTIVITY AND MEAT QUALITY CHARACTERISTICS OF SARYARKA SHEEP56

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

M.M. Abylkairova, V.I. Tsygankov, A.V. Tsygankov, M.A. Yesimbekova

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY IMPACT ON PROSO MILLET (PANICUM MILIACEUM L.) YIELD BASED ON TWO-YEAR FIELD MEASUREMENTS66

S.B. Dubekova, Sh.S. Rsaliyev, A.K. Yesserkenov, B.A. Ainebekova

BREEDING OF WINTER WHEAT FOR RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN74

Zh. Keishilov, A.M. Kokhmetova, Y.B. Dutbayev, M.T. Kumarbayeva, F.S. Baloch

ASSESSMENT AND STRUCTURAL ANALYSIS OF SPRING WHEAT SAMPLES FOR ABIOTIC (DROUGHT) AND BIOTIC (LEAF RUST – PUCCINIA RECONDITA) STRESSES IN THE CONDITIONS OF THE ALMATY REGION83

A.K. Tashkenbayeva, M.Zh. Sarshaeva, I.S. Korotetskiy, S.Zh. Kazybayeva

OPTIMIZATION OF THE CLONAL MICROPROPAGATION METHOD FOR OBTAINING VIRUS-FREE PLANTING MATERIAL OF GARDEN STRAWBERRIES (FRAGARIA×ANANASSA)93

M.U. Utebayev, T.V. Shelayeva, S.M. Dashkevich, I.V. Chilimova ..

INHERITANCE OF GRAIN QUALITY TRAITS IN TETRAPLOID WHEAT HYBRIDS106

Z.Yussupova, T. Nurseitova, I. Y. Kovalchuk, B. Kabyzbekova

OPTIMIZATION OF THE NUTRIENT MEDIUM COMPOSITION FOR IN VITRO MICROPROPAGATION OF PEAR ROOTSTOC.....115

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

A. Akzambekuly, A.A. Altayeva, A.K. Kasen, S.B. Pentaeva

ESTABLISHMENT OF THE BOUNDARIES OF ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL UNITS OF SETTLEMENTS ON THE GROUND WITHIN RURAL DISTRICTS124

Sh.Yelikbayeva, Zh.Shokimova, V Nilipovskiy, N. Auyesbekov, Zh. Nuraly

FORMATION OF SCIENTIFIC BASIS FOR THE LAND MANAGEMENT PROCESS135

Zh.M. Zhumatayeva, Z.M. Kuzairova, Zh.E. Maulen, A.N. Zhildikbaeva, I. Roslan

DEVELOPMENT OF A DIGITAL SPATIAL FRAMEWORK FOR INFORMATION-ANALYTICAL MAPPING OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION145

D.S. Onalbayeva, A.D. Omarbekova, A.K. Zhumassilova, U.S. Cherniazova, V. Gurskiene

GEOINFORMATION ANALYSIS OF AGRICULTURAL LAND USE (CASE STUDY OF ALMATY REGION)155

S.R. Tazhiyev, E.Zh. Murtazin, V.S. Rahimova, A.K. Alimgazina

THE ROLE OF GROUNDWATER-BASED PASTURE IRRIGATION IN THE DEVELOPMENT OF TRANSHUMANT LIVESTOCK FARMING IN THE ALMATY REGION169

N.K. Turmanbetov, G.S. Aitkhozhayeva, A. Zermukhamed, V. Gurskiene

APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS IN THE RESTORATION OF DEGRADED AGRICULTURAL LANDS OF THE ALMATY REGION.....182

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

Ye. K. Auyelbek, D. B. Ordataev, Ye. Sarkynov, Zh. Z. Zhakupova MOBILE INSTALLATION FOR CLEANING AND DISINFECTION OF MINE WELLS: DEVELOPMENT OF DESIGN DOCUMENTATION	192
M. Zhetpeisov, Zh. Sadykov, A. Alchimbayeva, Zh. Mustafin IMPROVEMENT OF THE INCLINED FEEDER HOUSE OF A RICE HARVESTER COMBINE	203
Ye.R. Zhumagaliyev, I.A. Tailer, B.M. Kassymbayev, M.Zh. Khazimov, G.Ch. Bora DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF TRANSPORTATION OF EVACUATED CRUSHED GREEN MASS ON A TRACTOR-TRANSPORT UNIT	215
G.N. Kairova, S.B. Korabayeva, E.S. Ismagulova, S.N. Almakhanova ASSESSMENT OF APPLE CULTIVAR RESISTANCE TO ALTERNARIA ALTERNATA UNDER NATURAL EPIPHYTIC CONDITIONS IN SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN	229
A.D. Serikbayeva, Zh.M. Suleimenova, M.A. Taizhanova, Zh.B. Dossimova DEVELOPMENT OF OPTIMAL TECHNOLOGIES FOR PASTEURIZATION AND FERMENTATION OF CAMEL MILK FOR THE PRODUCTION OF THE FUNCTIONAL FERMENTED MILK DRINK “SHALAP”	239

МАЗМҰНЫ

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

А.А. Байсабырова ГОЛШТИН ЖӘНЕ АЛАТАУ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІК КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ЖАС ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ДИНАМИКАСЫ	9
Р.Р. Гадиев, А.М. Давлетова, Р.И. Шарипов, К.Г. Есенғалиев, А.А. Джумағалиева «ҮЛКЕН АРЫСТАН БАСТЫ», «ЛИНДА» ҚАЗ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ БУДАНДАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІК КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ	17
А.Р. Зайнулина, М.Б. Калмағамбетов, Г.Б. Баймаханова ӨРТҮРЛІ ГЕНОТИПТІ БУҚАШЫҚТАРДЫҢ ЕТ ӨНІМДІЛІГІНЕ АЗЫҚТЫҚ ҚОСПАЛАРДЫҢ ӘСЕР ЕТУ ДӘРЕЖЕСІН БАҒАЛАУ	28
К.А. Искаков, А.Ч.Каташева, А.Б. Маханбетова, Б. Т. Кулатаев КЛАССИКАЛЫҚ Е ДӘРУМЕНІ ОРТАСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ӨНДІРУШІ ЕШКІЛЕРДІҢ КРИОКОНСЕРВІЛЕНГЕН ҰРЫҚТАРДЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ	40
Е. Разуан, А.М.Омбаев, Б.С.Ахметова, А.М. Нусупов ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШЫҒЫС АЙМАҒЫНДА ӨСІРІЛЕТІН ҚАЗАҚ БАКТРИАН ТҮЙЕ ТҰҚЫМЫНЫҢ ӨСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	48
Б.Қ. Сансызбаева, Ш.Р. Адылканова, А.Д. Орақбаева, Е. Бәймәжі САРЫАРҚА ТҰҚЫМЫ (ЖАҢААРҚА ТИПІ) ҚОЙЛАРЫНЫҢ ЕТ ӨНІМДІЛІГІ МЕН ЕТТІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ	56

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

М.М. Абылкаирова, В.И. Цыганков, А.В. Цыганков, М.А. Есимбекова ЕКІ ЖЫЛДЫҚ ДАЛАЛЫҚ БАҚЫЛАУ НЕГІЗІНДЕГІ ТАРЫ (RANICUM MLIACEUM L.) ӨНІМДІЛІГІНЕ ФОТОСИНТЕТИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІКТІҢ ӘСЕРІ	66
С.Б. Дубекова, Ш.С. Рсалиев, А.К.Есеркенов, Б.А. Айнебекова САҢЫРАУҚҰЛАҚ АУРУЛАРЫНА ТӨЗІМДІЛІГІ БОЙЫНША, ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ КҮЗДІК БИДАЙ СЕЛЕКЦИЯСЫ	74
Ж.С. Кеишилов, А.М. Кохметова, Е.Б. Дутбаев, М.Т. Кумарбаева, Ф.Ш. Балоч АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ АБИОТИКАЛЫҚ (ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ) ЖӘНЕ БИОТИКАЛЫҚ (ҚОҢЫР ТАТ – RUSSINIA RECONDITA) СТРЕССТЕРГЕ ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУ ЖҰМЫСТАРЫ	83
А.К. Ташкенбаева, М.Ж. Саршаева, И.С. Коротецкий, С.Ж. Казыбаева БАҚША БҮЛДІРГЕНІНІҢ (FRAGARIA × ANANASSA) ВИРУССЫЗ ОТЫРҒЫЗУ МАТЕРИАЛЫН АЛУ МАҚСАТЫНДА КЛОНАЛДЫ МИКРОКӨБЕЙТУ ӘДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ	93
М.О. Өтебаев, Т.В. Шелаева, С.М. Дашкевич, И.В. Чилимова ТЕТРАПЛОИДТЫ БИДАЙ БУДАНЫ ДӨНДЕРІНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ТҰҚЫМ ҚУАЛАУЫ	106
З.Я. Юсупова, Т.Н. Нурсейтова, И.Ю. Ковальчук, Б.Ж. Кабылбекова IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА АЛМҰРТ ТАМЫРЛАРЫНЫҢ МИКРОКАНАЛДЫ КӨБЕЮІ ҮШІН ҚОРЕКТІК ОРТАНЫҢ ҚҰРАМЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	115

