



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№03

ISSN 2304-3334
№03(111)2026



ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

Ғ Ы Л Ы М И Ж У Р Н А Л



ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л



RESEARCH, RESULTS

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

АЛМАТЫ

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

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

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

Research, results	Ізденістер, нәтижелер	Исследования, результаты
Published since 1999.	Издается с 1999 г. Том	Издается с 1999 г.
Volume 28. No.111. 2026	28. No.111. 2026	Том 28. No.111. 2026

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

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

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

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

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

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

EDITORIAL TEAM:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(Scopus h-4)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Scientific Journal “Research, Results”

Publication frequency: 6 issues per year

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

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

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

Copyright: © Research, Results, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Зерттеулер, нәтижелер» ғылыми журналы

Жиілігі: жылына 6 шығарылым.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

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

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

Авторлық құқық: © Зерттеулер, нәтижелер, 2026

РЕДАКЦИЯ**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Алдиярова 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)
- Ливию Гачео** — профессор Трансильванского университета (г. Брашов, Румыния); (Scopus h-9)
- Тимурбекова Айгуль Кулахметовна** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-9)
- Тойшиманов Максат Рисбекович** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-8)
- Кененбай Гүлмира Серікбайқызы** — кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент). ТОО «Казахский научноисследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»; (Scopus h-5)

Научный журнал «Исследования, результаты»

Периодичность: 6 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

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

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

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

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

Авторские права: © Исследования, результаты, 2026

CONTENTS

STOCK-RAISING AND VETERINARY

B.I. Abilov, S.Zh. Assylbekova, S.Y. Dolgopolova, A.A Mukatai BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE <i>Rutilus caspius</i> (Yakovlev, 1870) IN THE CASPIAN SEA	8
S.K. Abugaliyev, L.K. Bupabayeva, E.A. Babich EFFICIENCY OF USING MODERN METHODS OF REPRODUCTION IN DAIRY CATTLE BREEDING IN KOSTANAY REGION.....	23
M.B. Kalmagambetov, A.T. Berikbaeva, L.B. Mukanova, A.A. Baisabyrova REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF HEIFERS AND YOUNG COWS UNDER DIFFERENT RUMEN DEGRADABLE PROTEIN AVAILABILITY	38
K.Zh. Syman, A.A. Kirgizbayeva, Zh.A. Abdukadirova INVESTIGATION OF CAMEL MILK WHEY PROTEINS BY SDS-PAGE METHOD	51

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

G.E. Asylbekova, B.K. Zhumabekova, A.S. Akmullayeva, B.T. Raimbekova, A. Gadimov AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE BIOINDICATOR POTENTIAL OF THYME <i>THYMUS SERPYLLUM</i> L. IN VARIOUS NATURAL-ANTHROPOGENIC CONDITIONS	62
A. Doszhanova, Zh. Ospanbayev, A. Sembayeva, Sh. Abdukhaimova STUDY OF SUGAR BEET SOWING METHODS UNDER SUBSURFACE DRIP IRRIGATION	71
V.I. Kobernitsky, V.A. Volobaeva, I.A. Zhirnova DYNAMICS OF THE LEAF SURFACE OF WHEAT IN THE STEPPE ZONE OF KAZAKHSTAN	84
M.T. Sembekov, M.A. Kaigermazova, E.A. Shadenova A BIOTECHNOLOGICAL APPROACH TO CREATING FEED ADDITIVES BASED ON MICROCLONAL BIOMASS FROM <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i>	94
A.I. Kharipzhanova, A.A. Bolatbekova, M.T. Kumabayeva, A.M. Kokhmetova, Y.V. Zeleneva FIELD AND MOLECULAR SCREENING OF WHEAT RESISTANCE TO PTR IN SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN.....	106
N.Zh. Shissenbayeva, A. Adilkhankyzy, G.B. Berden, A.A. Kassymov, N.Y. Tashigul DOSE-DEPENDENT MORTALITY OF THE SPIDER MITE <i>TETRANYCHUS TURKESTANI</i> UNDER TREATMENT WITH VARIOUS ACTIVE INGREDIENTS OF ACARICIDES	121

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

O.S. Baimakhanov, M.N. Abdukadirova, K.I. Akylbayev, A.T. Shegenbayev, A.O. Olzhabayeva SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL STUDY OF THE USE OF WASTEWATER IN AGRICULTURE: THE CASE OF KYZYLORDA CITY	136
N.B. Zhumabay, A.S. Yegizbayeva, K.V. Konstantinova, N.E. Bektukhamedov IMPACT OF SNOW COVER ON WATER AVAILABILITY DURING THE GROWING SEASON (CASE STUDY OF THE KURAGATY SUB-BASIN)	147
M.S. Kalieva, G.K. Serikbaeva, G.E. Akhmetkerimova ORGANIZATION OF SETTLEMENT LANDS IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION	160
K. Narbayeva, A. Tairov, G. Ismailova, F. Madenova, A. Tolstikov ANALYSING WATER BALANCE OF THE SYRDARYA RIVER RESERVOIRS UNDER WATER STRESS CONDITIONS.....	169
A.A. Nurgazyeva, A.T. Toktar ASSESSMENT OF THE RESOURCE POTENTIAL AND QUALITY OF GROUNDWATER FOR PASTURE WATERING IN THE AKTOBE REGION	180
M.S. Tolgambayev, M.K. Baybatshanov, A.T. Zhubanyshova, V.O. Salovarov DETERMINATION OF POPULATION DENSITY BASED ON THE RESULTS OF SAIGA ANTELOPE POPULATION COUNTS.....	194

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

D. Abulkhairrov, I. Sagynganova, M. Userbaev, S. Mendalieva, B. Smailova JUSTIFICATION AND MODELING OF THE PROCESS OF PNEUMATIC MECHANICAL LOADING OF HAY INTO THE COLLECTION CHAMBER OF A HARVESTING AND TRANSPORT UNIT	203
A.C. Rzaliyev, S. Bekbossynov, B.П. Goloborodko, I. Mizanbekov PRECISION SEEDING MACHINE FOR SUGAR BEET ADAPTED TO THE SOIL AND CLIMATE CONDITIONS OF THE SOUTHERN ZONE OF KAZAKHSTAN.....	216
A.Z. Sapakov, S.Z. Sapakova, A.R. Karassayeva VACUUM FREEZE-DRYING SYSTEM WITH INVERTER COMPRESSOR	231
B.D. Sarbalina, A.N. Urazgalieva, A.A. Taskairova METHODS FOR TESTING SHEEP MANURE FOR MOISTURE	248

МАЗМҰНЫ

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

Б.И. Абилов, С.Ж. Асылбекова, С.Ю. Долгополова, А.А. Мұқатай КАСПИЙ ТЕҢІЗІНДЕГІ ҚАРАКӨЗДІҢ <i>Rutilus caspicus</i> (Yakovlev, 1870) БИОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ.....	8
С.Қ. Абуғалиев, Л.К. Бүпбаева, Е.А. Бабич ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ СҮТТІ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА КӨБЕЮДІҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ	23
М.Б. Калмағамбетов, А.Т. Берикбаева, Л.Б. Мұқанова, А.А. Байсабырова РАЦИОН ПРОТЕИНИНІҢ МЕСҚАРЫНДАҒЫ ЫДЫРАУ ДӘРЕЖЕСІ ӨРТҮРЛІ БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА ҚАШАРЛАР МЕН ҚҰНАЖЫНДАРДЫҢ КӨБЕЮ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ	38
Қ.Ж. Сыман, А.А. Қырғызбаева, Ж.А. Абдукадинова ТҮЙЕ СҮТІНДЕГІ САРЫСУАҚҰЫЗДАРЫН SDS-PAGE ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ	51

