

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ:
пәнаралық

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина:
междисциплинарный

№ 4(128)

Астана 2025

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Өсімдік шаруашылығы

Ғылыми редактор:

Байбусенов Курмет Серикович – PhD, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Джатаев Сатыбалды Адиевич – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Мал шаруашылығы

Шауенов Саукымбек Кауысович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Балық шаруашылығы

Аубакирова Гүлжан Аманжоловна – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Орман шаруашылығы

Курмангожинов Альжан Жанибекович – PhD, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Майсупова Багила Джылысбаевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ орман шаруашылығы және агроорман мелиорациясы ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, Щучинск

Жерге орналастыру

Озеранская Наталия Львовна – экономика ғылымдарының кандидаты, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Айдарханова Гүлнара Сабитовна – биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Конисбаева Дамиля Туремуратовна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Адуов Мубарак Адуович – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Тултабаева Тамара Чомановна – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ГУМАНИТАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Алпыспаева Галья Айтпаевна – тарих ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ЭКОНОМИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Кусайынов Талгат Аманжолович – экономика ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІНІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Яцек Цеслик, (*Jacek Cieřlik*) – PhD, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Саид Лаарибия (*Said Laaribya*) – PhD, Ибн Тофайл университеті, Марокко, Рабат-Сале-Кенитра

Ху Инъ Ган (*Hu Yingang*) – PhD, Солтүстік-Батыс ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы университеті, ҚХР, Янлин

Бюлент Тургут (*Bulent Turgut*) – қауымдастырылған профессор, Қарадениз техникалық университеті, Туркия, Трабзон

Шавруков Юрий Николаевич – Адъюнкт профессор, Флиндерс университеті, Ғылым және инженерия колледжі (Биология ғылымдары), Оңтүстік Австралия, Аделаида

Гончаров Николай Петрович – РФА академигі, профессор, Ресей Ғылым академиясының Сібір бөлімінің цитология және генетика институты, Ресей Федерациясы, Новосибирск

Анна Дюбель (*Anna Dubel*) - қауымдастырылған профессор, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Бембенек Михал (*Bembenek Michal*) – профессор, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Татаринцев Владимир Леонидович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Томск

Купидура Пиемыслав (*Kupidura Przemysław*) – PhD, профессор, Варшава политехникалық университеті, Польша, Варшава

ISSN 2710-3757

ISSN 2079-939X

Басылым индексі – 75830

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.4-15. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2049

УДК 632.7:632.9

Исследовательская статья

Коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stal.) – опасный карантинный объект для территории Казахстана

Әжімахан М.Ә.¹ , Сүлейман М.А.¹ , Хасанов В.Т.¹ , Дайрбекова З.К.² , Дулат Б.³ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина
Астана, Казахстан

²РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК
Алматы, Казахстан

³Научно-исследовательский центр AgriBioTech, Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Сүлейман М.А.: suleiman_madina@mail.ru

Соавторы: (1: МӘ) moldir_kazatu@mail.ru; (2: ВХ) vadim_kazgatu@mail.ru

(3: БД) bahytalt99@gmail.com; (4: ЗД) dairbekovaz2001@gmail.com

Получено: 07.11.2025 **Принято:** 12.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stal) является опасным инвазивным видом, наносящим значительный ущерб сельскохозяйственным культурам в странах Европы и Азии. С учётом активных торгово-экономических связей Республики Казахстан с регионами, где вредитель широко распространён, возрастает риск его интродукции и акклиматизации. Цель исследования – комплексное изучение вредоносности, распространения и биологических особенностей карантинного организма с применением современных методов диагностики, а также проведение оценки фитосанитарного риска для Республики Казахстан.

Материалы и методы. Мониторинг насекомых проводился на территории Алматинской области с использованием стандартных энтомологических методов, включая кошение энтомологическим сачком, ручной сбор и визуальный осмотр. Для подтверждения видовой принадлежности отобранных образцов применяли молекулярно-генетический метод – ПЦР с видоспецифичными праймерами. Анализ фитосанитарного риска оценивался с помощью программы CAPRA.

Результаты. В результате мониторинга подтверждено наличие *H. halys* на территории Алматинской области. По результатам анализа импорта установлено, что потенциально опасные по заражению грузы поступают из стран, где вредитель широко распространён (Китай, Турция, Италия, Грузия и др.). Расчёты показали, что южные и юго-восточные регионы Казахстана обладают благоприятными климатическими условиями для возможного размножения и распространения клопа.

Закключение. Проведённые исследования подтвердили актуальность проблемы инвазии *Halyomorpha halys* для Казахстана. Выявленные данные свидетельствуют о необходимости усиления фитосанитарного контроля, проведения систематического мониторинга и разработки комплекса профилактических и защитных мероприятий, направленных на предотвращение дальнейшего распространения вредителя

Ключевые слова: *Halyomorpha halys*; карантинный объект; очаг; мониторинг; экспресс-АФР; Capra.

Введение

Halyomorpha halys Stal. – представляет собой серьёзную угрозу для сельскохозяйственных, лесных и декоративных растений [1]. Коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stal.) – карантинный объект, который входит в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утверждённый решением совета Евразийской Экономической Комиссии от 30.11.2016 г. № 158 «Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза» [2].

Коричневый мраморный клоп – инвазивный вид, распространённый на территории Китая, Японии, Кореи и Тайваня [3]. Ущерб, нанесенный *H. halys* во всем мире, оценивается в сотни миллионов долларов. Коричнево-мраморный клоп распространен в странах Юго-Восточной Азии, а также в США, Европе и Турции. В США в начале 2010-х годов потери в яблочном секторе, по оценкам, составляли 37 млн долларов в год [4]. С 2015 года клоп активно стал наращивать свою численность в Грузии и Абхазии [5]. В Италии в 2019 году ущерб от этого вредителя составил около 588 млн евро [6].

В Российской Федерации данный карантинный объект впервые был выявлен в 2014 году на территории Краснодарского края [7].

В Казахстане, по данным П.А. Есенбековой, коричневый мраморный клоп (*Halyomorpha halys*) впервые был обнаружен в 2017 году в поселке Панфилов Талгарского района Алматинской области [6]. В период с 2017 по 2018 годы в городе Алматы и Алматинской области И.И. Темрешев, П.А. Есенбекова и А.М. Успанов провели мониторинг и собрали материалы по данному объекту, подтвердив присутствие вредителя [8]. В 2021 году *Halyomorpha halys* был включён в перечень карантинных объектов и чужеродных видов РК, по отношению к которым устанавливаются и осуществляются мероприятия по карантину растений [9]. Основной ущерб урожаю наносится повреждениями, вызванными личинками и взрослыми особями, которые поражают плоды.

Тело коричнево-мраморного клопа грушевидной формы, слегка уплощенное, 12-17 мм. Цвет насекомого коричневый, голова, переднеспинка, щиток и надкрылья имеют светлые мраморные «вкрапления». Нижняя сторона тела – белая или бледнокоричневая, иногда с серыми или черными крапинками, по краю брюшка чередуются черные и белые треугольные пятна. На основании и вершине IV и основании V члеников усика имеются белые полосы. Ноги – коричневые, с белыми полосами. Яйца – белые шаровидные. Яйцекладки – на нижней стороне листьев, по 15-40 яиц. Личинки 1-го возраста черно-оранжевые, 2-го возраста – черные, затем светлеют, отличаются неравномерной окраской и отсутствием крыльев. Сверху тела-оранжево-желтые пятна, по бокам груди-шипы [10].

Мраморный клоп – теплолюбивое насекомое, которое развивается в пределах температур от 15 до 33 °C [7].

Климат Алматинской области характеризуется резко континентальным типом и выраженной природно-ландшафтной неоднородностью, включающей полупустынные равнины на севере и предгорно-горные районы на юге. Средние температуры января на равнинах варьируют от -10 до -16 °C, июля -около +25 °C, в то время как на северных влажных предгорьях наблюдают более высокие зимние температуры (от -5 до -9 °C) и более низкие летние (21-23 °C). Величина годовых осадков имеет существенный разброс, от ~30 см на равнинах до 50-70 см и более в предгорно-горных районах формирует широкий спектр условий, варьирующих от более сухих и жарких на равнинах, до более влажных, но более прохладных на горных склонах [11]. Эти экологические условия оказывают структурное влияние на возможность акклиматизации и дальнейшего распространения коричнево-мраморного клопа (*Halyomorpha halys*). Благоприятный длинный теплый сезон продолжительностью 220-240 дней, обеспечивает вредителю максимально возможные условия для построения полного цикла развития с формированием более одного поколения за сезон и соответственно быстрого увеличения численности.

Клоп питается более чем 300 видами растений, относящихся к 49 семействам, при этом отдаёт предпочтение растениям из семейства розоцветных. Коричнево-мраморный клоп наносит вред широкому спектру растений. Он поражает: плодовые культуры (груша, яблоня, персик, абрикос, черешня); субтропические растения: цитрусовые, хурма, инжир, олива; ягодные культуры (виноград, шелковица, шиповник, лавровишня, облепиха); орехоплодные (фундук (лещина));

овощные культуры (томат, огурец, перец, баклажан, фасоль); зерновые и зернобобовые (кукуруза, пшеница, ячмень, соя, горох, нут); декоративные древесные породы (павловния, катальпа, айлант, магнолия, падуб, церцис, платан и др.); лесные деревья (клён, ясень и другие). Помимо прямого вреда растениям, мраморный клоп также является переносчиком фитоплазмоза павловнии – заболевания, вызывающего, в том числе «ведьмины метлы» на розах. Он также способен переносить другие фитоплазменные болезни, поражающие широкий круг растений-хозяев [12].