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

А. Акзамбекулы, А.А. Алтаева, Ә.Қ. Қасен, С.Б. Пентаева АУЫЛДЫҚ ОКРУГТЕР ШЕГІНДЕ ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІҢ ӘКІМШІЛІК-АУМАҚТЫҚ БІРЛІКТЕРІНІҢ ШЕКАРАЛАРЫН ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕРДЕ БЕЛГІЛЕУ	124
Ш. Еликбаева, Ж. Шокимова, В. Нилиповский, Н. Ауесбеков, Ж. Нұралы ЖЕРГЕ ОРНАЛАСТЫРУ ПРОЦЕСІН ЖҮРГІЗУДІҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕРІН ТҰЖЫРЫМДАУ	135
Ж.М. Жұматаева, З.М. Құзаирова, Ж.Е. Мәулен, А.Н. Жилдикбаева, I. Roslan ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ-ТАЛДАУЛЫҚ КАРТОГРАФИЯЛАУЫ ҮШІН ЦИФРЛЫҚ КЕҢІСТІК НЕГІЗДІ ӨЗІРЛЕУ	145
Д.С. Онолбаева, А.Д. Омарбекова, А.Қ. Жүмәсілова, У. С. Черниязова, В. Гурскиене АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ МЫСАЛЫНДА АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МАҚСАТЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ГЕОАҚПАРАТ-ТЫҚ ТАЛДАУЫ	155
С. Р. Тажиев, Е.Ж. Муртазин, В. С. Салыбекова, А.К. Алимгазина АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДА КӨШПЕЛІ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМУДАҒЫ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫМЕН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ СУЛАНДЫРУДЫҢ МАҢЫЗЫ	169
Н.К. Турманбетов, Г.С. Айтхожаева, А. Зермұхамед, В. Гурскене АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ДЕГРАДАЦИЯҒА ҰШЫРАҒАН АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРЛЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДЕ ИННОВА-ЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ	182

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

Е.К. Әуелбек, Д.Б. Ордатаев, Е. Саркынов, Ж.З. Жақупова ШАХТАЛЫ ҚҰДЫҚТАРЫН ТАЗАРТУҒА ЖӘНЕ ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚОНДЫРҒЫ: КОНСТРУКТОРЛЫҚ ҚҰЖАТТАМАНЫ ӨЗІРЛЕУ	192
М.Т. Жетпейсов, Ж.С. Садыков, А.С. Альчимбаева, Ж.Ж. Мустафин КҮРІШ ЖИНАЙТЫН КОМБАЙННЫҢ КӨЛБЕУ КАМЕРАСЫН ЖЕТІЛДІРУ	203
Е.Р. Жумағалиев, И.А. Тайлер, Б.М. Касымбаев, М.Ж. Хазимов, Г.Ч. Бора ТРАКТОРЛЫ-КӨЛІК АГРЕГАТЫНДА ВАКУУМДАЛҒАН ҰСАҚ ЖАСЫЛ МАССАНЫ ТАСЫМАЛДАУ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ	215
Г.Н. Кайрова, С.Б. Қорабаева, Э.С. Исмағұлова, С.Н. Альмаханова ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ТАБИҒИ ЭПИФИТОТИЯ ЖАҒДАЙЫНДА АЛМА СОРТТАРЫНЫҢ ALTERNARIA ALTERNATA-ҒА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ	229
А.Д. Серикбаева, Ж.М. Сулейменова, М.А. Тайжанова, Ж.Б. Досимова «ШАЛАП» ФУНКЦИОНАЛДЫ АШЫТЫЛҒАН СҮТ СУСЫНЫН ӨНДІРУ ҮШІН ТҮЙЕ СҮТІН ПАСТЕРЛЕУ ЖӘНЕ АШЫТУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ӨЗІРЛЕУ	239

СОДЕРЖАНИЕ

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

А.А. Байсабырова ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ И АЛАТАУСКОЙ ПОРОД	9
Р.Р. Гадиев, А.М. Давлетова, Р.И. Шарипов, К.Г. Есенғалиев, А.А. Джумағалиева ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГУСЕЙ ПОРОД «БОЛЬШАЯ ЛЬВИНАЯ ГОЛОВА», «ЛИНДОВСКАЯ» И ИХ ГИБРИДОВ	17
А.Р. Зайнулина, М.Б. Калмағамбетов, Г. Б. Баймаханова ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПОДКОРМОК НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ БЫЧКОВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ	28
К.А. Искаков, А.Ч. Каташева, А.Б. Маханбетова, Б.Т. Қулатаев ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КРИОКОНСЕРВИРОВАННОЙ СПЕРМЫ КОЗЛОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССИЧЕСКОЙ СРЕДЫ С ВИТАМИНОМ Е	40
Е. Разуан, А.М. Омбаев, Б.С. Ахметова, А.М. Нусупов ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ВЕРБЛЮДОВ ПОРОДЫ КАЗАХСКИЙ БАКТРИАН, РАЗВОДИМОЙ В ВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА	48
Сансызбаева Б.Қ., Адылканова Ш.Р., Орақбаева А.Д., Бәймәжі Е МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ОВЕЦ ПОРОДЫ САРЫАРКА	56

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

М.М. Абылкаирова, В.И. Цыганков, А.В. Цыганков, М.А. Есимбекова ВЛИЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПРОСА (<i>PANICUM MILIACEUM L.</i>) НА ОСНОВЕ ДВУХЛЕТНИХ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	66
С.Б. Дубекова, Ш.С. Рсалиев, А.К.Есеркенов, Б.А. Айнебекова СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА	74
Ж.С. Кеишилов, А.М. Кохметова, Е.Б. Дутбаев, М.Т. Кумарбаева, Ф.Ш. Балоч ОЦЕНКА И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К АБИОТИЧЕСКИМ (ЗАСУХА) И БИОТИЧЕСКИМ (БУ-РАЯ РЖАВЧИНА – <i>PUSSINIA RECONDITA</i>) СТРЕССАМ В УСЛОВИЯХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	83
А.К. Ташкенбаева, М.Ж. Саршаева, Коротецкий И.С., Казыбаева С.Ж. ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ «С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНО-ГО МАТЕРИАЛА ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (<i>FRAGARIA × ANANASSA</i>)	93
М.У. Утебаев, Т.В. Шелаева, С.М. Дашкевич, И.В. Чилимова НАСЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА У ГИБРИДОВ ТЕТРАПЛОИДНОЙ ПШЕНИЦЫ	106
З.Я. Юсупова, Т.Н. Нурсейтова, И.Ю. Ковальчук, Б.Ж7 Кабылбекова ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ПОДВОЕВ ГРУШИ В УСЛОВИЯХ IN VITRO	115

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

А. Акзамбекулы, А.А. Алтаева, А. Қасен, С.Б. Пентаева УСТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА МЕСТНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ СЕЛЬСКИХ ОКРУГОВ	124
Ш. Еликбаева, Ж. Шокимова, В. Нилиповский, Н. Ауесбеков, Ж. Нұралы ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ ПРОЦЕССА ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА	135
Ж.М. Жұматаева, З.М. Құзаирова, Ж.Е.Мәулен, А.Н. Жилдикбаева, I. Roslan РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	145
Д.С. Онолбаева, А.Д. Омарбекова, А.Қ. Жұмәсілова, У.С. Черниязова, В. Гурскиене ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ)	155
С.Р. Тажиев, Е.Ж. Мургазин, В.С. Салыбекова, А.К. Алимгазина ОБВОДНЕНИЕ ПАСТБИЩ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОТГОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	169
Н.К. Турманбетов, Г.С. Айтхожаева, А. Зермухамед, В. Гурскиене ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	182

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Е.К. Әуелбек, Д.Б. Ордатаев, Е. Саркынов, Ж.З. Жакупова ПЕРЕДВИЖНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ШАХТНЫХ КОЛОДЦЕВ: РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	192
М.Т. Жетпейсов, Ж.С. Садыков, А.С. Альчимбаева, Ж.Ж. Мустафин СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАКЛОННОЙ КАМЕРЫ РИСОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	203
Е.Р. Жумагалиев, И.А. Тайлер, Б.М. Касымбаев, М.Ж. Хазимов, Г.Ч. Бора ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВАКУУМИРОВАННОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ЗЕЛеноЙ МАССЫ НА ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОМ АГРЕГАТЕ	215
Г.Н. Каирова, С.Б. Корабаева, Э.С. Исмагулова, С.Н. Альмаханова ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ЯБЛОНИ К <i>ALTERNARIA ALTERNATA</i> В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЭПИФИТОТИИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА	229
А.Д. Серикбаева, Ж.М. Сулейменова, М.А. Тайжанова, Ж.Б. Досимова РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ И ФЕРМЕНТАЦИИ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА ШАЛАП.....	239



Этo произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial» («Атрибуция — Некоммерческое использование») 4.0 Всемирная.