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

Г.Е. Асылбекова, Б.К. Жумабекова, А.С. Акмұллаева, Б.Т. Райымбекова, А. Гадимов БАЯНАУЫЛ ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІНІҢ АУМАҒЫНДАҒЫ ЖЕБІРШӨПТІҢ (<i>THYMUS SERPYLLUM L.</i>) ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	62
А. Досжанова, Ж. Оспанбаев, А. Сембаева, Ш. Абдуханмова ЖЕРАСТЫ ТАМШЫЛАТЫП СУАРУ ЖАҒДАЙЫНДА ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНЫҢ СЕБУ ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ	71
В.И. Коберницкий, В.А. Волобаева, И.А. Жирнова ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫНДАҒЫ БИДАЙДЫҢ ЖАПЫРАҚ БЕТІНІҢ ДИНАМИКАСЫ.....	84
М.Т. Сембеков, М.А. Кайгермазова, Е.А. Шаменова PAULOWNIA TOMENTOSA ӨСІМДІГІНЕН АЛЫНҒАН МИКРОКЛОНДЫҚ БИОМАССАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖЕМ ҚОСПАЛАРЫН ЖАСАУҒА БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛ	94
А.І. Харіпжанова, А.А. Болатбекова, М.Т. Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ю.В. Зеленева ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДА БИДАЙДЫҢ PTR-ГЕ ТӨЗІМДІЛІГІН ДАЛАЛЫҚ ЖӘНЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ СКРИНИНГТЕУ	106
Н.Ж. Шисенбаева, А.Әділханқызы, Г.Б. Берден, А.А.Касымов, Н.Е. Ташигул ӨРТҮРЛІ АКАРИЦИДТЕРДІҢ ӨСЕР ЕТУШІ ЗАТТАРЫМЕН ӨҢДЕУ КЕЗІНДЕ TETRANYCHUS TURKESTANI ӨРМЕКШІ КЕНЕСІНІҢ ДОЗАҒА ТӘУЕЛДІ ӨЛІМІ	121

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

Ө.С. Баймаханов, М.Н. Абдукодирова, Қ.И. Ақылбаев, А.Т. Шегенбаев, А.О. Олжабаева ҚЫЗЫЛОРДА ҚАЛАСЫ МЫСАЛЫНДА ТӨГІНДІ СУЛАРДЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ПАЙДАЛАНУДЫ ҒЫЛЫМИ- ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ	136
Н.Б. Жумабай, А.С. Егізбаева, К.В. Константинова, Н.Э. Бекмухамедов СУАРУ КЕЗЕҢІНДЕ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ҚОЛЖЕТІЛІМДІЛІГІНЕ МАУСЫМДЫҚ ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫ ДИНАМИКАСЫНЫҢ ӨСЕРІ (ҚҰРАҒАТЫ СУБ-БАССЕЙНІ МЫСАЛЫНДА)	147
М.С. Қалиева, Г.К. Серикбаева, Г.Е. Ахметкеримова ЦИФРЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДА ЕЛДІ МЕКЕН ЖЕРЛЕРІН ҰЙЫМДАСТЫРУ	160
К.Т. Нарбаева, А.З. Таиров, Г.К. Исмаилова, Ф.Б. Маденова, А.В. Толстиков СЫРДАРΙΑ ӨЗЕНІНДЕГІ СУ ҚОЙМАЛАРЫНЫҢ СУ БАЛАНСЫН СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ КҮЙЗЕЛІСІ ЖАҒДАЙЫНДА ТАЛДАУ	169
А.А. Нұрғазиева, Ә.Т. Тоқтар АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ СУЛАНДЫРУ ҮШІН ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ РЕСУРСТЫҚ ӘЛЕУЕТІ МЕН САПАСЫН БАҒАЛАУ	180
М.С. Толғамбаев, М.К. Байбатшанов, А.Т. Жубанышова, В.О. Саловаров АҚБӨКЕНДЕРДІҢ САН БАСЫН ЕСЕПКЕ АЛУ ЖҰМЫСТАРЫ БОЙЫНША ПОПУЛЯЦИЯ ТЫҒЫЗДЫҒЫН АНЫҚТАУ	194

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

Д.К. Әбілқайыров, И.К. Сағынганова, М.Т.Усербаев, С.И. Мендалиева, Б.М. Смаилова ЖИНАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ТІРКЕСІНІҢ ЖИНАУ БӨЛІМШЕСІНЕ АУАМЕХАНИКАЛЫҚ АҒЫНЫМЕН ШӨП ТҮСУ ПРОЦЕСІН НЕГІЗДЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ	203
А.С. Рзалиев, С. Бекбосынов, В.П. Голобородко, И. Мизанбеков ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АЙМАҒЫНЫҢ ТОПЫРАҚТЫҚ-КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЫНА БЕЙІМДЕЛГЕН ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНЫҢ ТҰҚЫМЫН ДӘЛ СЕПКІШ	216
А.З. Сапаков, С.З. Сапакова, Ә.Р. Карасаева ИНВЕРТОРЛЫҚ КОМПРЕССОРЫ БАР ВАКУУМДЫҚ СУБЛИМАЦИЯЛЫҚ КЕПТІРУ ЖҮЙЕСІ	231
Б.Д. Сарбалина, А.Н. Уразғалиева, А.А. Тасқарова ҚОЙДЫҢ ТӨСЕНІШТІ КӨҢІНІҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ БОЙЫНША СЫНАҚ ЖҮРГІЗУ ӘДІСТЕМЕСІ	248

СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

Б.И. Абилов, С.Ж. Асылбекова, С.Ю. Долгополова, А.А. Мукатай БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОБЛЫ <i>Rutilus caspicus</i> (Yakovlev, 1870) В КАСПИЙСКОМ МОРЕ	8
С.К. Аbugалиев, Л.К. Бунбаева, Е.А. Бабич ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ КОСТНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	23
М.Б. Калмагамбетов, А.Т. Берикбаева, Л.Б. Муканова, А.А. Байсабырова РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ ТЕЛОК И НЕТЕЛЕЙ ПРИ РАЗНОЙ ДОСТУПНОСТИ ПРОТЕИНА РАЦИОНА ФЕРМЕНТАЦИИ В РУБЦЕ.....	38
К.Ж. Сыман, А.А. Киргизбаева, Ж.А. Абдукадирова ИССЛЕДОВАНИЕ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА МЕТОДОМ SDS-PAGE	51

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ Г.Е. Асылбекова, Б.К.

Жумабекова, А.С. Акмуллаева, Б.Т. Раймбекова, А. Гадимов ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧАБРЕЦА (<i>THYMUS SERPYLLUM</i> L.) НА ТЕРРИТОРИИ БАЯНАУЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКАПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ	62
А. Досжанова, Ж. Оспанбаев, А. Сембаева, Ш. Абдухаимова ИЗУЧЕНИЯ СПОСОБОВ ПОСЕВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ПОДПОЧВЕННОМ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ.....	71
В.И. Коберницкий, В.А. Волобаева, И.А. Жирнова ДИНАМИКА ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПШЕНИЦЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА	84
М.Т.Сембеков, М.А. Кайгермазова, Е.А. Шаденова БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ МИКРОКЛОНАЛЬНОЙ БИОМАССЫ <i>PAULOWNIA TOMENTOSA</i> ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ	94
А.И.Харіпжанова, А.А. Болатбекова, М.Т.Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ю.В. Зеленева ПОЛЕВОЙ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СКРИНИНГ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К PTR В ЮГО-ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ ...	106
Н.Ж. Шисенбаева, А.Әділханқызы, Г.Б. Берден, А.А. Касымов, Н.Е. Ташигул ДОЗАЗАВИСИМАЯ СМЕРТНОСТЬ ПАУТИННОГО КЛЕЩА <i>TETRANYCHUS TURKESTANI</i> ПРИ ОБРАБОТКЕ РАЗЛИЧНЫМИ ДЕЙСТВУЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ АКАРИЦИДОВ	121