Таким образом, широкий спектр растений, подверженных воздействию этого вредителя, подтверждает его опасность и необходимость изучения потенциального риска, связанного с ним.

Цель исследования: проведение анализа фитосанитарного риска и мониторинг распространения данного вредителя на территории Республики Казахстан.

Материалы и методы

Мониторинг коричневого мраморного клопа на юге Казахстана.

В период с весны 2024 г. по осень 2025 г. был проведен фитосанитарный контроль мраморного клопа на территории юга Казахстана. При сборе материала применяли стандартные энтомологические методики – кошение энтомологическим сачком, ручной сбор и визуальный осмотр.

Оценка фитосанитарного риска выполнена с использованием программы CAPRA [13].

Молекулярно-генетическая идентификация коричневого мраморного клопа.

Также для молекулярной идентификации были собраны 60 образцов предположительно коричневого мраморного клопа с территории Алматинской области с использованием методов ручного сбора, кошения энтомологическим сачком и феромонных ловушек. Собранные образцы помещали в 90% спирт и хранились до молекулярного анализа.

Выделение ДНК проводилось модифицированным СТАБ-методом. Метод на основе СТАВ включал сушку образцов от спирта (15-30 мин), гомогенизацию в 400 µl СТАБ-буфера и инкубацию в термошейкере при 65 °C в течение 30 мин (1000 об/мин). Состав буфера: 4% СТАВ, 100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1.4 M NaCl, 20 mM ЭДТА (pH 8.0), 2% PVP, 0,2% β-меркаптоэтанол. Для очистки выполнена двухэтапная органическая экстракция (хлороформ:изоамил-спирт 24:1, затем чистый хлороформ) с центрифугированием (16 500 об/мин, 6 мин) и переносом водного слоя. ДНК осаждали равным объёмом охлаждённого изопропанола и инкубировали при -20 °C (ночь), затем центрифугировали (12 мин, 16 500 об/мин), промывали 90% и 70% этанолом, высушивали и ресуспендировали в 50 µl дистиллированной воды. Для удаления РНК образцы обрабатывали РНКазой при 37 °C в течение 1 ч.

Концентрацию и чистоту ДНК оценивали спектрофотометрически (Nanodrop One, Thermo Fisher). Рабочие растворы приводили к 50 нг/µl для дальнейших молекулярных процедур. Далее проводилась ПЦР амплификация таргетного участка для последующего секвенирования. ПЦР выполняли в объёме 25 мкл: 50 нг геномной ДНК, 1× буфер Taq (New England Biolabs, Ipswich, MA, USA), 10 mM dNTP, 10 mM каждого праймера и 1 U Taq-полимеразы (New England Biolabs). Амплификация проводилась на 96-луночном термоциклере Veriti Pro (Applied Biosystems, Thermo Fisher Scientific) при следующей программе: предварительная денатурация 94 °C, 3 мин; 40 циклов – 94 °C 30 с, отжиг 49 °C 30 с, элонгация 72 °C 30 с; финальная элонгация 72 °C, 7 мин.

Качество и концентрацию оценивали флуориметром Qubit Flex с набором Qubit dsDNA High Sensitivity Assay (Thermo Fisher Scientific). Перед дальнейшим использованием образцы разбавляли до рабочей концентрации 20 нг/мкл.

Секвенирование выполняли методом нанопорового секвенирования на MinION Mk1B (Oxford Nanopore Technologies) с использованием протокола быстрого баркодирования (Rapid Barcoding, SQK-RBK114). Секвенирование в реальном времени выполняли под управлением MinKNOW (v24.02.6). В протоколе задавали порог качества (минимальный Phred-score) = 9; сигналы записывали в формате FAST5 для последующей обработки. Бэйсколлинг проводили офлайн с помощью Dorado (v0.7.3) на выделенном GPU с использованием «быстрой» модели; в результате получали файлы FASTQ с Phred-оценками.

Предварительную фильтрацию и контроль качества выполняли утилитой NanoFilt (v2.8.0, NanoPack): отбирали прочтения с средней $Q>12$ и соответствующей длиной ампликона; при необходимости удаляли остатки адаптеров/праймеров (Porechop и аналоги). Статистические сводки по длинам и качеству формировали с помощью NanoStat/NanoPlot.

Таксономическую идентификацию осуществляли с помощью Kraken2 с предварительно подготовленной базой данных. Визуализацию и дальнейший статистический анализ выполняли в R (v4.4.2) с использованием ggplot2; для интерактивного исследования классификаций применяли Pavian.

Результаты и обсуждение

На начальном этапе была проведена статистическая обработка данных по импортной продукции, поступившей в период с января по июль 2024-2025 годов. В январе-июле 2024 года импорт составил 1 108 479,9 долларов США (3 015 414,1 т), из них продукции, подверженной поражению коричнево-мраморным клопом в совокупности - 393 396,0 долларов США (531 674,2 т), что составляет 17,63% от общего объема товар за этот период. В январе-июле 2025 года импорт составил 902 361,8 долларов США (1 651 755,4 т), поражаемая продукция - 332 892,9 долларов США (470 520,1 т), что составляет 28,49 % (таблица 1).

Таблица 1 – Импорт продукции растениеводства Республики Казахстан [14]

Наименование товара	январь-июль 2024 года		январь-июль 2025 года*	
	импорт		импорт	
	т	тыс. долларов США	т	тыс. долларов США
Всего	3 015 414,1	1 108 479,9	1 651 755,4	902 361,8
Прочие живые растения (включая их корни), черенки и отводки; мицелий гриба	9 794,2	20 348,4	12 127,9	25 183,3
Срезанные цветы и бутоны, пригодные для составления букетов или для декоративных целей, свежие, засушенные, окрашенные, отбеленные, пропитанные или подготовленные другими способами	6 786,6	52 271,2	6 579,4	46 851,7
Листья, ветки и другие части растений без цветков или бутонов, травы, мхи и лишайники, пригодные для составления букетов или для декоративных целей, свежие, засушенные, окрашенные, отбеленные, пропитанные или подготовленные другими способами	445,5	1 549,2	1 459,5	2 138,8
Томаты свежие или охлажденные	49 426,7	47 286,5	48 997,5	42 056,2
Капуста кочанная, капуста цветная, кольраби, капуста листовая и аналогичные съедобные овощи из рода brassica, свежие или охлажденные	68 751,1	18 992,6	35 070,9	10 584,9

Продолжение таблицы 1

Огурцы и корнишоны, свежие или охлажденные	9 072,3	7 693,2	7 620,9	5 065,0
Бобовые овощи, лущеные или нелущеные, свежие или охлажденные	178,9	144,6	114,4	112,6
Овощи прочие, свежие или охлажденные	42 501,9	27 545,6	27 500,4	18 836,8
Орехи кокосовые, орехи бразильские и орехи кешью, свежие или сушеные, очищенные от скорлупы или не очищенные, с кожурой или без кожуры	4 903,9	6 790,1	4 555,7	3 586,4
Прочие орехи, свежие или сушеные, очищенные от скорлупы или неочищенные, с кожурой или без кожуры	11 138,5	14 118,1	15 320,8	13 623,4
Виноград, свежий или сушеный	28 037,5	21 725,7	54 823,9	29 849,2
Яблоки, груши и айва, свежие	133 359,1	62 464,4	101 484,4	47 652,8
Абрикосы, вишня и черешня, персики (включая нектарины), сливы и терн, свежие	54 709,5	48 063,6	62 241,9	34 376,6
Прочие фрукты, свежие	34 250,0	17 312,1	29 206,4	17 866,6
Перец рода <i>pipere</i> ; плоды рода <i>capsicum</i> или рода <i>pimenta</i> , сушеные, дробленые или молотые	8 546,8	7 489,7	11 527,1	8 051,4
Кукуруза	17 698,4	17 392,1	15 083,8	13 080,5
Соевые бобы, дробленые или недробленые	52 073,3	22 208,9	36 805,2	13 976,7

Как следует из таблицы 1, значительная часть импортируемой продукции относится к числу объектов, подверженных поражению данным вредителем. Широкий круг растений находится в зоне повышенного риска.

Анализ представленных ниже данных показывает, что значительная часть поставок осуществляется из стран, на территории которых данный вредитель широко распространен. За январь-июль 2025 года поступило импортной продукции из Российской Федерации 9 958 539,0 тыс. долларов США, это 28,8% от общего объема импорта из других стран, также КНР – 10 025 502,2 тыс. долларов США (29%); Германия – 1 645 348,2 тыс. долларов США (4,8%); Соединенные Штаты Америки – 1 249 366,6 тыс. долларов США (3,6%); Турция – 870 795,4 тыс. долларов США (2,5%); Франция – 827 833,9 тыс. долларов США (2,4%); Италия – 689 980,3 тыс. долларов США (2,0%); Япония - 673 051,4 тыс. долларов США (1,9 %); Вьетнам - 410 578,8 тыс. долларов США (1,2%); Швейцария - 193 261,0 тыс. долларов США (0,6%); Соединенное Королевство - 223 084,7 тыс. долларов США (0,6%); Венгрия - 142 171,8 тыс. долларов США (0,4%); Греция - 52 565,4 тыс. долларов США (0,2%); Тайвань (Китай) - 67 377,3 тыс. долларов США (0,2%); Канада - 79 492,5 тыс. долларов США (0,2%); Грузия - 50 309,9 тыс. долларов США (0,1 %) [15].