A.K. Tashkenbayeva^{1,2}, M.Zh. Sarshaeva¹, I.S. Korotetskiy^{2,3}, S.Zh. Kazybayeva^{1,2}

¹LLP Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Almaty, Kazakhstan;

²International Engineering and Technology University, Almaty, Kazakhstan;

³Scientific Center for Anti-Infectious Drugs, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru

OPTIMIZATION OF THE CLONAL MICROPROPAGATION METHOD FOR OBTAINING VIRUS-FREE PLANTING MATERIAL OF GARDEN STRAWBERRIES (*FRAGARIA* × *ANANASSA*)

Tashkenbayeva Akerke Kalybayevna, PhD student, Department of Biochemical Engineering, LLP “International Engineering and Technology University”, Senior Researcher of the Department of Biotechnology of Horticultural Crops, LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing”, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6575-2914>;

Sarshayeva Moldir Zhumabekkyzy, PhD student, Department of Agronomy, Breeding, and Biotechnology, Kazakh National Agrarian University, Researcher of the Department of Biotechnology of Horticultural Crops, LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing”, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: moka-1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2283-1089>;

Korotetskiy Ilya Sergeevich, PhD in Biology, Associate Professor, Head of Laboratory, JSC “Scientific Center for Anti-Infectious Drugs”, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: laedal@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0397-7840>;

Kazybaeva Saule Zhambulovna, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan, Deputy Chairman of the Board of LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing”, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: saule_5_67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6833-0466>.

Abstract. The article presents the results of a study aimed at optimizing the biotechnology of microclonal propagation of three varieties of *Fragaria* × *ananassa* in order to obtain healthy, virus-free planting material. The novelty of the study lies in the development of an integrated biotechnological approach to obtaining virus-free strawberry planting material using a new synergistic combination of metabolically active additives-proline, adenosine triphosphate (ATP) and ascorbic acid. The proposed strategy reduces stress responses in explants during early cultivation stages, enhances energy metabolism and stabilizes meristem cells, increasing micropropagation rate and regenerative capacity compared to traditional protocols. This combination was first applied to improve the morphogenetic activity of strawberry explants and demonstrated a sustained 30–45 % increase in reproduction rate depending on genotype. Methodologically, the study included stages of sterilization, regeneration, proliferation, and rooting of apical meristems. It was found that a five-minute treatment with a 0.1 % sodium hypochlorite (NaClO) solution provides an optimal balance between sterilizations efficiency and tissue survival, reducing the contamination level to 25–35 % with meristem viability of 65–75 %. The addition of ascorbic acid (10 mg/L) prevented phenolic darkening of the meristems. The inclusion of proline and ATP contributed to an increase in the length of micro-rosettes and the reproduction coefficient: in Malwina variety – from 1:11 to 1:16, in Black Prince variety – from 1:7 to 1:11, and in the Sabrina variety – from 1:3 to 1:4. Molecular biological analysis using RT-PCR confirmed the absence of *SVBV*, *SCV*, *SMoV*, *SPaV* and *BPVV* viruses, indicating a high degree of recovery of the material obtained. In conclusion, it has

been established that the proposed microclonal propagation protocol increases the regenerative capacity of meristems, accelerates the production of virus-free plants, and is recommended for industrial production of strawberry seedlings.

Keywords: strawberry, regeneration, nutrient medium, microclonal propagation, viruses, tissue culture, *in vitro*

For citation: A.K. Tashkenbayeva, M.Zh. Sarshaeva, I.S. Korotetskiy, S.Zh. Kazybayeva (2026). Optimization of the clonal micropropagation method for obtaining virus-free planting material of garden strawberries (*fragaria*×*ananassa*)//Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 1. Number 109. Pp. 93–105 [In Eng.]. <https://doi.org/10.37884/1-2026/10>

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

Acknowledgements: *The research was conducted as part of the BR22884599 scientific and technical program of the Ministry of Agriculture. “Create new varieties of fruit and berry crops and grapes with specified parameters, develop zonal technologies for high-yield plantations using modern methodology” under the event “Study of introduced varieties of garden strawberries in the conditions of the Almaty region”, Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, 2024-2026.*

A.K. Ташкенбаева^{*1,2}, М.Ж. Саршаева¹, И.С. Коротецкий³, С.Ж. Казыбаева^{1,2}

¹Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан;

²Халықаралық инженер-технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан;

³Научный центр противомикробных препаратов, Алматы, Қазақстан.

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru

БАҚША БҮЛДІРГЕНІНІҢ (FRAGARIA × ANANASSA) ВИРУССЫЗ ОТЫРҒЫЗУ МАТЕРИАЛЫН АЛУ МАҚСАТЫНДА КЛОНАЛДЫ МИКРОКӨБЕЙТУ ӘДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Ташкенбаева Акерке Қалыбайқызы, Биохимиялық инженерия кафедрасының PhD докторанты, «Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті» ЖШС; Бау-бақша дақылдарының биотехнологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, 050060, Алматы, Гагарин даңғылы, 238/5

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6575-2914>;

Саршаева Молдир Жумабекқызы, агрономия, селекция және биотехнология кафедрасының докторанты, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС, ғылыми қызметкері, Қазақстан, 050060, Алматы, Гагарин даң., 238/5

E-mail: moKa-1993@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2283-1089>;

Коротецкий Илья Сергеевич, б.ғ.к., қауымдастырылған профессор, «Жұқпалы ауруларға қарсы препараттар ғылыми орталығы» АҚ зертхана меңгерушісі, Алматы, Әл-Фараби даңғ., 75Б

E-mail: laeda1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0397-7840>;

Казыбаева Сәуле Жамбылқызы, Қазақстан Республикасы Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының академигі, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасының орынбасары, Алматы, Қазақстан, 050060, Алматы, Гагарин даңғылы, 238/5

E-mail: saule_5_67@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6833-0466>.

Аннотация. Мақалада *Fragaria* × *ananassa* түріне жататын үш сортты микроклоналды көбейту биотехнологиясын оңтайландыруға бағытталған зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты – вирустардан сау, жоғары сапалы отырғызу материалын алу. Ұсынылып отырған зерттеудің ғылыми жаңалығы – бүлдіргеннің вируссыз отырғызу материалын алу үшін пролин, аденозинтрифосфат (АТФ) және аскорбин қышқылынан тұратын метаболикалық белсенді қоспаның жаңа синергиялық комбинациясына негізделген интеграцияланған биотехнологиялық тәсілді әзірлеуінде. Бұл стратегия экспланттардың культивирлеудің бастапқы кезеңдеріндегі стресс реакцияларын төмендетуге, энергетикалық алмасуды күшейтуге және меристемалық жасушалардың тұрақтылығын арттыруға бағытталған. Нәтижесінде дәстүрлі протоколдармен салыстырғанда микроклоналды көбейту

коэффициенті артып, өсімдіктердің регенерациялық қабілеті жақсарды. Аталған комбинация алғаш рет бүлдірген экспланттарының морфогенетикалық белсенділігін арттыру үшін қолданылып, генотипке байланысты көбейту коэффициентінің 30–45 % аралығында тұрақты өсуін көрсетті. Әдістемелік тұрғыдан зерттеу апикальды меристемаларды стерилизациялау, регенерациялау, пролиферациялау және тамырландыру кезеңдерін қамтыды. 0,1% натрий гипохлориті (NaClO) ерітіндісімен бес минуттық өңдеу стерилизация тиімділігі мен тіндердің тіршілікке қабілеттілігі арасындағы оңтайлы тепе-теңдікті қамтамасыз етіп, контаминация деңгейін 25–35 %-ға дейін төмендеткені және меристемалардың өміршеңдігі 65–75 % болғаны анықталды. Аскорбин қышқылын (10 мг/л) қосу апекстердің фенолдық қарайюын толық болдырмады. Пролин мен АТФ-тың енгізілуі микророзеткалардың ұзындығы мен көбейту коэффициентінің артуына ықпал етті: Мальвина сортында – 1:11-ден 1:16-ға дейін, Қара ханзада сортында – 1:7-ден 1:11-ге дейін, Сабрина сортында – 1:3-тен 1:4-ке дейін. ОТ-ПЦР әдісімен жүргізілген молекулалық-биологиялық талдау нәтижесінде *SVBV*, *SCV*, *SMoV*, *SPaV* және *BRYV* вирустарының жоқ екені анықталып, алынған материалдың жоғары деңгейде сауықтырылғанын дәлелдеді. *Қорытындылай келе*, ұсынылған микроклоналды көбейту регламенті меристемалардың регенерациялық қабілетінің тұрақты түрде артуын қамтамасыз етеді, вируссыз өсімдіктерді алу мерзімін қысқартады және сапалы бүлдірген көшеттерін өнеркәсіптік деңгейде өндіру үшін қолдануға ұсынылады.