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

О.С. Баймаханов, М.Н. Абдукадирова, К.И. Акылбаев, А.Т. Шегенбаев, А.О. Олжабаева НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КЫЗЫЛОРДЫ	136
Н.Б. Жумабай, А.С. Егизбаева, К.В. Константинова, Н.Э. Бекмухамедов ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА (НА ПРИМЕРЕ СУБ-БАССЕЙНА КУРАГАТЫ)	147
М.С. Қалиева, Г.К. Серикбаева., Г.Е. Ахметкеримова ОРГАНИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ.....	160
К.Т. Нарбаева, А.З. Таиров, Г.К. Исмаилова, Ф.Б. Маденова, А.В. Толстиков АНАЛИЗ ВОДНОГО БАЛАНСА ВОДОХРАНИЛИЩ РЕКИ СЫРДАРЬЯ В УСЛОВИЯХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРЕССА	169
А.А. Нургазиева, Ә.Т. Токтар ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА И КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	180
М.С. Толгамбаев, М.К. Байбатшанов, А.Т. Жубанышова, В.О. Саловаров ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ САЙГАКОВ.....	194

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.К. Абулхаиров, И.К. Сагынганова, М.Т. Усербаев, С.И. Мендалиева, Б.М. Смаилова ОБОСНОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПОГРУЗКИ СЕНА В СБОРОЧНУЮ КАМЕРУ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА	203
А.С. Рзаев, С. Бекбосынов, В.П. Голобородко, И. Мизанбеков СЕЯЛКА ТОЧНОГО ВЫСЕВА ДЛЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, АДАПТИРОВАННАЯ К ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ЮЖНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА	216
А.З. Сапаков, С.З. Сапакова, А.Р. Карасаева ВАКУУМНАЯ СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШИЛЬНАЯ СИСТЕМА С ИНВЕРТОРНЫМ КОМПРЕССОРОМ	231
Б.Д. Сарбалина, А.Н. Уразгалиева, А.А. Таскаирова МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОДСТИЛОЧНОГО ОВЕЧЬЕГО НАВОЗА НА ВЛАЖНОСТЬ.....	248



M.T. Sembekov *, M.A. Kaigermazova, E.A. Shadenova
RSE «Institute of Genetics and Physiology», Almaty, Kazakhstan.
E-mail: m.sembekov@mail.ru

A BIOTECHNOLOGICAL APPROACH TO CREATING FEED ADDITIVES BASED ON MICRO-CLONAL BIOMASS FROM PAULOWNIA TOMENTOSA

Sembekov Medet Tleukenovich, Researcher, Institute of Genetics and Physiology, Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

E-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Kaigermazova Mariam Akhmatovna, Researcher, Institute of Genetics and Physiology, Republic of Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Shadenova Elvira Abylgazievna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Genetics and Reproduction of Forest Crops, Institute of Genetics and Physiology, Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Ave., 93

E-mail: shadel08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7844-4264>.

Abstract. Introduction. The development of plant-based feed additives is a relevant area of modern biotechnology aimed at improving the sustainability and efficiency of animal husbandry. Fast-growing plants with high biomass accumulation potential, such as *Paulownia tomentosa*, are of particular interest. Objective. The study aimed to obtain microclonal biomass of *P. tomentosa* under in vitro conditions and to evaluate its potential feed value based on biochemical and functional indicators. Methods. Microclonal propagation was carried out using standard protocols. The biomass was analyzed for crude protein, fiber, amino acid composition, and microelement content. Antioxidant activity was determined using DPPH and ABTS assays. The potential feed value was assessed using model feed rations and calculated indicators of digestibility and metabolizable energy. Results. It was established that the microclonal biomass contained 18.6 % crude protein, was characterized by a balanced amino acid profile, and exhibited antioxidant activity (IC_{50} DPPH = 0.84 mg/mL). Standardized cultivation conditions ensured reproducibility of the parameters. Model-based evaluation showed that inclusion of 1–5 % biomass in the diet may contribute to an increase in metabolizable energy and dry matter digestibility. Conclusions. Microclonal biomass of *P. tomentosa* can be considered a promising source of plant raw material for feed additives. The obtained results are of a predictive nature and require further experimental validation under in vitro and in vivo conditions.

Keywords: *Paulownia tomentosa*, microclonal biomass, in vitro culture, biotechnology, feed additives, feed potential, antioxidant activity, biochemical composition, sustainable animal husbandry

For citation: Sembekov M.T., Kaigermazova M.A., Shadenova E.A. (2026). A biotechnological approach to creating feed additives based on microclonal biomass from *Paulownia tomentosa* // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 3. Number 111. Pp. 94–105. <https://doi.org/10.37884/3-2026/08> [in Eng.].

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

Financing: This study was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (BR 24993004 «Development of innovative methods for increasing the productivity of farm animals using physiological and genetic approaches»).

Acknowledgements: In the process of preparing this work, the authors used the following tools: ChatGPT (for structuring the article, creating a monochrome scheme, and translating the names of the

discovered biologically active substances) and bear full responsibility for the content of the article.

М.Т. Сембеков*, М.А. Кайгермазова, Е.А. Шаденова

РМҚК «Генетика және физиология институты» ҚР ҒК ҒЖБМ, Алматы, Қазақстан.

E-mail: m.sembekov@mail.ru

PAULOWNIA TOMENTOSA ӨСІМДІГІНЕН АЛЫНҒАН МИКРОКЛОНДЫҚ БИОМАССАҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖЕМ ҚОСПАЛАРЫН ЖАСАУҒА БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛ

Сембеков Медет Тлеукенұлы, Генетика және физиология институтының ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 93

E-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Кайгермазова Мариям Ахматқызы, Генетика және физиология институтының ғылыми қызметкері, Қазақстан, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 93

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Шаденова Ельвира Абылғазықызы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Генетика және физиология институтының Орман дақылдарының генетикасы және көбеюі зертханасының меңгерушісі, Қазақстан, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 93 үй

E-mail: shadel08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7844-4264>.

Аннотация. *Kipicne.* Өсімдік негізіндегі жем қоспаларын әзірлеу - мал шаруашылығының тұрақтылығы мен тиімділігін арттыруға бағытталған заманауи биотехнологияның өзекті саласы. *Paulownia tomentosa* сияқты биомасса жинақтау әлеуеті жоғары тез өсетін өсімдіктер ерекше қызығушылық тудырады. Зерттеудің мақсаты *P. tomentosa*-ның in vitro микроклоналды биомассасын алу және оның биохимиялық және функционалдық параметрлерге негізделген әлеуетті жемдік құндылығын бағалау болды. *Әдістер.* Микрокөбейту стандартты хаттамаларға сәйкес жүргізілді. Биомасса шикі ақуыз, талшық, аминқышқылдық құрамы және микроэлементтер бойынша талданды. Антиоксидантты белсенділік DPPH және ABTS талдауларын қолдану арқылы анықталды. Әлеуетті жемдік құндылық модельдік диеталарды қолдану және сіңімділік пен метаболизденетін энергия мәндерін есептеу арқылы бағаланды. *Нәтижелер.* Микроклоналды биомассаның құрамында 18,6 % шикі ақуыз бар екені, теңгерімді аминқышқылдық профильге ие екені және антиоксиданттық белсенділік көрсететіні анықталды (DPPH IC₅₀ = 0,84 мг/мл). Стандартталған өсіру жағдайлары қайталанатын нәтижелерді қамтамасыз етті. Бағалаулар биомассаның 1–5 %-ын диетаға қосу метаболизденетін энергияны және құрғақ заттардың сіңімділігін арттыратынын көрсетті. *Қорытынды.* *P. tomentosa* микроклоналды биомассасы жем қоспалары үшін өсімдік материалының перспективалы көзі болып табылады. Алынған нәтижелер алдын ала болып табылады және in vitro және in vivo тәжірибелік тексеруді қажет етеді.

Түйін сөздер: *Paulownia tomentosa*; микроклоналды биомасса; in vitro өсіру; биотехнология; жем қоспалары; жем әлеуеті; антиоксиданттық белсенділік; биохимиялық құрамы; тұрақты мал шаруашылығы

Дәйексөз үшін: Сембеков М.Т., Кайгермазова М.А., Шаденова Е.А. (2026). *Paulownia tomentosa* өсімдігінен алынған микроклондық биомассаға негізделген жем қоспаларын жасауға биотехнологиялық тәсіл // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 3. Number 111. Pp. 94–105. <https://doi.org/10.37884/3-2026/08> [In Eng.]