Многоядность, высокая плодовитость, экологическая пластичность и способность к миграции свидетельствуют о том, что данный клоп может представлять серьезную угрозу для сельскохозяйственных культур.

Таким образом, на каждом этапе импорта требуется строгое соблюдение фитосанитарных мер, включая лабораторные анализы, карантинный досмотр, контроль упаковки и транспортных

материалов, а также осуществление превентивных мер по пресечению его ввоза и распространения по всей стране.

Мониторинг коричневого мраморного клопа на юге Казахстана

На следующем этапе исследования был проведён анализ с целью выявления очагов нового карантинного вредного организма *Halyomorpha halys* Stal. В период с 2021 по 2022 год на территории Алматинской области было зафиксировано три очага. В 2023 году случаи выявления данного вредителя зарегистрированы уже в городе Алматы. За последние два года (2024-2025 гг.) по одному очагу было установлено в Алматинской области и в городе Алматы соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Очаги выявления *Halyomorpha halys* Stal за 2021-2025 гг.

Область/город	Очаги выявления <i>Halyomorpha halys</i> Stal				
	2021	2022	2023	2024	2025
Алматинская область	3	3	1	1	1
г.Алматы	-	-	2	1	-

Согласно данным Республиканского методического центра фитосанитарной диагностики и прогнозов, на сегодняшний день площадь, охваченная мониторингом на наличие коричнево-мраморного клопа (*Halyomorpha halys* Stal), составляет 1840,5 га. Из них поражённой признана территория площадью 51 га. Для сравнения, в 2021 году поражённая площадь составляла лишь 0,24 га. Учитывая столь значительную динамику распространения вредителя, возникает необходимость в его детальном изучении и проведении оценки фитосанитарного риска.

На втором этапе исследования был проведён экспресс-анализ фитосанитарного риска, связанного с *Halyomorpha halys* Stal, с использованием программой CAPRA (таблица 3).

Таблица 3 – Резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска коричнево-мраморного клопа (*Halyomorpha halys* Stal.) для территории Республики Казахстан

Резюме экспресс-анализа фитосанитарного риска коричнево-мраморного клопа (<i>Halyomorpha halys</i> Stal.)
Зона анализа фитосанитарного риска: Республика Казахстан
Опишите подверженную опасности зону: площади выращивания картофеля и др. пасленовых культур, тепличные хозяйства, а также плодовые сады, посадки бахчевых, бобовых культур, декоративные и лесные растения.
Основные выводы: Общая оценка риска: Коричнево-мраморный клоп – карантинный объект, включённый в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза. Его эпидемиология усложняется широким спектром растений-хозяев и множественными путями распространения. Основными путями проникновения и распространения вредителя являются: естественная миграция и перелёт на большие расстояния; перенос с посадочным материалом, сельскохозяйственной техникой и упаковкой; зимовка в строениях и транспортных средствах, что способствует широкому распространению. Вредитель питается соком из различных частей растений (листья, плоды, стебли), что приводит к механическим повреждениям и снижению урожайности, влияет на вкусовые качества плодов и овощей и возможное распространение заболеваний через повреждённые ткани растений. Коричнево-мраморный клоп распространился с территории Юго-Восточной Азии (Китай, Япония, Корея, Тайвань, Вьетнам) в Северную Америку, Европу и на другие регионы. В России впервые был выявлен в 2017 г. на территории Краснодарского края. В Казахстане он был впервые обнаружен в Алматинской области в 2014 году. На сегодняшний день он признан карантинным объектом в ряде стран, в том числе: Аргентина, Чили, Азербайджан, Украина, некоторые страны Евразийского экономического союза рассматривают меры по контролю и мониторингу. В Казахстане на данный момент официальных данных о массовом распространении коричнево-мраморного клопа мало, однако учитывая близость к очагам заражения в соседних странах, угроза проникновения остаётся высокой. Фитосанитарные меры: для предупреждения распространения коричнево-мраморного клопа применяются следующие меры: регулярный мониторинг и инспекции посевов, теплиц и складских помещений; использование ловушек и биологических методов контроля (например, естественные враги – паразитоиды); обучение производителей методам раннего выявления, признаках поражения и борьбы с вредителем. Для контроля и ликвидации коричнево-мраморного клопа применяются следующие меры: применение инсектицидов; локализация очагов заражения и введение карантинных ограничений; сотрудничество с научно-исследовательскими учреждениями для разработки эффективных методов борьбы; ограничение ввоза и тщательный досмотр посадочного материала, упаковки и техники на границах; в случае обнаружения – применение локализационных мер: обработка инсектицидами, санитарная очистка, карантинные ограничения и ликвидация очагов.

Продолжение таблицы 3

Фитосанитарный риск для зоны, подверженной опасности	Высокий	☒	Средний	☐	Низкий	☐
Уровень неопределённости оценки	Высокий	☐	Средний	☒	Низкий	☐
Рекомендуется: Информировать соответствующие службы карантина растений зоны анализа фитосанитарного риска. Информировать производителей и другие заинтересованные стороны. Провести обследования для определения точного статуса вредного организма. Повторно провести подробный анализ фитосанитарного риска для снижения уровня неопределённости.						

Согласно результатам экспресс-анализа, риск, связанный с этим вредителем, высок и требует проведения обследований и ранней диагностики данного объекта. Коричнево-мраморный клоп наносит ущерб в виде прямой потери урожая, а также создает большую экономическую нагрузку за счет увеличения затрат на инсектициды, усиливает экологическую нагрузку и потенциально провоцирует вторичные вспышки других вредителей увеличения ущерба окружающей среде. Вредоносность коричнево-мраморного клопа особенно высока в странах с мягким климатом и обилием кормовых растений, поэтому юг Казахстана является зоной, подходящей для его распространения. Своевременное выявление, мониторинг и применение фитосанитарных мер являются ключевыми компонентами для предотвращения крупномасштабных экономических потерь.

На рисунке 1 отображены очаги *Halyomorpha halys* Stal, выявленные на текущий момент. Однако, согласно результатам анализа фитосанитарного риска (АФР), потенциальная угроза распространения вредителя остаётся высокой, особенно в южной и юго-восточной частях страны.



Рисунок 1 – Выявленные очаги *Halyomorpha halys* Stal

С учётом особенностей биологии и характера повреждений, наносимых коричнево-мраморным клопом, борьба с данным вредителем должна быть комплексной и включать агротехнические и химические методы защиты.

Агротехнические мероприятия включают: осеннюю очистку территорий от возможных мест зимовки вредителя (в том числе складских помещений); уничтожение (путём сжигания) растительных остатков, удаление сорной растительности в садах, на лесополосах и прилегающих территориях.

Для ограничения численности вредителя и предупреждения его дальнейшего распространения также рекомендуется: обрезка и удаление поражённых побегов и ветвей; очистка деревьев от отмершей коры, загрязнений на штамбах и скелетных ветвях; сбор и уничтожение опавших листьев и растительных остатков; установка ловчих поясов на деревья.

Химическая защита направлена на сохранение урожая и снижение численности популяции вредителя. Обработку плодовых культур инсектицидами рекомендуется проводить ранней весной, в период, когда у насекомых ослаблен иммунитет. Применение химических средств должно осуществляться строго в соответствии с Справочником пестицидов (ядохимикатов), разрешённых к использованию на территории Республики Казахстан.

Таким образом, на территории Республики Казахстан эффективное сдерживание и борьба с *Halyomorpha halys* Stal возможны исключительно при условии системного и комплексного подхода, предусматривающего сочетание профилактических, агротехнических, механических и химических методов защиты, а также требует координированных действий со стороны фитосанитарных служб и сельскохозяйственных производителей.

Молекулярно-генетическая идентификация коричневого мраморного клопа

Видовая принадлежность 60 образцов, предположительно относящихся к коричневому мраморному клопу *Halyomorpha halys*, была подтверждена методом ПЦР в реальном времени.