Түйін сөздер: бүлдірген, регенерация, коректік орта, микроклоналды көбейту, вирустар, тіндер культурысы, *in vitro*

Дәйексөз үшін: А.К.Ташкенбаева, М.Ж. Саршаева, Коротецкий И.С, Казыбаева С.Ж. (2026). Бақша бүлдіргенінің (*fragaria* × *ananassa*) вируссыз отырғызу материалын алу мақсатында клоналды микрокөбейту әдісін оңтайландыру// *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. Т. 28. Іс. 1. № 109. Рр. 93–105 [Ағыл тіл.]. <https://doi.org/10.37884/1-2026/10>

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

А.К. Ташкенбаева^{1,2}, М.Ж. Саршаева¹, Коротецкий И.С³, Казыбаева С.Ж.^{1,2}

¹«Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Алматы, Казахстан;

²«Международный инженерно-технологический университет», Алматы, Казахстан;

³«Научный центр противомикробных препаратов», Алматы, Казахстан.

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ cС ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA*).

Ташкенбаева Акерке Калыбаевна, PhD докторант кафедры биохимической инженерии, ТОО «Международный инженерно-технологический университет»; старший научный сотрудник отдела биотехнологии садовых культур, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Казахстан, 050060, Алматы, проспект Гагарина, 238/5

E-mail: etashkenbayeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6575-2914>;

Саршаева Молдир Жумабекқызы, PhD докторант кафедры агрономии, селекции и биотехнологии, «Казахский национальный аграрный университет», научный сотрудник отдела биотехнологии садовых культур, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Казахстан, 050060, Алматы, проспект Гагарина, 238/5

E-mail: moka-1993@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2283-1089>;

Коротецкий Илья Сергеевич, кандидат биологических наук (PhD), ассоциированный профессор, ведущий лабораторией АО «Научный центр противомикробных препаратов», Казахстан, Алматы, пр. Аль-Фараби, 75Б

E-mail: laedal@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0397-7840>;

Казыбаева Сәуле Жамбылқызы, Академик Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан, заместитель председателя правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Казахстан, Алматы, проспект Гагарина, 238/5

E-mail: saule_5_67@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6833-0466>.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, направленного на оптимизацию биотехнологии микроклонального размножения трёх сортов *Fragaria* × *ananassa* с целью получения здорового, безвирусного посадочного материала. Новизна исследования заключается в разработке комплексного биотехнологического подхода к получению безвирусного посадочного материала земляники с использованием новой синергетической комбинации метаболически активных добавок — пролина, аденозинтрифосфата (АТФ) и аскорбиновой кислоты. Предложенная стратегия снижает стрессовые реакции эксплантов на ранних этапах культивирования, усиливает энергетический метаболизм и стабилизирует клетки меристем, повышая коэффициент микроклонального размножения и регенерационную способность по сравнению с традиционными протоколами. Данная комбинация впервые применена для повышения морфогенетической активности эксплантов земляники и продемонстрировала устойчивое увеличение коэффициента размножения на 30–45 % в зависимости от генотипа. Методологически исследование включало этапы стерилизации, регенерации, пролиферации и укоренения апикальных меристем. Установлено, что пятиминутная обработка 0,1%-ным раствором гипохлорита натрия (NaClO) обеспечивает оптимальный баланс между эффективностью стерилизации и сохранностью тканей, снижая уровень контаминации до 25–35% при жизнеспособности меристем 65–75 %. Добавление аскорбиновой кислоты (10 мг/л) предотвращало фенольное потемнение меристем. Включение пролина и АТФ способствовало увеличению длины микророзеток и коэффициента размножения: у сорта Malwina — с 1:11 до 1:16, у сорта Black Prince — с 1:7 до 1:11, у сорта Sabrina — с 1:3 до 1:4. Молекулярно-биологический анализ с использованием ОТ-ПЦР подтвердил отсутствие вирусов SVBV, SCV, SMoV, SPaV и BRYV, что свидетельствует о высокой степени оздоровления полученного материала. В заключение установлено, что предложенный протокол микроклонального размножения повышает регенерационную способность меристем, ускоряет получение безвирусных растений и может быть рекомендован для промышленного производства рассады земляники.

Ключевые слова: земляника, регенерация, питательная среда, микроклональное размножение, вирусы, культура тканей, *in vitro*

Для цитирования: А.К.Ташкенбаева, М.Ж.Саршаева, Коротецкий И.С, Казыбаева С.Ж. (2026). Оптимизация метода клонального микроразмножения целью получения безвирусного посадочного материала земляники садовой (*fragaria* × *ananassa*). // Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 1. № 109. Рр. 93–105 [На англ.]. <https://doi.org/10.37884/1-2026/10>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction.

Garden strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) are one of the most economically significant berry crops in countries with a temperate climate [Stegmeir, 2010: 1140]. The high consumer quality of the berries and the intensive development of berry growing in recent decades have increased the requirements for the quality of planting material. One of the most serious problems in industrial cultivation is viral contamination, which leads to a 30–80 % reduction in yield, depending on the type and combination of viruses [Thompson et.al., 2003: 385–390]. To date, more than 30 viruses affecting *Fragaria* spp. have been described [Martin et.al., 2006: 384–396], among which SVBV, SMV, SCV, SLRSV, SPaV, and others are of particular economic importance. Their combined presence causes plant weakening, reduction in leaf and berry size, decreased marketability of products, and rapid degradation of planting material [Xiang et.al., 2015: 553–556].

With the expansion of berry fields and the active use of vegetative propagation, there is an increased risk of viruses spreading through mother plants. The production of certified virus-free planting material is a key element in the sustainable development of the industry. The use of tissue culture and molecular diagnostic methods allows for effective genotypic improvement, control of viral purity, and prevention of pathogen introduction into new plantings. Thus, the optimization of biotechnological recovery methods and the development of reliable molecular approaches to the detection of strawberry viruses are a pressing scientific and practical task for modern planting material production systems.

The relevance of this work is due to the high demand for standard and high-quality planting material for ecological and industrial berry growing.

Objective: To optimize the method of clonal micropropagation for obtaining virus-free planting material of garden strawberries.

Tasks:

1. Optimize the technological scheme of micropropagation;
2. Develop an improved nutrient medium for the stages of inoculation, regeneration and proliferation;
3. Control viral infection using the PCR method.

This paper presents a technology for obtaining virus-free planting material, in which traditional sterilizing agents and growth regulators are replaced by environmentally friendly, energy-active and metabolically significant additives. The combined use of ATP, proline and ascorbic acid at key stages — introduction into culture, regeneration and proliferation — is aimed at reducing oxidative stress in explants, increasing cell division and differentiation activity, and increasing the reproduction rate while maintaining genetic stability.

One of the key areas of development in Kazakhstan's horticulture sector is the creation of intensive berry plantations, including garden strawberries. Such plantations can only be established if high-quality planting material is available. Crop losses from viral and fungal infections can exceed 50 %, making plant health technologies extremely important [Tashkenbayeva et.al., 2023:159–160].

Modern agricultural technologies, including drip irrigation and the use of high-yielding varieties (yields of 15–18 tones' per hectare in the Turkestan region), confirm the economic importance of this crop [Трофимова и др. 2023.]. Molecular genetic studies of varieties also demonstrate the relevance of breeding decisions, but they do not solve the problem of quickly obtaining healthy material. Microclonal propagation remains the most effective method for obtaining virus-free plants, although existing protocols are limited by crop contamination, phenolic darkening of meristems, and variety-specific differences, which requires further optimization of media, sterilizations, and in vitro conditions.

The scientific novelty of this study lies in the development of an integrated micropropagation approach based on the combined application of metabolically active additives — proline, adenosine triphosphate (ATP), and ascorbic acid — at key stages of in vitro culture. Unlike previously described protocols focusing mainly on plant growth regulators or thermotherapy, the proposed strategy targets the reduction of oxidative stress, stabilization of meristematic tissues, and enhancement of cellular energy metabolism, resulting in a significant increase in regeneration efficiency and multiplication rate depending on genotype.