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

М.Т.Сембеков*, М.А. Кайгермазова, Е.А. Шаденова

РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан.

E-mail: m.sembekov@mail.ru

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ МИКРОКЛОНАЛЬНОЙ БИОМАССЫ PAULOWNIA TOMENTOSA

Сембеков Медет Тлеукенович, научный сотрудник, институт генетики и физиологии. Казахстан,

Алматы, пр. аль-Фараби, 93

E-mail: m.sembekov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4634-1532>;

Кайгермазова Мариям Ахматовна, научный сотрудник, институт генетики и физиологии. Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 93

E-mail: sozvezdie-94@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4517-2717>;

Шаденова Эльвира Абылгазиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лаборатории генетики и репродукции лесных культур, институт генетики и физиологии. Казахстан, Алматы, пр. аль-Фараби, 93

E-mail: shadel08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7844-4264>.

Аннотация. *Введение.* Разработка кормовых добавок на растительной основе является актуальным направлением современной биотехнологии, направленным на повышение устойчивости и эффективности животноводства. Особый интерес представляют быстрорастущие растения с высоким потенциалом накопления биомассы, такие как *Paulownia tomentosa*. Цель исследования – получение микроклональной биомассы *P. tomentosa* в условиях *in vitro* и оценка ее потенциальной кормовой ценности на основе биохимических и функциональных показателей. *Методы.* Микроклональное размножение проводилось по стандартным протоколам. Биомасса анализировалась на содержание сырого белка, клетчатки, аминокислотного состава и микроэлементов. Антиоксидантную активность определяли методами DPPH и ABTS. Потенциальную кормовую ценность оценивали с использованием модельных рационов и расчетных показателей переваримости и обменной энергии. *Результаты.* Установлено, что микроклональная биомасса содержит 18,6 % сырого белка, характеризуется сбалансированным аминокислотным профилем и проявляет антиоксидантную активность (IC₅₀ DPPH – 0,84 мг/мл). Стандартизированные условия культивирования обеспечили воспроизводимость показателей. Расчетная оценка показала, что включение 1–5 % биомассы в рацион способствует повышению обменной энергии и переваримости сухого вещества. *Выводы.* Микроклональная биомасса *P. tomentosa* является перспективным источником растительного сырья для кормовых добавок. Полученные результаты носят расчетный характер и требуют дальнейшей экспериментальной проверки в условиях *in vitro* и *in vivo*.

Ключевые слова: *Paulownia tomentosa*, микроклональная биомасса, культура *in vitro*, биотехнология, кормовые добавки, кормовой потенциал, антиоксидантная активность, биохимический состав, устойчивое животноводство

Для цитирования: Сембеков М. Т., Кайгермазова М. А., Шаденова Е. А. (2026). Биотехнологический подход к созданию кормовых добавок на основе микроклональной биомассы *Paulownia tomentosa* // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 3. Number 111. Pp. 94–105. <https://doi.org/10.37884/3-2026/08> [In Eng.]

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction.

Modern animal husbandry is actively searching for highly efficient, environmentally friendly, and economically viable feed resources that can ensure stable product quality and reduce dependence on traditional types of plant raw materials. Increasing climatic stresses, declining soil fertility, the spread of crop diseases, and rising feed production costs are driving the need to introduce alternative sources of plant biomass. In this regard, the use of fast-growing woody plants with significant potential for producing highly nutritious feed additives is of particular interest.

In recent years, the concept of sustainable livestock production has been increasingly associated with the transition toward circular bioeconomy models, where renewable biological resources are efficiently utilized to minimize waste and environmental impact. In this context, the integration of alternative plant biomass into feed systems represents not only a nutritional strategy but also an ecological solution aimed at reducing pressure on arable land and conventional feed crops.

Traditional protein sources such as soybean meal are associated with significant environmental costs, including deforestation, high water consumption, and greenhouse gas emissions. Therefore, the search for locally available, rapidly renewable, and compositionally stable plant biomass is becoming a strategic priority for many countries, including Kazakhstan, where climatic variability further complicates agricultural sustainability.

Fast-growing tree species such as *Paulownia tomentosa* offer a unique opportunity to combine high biomass productivity with adaptability to marginal conditions. Moreover, their potential use in controlled biotechnological systems allows decoupling biomass production from seasonal and environmental constraints. This creates a new paradigm in feed biotechnology, where plant material can be produced under fully controlled conditions with predictable composition and functionality.

A comparative analysis of the productivity of traditional and non-traditional fodder crops was conducted in Kazakhstan, highlighting the need to expand the fodder base by introducing alternative plant species [Kobernitsky et al., 2023]. An assessment of land use efficiency and suitability shows the need to introduce new fodder crops to increase the sustainability of agricultural systems [Zhumataeva et al., 2024]. In addition, the use of controlled microclonal biomass provides a standardized plant material with reduced biochemical variability compared with field-grown plants. Studies show that alternative feed components can reduce the cost of feed, boost animal immunity, and ensure stable production in the face of climate change [Halmemies et al., 2018; Abdelli et al., 2021; Alem, 2024; Moyo et al., 2011; Wang et al., 2022].

One promising species is *Paulownia tomentosa*, known for its unique biological properties: high growth rate, resistance to abiotic stresses, and ability to produce up to 30–40 t/ha of biomass in the first years of cultivation [Kan et al., 2016; Ruiz-Aquino et al., 2019; Balasundram et al., 2025]. The chemical composition of paulownia is characterised by a high content of crude protein (18–22%), easily digestible carbohydrates, essential amino acids, and a significant level of antioxidant compounds, including phenols, flavonoids, and terpene derivatives [Uğuz et al., 2019; Vergun et al., 2022; Dai et al., Džugan et al., 2021; Balasundram et al., 2006; Haihao et.al., 2021]. These characteristics make it a potentially valuable raw material for the creation of functional feed additives.

Recent studies show that the leaves and young shoots of *P. tomentosa* can be used to improve metabolism, immune status, and live weight gain in animals, especially when included in compound feed [Hülya et al., 2021; El-Zaiat et al., 2022; Untea et al., 2023; Petcu et al., 2023]. There is also an improvement in digestibility and a reduction in stress reactions in animals when leaf mass is included in the diet [Abdelli et al., 2021; Moyo et al., 2011]. However, most studies focus on plants grown in open ground, which limits the standardisation of the composition and biological activity of the raw materials [Negruşier et al., 2025; Haihao et.al., 2021].

Biotechnological approaches, in particular microclonal propagation, enable the production of genetically uniform material and control of the biochemical parameters of biomass. Numerous studies confirm the effectiveness of tissue culture methods for obtaining *Paulownia tomentosa* with high reproduction rates and stable morphophysiological characteristics [Hamza, 2019; Thiesen et.al., 2025; Litwińczuk et.al., 2023; Burger et.al., 1985; Rao et.al., 1996]. In vitro cultures have a number of advantages: year-round production, absence of phytopathogens, control over the composition of the nutrient medium and cultivation conditions, high reproducibility and stability of the data obtained [Ipekci et.al., 2001; Mohaddab et.al., 2022; Shah et.al., 2023; Li et.al., 2023]. The addition of antioxidants to the nutrient medium proved critical for suppressing the undesirable phenolic exudation effect and ensuring optimal growth of plant microclones in vitro, which is important for standardising the biomass of feed raw materials [Rakhatkyzy, 2025]. The application of such technologies in feed production paves the way for the creation of biomass with predictable and specified properties [Pitino, 2021].

Despite the increasing research on *P. tomentosa*, a comprehensive evaluation of microclonal biomass for its potential as a feed ingredient remains limited. Key aspects, including antioxidant activity, stability of biochemical composition under controlled conditions, and predicted effects in model feed formulations, have not been fully studied [Mohaddab et.al., 2022; Li et.al., 2023; Pitino, 2021].

This study aimed to develop a biotechnological approach for obtaining microclonal biomass of *P. tomentosa* and to evaluate its potential feed value based on biochemical and functional characteristics. The novelty of this work lies in the integrated assessment of microclonal biomass composition, antioxidant properties, and predicted nutritional indicators, providing a foundation for considering *P. tomentosa* as a potential source of standardized plant-based feed additives.