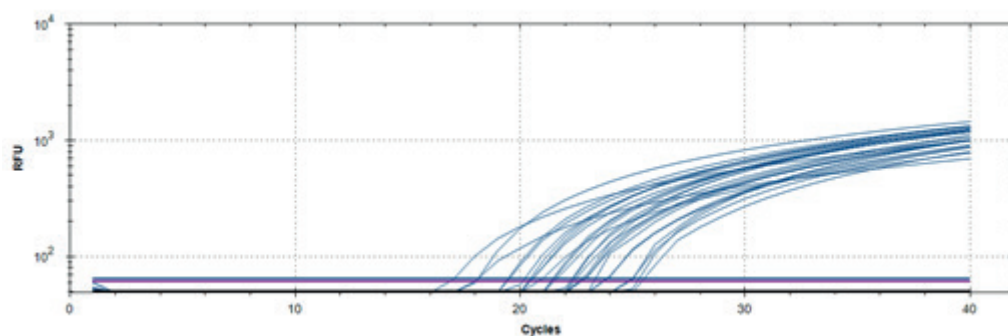


Рисунок 2 – Результаты идентификации коричневого мраморного клопа (*Halyomorpha halys*) методом ПЦР в реальном времени

В процессе амплификации отмечено увеличение флуоресцентного сигнала, превышающего пороговое значение 500 на 35-м цикле, что свидетельствует о положительном результате для исследуемых образцов

По результатам секвенирования было выявлено, что из 60 собранных образцов клопов 63,3% образцов с высокой степенью достоверности (>95,9% идентичности) соответствуют виду *Halyomorpha halys* – коричневый мраморный клоп, официально включённый в список карантинных объектов в Казахстане. Оставшиеся 36,7% образцов были отнесены к другим представителям отряда полужесткокрылых (*Hemiptera*), в том числе: *Rhaphigaster nebulosa* (24,5% образца) и *Dolycoris baccarum* (12,2% образца).

Заключение

Проведённое исследование подтверждает, что коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stal) представляет собой реальную угрозу для агроэкосистем Республики Казахстан. Наблюдается тенденция к расширению ареала вредителя на юге страны, что подтверждено данными молекулярной идентификацией собранных образцов. Экспресс-анализ фитосанитарного риска показал высокий уровень потенциальной опасности дальнейшего распространения вредителя при сохранении благоприятных климатических и экономических условий.

В условиях увеличивающихся объёмов импорта продукции из стран, где *H. halys* широко распространён, необходимо усиление превентивных мер контроля, включая лабораторную диагностику, карантинные мероприятия и информирование сельхозпроизводителей. Для эффективного сдерживания популяции вредителя необходимо сочетание агротехнических, механических и химических методов борьбы, ориентированных на раннее выявление, уничтожение очагов и предотвращение распространения.

Вклад авторов

МӘ, МС, ВХ, ДБ, ДЗ: участвовали в сборе и подготовке образцов для проведения ПЦР-диагностики и секвенирования. ДБ, ДЗ: выполнили лабораторные анализы методами ПЦР и секвенирования, провели обработку и анализ полученных данных.

МӘ, МС, ВХ, ДБ, ДЗ: подготовили литературный обзор, обобщили результаты исследований, выполнили анализ данных и совместно подготовили текст статьи.

Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательный вариант статьи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК на 2024-2026 годы программы BR22887230 «Создание эффективной системы управления численностью популяций карантинных вредных организмов, ограничено распространенных на территории РК», по проекту: «Проведение апробации современных методов диагностики карантинных вредных организмов».

Список литературы

- 1 Айба, ЛЯ, Карпун, НН. (2016). *Мраморный клоп Halyomorpha halys Stal в Абхазии: биология и меры борьбы*. Сухум: 15.
- 2 Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза. (2016). Решение Совета Евразийской экономической комиссии от № 158. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H16EV000158>.
- 3 Hoesbeke, ER, Carter, ME. (2003). *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 105, 225-237.
- 4 Haye, T., Weber, DC. (2017). Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. *J Pest Sci*, 90, 987-988.
- 5 Волковысская газета «Наш час». (2018). *Новый карантинный объект – коричнево-мраморный клоп*. <https://volkovysknews.by/priroda-i-ekologiya/11261-news>
- 6 EU CAP Network. (2023). *Integrating preventive strategies and biological control to combat the brown marmorated stink bug – Vindicta*. https://eu-cap-network.ec.europa.eu/projects/integrating-preventive-strategies-and-biological-control-combat-brown-marmorated-stink-bug_fr?utm_source.
- 7 Жимерикин, ВН, Гулий, ВВ. (2014). Мраморный клоп. *Защита и карантин растений*, 40-43.
- 8 Есенбекова, ПА. (2017). Первое указание мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) из Казахстана. *Евразийский энтомологический журнал*, 16(1), 23-24.
- 9 Temreshev, II, Esenbekova, PA, Uspanov, AM. (2018). New Records of a dangerous invasive pests – Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal, 1855 (Heteroptera, Pentatomidae) in Kazakhstan. *Acta Biologica Sibirica*, 4(3), 94-101.
- 10 Карпун, НН, Гребенников, КА, Проценко, ВЕ, Айба, ЛЯ, Борисов, БА, Митюшев, ИМ, Жимерикин, ВН, Пономарев, ВЛ, Чекмарев, ПА, Долженко, ВИ, Каракотов, СД, Малько, АМ, Говоров, ДН, Штундюк, ДА, Живых, АВ, Сапожников, АЯ, Абасов, ММ, Мазурин, ЕС, Исмаилов, ВЯ, Евдокимов, АБ. (2018). Коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stal на юге России: насколько велика опасность? *Защита и карантин растений*, 23-25.
- 11 Казгидромет (2020-2025). *Гидрометеорологической информации*. <https://www.kazhydromet.kz/ru/>
- 12 Карпун, НН, Гребенников, КА, Проценко, ВЕ, Айба, ЛЯ, Борисов, БА, Митюшев, ИМ, Жимерикин, ВН, Пономарев, ВЛ, Чекмарев, ПА, Долженко, ВИ, Каракотов, СД, Малько, АМ, Говоров, ДН, Штундюк, ДА, Живых, АВ, Сапожников, АЯ, Абасов, ММ, Мазурин, ЕС, Исмаилов, ВЯ, Евдокимов, АБ. (2018). *Коричнево-мраморный клоп Halyomorpha halys Stal в России: распространение, биология, идентификация, меры борьбы*. Москва: 10.
- 13 The CAPRA (Probabilistic Risk Assessment) Platform. <https://ecapra.org/>

14 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2025). *Экспорт и импорт товаров продукции растениеводства*. <https://stat.gov.kz/>

15 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2025). *Основные показатели внешней торговли по странам*. <https://stat.gov.kz/>

References

1 Ajba, LJa, Karpun, NN. (2016). *Mramornyi klop Halyomorpha halys Stal v Abhazii: biologiya i mery bor'by*. Suhum:15.

2 Ob utverzhdenii edinogo perechnya karantinnykh obektov Evrazijskogo ekonomicheskogo sojuza. (2016). Reshenie Soveta Evraziiskoi ekonomicheskoi komissii ot 158. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/H16EV000158>

3 Hoebeke, ER, Carter, ME. (2003). *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 105, 225D237.

4 Haye, T., Weber, DC. (2017). Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. *J Pest Sci.*, 90, 987-988.

5 Novyi karantinnyi obekt - korichnevo-mramornyi klop. (2018). *Volkovysskaya gazeta «Nash chas»*. <https://volkovysknews.by/priroda-i-ekologiya/11261-news>

6 *Integrating preventive strategies and biological control to combat the brown marmorated stink bug – Vindicta*. (2023). EU CAP Network. https://eu-cap-network.ec.europa.eu/projects/integrating-preventive-strategies-and-biological-control-combat-brown-marmorated-stink-bug_fr?utm_source.

7 Zhimerikin, VN, Gulii, VV. (2014). *Mramornyi klop. Zashhita i karantin rastenii*, 40-43.

8 Esenbekova, PA. (2017). Pervoe ukazanie mramornogo klopa *Halyomorpha halys* (Stal,1855) (Heteroptera, Pentatomidae) iz Kazahstana. *Evrziatskii entomologicheskii zhurnal*, 16(1):23-24.

9 Temreshev, II, Esenbekova, PA, Uspanov, AM. (2018). New Records of a dangerous invasive pests – Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal, 1855 (Heteroptera, Pentatomidae) in Kazakhstan. *Acta Biologica Sibirica*, 4(3), 94-101.

10 Karpun, N., Grebennikov, KA, Prochenko, VE, Ajba, LJa, Borisov, BA, Mitjushev, IM, Zhimerikin, VN, Ponomarev, VL, Chekmarev, PA, Dolzhenko, VI, Karakotov, SD, Mal'ko, AM, Govorov, DN, Shtundjuk, DA, Zhiviyh, AV, Sapozhnikov, AJa, Abasov, MM, Mazurin, ES, Ismailov, VJa, Evdokimov, AB. (2018). Korichnevo-mramornyi klop *Halyomorpha halys* Stal na jube Rossii: naskol'ko velika opasnost'? *Zashhita i karantin rastenii*, 23-25.