Methods and materials

This work was conducted using biotechnological methods at the Horticultural Biotech Laboratory of the Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing in 2024–2025.

The *Malwina* variety is a large-fruited strawberry bred in Germany by Peter Stopel in 2010. The bushes are moderately spreading, approximately 50 cm high and 60 cm in diameter. The flower stalks are short and strong, located beneath dark green, large leaves, which naturally protect the berries from bird pecking and sunburn. The flowers are large, hermaphroditic, and do not require cross-pollination. The berries of *Malwina* are large, heart-shaped, and visually appealing.

The *Sabrina* variety is an early-fruited cultivar developed by the Spanish company Planasa. It is characterized by vigorous bushes, a strong root system, and high yields. The berries are large, bright red, and have dense flesh. *Sabrina* is well-suited for both individual gardens and farms, allowing early market entry.

The *Black Prince* variety is a large-fruited strawberry with distinctive traits. It can be propagated from seeds, runners, or crowns. Yield increases with the age of the plant, averaging 1 kg per bush. The plant is highly productive and frost-resistant, and its berries are large, flavorful, and visually striking. When fully ripe, the berries are dark cherry-colored and glossy. The flower stalks are tall, initially rising above the leaves during flowerin 7g, and then droop under the weight of the berries. This variety is resistant to common strawberry diseases, high-yielding, frost-resistant, and easily transportable.

Microclonal propagation is carried out in laboratory conditions, and the operations themselves for isolating apical meristems and microclonal propagation are carried out under sterile conditions (operating theatre).

The microclonal propagation process consists of several stages:

- Preparation of nutrient media with different mineral, vitamin and physiologically active substance content.

- Selection and preparation of plant material. When introducing tissue culture, the apical meristem bud with two leaf primordia, 0.1-0.2 mm in size, is used as the starting explant for strawberries. It is sterilized and introduced into the tissue culture.

Development of explants. The explants are cultivated at a light intensity of about 2000-3000 lx/m² and a 16-hour day at a temperature of 24–25°C.

- Transplanting. During the cultivation of the apical meristem and the development of meristems, it becomes necessary to transplant them in order to renew the nutrient medium, place the developing meristems in large culture vessels, cultivate secondary explants to ensure maximum propagation rates, and control the regeneration process.

- Rooting. Strawberry plants up to 20 mm in size with several leaves ensure good plant development and are transplanted to a rooting medium. Auxin growth regulators are used to stimulate root formation.

- Transfer of test-tube plants from in vitro to ex vitro. Test-tube plants of strawberry rosettes with a developed root system reaching 1-3 cm in length and a rosette with several leaves are transferred to non-sterile conditions. Light, moisture-absorbing, well-aerated materials (peat, sand, perlite) are used as a substrate.

A biotechnology for in vitro microclonal propagation of *Fragaria* × *ananassa* was developed to obtain planting material free from viral and mycoplasma infections. The protocol comprises the sequential stages of explant selection, sterilizations, introduction into in vitro culture, regeneration, proliferation, and rhizogenesis.

At the first stage of in vitro microclonal propagation of *Fragaria* × *ananassa* (Fig. 1A), pure, highly productive, and visually healthy mother plants were selected, primarily during the period of active growth (March–May). Apical meristems measuring 0.1–0.2 mm were excised from asymptomatic plants.

The explants were sterilized through a multi-stage process, including washing with a triclosan solution, treatment with 10% sodium hypochlorite (NaClO), and triple rinsing with sterile water. Additionally, antibacterial and antifungal agents, along with an ascorbic acid solution, were applied to prevent chemical damage to the tissues.

The meristems were introduced into the nutrient medium (Fig. 1B) on a modified Murashige–Skoog medium [Murashige et.al., 1962.] containing an increased amount of iron chelate, sucrose (30 g/L), a vitamin complex, as well as ascorbic acid (10 mg/L) and ATP (1 mg/L), which reduced the intensity of phenolic oxidation. At the regeneration stage (Fig. 1C), the meristems formed primary shoots. The formed micro-rosettes were transferred to a medium conducive to further development (Fig. 1D), where the formation of compact micro-rosettes was observed. Cultivation in Fig. 1B–D was carried out at a temperature of 22–25 °C, illumination of 2000–3000 lx/m², a photoperiod of 16 hours, and relative humidity of 60–70%.

During the proliferation stage (Fig. 1E), micro-rosettes were transferred to a medium supplemented with the growth regulators 6-benzylaminopurine (6-BAP) and kinetin. Sub culturing was carried out every 2–4 weeks, with a maximum of five passages to prevent soma clonal variation.

For rooting (Fig. 1F), micro-rosettes were transferred to a modified medium supplemented with indole butyric acid (IBA), containing half the concentration of macroelements and a reduced sucrose level (20 g/L). Micro-rosettes reaching 1.5–2.0 cm in length were placed on the root-induction medium. Root formation varied among varieties: the *Black Prince* variety developed roots within 25–30 days, while *Sabrina* and *Malwina* required 35–40 days. Once the root system had formed, the plants were transferred to ex vitro conditions and gradually acclimatized for 10–14 days (Fig. 1).

The developed protocols allowed the standardization of the micropropagation process and ensured the high regenerative capacity of explants. Proliferation was variety-dependent, with the highest values observed in *Black Prince*, moderate in *Malwina*, and the lowest in *Sabrina*. Control data are presented in Table 1.

The observed differences in the multiplication coefficient among strawberry cultivars may be explained by genotype-specific physiological and metabolic characteristics. Variations in endogenous antioxidant capacity, osmole accumulation, and mitochondrial activity influence the response of meristematic tissues to in vitro stress. Cultivars with lower baseline antioxidant protection or reduced energy metabolism may respond more strongly to treatment with exogenous proline and ATP, resulting in enhanced cell division and shoot proliferation. Conversely, genotypes with naturally higher stress tolerance and metabolic activity may exhibit a more moderate response to additional metabolic stimulation.

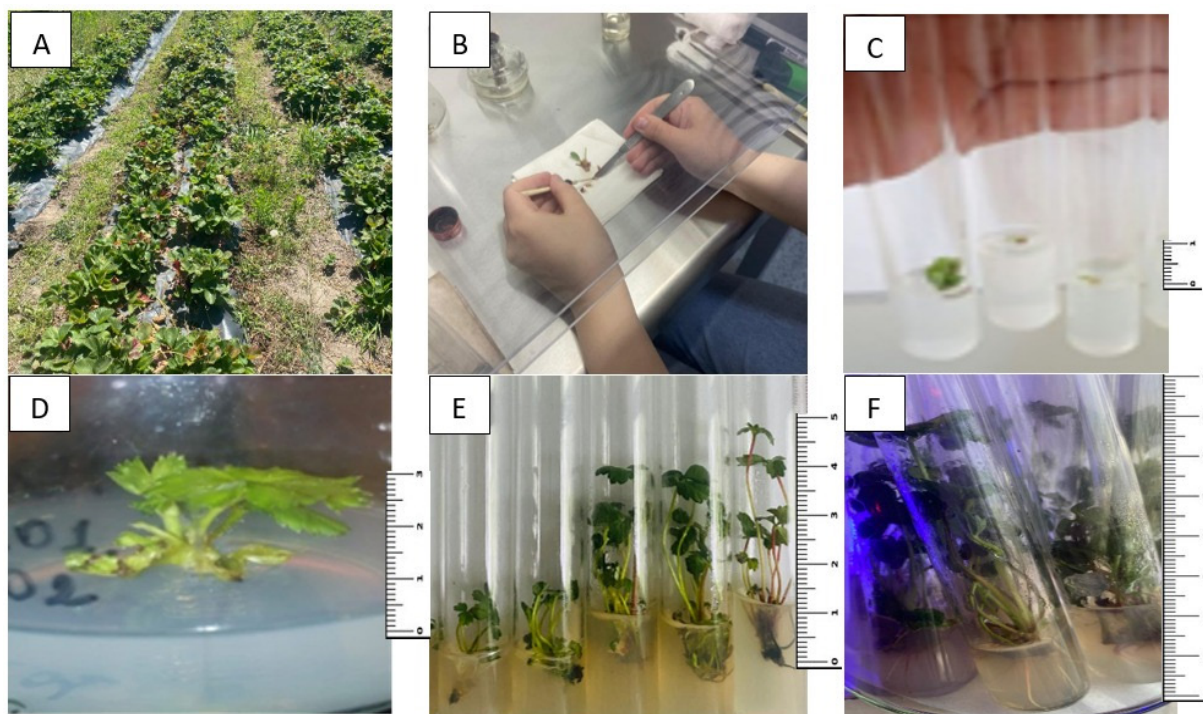


Fig. 1. Stages of microclonal propagation of *Fragaria* × *ananassa* in vitro.