Materials and methods.

The initial plant material consisted of vegetative cuttings of *Paulownia tomentosa* obtained from healthy donor plants. Surface sterilization was carried out according to standard tissue culture protocols: explants were washed in a detergent solution, immersed in 70 % ethanol for 30 s, followed by treatment with

0.1 % sodium hypochlorite for 10–12 min, and rinsed three times with sterile distilled water.

Microclonal cultures were established on Murashige and Skoog (MS) nutrient medium supplemented with 6-benzylaminopurine (6-BAP) at concentrations of 0.5–1.0 mg/L to stimulate shoot multiplication. Cultures were maintained in a growth chamber at 24–26 °C under a 16/8 h light/dark photoperiod and light intensity of 40–50 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Subcultivation was performed every 28–30 days. Rooted microshoots with high multiplication rates were used for biomass production.

Biomass was harvested on the 30th day of cultivation. Plant material was washed with distilled water, dried on sterile filter paper, frozen at –20 °C, and subsequently lyophilized. The dried biomass was ground into a fine powder for further chemical analyses.

Proximate composition analysis included determination of crude protein by the Kjeldahl method using a nitrogen conversion factor of 6.25. Crude fiber was determined by sequential acid–alkaline hydrolysis, lipids were extracted using a Soxhlet apparatus with petroleum ether as solvent, and nitrogen-free extract (carbohydrates) was calculated by difference.

Amino acid composition was determined using high-performance liquid chromatography (HPLC) following acid hydrolysis (6N HCl, 110 °C, 24 h). Chromatographic separation was performed on a reversed-phase C18 column (4.6 $\times$ 250 mm, 5 μm particle size). The mobile phase consisted of acetonitrile and sodium acetate buffer (pH 6.5) applied in gradient mode. Detection was performed using UV detection at 254 nm, and quantification was carried out using external amino acid standards.

Secondary metabolites and phenolic compounds were additionally characterized using ultra-high-performance liquid chromatography coupled with quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UHPLC–QTOF). Analyses were performed on a UHPLC Elute+ system (Bruker, Germany) coupled to a Q-TOF Impact II VIP mass spectrometer. Chromatographic separation was achieved on a reversed-phase C18 column using a gradient elution of water and acetonitrile containing 0.1 % formic acid. Mass spectra were recorded in electrospray ionization (ESI) mode within the m/z range of 50–1200. Identification of compounds was performed by comparison with spectral databases and literature data.

In addition, selected metabolites were analyzed using gas chromatography coupled with mass spectrometric detection (GC–MS) on an Agilent 7890A gas chromatograph equipped with a 5975C mass selective detector. Separation was carried out on a capillary column with helium as carrier gas. Mass spectra were recorded in electron ionization mode at 70 eV, and compound identification was performed by comparison with spectral libraries.

Macro- and microelement content was determined by atomic absorption spectrometry (AAS) using a flame atomization system (air–acetylene flame). Calibration was performed using certified standard solutions, and quality control included blank and reference samples.

Antioxidant activity was evaluated using DPPH and ABTS radical scavenging assays. For the DPPH assay, methanolic extracts were reacted with 0.1 mM DPPH solution, and absorbance was measured at 517 nm after 30 min of incubation. For the ABTS assay, the ABTS $^{\bullet+}$ radical cation was generated by oxidation with potassium persulfate, and absorbance was measured at 734 nm. Trolox was used as a reference antioxidant standard. IC₅₀ values were calculated from dose–response curves.

To evaluate potential feed application, lyophilized biomass was incorporated into model feed mixtures at levels of 1 %, 3 %, and 5 % (w/w).

The basal diet used for model calculations was formulated to represent a typical cattle ration and consisted (on a dry matter basis) of: corn silage (40 %), alfalfa hay (25 %), barley grain (20 %), soybean meal (10%), and mineral-vitamin premix (5 %). The inclusion of *P. tomentosa* biomass was modeled by proportional substitution of the concentrate fraction (barley and soybean meal) while maintaining the overall protein and energy structure of the diet.

Predictive digestibility and enzymatic interaction indices were calculated using a static laboratory digestion model according to the method of Tilley and Terry [Tilley, 1963]. These indicators represent calculated estimates based on compositional data rather than direct biological measurements.

All analyses were conducted in triplicate. Statistical analysis was performed using GraphPad Prism 9.0. One-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test was applied to calculated datasets to illustrate potential differences among model scenarios. Reported p-values are descriptive and do not represent experimental validation in animals.

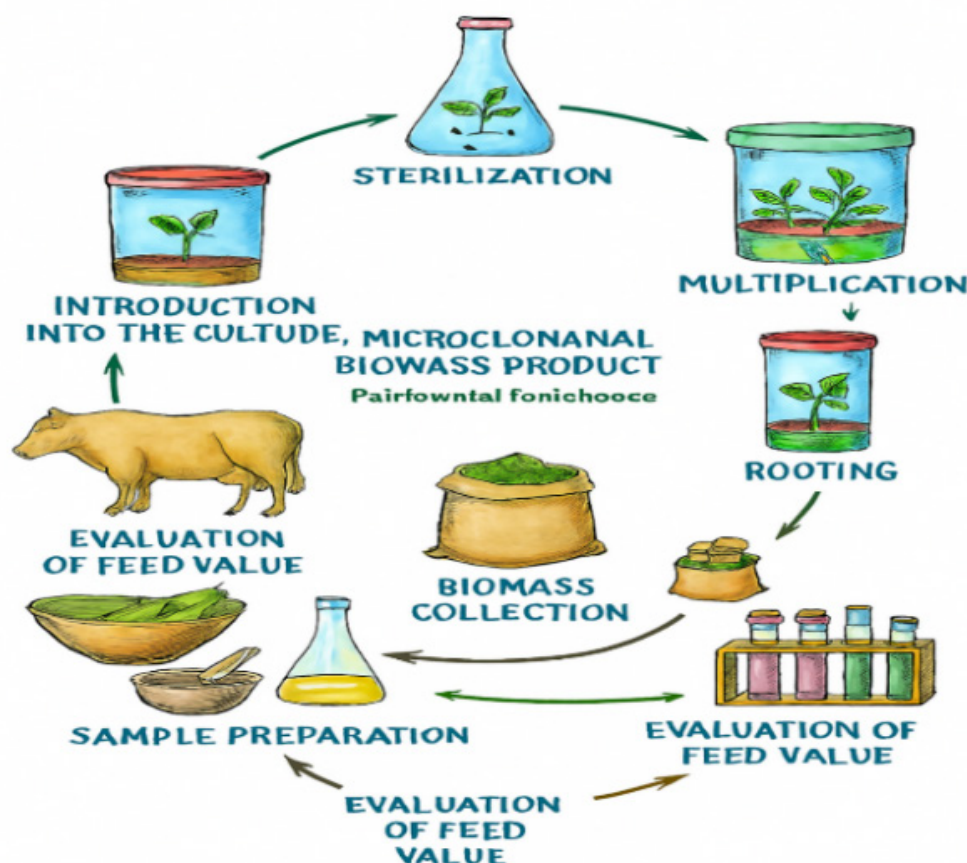


Fig. 1. Monochrome diagram of the stages of obtaining microclonal biomass of *Paulownia tomentosa*: sterilisation — introduction into culture — multiplication — rooting — biomass collection — sample preparation — biochemical and antioxidant analysis — assessment of feed value

The workflow of obtaining microclonal biomass of *Paulownia tomentosa* is presented in Figure 1 and includes the following stages: sterilisation, introduction into culture, multiplication, rooting, biomass collection, sample preparation, biochemical and antioxidant analysis, and assessment of feed value.

All laboratory analyses were conducted in accredited university laboratories following internationally accepted analytical standards.

To ensure reproducibility and reliability of the obtained data, all analytical procedures were performed under strict quality control conditions. Calibration curves for chromatographic analyses demonstrated high linearity ($R^2 > 0.995$), and repeatability was confirmed by low relative standard deviation values ($<5\%$) across replicates.