11 Kazhydromet. (2020-2025). *Hydrometeorological information*. <https://www.kazhydromet.kz/ru/>

12 Karpun, NN, Grebennikov, KA, Prochenko, VE, Aiba, LJa, Borisov, BA, Mitjushev, IM, Zhimerikin, VN, Ponomarev, VL, Chekmarev, PA, Dolzhenko, VI, Karakotov, SD, Mal'ko, AM, Govorov, DN, Shtundjuk, DA, Zhiviyh, AV, Sapozhnikov, AJa, Abasov, MM, Mazurin, ES, Ismailov, VJa, Evdokimov, AB. (2018). *Korichnevo-mramornyi klop Halyomorpha halys Stal v Rossii: rasprostranenie, biologiya, identifikaciya, mery bor'by*. M.:10

13 The CAPRA (Probabilistic Risk Assessment) Platform. <https://ecapra.org/>

14 Byuro nacional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazakhstan. (2025). *Eksport i import tovarov produkcii rastenievodstva*. <https://stat.gov.kz/>

15 Byuro nacional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazakhstan. (2025). *Osnovnye pokazateli vneshnej torgovli po stranam/* <https://stat.gov.kz/>

Қоңыр-мәрмәр қандаласы (*Halyomorpha halys* Stal.) - Қазақстан аумағы үшін қауіпті жаңа карантиндік объект

Әжімахан М.Ә., Сүлейман М.А., Хасанов В.Т., Дулат Б., Даирбекова З.К.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қоңыр мәрмәр қандаласы (*Halyomorpha halys* Stal.) - Еуропа мен Азия елдеріндегі дақылдарға айтарлықтай зиян келтіретін қауіпті инвазивті түр. Қазақстан Республикасы Қоңыр мәрмәр қандаласы таралған өңірлермен белсенді сауда-экономикалық байланыстарын ескере отырып, нысанның ену және акклиматизациялану қаупі жоғары екендігін айқындайды. Зерттеудің мақсаты – диагностиканың қазіргі заманғы әдістерін қолдана отырып, карантиндік организмнің зияндылығын, таралуын және биологиялық ерекшеліктерін кешенді зерделеу, сондай-ақ Қазақстан Республикасы үшін фитосанитариялық тәуекелділік талдауын жүргізу.

Материалдар мен әдістер. Жәндіктердің мониторингі Алматы облысының аумағында энтомологиялық тормен серпу, қолмен жинауды және көзбен шолып тексеруді қоса алғанда, стандартты энтомологиялық әдістерді пайдалана отырып жүргізілді. Таңдалған үлгілердің түрлерін растау үшін молекулалық-генетикалық әдіс – түрге тән праймерлері бар ПТР қолданылды. Фитосанитарлық тәуекелділікті талдау Capra бағдарламасының көмегімен бағаланды.

Нәтижелер. Мониторинг нәтижесінде Алматы облысының аумағында *H. halys* бар екендігі расталды. Импортты талдау нәтижелері бойынша ластану бойынша ықтимал қауіпті жүктер зиянкестер кең таралған елдерден (Қытай, Түркия, Италия, Грузия және т.б.) келетіндігі анықталды. Есептеулер көрсеткендей, Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлері қандаланың көбеюі мен таралуы үшін қолайлы климаттық жағдайларға ие.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер Қазақстан үшін *Halyomorpha halys* қауіптілігі бойынша өзектілігін растады. Анықталған деректер фитосанитариялық бақылауды күшейту, жүйелі мониторинг жүргізу және зиянкестердің одан әрі таралуын болдырмауға бағытталған профилактикалық және қорғау іс-шараларының кешенін әзірлеу қажеттігін айғақтайды.

Кілт сөздер: *Halyomorpha halys*; карантиндік объект; ошақ; мониторинг; экспресс АФР; Capra.

Brown-marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stal.) - dangerous quarantine pest for the territory of Kazakhstan

Móldir A. Azhimakhan, Madina A. Suleiman, Vadim T. Khassanov, Bahyt Dulat,
Zarina K. Dairbekova

Abstract

Background and Aim. The brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stal.) is a dangerous invasive species that causes significant damage to agricultural crops in Europe and Asia. Considering the active trade and economic relations of the Republic of Kazakhstan with regions where the pest is widespread, the risk of its introduction and establishment increases. The aim of this study was a comprehensive study of the harmfulness, spread and biological characteristics of the quarantine organism using modern diagnostic methods, as well as conducting a phytosanitary risk assessment for the Republic of Kazakhstan.

Materials and Methods. Insect monitoring was carried out in the Almaty region using standard entomological methods, including sweeping with an entomological net, manual collection and visual inspection. To confirm the species identity of the selected samples, a molecular genetic method was used - PCR with species-specific primers. The phytosanitary risk analysis was performed using the CAPRA program

Results. As a result of monitoring, the presence of *H. halys* in the territory of the Almaty region was confirmed. Based on the import analysis, potentially dangerous infestations were found to originate

from countries where the pest is widespread (China, Turkey, Italy, Georgia, etc.). Calculations indicated that the southern and southeastern regions of Kazakhstan have favorable climatic conditions for the possible reproduction and spread of the pest.

Conclusion. The studies confirmed the relevance of the problem of *Halyomorpha halys* invasion for Kazakhstan. The revealed data indicate the need to strengthen phytosanitary control, conduct systematic monitoring and develop a set of preventive and protective measures aimed at limiting further spread of the pest.

Keywords: *Halyomorpha halys*; quarantine facility; hearth; monitoring; express-AFR; CAPRA.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.16-23. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4(128).2053

ӘОЖ 632:632.93:632.5:574.2

Зерттеу мақаласы

Солтүстік Қазақстан аумағында карантинді арамшөптердің фитосанитарлық мониторингісі мен күресу шаралары

Кочоров А.С. , Утельбаев Е.А. , Базарбаев Б.Б. , Алдабергенов А.С. 

А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы
Ақмола облысы, Научный кенті

Корреспондент автор: Утельбаев Е.А.: utelbaev_erlan@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АК) kochorov@mail.ru; (2: ББ) bazarbayev_berik@list.ru
(3: АА) aldabergenov1964@bk.ru

Қабылданған күні: 08.10.2025 **Қабылданды:** 03.12.2025 **Жарияланды:** 30.12.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада келтірілген зерттеу жұмыстары Солтүстік Қазақстан аумағындағы карантинді арамшөптердің таралуы мен зияндылық дәрежесі бойынша кешенді ақпарат алуға бағытталған. Алынған ғылыми нәтижелер өңірдің фитосанитариялық жағдайын бағалауға және аталған карантинді арамшөптердің таралуын бақылау мен шектеудің тиімді шараларын әзірлеуге негіз болмақ.

Материалдар мен әдістер. Ғылыми-зерттеу жұмыстары 2025 жылы жүргізілді. Зерттеу барысында карантинді арамшөптердің таралуын анықтауда өсімдік қорғауда жалпы қабылданған әдістер, сондай-ақ, гербицидтердің биологиялық тиімділігін есептеуде Абботтың жетілдірілген формуласы қолданылды.

Нәтижелер. Мақалада Солтүстік Қазақстан аумағында карантинді арамшөптердің фитосанитарлық мониторингісі мен күресу шараларының нәтижелері келтірілді. Карантинді нысандарға мониторинг жұмыстары Ақмола, Солтүстік Қазақстан, Қостанай және Павлодар облыстарында жүргізілді. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелерінде жоғарыда аталған барлық облыстар жағдайында карантинді арамшөп Жатаған (қызғылт) уекіре анықталды, ал Арам сояу Ақмола және Павлодар облыстары жағдайында тіркелді.

Қорытынды. Зерттеу жылы Солтүстік Қазақстан аумағында карантинді арамшөптердің негізгі өсіп дамуы кезеңдері сәуір айының ІІІ онкүндігінен шілде айының ІІІ онкүндігі аралығында өтті. Жатаған уекіреге қарсы қолданылған глифосат әсер етуші заты негізіндегі жаппай әсер ететін гербицидтердің тиімділігі – 85,0-94,0% құрады.

Кілт сөздер: Арам сояу; биологиялық тиімділік; гербицид; Жатаған (қызғылт) уекіре; карантиндік арамшөп; мониторинг.

Кіріспе

Жатаған (қызғылт) уекіре (*Acroptilon repens* (L) DC) – күрделі гүлділер *Asteraceae* (*Compositae*) тұқымдасына жататын көпжылдық атпатамырлы арамшөп. Жатаған (қызғылт) уекіренің шығу орталығы Орталық Азия болып саналады, сондықтан ол бүкіл әлемде кең таралған. Оның таралу аймағы Солтүстік және Оңтүстік Америка, Шығыс және Батыс Еуропа, Австралия, Азия, Таяу Шығыстың елдерін қамтиды. Көптеген елдерде карантиндік арамшөп болып саналады. Арам сояудың шығу орталығы Америка мен Африканың тропикті аймағы болып саналады. Арам сояу біртіндеп Африканың тропиктерінен солтүстікке қарай оңтүстік Еуропаға, шығысқа Азияға қарай жылжып, біртіндеп жаңа жағдайларға бейімделді. Әлемдік флорада арамсояудың 274 түрі белгілі, Бүкілресейлік карантин орталығы деректері бойынша ол

165 мемлекет жағдайында таралған. Қазақстанда оның 19 түрі тіркелген. Алайда Арамсоюдың 6 түрі ғана ауыл шаруашылығы дақылдар егістіктерін залалдаушы ретінде белгілі. Оларды екі түрге бөліп қарастыруға болады, бірі жуансабақты, сабақ жуандығы 2-4 мм жетеді, екіншісі жіңішке сабақты, жуандығы 0,2-1 мм. Екінші түрі қосжапырақты шөптесін өсімдіктерге залалын тигізіп, тоғышар тіршілігін жүргізеді [1].