A — selection of healthy mother plants; B — introduction of the apex into culture (scale: 1 mm); C — shoot regeneration (scale: 2 mm); D — formation of micro-rosettes (scale: 3 mm); E — proliferation (scale: 5 mm); F — rooting (scale: 8 mm).

Table 1. Effect of proline and ATP on growth and reproduction rate of *Fragaria* × *ananassa* varieties in vitro

Garden strawberry varieties	Length of rosette after 2 months of cultivation, cm		Multiplication coefficient at the 6th passage, units per explant	
	Murashige–Skoog, control	Murashige-Skoog + proline, ATP	Multiplication coefficient (control)	Multiplication coefficient (proline + ATP)
Sabrina	0,1-0,4±0,2	0,2-0,5±0,2	1:3±1,0	1:4±1,0
Malwina	0,7-1,4±0,2	1,0-2,0±0,2	1:11±2,0	1:16±3,0
Black Prince	0,5-0,8±0,2	0,8-1,2±0,1	1:7±2,0	1:11±2,0

The data are presented as ranges of values ± standard deviation. Modification of the Murashige and Skoog (MS) medium by adding proline and ATP increased micro-rosette length and the reproduction coefficient in all studied varieties. Treatment with these bio-stimulants had a pronounced stimulating effect on growth and proliferation. By the sixth passage, increases in rosette length were accompanied by proportional increases in the reproduction coefficient, confirming a direct relationship between explant morphogenetic activity and nutrient medium composition.

The observed increase in the reproduction coefficient and high level of adaptation confirm the effectiveness of the optimized micropropagation protocol. Statistically significant differences ($p < 0.001$) among varieties indicate a genotype-specific response to the exogenous bio-stimulants and cultivation conditions.

Varietal differences in response to exogenous proline were attributed to differences in the capacity of plants to accumulate endogenous osmoles and maintain antioxidant status. Proline functions as an osmoprotectant, stabilizing membranes and proteins, and as an effective scavenger of reactive oxygen species (ROS), reducing cellular damage during the early stages of in vitro culture. Varieties with low baseline antioxidant levels or weak enzyme activity (catalase, peroxidase) gained substantial physiological benefits from exogenous proline. In these genotypes, additional osmotic and antioxidant protection was critical for meristem survival. Conversely, varieties with inherently stronger stress tolerance exhibited a moderate or limited response to proline, as their endogenous resources were sufficient for regeneration processes.

Differences between varieties were also evident in response to exogenous ATP. Beyond its classical role as an energy molecule, extracellular ATP acts as a signaling agent, activating Ca^{2+} -dependent and

ROS-mediated pathways that stimulate cell division and regeneration. The effectiveness of ATP supplementation depended on the basal energy status of each variety. Genotypes with low mitochondrial activity or reduced respiration rates during early cultivation stages showed pronounced positive responses to exogenous ATP. In contrast, varieties with high intrinsic metabolic rates displayed minimal responses, as their energy requirements were already met.

The combined application of proline and ATP demonstrated a pronounced synergistic effect, particularly in genotypes with high phenolic content and elevated polyphenol oxidase (PPO) activity. These varieties experience oxidative stress during explant introduction due to phenolic polymerization and the formation of toxic oxidation products [Baimukhametova et al., 2020: 26–42]. Exogenous proline provided antioxidant and osmoprotective effects, while ATP supplied energy and signaling stimuli, together suppressing ROS, stabilizing cellular structures, and accelerating meristem regeneration. The addition of ascorbic acid further enhanced this effect by inhibiting PPO activity and reducing phenolic tissue damage. The magnitude of this synergy remained variety-dependent, highlighting the role of genotype in regulating phenolic metabolism and stress sensitivity.

Varietal differences were also influenced by the genetic architecture of regenerative potential. Meristem regeneration, organogenesis initiation, and proliferation rates are governed by the expression of genes regulating cell division (cyclins, CDKs), meristem-specific transcription factors (WUS, WOX), and sensitivity to auxins and cytokine's. Genotypes with lower expression of these genes or weakened signaling pathways required additional metabolic stimulation, explaining their heightened responsiveness to proline and ATP. Conversely, varieties with active regenerative programs were less dependent on exogenous stimulants and exhibited smaller differences between treatment groups.

Overall, varietal variability in response to proline and ATP reflects a complex interplay of factors, including osmotic regulation, antioxidant capacity, mitochondrial metabolic activity, phenolic oxidative stress, and genetically determined regenerative potential. The data confirm the scientific novelty of combining ATP, proline, and ascorbic acid as energy-metabolic regulators. This combination provided a strong antioxidant effect, enhanced regenerative responses of meristematic tissues, increased reproduction rates, and maintained genetic stability. Varieties prone to ROS accumulation, phenolic oxidation, or energy deficiency showed the most pronounced benefits from proline and ATP treatment, whereas physiologically stable genotypes responded weakly. During organogenesis initiation *in vitro*, oxidation of secondary metabolites (phenols, terpenes) by polyphenol oxidases caused darkening of explant tissues, which could inhibit cell division and reduce axillary bud regeneration [Elkichaoui, 2014: 619–627]. *Ex vitro* acclimatization required careful hardening and preparation to improve survival under non-sterile conditions [Mukherjee et al., 2024: 113618]. Transplanted micropropagated plants faced changes in temperature, light intensity, and water availability. During acclimatization, stomatal regulation normalized, allowing the formation of leaves with normal anatomical and physiological characteristics suitable for survival in natural conditions [Sharma et al., 2023: 1–6].

Control of Viral Infection by PCR and Detection of Genetic Variation by RAPD

RAPD Analysis for Genetic Stability

Genomic DNA was amplified using the RAPD-PCR method with 15 random primers (markers 1–15) to assess genetic stability. Reactions were performed according to standard protocols. The obtained RAPD profiles were highly reproducible and showed no additional bands, indicating the absence of somatic clonal variation in the studied clones.

Virus Detection by RT-PCR

Virus detection was performed by reverse transcription followed by polymerase chain reaction (RT-PCR). cDNA synthesized from viral RNA was used as a template in a reaction mixture with a final volume of 25 μ L. The mixture contained 10 \times buffer without Mg²⁺ (Invitrogen, USA), 2 mM dNTP mix (Invitrogen, USA), and 20 pM of forward and reverse primers specific for each virus:

SVBV: FORWARD 5' TCGGGAAYTTGCAGGWAAAACATAG 3', REVERSE 5' TACTCGTGAT-TCTCAGGTAGATTGG 3'

SCV: FORWARD 5' ATATCCGGAYTTGARAACA 3', REVERSE 5' YTTMACATTGGTGGCAGAC 3'

SMoV: FORWARD 5' CGACAGTTCTCTATGTAGGACACC 3', REVERSE 5' CATCTATCTA-AAGTTAAGTCTACA 3'

SPaV: FORWARD 5' AGGGATGACGTCGCAAATGATAGT 3', REVERSE 5' GCTCGTCGCTC-CCCAGAAT 3'

BPYV: FORWARD 5' GTGTCCAGTTATGCTAGTC 3', REVERSE 5' TAGCTGACTCAT-CAATAGTG 3'

The reaction mixture also contained MgCl₂ (Invitrogen, USA) and 5 U/μL Taq polymerase (Invitrogen, USA) and was adjusted to the final volume with nuclease-free water.

PCR Conditions

Amplification was performed using a ProFlex thermal cycler (Applied Biosystems, USA) under the following conditions:

Initial denaturation: 94°C, 5 min

35 cycles of:

Denaturation: 94°C, 30 s

Annealing: 45–60°C, 30 s (optimized individually for each virus)

Elongation: 72°C, 45 s

Final elongation: 72°C, 7 min

Hold: 4°C

Electrophoresis and Visualization

PCR products were separated by electrophoresis in 1.5–2 % agarose gels prepared in TBE buffer and visualized under ultraviolet light.

Controls

A commercial RT-PCR diagnostic kit was used, which included a positive control consisting of standardized virus-specific RNA/DNA to verify enzyme activity and amplification specificity. The positive control was applied during preliminary validation of the method. A negative control (reaction mixture without template RNA) and an internal amplification control were included in each PCR run to exclude contamination and PCR inhibition.