Additionally, blank samples and certified reference materials were included in each analytical batch to verify the accuracy of measurements. Instrumental stability was monitored throughout the experiments to minimize analytical drift. Such methodological rigor is essential when evaluating plant biomass intended for feed applications, as even minor deviations in composition may significantly affect nutritional interpretation.

Results.

The average morphometric parameters of microclones on the 30th day of cultivation are shown in Table 1.

Table 1 – Growth indicators for *Paulownia tomentosa* microclones (n = 30)

Indicator	Mean $\pm$ SD	Coefficient of variation, %
Shoot length, cm	4.8 $\pm$ 0.3	6.3
Number of shoots per explant, pcs.	5.2 $\pm$ 0.4	7.7
Raw biomass mass per vessel, g	1.42 $\pm$ 0.09	6.3
Dry biomass mass per vessel, g	0.21 $\pm$ 0.02	9.5
Percentage of rooting, %	93.4 $\pm$ 2.1	2.2

Growth parameters of microclones. The morphometric characteristics of *Paulownia tomentosa* microclones on the 30th day of cultivation are presented in Table 1.

The mean shoot length at day 30 was 4.8 ± 0.3 cm. Considering that the initial length of microshoots at the time of culture establishment was 0.8 cm, the absolute increase in shoot length over the 30-day cultivation period was:

$$\Delta L_{30} = 4.8 - 0.8 = 4.0 \text{ cm} \quad (1)$$

Accordingly, the average daily shoot elongation rate was: $4.0 \text{ cm} / 30 \text{ days} = 0.133 \text{ cm/day}$.

Thus, shoot growth during the experimental period was steady and biologically consistent for in vitro culture conditions.

The multiplication coefficient (MC), calculated as the ratio of the total number of newly formed shoots to the number of initial explants, averaged 5.2 ± 0.4 .

Raw biomass mass per vessel was 1.42 ± 0.09 g, while dry biomass mass was 0.21 ± 0.02 g. Based on these values, the proportion of dry matter (DM) in biomass was:

$$\text{DM (\%)} = (0.21 / 1.42) \times 100 \approx 14.8\% \quad (2)$$

The rooting percentage was high ($93.4 \pm 2.1\%$), indicating strong regenerative capacity under the applied culture conditions.

All growth calculations were performed strictly within the 30-day experimental period without extrapolation beyond the observed timeframe.

Chemical composition of microclonal biomass. The proximate chemical composition of lyophilized *P. tomentosa* biomass (calculated as % of dry matter) is presented in Table 2.

Table 2 – Chemical composition of *Paulownia tomentosa* microclonal biomass (% of dry weight, n = 5)

Component	Mean $\pm$ SD, % of dry matter
Raw protein	18.6 ± 0.5
Raw fat	3.1 ± 0.2
Raw fibre	15.4 ± 0.6
Ash	6.8 ± 0.3
Nitrogen-free extract	56.1 ± 1.2

The observed balance between protein, fiber, and nitrogen-free extractives suggests that the biomass may serve as a multifunctional feed component, combining both structural and readily available energy fractions. The relatively high proportion of nitrogen-free extractives (56.1%) indicates a significant contribution of soluble carbohydrates, which are essential for microbial fermentation processes in ruminants.

At the same time, the fiber content (15.4 %) remains within the optimal range for maintaining rumen function without excessively limiting digestibility. This balance is particularly important when considering the inclusion of non-traditional plant biomass into compound feeds, as both insufficient and excessive fiber levels may negatively affect feed efficiency.

Furthermore, the consistency of chemical composition across replicates highlights the advantage of in vitro cultivation systems over conventional agricultural production, where nutrient composition is often influenced by environmental variability. Such stability is a key requirement for the development of standardized feed additives.

Energy value and protein-to-energy ratio. The metabolizable energy (ME) content of the lyophilized biomass of *Paulownia tomentosa* was calculated using the standard zootechnical equation:

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 0.155 \times \text{protein} + 0.343 \times \text{fat} + 0.130 \times \text{NFE}, \quad (3)$$

where nutrients are expressed as % of dry matter.

Substitution yielded: ME = 11.24 MJ/kg DM.

Since crude protein content was 18.6% of dry matter, this corresponds to: 186 g protein per kg DM:

$$\text{Protein/Energy ratio} = \frac{\text{g protein per kg DM}}{\text{MJ per kg DM}} \quad (4)$$

Substituting the obtained values (186 g protein per kg DM and 11.24 MJ/kg DM), the protein-to-energy ratio was calculated as 16.55 g/MJ, rounded to 16.5 g/MJ. The protein-to-energy ratio was therefore calculated as: $186 / 11.24 = 16.5$ g protein per MJ of metabolizable energy.

The antioxidant activity of microclonal biomass was evaluated using the DPPH and ABTS methods at concentrations ranging from 0.1 to 2.0 mg/ml. The DPPH radical inhibition percentage at an extract concentration of 1.0 mg/ml was $68.3 \pm 2.7\%$, and for ABTS — $71.5 \pm 2.4\%$. IC₅₀ values were calculated by fitting the dose-response curve: DPPH: IC₅₀ = 0.84 ± 0.07 mg/ml, ABTS: IC₅₀ = 0.91 ± 0.05 mg/ml.

The total content of phenolic compounds was 22.4 ± 1.3 mg GAE/g DW, and flavonoids — 9.8 ± 0.6 mg rutin/g DW.

The calculation of the Pearson correlation coefficient between the content of phenolic compounds and the IC₅₀ (DPPH) values in a series of samples (n = 10) showed: $r = -0.87$, indicating an inverse relationship (higher phenol content is associated with lower IC₅₀ values).

The mineral content (MJ/kg DM) is presented in Table 3.

Table 3 – Macro- and microelement content in biomass (MJ/kg DM, n = 5)

Element	Mean ± SD, MJ/kg DM
Ca	1 210 ± 45
Mg	310 ± 12
Fe	94 ± 6
Zn	28 ± 2
Mn	19 ± 1
Cu	6.2 ± 0.4

Predictive nutritional evaluation in model feed formulations. A calculation-based assessment of the potential feed application of lyophilized biomass of *Paulownia tomentosa* was performed using model feed formulations designed for cattle nutrition.

The biomass was incorporated into the basal ration at levels of 0 % (control), 1 %, 3 %, and 5 % of dry matter. The incorporation was modeled by proportional substitution of the concentrate component while maintaining the comparable macronutrient structure of the diet.

The indicators presented in Table 4 represent calculated nutritional indices derived from: proximate chemical composition of the biomass; estimated metabolizable energy (MJ/kg DM); predicted dry matter digestibility index based on nutrient substitution; relative enzymatic interaction indices inferred from compositional shifts in protein and carbohydrate fractions.

The calculated metabolizable energy of the control formulation was 10.8 MJ/kg DM. Model inclusion of biomass resulted in estimated ME values of 11.0, 11.18, and 11.34 MJ/kg DM at 1 %, 3 %, and 5 % inclusion levels, respectively.

The predicted dry matter digestibility index increased from 70.2 % (control) to 76.4 % at 5 % modeled inclusion, corresponding to a calculated relative change of 8.8 %.

Similarly, the relative protease and amylase indices demonstrated dose-dependent increases under modeled substitution conditions. These indices reflect theoretical changes in nutrient availability based on biochemical composition and do not represent direct enzymatic measurements in rumen fluid or live animals.

All values presented are derived from compositional analysis and nutritional calculation models. No in vitro rumen fermentation experiments or in vivo feeding trials were performed; therefore, the results should be interpreted as a predictive assessment of nutritional potential.