Соңғы жылдары карантиндік арамшөп – жатаған (қызғылт) уекіремен (*Acroptilon repens* (L) DC) ластанған аумақтардың ұлғаюына байланысты республиканың азық-түлік және ұлттық қауіпсіздігіне айтарлықтай әсер ететін үлкен тәуекелдер артып келеді. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Агроөнеркәсіптік кешендегі мемлекеттік инспекция комитетінің (ҚР АШМ АӨК) деректері бойынша соңғы онжылдықта жатаған уекіремен ластану 2 млн га астам аумақты құрайды. Ол Республиканың барлық облыстарында, оның ішінде 140 ауданда, 20-дан астам қала және 4 мыңнан астам ауыл шаруашылығы құрылымдары жағдайында кездеседі. Қазақ өсімдіктерді қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты ғалымдары Қ. Баядиловтың және т.б. пікірінше, егер жатаған уекіре осындай қарқынмен әрі қарай таралса, 2030 жылға қарай республиканың ауыл шаруашылығы дақылдарының негізгі алқаптары осы карантиндік арамшөптермен ластанады [2].

2021 жылы ҚР АШМ АӨК деректері бойынша жатаған уекіремен ластанған жер көлемі 1,2 млн га аса көлемді құрады. Жатаған уекіремен ластанған негізгі алқаптар республиканың солтүстік облыстарына жатады, оның ішінде Қостанай облысы – 649 053,86 га, Ақмола облысы – 186 376,60 га және Солтүстік Қазақстан облысы – 128 442,80 га [3].

Жатаған (қызғылт) уекірені толығымен жою немесе ауыл шаруашылығы егістігінен жоюдың қиындығы арамшөптің биологиялық ерекшелігінде. Оның 10-12 м тереңдікке еніп, одан көлденең тамырларға қарай созылатын негізгі тік тамырдан тұратын қуатты тамыр жүйесі бар [4, 5]. Тамыр жүйесінде қоректік зат инулиннің едәуір мөлшері кездеседі, соның арқасында терең қабаттардан топырақ бетіне жаңа өркендер қалыптастырып, шығарады. Бір өсімдік 700-ден 2300-ге дейін тұқым қалыптастыра алады, сонымен қатар вегетативті жолмен қарқынды көбейеді, сондықтан ол күресуге ең қиын арамшөп түрінің бірі болып саналады. Мәдени дақылдардың әлсіреп, өсуінің тежелуі және тоқтауының негізгі себебі – уекіренің қоректенуінен топырақтағы қоректік заттар мен ылғалдың сарқылуы және уекіренің тамырынан токсиндердің бөлінуі. Оның ащы дәмі бар, сондықтан оны дәнге, жасыл массаға, пішенге және сабанға түсуі өнімнің сапасын айтарлықтай төмендетеді. Тұқымның аз мөлшері астық партиясына енген кезде ұн ащы дәмге ие болады және ұзақ уақыт қолдануға жарамсыз болады [6, 7, 8].

Жатаған уекіремен ластанған алқаптар көлемінің жыл сайын артуы осы бағытта қосымша зерттеулер жүргізу қажеттігін дәлелдейді.

Материалдар мен әдістер

Ғылыми-зерттеу жұмыстарында карантинді арамшөптердің таралуын анықтау барысында жалпы қабылданған әдістер қолданылды.

Тәжірибе танабындағы арамшөптердің түрлік құрамын, оның ішінде карантиндік нысандарды анықтау барысында А.В. Фюсиновтың арамшөптер альбомы (1984), «Фитосанитарлық диагностика және болжамдар мемлекеттік әдістемелік орталығы» ММ танаптық арамшөптерді анықтау атластары мен гербарийлері қолданылды [9].

Карантинді арамшөптің бар жоғын анықтау үшін зерттеуші маман егістіктің диагонали бойынша жүріп шығады. Бір тәулікте 150-200 га егістік тексерілу керек. Әсіресе, жол жиектерінде орналасқан егістіктер жақсы тексерілу керек, себебі арамшөптердің қарқынды өсуі сол жерлерден басталады.

Маман әрбір 75-100 м сайын тоқтап өзінің айналысынан 3-5 м радиуста бақылау жүргізіп «күнделікке» келесі мәліметтерді жазады: а) егістік, дақыл; б) карантинді арамшөп түрінің атауы; в) оның даму фазасын; г) ластану сипатын (бірқалыпты немесе ошақты); д) үшбалды бағалаумен ластану деңгейін; е) ластану көлемін.

Гербицидтердің биологиялық (техникалық) тиімділігін анықтағанда арамшөптердің санын анықтаудың сандық-салмақтық және сандық әдістері қолданылады. Гербицидтердің биологиялық тиімділігі арамшөптердің гербицид қолданғаннан кейінгі санының азаюын көрсетеді.

Гербицидтердің биологиялық тиімділігін Абботтың жетілдірілген формуласы арқылы есептелінді:

$$\Xi = 100 - \frac{Bo}{Ao} \times 100 \times \frac{ak}{bk},$$

мұндағы Ξ - биологиялық тиімділік, %;

Ao – тәжірибе нұсқасында 1 м² алғашқы есептеудегі арамшөптер саны;

Bo – тәжірибе нұсқасында 1 м² екінші немесе үшінші есептеудегі арамшөптер саны;

ak – бақылау нұсқасында 1 м² алғашқы есептеудегі арамшөптер саны;

bk – бақылау нұсқасында 1 м² екінші немесе үшінші есептеудегі арамшөптер саны, дана.

Нәтижелер және талқылау

2025 жылы көктем мезгілінде, сондай-ақ, маусым, шілде айларында Ақмола, Қостанай, Солтүстік Қазақстан және Павлодар облыстарында қалыптасқан ауа райы жағдайлары арамшөптердің, соның ішінде карантиндік нысандар жатаған уекіре мен арам сояудың белсенді дамуына оң әсерін тигізді. Түскен жауын-шашынның жеткілікті болуы егістік алқаптарда, сүрі жерлерде және ауыл шаруашылығына арналмаған жерлерде арамшөптердің екінші толқынының жаппай өсуіне себеп болды.

Солтүстік Қазақстан жағдайында жатаған (қызғылт) уекіре кеш өнуімен және баяу дамуымен сипатталады. Оның қарқынды өсуі мен дамуына ауа температурасы +18 °С жоғары және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы кемінде 60% болған жағдайда байқалады.

Жатаған уекіремен күресуде оның негізгі өсіп дамуы фазаларын білген маңызды, себебі, арамшөптің биологиялық ерекшеліктерін ескере отырып күресу тәсілін қолдану жоғары тиімділікке жеткізеді. Негізгі фазалары төменде келтірілген (1-сурет).



Дегелек

Сабақтану

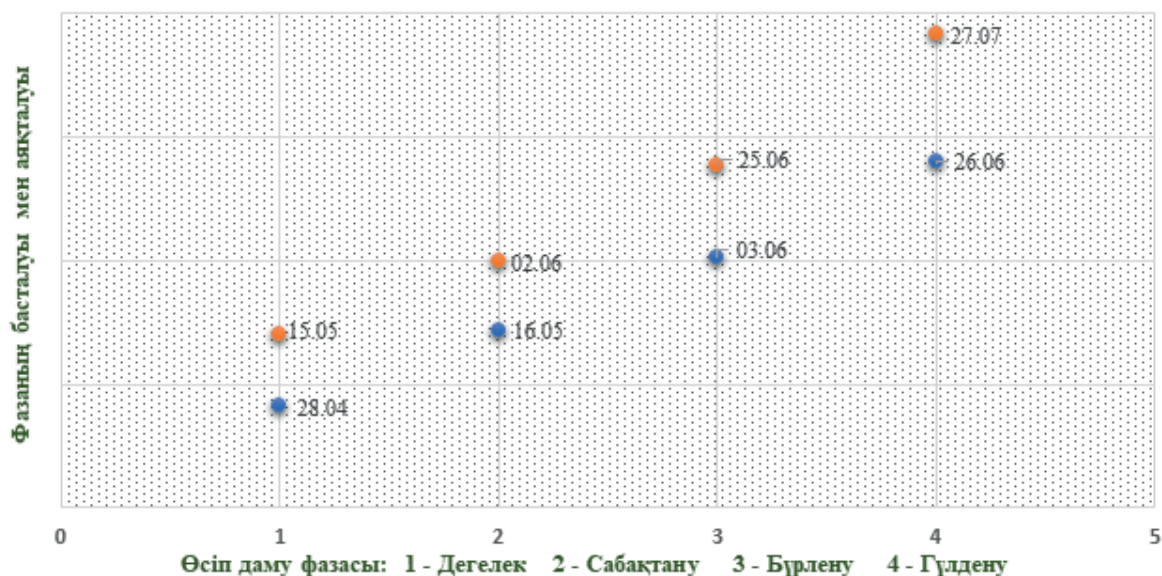
Бүрлену

Гүлдену

1-сурет – Зерттеу жылында жатаған уекіренің өсіп дамуы фазалары, 2025 ж.
(авторлық суреттер)

Ағымдағы жылы мониторингтік тексерулер сәуір айының III онкүндігінен басталды. Жапырақ дегелегінің пайда болуы сәуірдің III онкүндігінен мамырдың I онкүндігіне сәйкес келді. Жатаған уекіренің жаппай өсуінің басталуы мамырдың II онкүндігінен бастап байқалды. Мамырдың II онкүндігінің қолайлы ауа-райы жағдайлары вегетативті өсімдіктердің қарқынды өсуіне және дамуына, 3-тен 11 жапырақ дегелегінің пайда болуына ықпал етті. Өсімдіктердің биіктігі 5-47 см. Жатаған уекіренің сабақтану кезеңі мамыр айының II онкүндігінен маусымның I онкүндігінде, ал бүрлену кезеңі маусымның I онкүндігінен III онкүндігі аралығында өтті. Гүлдену кезеңінің басталуы маусымның III онкүндігінен шілденің III онкүндігіне дейін тіркелді.