Changes in ex vitro cultivation conditions trigger adaptive mechanisms – leaf tissues begin to expand and differentiate, while the number and area of stomata decrease [Krakhmaleva et.al., 2024: 1335]. The accumulation of polyphenols can be controlled by adding antioxidants to the nutrient medium. In our experiments, to reduce the toxic effect of polyphenols at the stage of introduction into the in vitro culture, strawberry meristems were isolated in a solution of ascorbic acid. Transferring a fully formed plant obtained by tissue culture to non-sterile conditions is a critical step in its propagation. This occurs when the plant has a developed stem, leaves 30–35 mm long, and a well-formed root system (3–4 roots 4–7 cm long with lateral branches). Primary hardening involves removing in vitro rooted shoots from the nutrient medium and then thoroughly rinsing them with tap water to remove any remaining medium. To stimulate root branching, the roots are shortened to 4.0–4.5 cm and treated with a solution of potassium permanganate to reduce the risk of infection in a non-sterile environment. Equal parts of bottom peat, soil and river sand are used as a substrate. To maintain optimal humidity, the pots are covered with cellophane or glass jars and placed under fluorescent lamps with an intensity of 2000–3000 lx/m². After 7–10 days, the cover is removed, and the plants are watered regularly. By this time, active growth is observed: new leaves appear at the tops of the shoots and the stems lengthen. When optimal ex vitro adaptation conditions are met, the efficiency is 95–100 % [Tashkenbayeva et al., 2023: 59–66].

Table 2. Results of statistical analysis of microclonal propagation data for the cultivars

Parameter	Malwina	Sabrina	Black prince
Number of microclones	325	88	470
Mean multiplication coefficient	5.30	4.23	6.10
SD (standard deviation)	0.26	0.25	0.36
Adaptation rate (%)	69%	74%	69%

A total of 883 microclones were obtained from three cultivars. The largest contribution was from the Black Prince cultivar (470 plants; 53.2%), followed by Malwina (325 plants; 36.8 %) and Sabrina (88 plants; 10.0 %). The mean multiplication coefficient differed significantly among cultivars (ANOVA, F(2,6) = 35.7; p < 0.001). The highest multiplication coefficient was recorded for Black Prince (6.10 ± 0.36), followed by Malwina (5.30 ± 0.26) and Sabrina (4.23 ± 0.25). The average adaptation rate of plants transferred to non-sterile conditions was approximately 70 % across cultivars.

Results and discussion.

For each plant, the optimal sterilization regime was experimentally determined at the stage of aseptic introduction *in vitro* to prevent the development of viral and fungal infections and to ensure a high yield of sterile, viable, and actively regenerating explants.

In the present study, meristems were sterilized using triclosan-containing soap, followed by treatment with a 0.1% sodium hypochlorite (NaClO) solution for 5 min and potassium permanganate (KMnO₄), which ensured high viability (65–75 %) and reduced contamination by 85–90 %.

During *in vitro* culture, controlled light and temperature conditions are required, and explants are cultivated in closed culture vessels under constant humidity. For most plant species, optimal conditions for normal explant development include a temperature of 22–25°C and a 16-hour photoperiod.

All experiments were carried out in three biological replicates for each experimental group. Each replicate included an equal number of explants cultivated under identical *in vitro* conditions. Quantitative data were subjected to statistical analysis using one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) to evaluate differences between cultivars and treatment variants. Differences were considered statistically significant at $p < 0.001$.

Table 3. Biological variability of the multiplication coefficient in strawberry cultivars (replicates × cultivars)

№	Cultivar	Replication 1	Replication 2	Replication 3	Mean	SD
1	Malwina	5.1	5.6	5.2	5.30	0.26
2	Sabrina	4.0	4.5	4.2	4.23	0.25
3	Black Prince	5.7	6.4	6.2	6.10	0.36

Statistical analysis of the experimental data was performed to assess the reproducibility of the results and identify variability among biological replicates. For each strawberry cultivar, the multiplication coefficient was determined in three independent replicates, each including the same number of explants grown under identical culture conditions. Based on the obtained values, the arithmetic mean (M) and standard deviation (SD) were calculated to reflect the degree of data dispersion within each group of samples. Low SD values (0.25–0.36) indicated high sample homogeneity and confirmed the stability of cultivar responses to the selected cultivation conditions. In addition, cultivar variability was evaluated through a comparative analysis of the mean values among the cultivars. Data processing was carried out using standard methods of variation statistics, allowing for a reliable interpretation of the effect of genotype on the multiplication coefficient.

After rooting of the micro-rosettes under *in vitro* conditions, the plants were transferred to *ex vitro* conditions for acclimatization under ambient light. Prior to planting, the plants were removed from the culture vessels using forceps, and the root system was thoroughly washed with tap water to remove residual culture medium, followed by brief immersion in a weak potassium permanganate (KMnO₄) solution. The plants were then planted in a pre-moistened soil substrate treated with KMnO₄. Acclimatization was conducted using a soil mixture consisting of soil, peat, and sand in a 1:1:1 ratio. One plant with a well-developed root and shoot system was planted in each pot (Figure 2).



Fig. 2. Adaptation of strawberry micro-rosettes in *ex vitro*

To maintain substrate moisture, the pot was covered with a glass. The plants were then grown in the laboratory's adaptation greenhouse for 30 days at a temperature of 22–24°C with an illuminance of 2000–3000 lx/m², relative humidity of 60–70 %, and a 16-hour light day. As the plants grew and new leaves appeared, a small ventilation hole was made in the cling film. After transferring the test tube plants to the substrate, it was treated with a weak solution of KMnO₄ for a week. After a month, the strengthened plants were completely uncovered and left for some time in the adaptation greenhouse.

The proposed micropropagation technique is fundamentally novel in that it involves the sequential, targeted combination of biostimulants at key stages of plant development, from the initiation of the apical meristem to in vitro adaptation. Unlike traditional approaches based on the use of synthetic cytokinins and auxins [Sarshayeva et.al., 2024: 56] or exclusively thermotherapy, the developed system integrates the use of ATP as a temporary energy donor and regulator of metabolic transitions [Naing et al., 2019: 36], proline as an osmoprotectant, ROS modulator, and regulator of endogenous osmolytes [Kabyzbekova et.al., 2019: 48–57], and vitamin C to inhibit polyphenol oxidase activity at the explant introduction stage. The practical value of this approach is confirmed by a significant increase in the reproduction rate and the absence of somaclonal variations, which has been verified using RAPD molecular analysis and PCR diagnostics to check for the absence of five key viruses [Kryukov et al., 2022: 308].

Analysis of the data presented in the table showed that the varieties differed in their sensitivity to the application of proline and ATP. Thus, the Malwina variety showed the most pronounced increase in rosette length and reproduction coefficient, which may be associated with higher metabolic activity and effective regulation of osmolytes in response to stimulants. Meanwhile, the effect was less pronounced in the Sabrina variety, indicating variety-specific differences in energy metabolism and stress adaptation mechanisms affecting cell division rate and explant growth. The Black Prince variety showed an intermediate response, reflecting individual physiological characteristics and varying sensitivity to the combination of biostimulants.

These observations confirm the need for differentiated selection of stimulants for each variety in order to optimize micropropagation and maximize the yield of virus-free planting material.

Results of strawberry virus diagnostics.

RT-PCR analysis revealed no virus-specific amplification products corresponding to strawberry vein banding virus (SVBV), strawberry crinkle virus (SCV), strawberry mottle virus (SMV), strawberry pallidosis-associated virus (SPaV), or beet false yellowing virus (BPYV) in any of the analyzed samples (Figure 3).

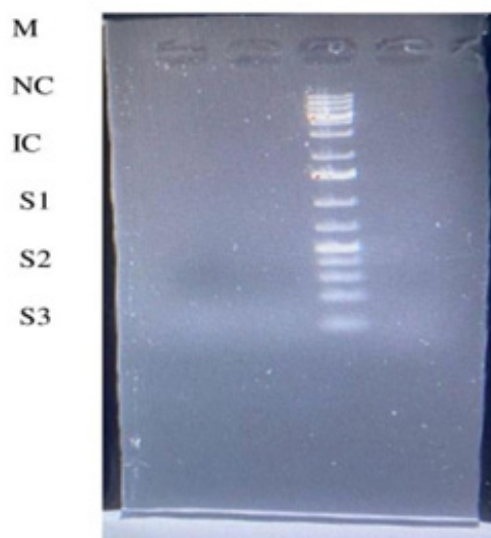


Fig.3. Agarose gel electrophoresis of RT-PCR products for detection of strawberry viruses.

M — DNA molecular weight marker; NC — negative control; IC — internal amplification control; S1–S3 — strawberry samples. No virus-specific amplicons corresponding to *SVBV*, *SCV*, *SMV*, *SPaV*, or *BPYV* were detected in any of the analyzed samples; only internal amplification control bands were observed.

Only internal amplification control bands were detected, while no amplification was observed in negative controls, confirming the reliability of the assay. Three strawberry varieties (Sabrina, Malwina, and Black Prince) were examined for the presence of economically significant strawberry viruses. The results of virus detection are summarized in Table 4.