Table 4 – Predicted nutritional parameters of model feed mixtures (% of dry matter)

Inclusion level of <i>P. tomentosa</i> biomass	Predicted digestibility of DM, %	Predicted protease index, relative units	Predicted amylase index, relative units	Predicted ME, MJ/kg DM
0% (control)	70.2 ± 1.1	100	100	10.8
1%	72.8 ± 1.0	106	104	11
3%	75.1 ± 1.3	112	108	11.18
5%	76.4 ± 1.2	115	110	11.34

A comparative analysis of the calculated values for different biomass inclusion levels was performed to assess predicted trends in nutritional indices. The modeled values showed clear dose-dependent changes for predicted dry matter digestibility, protease, and amylase indices. These trends were evaluated using variance analysis of the calculated datasets (F-values and p-values reported for descriptive purposes).

It should be noted that these statistics reflect variation among calculated/predicted values rather than measured experimental data, and serve to illustrate potential differences between model scenarios.

Discussion.

The results obtained demonstrate that microclonal biomass of *Paulownia tomentosa* grown under standardized in vitro conditions exhibits stable morphometric, biochemical, and functional characteristics, confirming the effectiveness of the selected biotechnological approach.

The growth indicators of microclones, including a high rooting rate (93.4 %) and multiplication coefficient (5.2), are comparable to or exceed those reported for microclonal propagation of other deciduous plants. This highlights the high regenerative capacity of *P. tomentosa* and its suitability for controlled mass propagation. Unlike plants grown under field conditions, microclonal material formed biomass with low variability in indicators (coefficient of variation < 10 %), emphasizing the reproducibility of the method.

When compared to conventional plant-based feed ingredients, the biochemical profile of *P. tomentosa* microclonal biomass demonstrates several notable advantages. For instance, the crude protein content (18.6 %) is comparable to that of alfalfa and higher than that of many cereal-based feeds, while maintaining a favorable balance with energy components.

Unlike soybean meal, which is characterized by high protein concentration but limited structural fiber, *P. tomentosa* biomass provides a more balanced nutrient composition. This may allow its use not only as a protein supplement but also as a partial structural component in ruminant diets. Such multifunctionality is particularly valuable in the formulation of cost-effective feed mixtures.

In addition, the presence of bioactive compounds such as phenolics and flavonoids distinguishes *P. tomentosa* from conventional feed crops. These compounds are increasingly recognized for their role in modulating gut health, oxidative stress, and immune response in animals.

The biochemical composition of biomass—particularly crude protein (18.6 %), fiber (15.4 %), and nitrogen-free extractives (56.1 %)—suggests its potential nutritional value as a source of energy and structural nutrients. The protein–energy ratio, calculated from compositional data, provides a reference for comparing with other plant-based feed ingredients. The stability of amino acid and mineral content indicates the positive effect of standardized cultivation, which may not be achievable under field conditions, where elemental composition is strongly influenced by soil, climate, and agricultural practices.

The antioxidant properties of the biomass may have important physiological implications beyond simple radical scavenging capacity. In animal nutrition, oxidative stress is associated with reduced productivity, impaired immune function, and increased susceptibility to diseases. Therefore, feed components with inherent antioxidant activity may contribute to improved animal resilience under stress conditions, including heat stress and metabolic stress.

The relatively low IC₅₀ values observed in this study indicate that even small amounts of biomass could potentially exert measurable antioxidant effects. However, it should be emphasized that the bioavailability and metabolic fate of these compounds in animals remain to be investigated.

Antioxidant activity was evaluated using DPPH and ABTS assays. The IC₅₀ values (0.84 mg/mL for DPPH, 0.91 MJ/kg DM for ABTS) along with a high content of phenolic compounds (22.4 mg GAE/g) indicate a notable capacity to neutralize free radicals. The observed negative correlation between phenol content and IC₅₀ ($r = -0.87$) suggests that phenolic compounds are the main contributors to antioxidant potential. From a predictive standpoint, these bioactive compounds may enhance oxidative stability if included in feed, but in vivo effects have not been tested.

From an environmental perspective, plant-based feed additives rich in phenolic compounds and secondary metabolites may also influence rumen fermentation processes and methane production. Previous studies have shown that phytochemicals can partially inhibit methanogenic microorganisms in the rumen and redirect fermentation pathways toward more efficient energy utilization. In this context, the presence of phenolic compounds and antioxidant metabolites in *P. tomentosa* biomass may potentially contribute to improved rumen metabolic efficiency and reduced enteric methane emissions in ruminants. However, these potential environmental benefits remain hypothetical and require confirmation through in vitro rumen

fermentation experiments and in vivo animal trials.

Calculation-based evaluation of model feed formulations predicted positive trends in digestibility and metabolizable energy. Inclusion of 3–5 % biomass was associated with increased predicted dry matter digestibility (6.8–8.8 %) and higher protease and amylase indices (8–15 %). Predicted metabolizable energy increased from 10.80 to 11.34 MJ/kg DM. Descriptive statistical analysis of calculated values (ANOVA with Tukey post-hoc test) suggested potential differences among modeled inclusion levels. These statistics reflect variation among predicted datasets and should not be interpreted as confirmation from biological experiments.

From a practical perspective, the use of microclonal biomass raises important questions regarding scalability and economic feasibility. While in vitro production offers unmatched control over biomass quality, its cost-effectiveness at an industrial scale remains a critical factor.

However, advances in plant biotechnology, automation of tissue culture systems, and bioreactor-based cultivation may significantly reduce production costs in the future. In this context, microclonal biomass could initially be positioned as a high-value functional feed additive rather than a bulk feed component.

Such a strategy aligns with current trends in precision animal nutrition, where small amounts of biologically active ingredients are used to enhance overall feed efficiency and animal performance.

Compared to field-grown plants, microclonal biomass offers the advantage of formation in a controlled, sterile environment, resulting in consistent composition, reduced variability, and year-round production potential. Limitations of this study include the lack of in vivo evaluation of productive performance, the absence of gut microbiota analysis, and no assessment of economic feasibility for industrial feed applications. These areas require further experimental investigation.

Overall, the study demonstrates that microclonal biomass of *P. tomentosa* is a promising raw material with predictable biochemical and antioxidant properties. Biotechnological propagation provides advantages in reproducibility and composition control compared to traditional cultivation, while predictions of feed value remain preliminary and require experimental validation.

Another limitation of the present study is that feed evaluation was based on compositional analysis and predictive nutritional models. Direct validation through rumen fermentation experiments and controlled feeding trials will be required in future studies to confirm the biological effects of *P. tomentosa* biomass in animal nutrition.

The relevance of this approach is particularly high for regions with continental climates, such as Kazakhstan, where agricultural productivity is strongly influenced by seasonal variability, droughts, and soil degradation. The ability to produce plant biomass independently of environmental conditions represents a significant advantage for ensuring feed security.

In this regard, the integration of biotechnologically produced biomass into existing feed systems may contribute to the diversification of feed resources and the reduction of dependency on imported protein sources.

Conclusions.

This study demonstrates that microclonal biomass of *P. tomentosa* produced under controlled in vitro conditions represents a reproducible and compositionally stable plant-derived resource with potential application in animal nutrition. The obtained biomass is characterized by a balanced biochemical profile, including relatively high crude protein content (18.6 %), moderate fiber levels, and a substantial fraction of nitrogen-free extractives, supporting its classification as a multifunctional feed ingredient.

A key contribution of this work is the integration of biotechnological propagation with comprehensive compositional and functional assessment, enabling the production of standardized plant biomass independent of environmental variability. This distinguishes the proposed approach from conventional field-based systems, where fluctuations in climate, soil conditions, and agricultural practices significantly affect feed quality.

The presence of phenolic compounds and the demonstrated antioxidant activity indicate that *P. tomentosa* biomass may provide not only nutritional value but also functional benefits, potentially contributing to oxidative stability and improved physiological resilience in animals. Such dual functionality aligns with current trends in the development of phytogetic feed additives.

Model-based evaluation of feed formulations suggests that inclusion of 1–5 % microclonal biomass may enhance metabolizable energy and improve predicted digestibility parameters. Although these findings indicate promising nutritional potential, they should be interpreted as preliminary and hypothesis-generating.

Importantly, this study establishes a methodological framework for the assessment of microclonally derived plant biomass as a novel category of feed resources. The approach combines controlled cultivation,

advanced analytical techniques, and nutritional modeling, thereby providing a basis for future translational research.