Нәтижесінде негізгі өсіп даму фазалары тіркеліп, есепке алынды (2-сурет).



2-сурет - Жатаған уекіренің негізгі фазаларының фенологиялық күнтізбесі, 2025 ж.

Мониторинг жұмыстары жүргізілген Ақмола, Қостанай, Солтүстік Қазақстан және Павлодар облыстарында карантинді арамшөп жатаған уекіреге қарсы агротехникалық тәсілдермен қатар химиялық күресу жұмыстары белсенді жүргізілді. Химиялық өңдеу жұмыстары бұрлену және гүлденудің басы фазасында Қазақстан Республикасының территориясында қолдануға рұқсат берілген пестицидтер анықтамалығына сәйкес гербицидтермен өңделу қажет (1-кесте).

1-кесте – Жатаған уекіреге қарсы химиялық күресуде ұсынылатын гербицидтер тізімі (Қазақстан Республикасының территориясында қолдануға рұқсат берілген пестицидтер анықтамалығы, 2025 ж.)

Препараттың атауы, тобы	Әсер етуші заты	Шығын мөлшері, л/га	Қолдану мерзімі
Горгон, с.е.к.	МЦПА қышқылы, 350 г/л және пиклорам, 150 г/л	2,5-3,5	Жатаған уекіренің дегелек фазасынан гүлдену фазасына дейін
Горчак, с.г.е.	Дикамба қышқылы, 88,5 г/л +пиклорам қышқылы, 8,5 г/л +клопиралид қышқылы, 177 г/л	1,5-2,5	Жатаған уекіренің дегелек фазасынан гүлдену фазасына дейін
Ланс, с.е.	Аминопиралид, 240 г/л	0,15-0,18	Арамшөптердің белсенді өсуі кезеңінде
Жаппай әсер ететін гербицидтер	Глифосат, 540 г/л	4,0	Арамшөптердің белсенді өсуі кезеңінде
Жаппай әсер ететін гербицидтер	Глифосат, 360 г/л	6,0	Арамшөптердің белсенді өсуі кезеңінде

Ақмола облысы Шортанды ауданы жағдайында жатаған уекіремен ластанған танаптарда жүргізілген тәжірибелер нәтижесіне сәйкес Глифосат, 540 г/л әсер етуші заты негізіндегі гербицидтер арамшөптің жер үсті вегетативті бөлігіне қарсы 85-94% биологиялық тиімділікті көрсетті (2-кесте).

2-кесте – Глифосат, 540 г/л әсер етуші заты негізіндегі гербицидтер тиімділігі, 2025 ж.

Тәжірибе нұсқалары	Шығын мөлшері, л/га	Есеп №	Арамшөптер саны, дана/м ²	Жойылуы, %
Бақылау	-	1	4,0	-
		2	5,0	-
		3	5,3	-
Глифосат, 540, с.е.	2,5	1	3,5	-
		2	0,3	93,1
		3	0,7	85,0
Глифосат, 540, с.е.	3,0	1	3,7	-
		2	0,3	93,5
		3	0,7	85,8
Глифосат, 540, с.е.	4,0	1	4,0	-
		2	0,3	94,0
			0,5	90,6

Алайда, жерасты тамыр жүйесіне 24-27 см тереңдікке дейін ғана әсер еткен, яғни көлденең таралатын және вегетативті көбею қызметін атқаратын тамырларының негізгі бөлігі орналасқан 30-40 см дейін әсері жетпеген (3-сурет). Осыған байланысты, вегетативті жолмен қайтадан атпа өркендерінің өсіп шығуы ылғал және температура жеткілікті жылдары қарқындай түседі.



3-сурет – Зерттеу жылында жатаған уекіренің тамыр жүйесіне гербицидтің әсер ету тереңдігі, 2025 ж. (авторлық суреттер)

Зерттеу жылы жатаған уекіремен қатар жоғарыда келтірілген облыстар аумағында келесі карантинді арамшөп – арам сояуға қарсы мониторинг жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде Ақмола облысының 5 ауданы жағдайында (Жақсы, Жарқайың, Есіл, Зеренді және Сандықтау) анықталды. Арамсою өскіндерінің пайда болуы мамыр айының I онкүндігінде тіркелді, ал жаппай шығуы маусым айының I онкүндігінде. Арамшөп ұзындығы 4-6 см жетіп, қоректік заттарды соратын ие өсімдіктерге жабысуы анықталды. Маусым айының II онкүндігінде сабақтану фазасында ал шілде айының басында бүрлену фазасында болды. Гүлдену фазасы шілде айының I және II онкүндігінде жүрді. Жемістерінің қалыптасуы шілде айының II және III онкүндігіне сәйкес келді. Арамшөп ұзындығы 88-124 см жетті.

Арамсою негізінен жол жиектерінде, басқа арамшөп түрлеріне жабысып, тоғышарлық тіршілігінде болды. Ауыл шаруашылығы дақылдарының егістіктерінде анықталмады. Шағын ошақтар болып табылғандықтан химиялық күресу жаппай әсер ететін глифосат әсер етуші заты негізіндегі гербицидтермен өңделуге, агротехникалық жолмен жою ошақтарды шауып, тазалап, жиналған өсімдіктерді өртеуге негізделді.

И.Б. Борисенко және басқа ғалымдардың зерттеулеріне сүйенсек механикалық өңдеудің тиімділігін көрсетеді, арамшөптің жер асты бөліктерін кесу және кесу неғұрлым терең

болса, соғұрлым ол әлсіз өседі [10]. Т.К. Кидришев және басқа ғалымдардың тәжірибелерінің нәтижелерінде культиватормен құрамында глифосат ә.е.з. (Ураган форте 50% в.р.) препаратымен 4 л/га шығын мөлшерімен қолдану арқылы нұсқалардың жоғары тиімділігін көрсетеді [11]. Бірқатар зерттеушілер құрамында глифосат ә.е.з. бар жаппай әсер ететін гербицидтердің тиімсіздігін дәлелдейді, өйткені жер асты бөліктеріне әсер ету тереңдігі 10-15 см аралығында, ал кейбір жүйелі гербицидтер (Горгон, в.р.) А.О. Сагитов пен басқа ғалымдардың тәжірибелерінде жатаған уекіренің тамыр жүйесіне 60-70 см зақым келтірді. Сонымен қатар академик Э.Ф. Госсен басқаруымен үш деңгейлі культиватор-қопсытқыш құрастырылған, бір өткенде топырақты әртүрлі тереңдікте өңдеуге қабілетті. Кейінгі зерттеулер көрсеткендей, бұл агрегаттың көмегімен толық жою мүмкін емес [12]. Солтүстік Қазақстан аймағында зерттеу жұмыстарын С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің ғалымы Р.Х. Карипов және оның әріптестері жүргізген зерттеулерде топыраққа арналған гербицидтерді бір мезгілде енгізе отырып, топырақты әртүрлі тереңдікте өңдеудің жоғары тиімділігін анықтады [13, 14]. Алайда бұл әдіс өндірістік ауқымда кеңінен қолданыс таппады. Жоғарыда аталған көптеген зерттеулерден көрініп тұрғандай, жатаған уекіремен күресу аграрлық сектор ғалымдары үшін әлі де толық шешімін таппаған өзекті мәселе болып қала бермек.

Қорытынды

Зерттеу жылы Солтүстік Қазақстан аумағында карантинді арамшөптердің фитосанитарлық мониторинг жұмыстары нәтижесінде жатаған уекіре мен арамсоюу анықталды. Олардың негізгі өсіп дамуы кезеңдері сәуір айының ІІІ онкүндігінен шілде айының ІІІ онкүндігі аралығында өтті. Карантинді арамшөптермен күресу шараларының тиімділігін қарастыра келе химиялық күресу тәсілдерінің тиімділігі талданды. Жатаған уекіреге қарсы кең қолданысқа ие глифосат әсер етуші заты негізіндегі жаппай әсер ететін гербицидтердің тиімділігі анықталды. Алайда, олардың арамшөптің жер асты тамыр жүйесінің терең қабаттарына, әсіресе, вегетативті көбеюге қатысатын көлденең тамырларының орналасу тереңдігіне дейін әсер етпеуіне байланысты, арамшөпке қарсы жүйелі әсер ететін, құрамы бірнеше әсер етуші заттардан тұратын Горгон, с.е.к., Горчак, с.г.е. және Ланс, с.е. гербицидтерін қолдану ұсынылады.