Table 4. Identification of viral diseases in strawberry varieties

Virus name	Strawberry varieties		
	Sabrina	Malwi- na	Black Prince
Strawberry Vein Border Virus (SVBV)	Negative	Negative	Negative
Strawberry crinkle virus (SCV)	Negative	Negative	Negative
Strawberry mottle virus (SMV)	Negative	Negative	Negative
Strawberry pallidosis virus (SPaV)	Negative	Negative	Negative
Beet false yellow virus (BPYV).	Negative	Negative	Negative

Thus, based on RT-PCR diagnostics, all tested strawberry varieties were confirmed to be free from the analyzed viruses, demonstrating their suitability for further use as virus-free planting material.

Conclusions.

As a result of the study, the method of clonal micropropagation of three varieties of garden strawberries (*Malwina*, *Sabrina*, *Black Prince*) was optimized, ensuring the production of virus-free planting material. It was found that sterilization of apical meristems with a 0.1 % solution of sodium hypochlorite (NaClO) for 5 minutes ensures 65–75 % survival of explants and reduces the level of contamination to 25–35 %, which confirms the effectiveness of the selected sterilization regime. The inclusion of ascorbic acid (10 mg/L) at the stage of introduction into the culture completely prevents phenolic darkening of tissues, and the use of proline and ATP in the nutrient medium increases the regeneration and proliferation rate by 10–20 % compared to the control.

The highest micropropagation coefficient was observed in the variety *Black Prince* (6.10 ± 0.36), followed by *Malwina* (5.30 ± 0.26) and *Sabrina* (4.23 ± 0.25), which was statistically significant (ANOVA, $p < 0.001$).

The RT-PCR analysis showed the complete absence of *SVBV*, *SCV*, *SMV*, *SPaV* and *BPYV* viruses in all the samples examined, demonstrating the effectiveness of the integrated approach to health and control of viral purity in vitro.

The adaptation of plants in ex vitro conditions on a soil: peat: sand (1:1:1) substrate ensured 95–100 % survival of micro-rosettes, confirming the stability of the obtained planting material. The scientific novelty of the work lies in the application of a synergistic combination of ATP + proline + ascorbic acid, which reduces oxidative stress, increases regenerative activity and stabilises the growth of micro-rosettes. This comprehensive approach had not previously been used in strawberry health technologies.

The developed biotechnological protocol can be recommended for industrial production of virus-free strawberry planting material and implementation in greenhouse farming practices. Thus, the proposed protocol represents a novel biotechnological solution for strawberry micropropagation, based on a synergistic combination of ATP, proline, and ascorbic acid, which has not previously been applied for improving morphogenetic activity and virus elimination efficiency in *Fragaria* × *ananassa*.

REFERENCES

- Stegmeir T.L. (2010). Performance of an elite strawberry population derived from wild germplasm of *fragaria chiloensis* and *F. VIRGINIANA*. – Michigan State University, Pp.1140. <https://doi.org/10.21273/hortsci.45.8.1140>
- Thompson J.R., Jelkmann W. (2003). The detection and variation of strawberry mottle virus //Plant disease. T. 87. №. 4. Pp. 385–390. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.4.385>
- Martin R.R., Tzanetakis I.E. (2006). Characterization and recent advances in detection of strawberry viruses //Plant disease. T. 90. №. 4. Pp. 384–396. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0384>
- Xiang Y., Bernardy M., Bhagwat B., Wiersma P.A., DeYoung R., Bouthillier M. (2015). The complete genome sequence of a new polerovirus in strawberry plants from eastern canada showing strawberry decline symptoms //Archives of virology. T. 160. №. 2. Pp. 553–556. <https://doi.org/10.1007/s00705-014-2267-0>
- A.K. Tashkenbaeva, M.J. Sarshaeva, J.M. Matai (2023). Túpnusqa negizgi analyqbaq qurý *úshin* baqsha qulpynaiynyń *úlemdik* kollektiianynyń eń jaqsy sorttarynan saýyqtyrylǵan otyrǵyzý materialyn *óndirý*. //izdenister, natigeler. №4(100) Pp.159. DOI: <https://doi.org/10.37884/4-2023/18> [in Kaz]
- Trofimova O, Batyrshin T. (2023). Internet resources [Text] <https://informburo.kz/fotoreportazh/zemlyanika-limony-kapusta-na-cyom-zarabatyvayut-kazaxstanskie-fermery> [in Russ]

- Murashige T., Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia plantarum*. T. 15. №. 3. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Baimyhametova E.A., Kúlyev B.R. (2020). Potemnenie rastitelnykh tkanei pri kúltivirovanii in vitro i sposoby ego predotvraeniia // *Biotechnologiya*. T. 36. №2. Pp.26–42. DOI: <https://doi.org/10.21519/0234-2758-2020-36-2-26-42> [in Russ]
- EIKichaoui A.Y. (2014). In vitro propagation of strawberry (*fragaria*× *annanasa duch.*) through organogenesis via runner tips // *Ann. Plant Sci.* T. 3. №. 3. Pp. 619– 627.
- Mukherjee E., Gantait S. (2024). Strawberry biotechnology: a review on progress over past 10 years // *Scientia Horticulturae*. T. 338. Pp. 113618. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113618>
- Sharma, N., Kumar, N., James, J., Kalia, S., & Joshi, S. (2023). Strategies for successful acclimatization and hardening of in vitro regenerated plants: challenges and innovations in micropropagation techniques // *Plant Science Today* (Early Access). Pp.1–6. <https://doi.org/10.14719/pst.2376>
- Krakhmaleva, I.L., Molkanova, O.I., Orlova, N.D., Koroleva, O.V., Mitrofanova, I.V. (2024). In vitro morpho-anatomical and regeneration features of cultivars of actinidia kolomikta (maxim.) maxim // *Horticulturae*. T. 10. №. 12. Pp. 1335. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10121335>
- Tashkenbayeva A.K., Sarshayeva M.Z. (2023). Propagation of certified fragaria annanassa in tissue culture // *I International Symposium on Plant Propagation, Nursery Organization and Management for the Production of Certified Fruit Trees* 1413. Pp. 59– 66. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2024.1413.7>
- Sarshayeva M., Tashkenbayeva A., Bilibayeva A., Irsaliyeva Z., Ustemirova A. (2024). Technological aspects of in vitro propagation of organic strawberries // *SABRAO Journal of Breeding & Genetics*. T. 56. №. 1. Pp. 246. <http://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.1.22>
- Naing, A.H., Kim, S.H., Chung, M.Y., Park, S.K., Kim, C.K. (2019). In vitro propagation method for production of morphologically and genetically stable plants of different strawberry cultivars // *Plant methods*. T. 15. №. 1. Pp. 36. <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0421-0>
- Kabyzbekova B.Z., Chukanova N.A., Turdiyev T.T., Rymkhanova N., Kovalchuk I.Y. (2019). Optimizatsiya klonirovaniya in vitro razlichnykh genotipov yabloni // *Experimental Biology*. T. 80. №. 3. Pp. 48– 57. <https://doi.org/10.26577/eb-2019-3-b5> [in Rus]
- Kryukov L.A., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. (2022). Micropropagation of grapevine and strawberry from south russia: rapid production and genetic uniformity // *Agronomy*. T. 12. №. 2. Pp. 308. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020308>

Таишкенбаева А.К. – Концептуализация (выбор направления исследований, цели, задачи) Курирование данных (решения поставленных задач и постановки научных опытов). Методология, Надзор, Проверка (Анализ полученных результатов, математическая обработка данных) Написание статьи – литературный обзор, результаты исследований, заключение.

Саршаева М.Ж. – Методология (постановка научных опытов согласно методологии исследований) Проведение технических работ приготовления питательной среды, пассирования растительных тканей в культуре in vitro и ухода за базисными и базовыми растениями ex vitro. Анализ полученных результатов, редактирование научной статьи.

Коротецкий И.С. – Проверка (проверка корректности данных, текстов и отдельных разделов). Визуализация результаты исследований, (помощь в оформлении таблиц и рисунков).

Казыбаева С.Ж. – Проверка (проверка корректности данных, текстов и отдельных разделов).

RESEARCH, RESULTS

SCIENTIFIC JOURNAL

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Құрылтайшысы және баспагері:

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ «Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы» КЕАҚ

Бас редактор

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы

Жауапты редактор

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерде беттеген

Асанова Жадыра Миримхановна

Редакция мен баспаның мекен-жайы:

050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

Журнал сайты: <https://journal.kaznaru.edu.kz/>

Баспаға берілді 27

27.02.2026 ж.