Further studies should focus on experimental validation through in vitro rumen fermentation systems, in vivo feeding trials, and techno-economic analysis to assess scalability and practical feasibility. In addition, investigation of the effects on animal productivity, gut microbiota, and methane emissions will be essential to fully evaluate the biological and environmental impact.

Overall, *P. tomentosa* microclonal biomass can be regarded as a promising candidate for the development of next-generation plant-based feed additives. Its biotechnological production ensures a high level of standardization, reproducibility, and biosafety, which are critical parameters for modern sustainable livestock systems.

This approach may contribute to the transition toward more sustainable, climate-resilient, and resource-efficient livestock production systems.

REFERENCES

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J.F. (2021). Phytogetic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. *Animals*, 11(12), 3471. <https://doi.org/10.3390/ani1123471>
- Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon*, 10(3), e24973. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24973>
- Burger, D.W., Liu, L., & Wu, L. (1985). Rapid micropropagation of *Paulownia tomentosa*. *HortScience*, 20, 760–761.
- Dai, J., & Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Džugan, M., Miłek, M., Grabek-Lejko, D., Hęclik, J., & Litwińczuk, W. (2021). Antioxidant activity, polyphenolic profiles and antibacterial properties of leaf extract of various *Paulownia* spp. clones. *Agronomy*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy11102001>
- El-Zaiat, H.M., Elshafie, E.I., Al-Marzooqi, W., & Dughaisi, K.A. (2022). Effects of neem (*Azadirachta indica*) leaf powder supplementation on rumen fermentation, feed intake, apparent digestibility and performance in Omani sheep. *Animals*, 12(22), 3146. <https://doi.org/10.3390/ani12223146>
- Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Alternative and novel feeds for ruminants: Nutritive value, product quality and environmental aspects. *Animal*, 12(S2), 295–309. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002252>
- Hamza, E.M. (2019). Direct and indirect micropropagation of *Paulownia tomentosa* and genetic stability of produced plantlets. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 19(2), 123–135.
- Huang, H., et al. (2021). Chemical and phytochemical composition, in vitro ruminal fermentation, methane production, and nutrient degradability of fresh and ensiled *Paulownia* hybrid leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 279, 115038. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115038>
- Ipekci, Z., Altinkut, A., Kazan, K., Bajrovic, K., & Gozukirmizi, N. (2001). High frequency plant regeneration from nodal explants of *Paulownia elongata*. *Plant Biology*, 3(2), 113–115. <https://doi.org/10.1055/s-2001-12903>
- Kan, T., Strezov, V., & Evans, T.J. (2016). Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1126–1140. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.185>
- Kobernitsky, V., Kobernitsky, T., Volobaeva, V., & Muzyka, O. (2023). Comparative evaluation of sorghum collection samples grown in northern Kazakhstan. *Izdenister Natigeler*, 3(99), 197–209. <https://doi.org/10.37884/3-2023/21>
- Li, H., Wang, H., Guan, L., Li, Z., Wang, H., & Luo, J. (2023). Optimization of high-efficiency tissue culture regeneration systems in gray poplar. *Life*, 13(9), 1896. <https://doi.org/10.3390/life13091896>
- Litwińczuk, W., & Jacek, B. (2023). Growth of *Paulownia* ssp. interspecific hybrid ‘Oxytree’ micropropagated nursery plants under the influence of plant-growth regulators. *Agronomy*, 13(10), 2474. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102474>
- Mohaddab, M., El Goumi, Y., Gallo, M., Montesano, D., Zengin, G., Bouyahya, A., & Fakiri, M. (2022). Biotechnology and in vitro culture as an alternative system for secondary metabolite production. *Molecules*, 27(22). <https://doi.org/10.3390/molecules27228093>
- Moyo, B., et al. (2011). Nutritional characterization of *Moringa oleifera* leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925–12933. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1599>
- Nagendran, B., et al. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Negruşier, C., Buzan, L.-R., Păcurar, I., Sîngeorzan, S. M., Ceuca, V., Colişar, A., Andreica, I., Rózsa, S., & Borsai, O. (2025). Economic sustainability assessment of *Paulownia* farms in a dual production system: Case studies in temperate climates. *Sustainability*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.3390/su17010021>
- Özge, U., & Kara, Y. (2019). Determination of antioxidant potential in the leaf and flower of *Paulownia tomentosa*. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(2), 106–112. <https://doi.org/10.21448/ijsm.537166>
- Petcu, C.D., Mihai, O. D., Tăpăloagă, D., Gheorghe-Irimia, R.-A., Pogurschi, E.N., Militaru, M., Borda, C., & Ghimpeţeanu, O.-M. (2023). Effects of plant-based antioxidants in animal diets and meat products. *Foods*, 12(6), 1334. <https://doi.org/10.3390/foods12061334>
- Pitino, R., De Marchi, M., Manuelian, C. L., Johnson, M., Simoni, M., Righi, F., & Tsiplakou, E. (2021). Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins. *Antioxidants*, 10(5), 757. <https://doi.org/10.3390/antiox10050757>
- Rakhatkyzy, A., Erbolova, L.S., Aubakirova, K.P., Bakytzhanova, Z.N., & Galiakparov, N.N. (2025). Optimization of the introduction of explants of apple trees into in vitro culture. *Izdenister Natigeler*, 2(106), 383–391. <https://doi.org/10.37884/2-2025/38>
- Rao, C. D., Goh, C., & Kumar, P. P. (1996). High frequency adventitious shoot regeneration from excised leaves of *Paulownia* spp. cultured in vitro. *Plant Cell Reports*, 16, 204–209.
- Ruiz-Aquino, F., Ruiz-Ángel, S., Feria-Reyes, R., Santiago-García, W., Suárez-Mota, M.E., & Rutiaga-Quinones, J.G. (2019). Wood chemical composition of five tree species from Oaxaca, Mexico. *BioResources*, 14(4), 9826–9839. <https://doi.org/10.15376/biores.14.4.9826-9839>
- Shah, S.H., Islam, S., Alamri, S., Parrey, Z.A., Mohammad, F., & Kalaji, H.M. (2023). Plant growth regulators mediated changes in mustard productivity. *Agriculture*, 13(3), 570. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030570>

Thiesen, F.N., Chmielarz, P., Pawłowski, T.A., et al. (2025). Stable in vitro propagation of *Fagus sylvatica*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. <https://doi.org/10.1007/s11240-025-03304-y>

Tilley, J.M. A., & Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for in vitro digestibility. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>

Untea, A.E., Varzaru, I., Saracila, M., Panaite, T.D., Oancea, A.G., Vlaicu, P.A., & Grosu, I.A. (2023). Antioxidant properties of cranberry leaves and walnut meal. *Antioxidants*, 12(5), 1084. <https://doi.org/10.3390/antiox12051084>

Vergun, O., Dzhamal, R., Svitlana, R., & Valentyna, F. (2022). Comparative study of biochemical composition of *Paulownia tomentosa*. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 6(2). 180–190.

Wang, J., Si, W., Du, Z., Zhang, J., & Xue, M. (2022). Antioxidants in animal feed. *Antioxidants*, 11(9), 1760. <https://doi.org/10.3390/antiox11091760>

Zhumataeva, Z., Serikbaeva, G., Turganaliev, S., Mukuliev, Z., & Rafikov, T. (2024). Improving the ecological and economic efficiency of land use. *Izdenister Natigeler*. 2(102). 360–369. <https://doi.org/10.37884/2-2024/35>

Sembekov Medet Tleukenovich — conceptualization; formal analysis; methodology; investigation; writing – initial draft.

Kaigermazova Mariam Akhmatovna — formal analysis; data curation; visualization.

Elvira Abylgazievna Shadenova — supervision; project administration; writing – review and editing.

RESEARCH, RESULTS

SCIENTIFIC JOURNAL

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Құрылтайшысы және баспагері:

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

Бас редактор

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы

Жауапты редактор

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерде беттеген

Асанова Жадыра Миримхановна

Редакция мен баспаның мекен-жайы:

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

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

30.06.2026 ж.