Авторлардың қосқан үлесі

КА: кіріспе, зерттеу нәтижелері, УЕ: мақаланың жалпы редакциясы, зерттеу нәтижелері, ББ: аңдатпа, қорытынды, АА: әдебиеттер тізімі, талқылау.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Ғылыми-зерттеу жұмыстары «Қазақстан Республикасының аумағында шектеулі таралған карантиндік зиянды организмдер популяцияларының санын басқарудың тиімді жүйесін құру» BR22887230 ғылыми техникалық бағдарламасы шеңберінде жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Жарасов, ШУ. (2014). Повилика полевая: как с ней бороться. *Защита и карантин растений*, 8, 27-29.
- 2 Асканбаев, С., Башкараев, Н., Баядилов, К. (2018). Биологические особенности горчака ползучего. *Аграрный сектор*, 2(36), 66-69.
- 3 Ермекбаев, БУ, Болтаев, МД, Дуйсембеков, БА, Успанов, АМ. Есимов, УО, Бейсекина, БМ, Ниязбеков, ЖБ. (2023). *Методические указания по прогнозированию распространения и эффективным методам контроля горчака ползучего в Казахстане*, 6-7.
- 4 Akhgari, Z., Tanomand, A., Nazari, Razieh., Zargar, M. (2022). Biological and Antibacterial Features of *Acroptilon repens* (L.) DC. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*, 9(2), 116-122.
- 5 Nadaf, M., Nasrabadi, M., Halimi, M., et al. (2013). Identification of non-polar chemical compounds *Acroptilon repens* growing in Iran by GC-MS. *Middle East J Sci Res.*, 17(5), 590-592. DOI: 10.5829/idosi.mejrsr. 2013.17.05.75149 23.

- 6 Таскаева, АГ, Вострикова, СА. (2012). Влияние гербицидов на содержание инулина в корнях корнеотпрысковых сорняков. *Агрономия и лесное хозяйство*, 3, 70-72.
- 7 Иванченко, ТВ. (2018). Горчак ползучий – серьезная угроза. *Фермер*, 9(73), 54-58.
- 8 Razavi, SM, Narouei, M., Majrohi, AA, Mohammaddust Chamanabad, HR. (2012). Chemical constituents and phytotoxic activity of the essential oil of *Acroptilon repens* (L.) DC from Iran. *J Essent Oil Bear Plants*, 15(6), 943-948. DOI:10.1080/0972060X.2012.10662597.
- 9 Фисюнов, АВ. (1984). *Сорные растения*. М.: Колос, 64.
- 10 Борисенко, ИБ, Плескачев, ЮН, Иванченко, ТВ, Басакин, МП. (2011). Агротехнический способ борьбы с карантинным сорняком горчаком ползучим. *Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса. Агрономия и лесное хозяйство*, 4(24), 1-6.
- 11 Кидришев, ТК. (2005). Горчак ползучий в Казахстане и меры борьбы с ним. *Агро XXI век*, 1, 21-22.
- 12 Бадаев, ЕА, Баядилов, КО. (2012). Как извести горчак ползучий в Казахстане? С надеждой на Таможенный союз. *Защита и карантин растений*, 5, 29-31.
- 13 Способ комплексной борьбы с горчаком при возделывании зерновых культур. (2014). Инновационный патент (19) KZ (13) A4 (11) 28286 Карипов Р.Х.; Жумагулов И.И.; Плужник Д.П.; опуб., заявитель и патентообладатель АО «Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина» заявл.01.07.202.13; опубл. 15.04.2014. Бюл. №4.
- 14 Карипов, РХ, Жумагулов, ИИ, Диденко, СВ. (2015). Эффективность современных почвенных гербицидов на фоне ярусной обработки почвы в борьбе с горчаком ползучим в сухостепной зоне Северного Казахстана. *Наука и мир*, 2-1 (18), 95-97.

References

- 1 Zharasov, ShU. (2014). Povilika polevaya: kak s neiborot'sya. *Zashchita i karantin rastenii*, 8, 27–29.
- 2 Askanbaev, S., Bashkaraev, N., Bayadilov, K. (2018). Biologicheskie osobennosti gorchaka polzuchego. *Agrarnyi sektor*, 2(36), 66-69.
- 3 Ermekebaev, BU, Boltaev, MD, Dujsembekov, BA, Uspanov, AM, Esimov, UO, Bejsekina, BM, Niyazbekov, ZhB. (2023). *Metodicheskie ukazaniya po prognozirovaniyu rasprostraneniya i effektivnym metodam kontrolya gorchaka polzuchego v Kazahstane*, 6-7.
- 4 Akhgari, Z., Tanomand, A., Nazari, R., Zargar, M. (2022). Biological and Antibacterial Features of *Acroptilon repens* (L.) DC. *Crescent Journal of Medical and Biological Sciences*, 9, 116-122.
- 5 Nadaf, M., Nasrabadi, M., Halimi, M., et al. (2013). Identification of non-polar chemical compounds *Acroptilon repens* growing in Iran by GC-MS. *Middle East J Sci Res.*, 17(5), 590-592. DOI:10.5829/ idosi. mejsr. 2013.17.05.75149 23.
- 6 Taskaeva, AG, Vostrikova, SA. (2012). Vliyanie gerbicidov na sodержanie inulina v kornyah korneotpryskovykh sornyakov. *Agronomiya i lesnoe hozyaistvo*, 3, 70-72.
- 7 Ivanchenko, TV. (2018). Gorchak polzuchii– ser'eznaya ugroza. *Fermer*, 9(73), 54-58.
- 8 Razavi, SM, Narouei, M., Majrohi, AA, Mohammaddust Chamanabad, HR. (2022). Chemical constituents and phytotoxic activity of the essential oil of *Acroptilon repens* (L.) DC from Iran. *J Essent Oil Bear Plants*, 15(6), 943-948. DOI:10.1080/0972060X.2012.10662597.
- 9 Fisyunov, AV. (1984). *Sornye rasteniya*. M.: Kolos, 64.
- 10 Borisenko, IB, Pleskachev, YuN, Ivanchenko, TV, Basakin, MP. (2011). Agrotekhnicheskiĭ sposob bor'by s karantinnyĭm sornyakom gorchakom polzuchim. *Izvestiya Nizhnevolskogo Agrouniversitetskogo kompleksa. Agronomiya i lesnoe hozyaistvo*, 4(24), 1-6.
- 11 Kidrishev, TK. (2005). Gorchak polzuchii v Kazahstane i mery bor'by s nim. *Agro HKH vek*, 1, 21-22.
- 12 Badaev, EA, Bayadilov, KO. (2012). Kak izvesti gorchak polzuchii v Kazahstane? S nadezhdoi na Tamozhennyisoyuz. *Zashchita i karantin rastenii*, 5, 29-31.
- 13 Способ комплексной бор'бы с горчаком при возделывании зерновых культур. (2014). Innovacionnyi patent (19) KZ (13) A4 (11) 28286 Karipov R.H.; Zhumagulov I.I.; Pluzhnik D.P.; opub., yayavitel' i patentoobladatel' AO «Kazahskii agrotekhnicheskii universitet im. S.Seifullina» yayavl.01.07.202.13; opubl. 15.04.2014. Byul. №4.
- 14 Karipov RH, Zhumagulov II, Didenko SV. (2015). Effektivnost' sovremennykh pochvennykh gerbicidov na fone yarusnoi obrabotki pochvy v bor'be s gorchakom polzuchim v suhostepnoizone Severnogo Kazahstana. *Nauka i mir*, 2-1(18), 95-97.

Фитосанитарный мониторинг и меры борьбы с карантинными сорными растениями на территории Северного Казахстана

Кочоров А.С., Утельбаев Е.А., Базарбаев Б.Б., Алдабергенов А.С.

Аннотация

Предпосылки и цель. Проведенные исследования направлены на получение комплексной информации о распространении и степени вредоносности карантинных сорных растений на территории Северного Казахстана. Полученные результаты послужат основой для оценки фитосанитарного состояния региона и разработки эффективных мер по контролю и ограничению распространения данных видов.

Материалы и методы. Научно-исследовательские работы проводились в 2025 году. В исследовании использовались общепринятые методы защиты растений при определении распространения карантинных сорняков, а также усовершенствованная формула Аббота при расчете биологической эффективности гербицидов.

Результаты. В данной статье представлены результаты диагностики и мониторинга карантинных сорных растений на территории Северного Казахстана. Мониторинг карантинных объектов проводился в Акмолинской, Северо-Казахстанской, Костанайской и Павлодарской областях. По результатам обследований во всех вышеуказанных регионах был обнаружен Горчак ползучий (розовый), а Повилика полевая выявлена в Акмолинской и Павлодарской областях.

Заключение. Основные фазы роста и развития карантинных сорняков на территории Северного Казахстана в год исследования проходили с III декады апреля по III декаду июля. Эффективность гербицидов сплошного действия на основе действующего вещества глифосата, против Горчака ползучего (розового), составила – 85,0-94,0%.

Ключевые слова: биологическая эффективность; Горчак ползучий (розовый); гербицид; мониторинг; Повилика; сорные растения.

Phytosanitary monitoring and measures to combat quarantine weeds in Northern Kazakhstan

Abdumanat S. Kochorov, Yerlan A. Utelbayev, Berik B. Bazarbayev,
Abdrakhman S. Aldabergenov

Abstract

Background and Aim. The study aimed to obtain comprehensive information on the distribution and degree of harmfulness of quarantine weeds in the territory of Northern Kazakhstan. The results obtained will serve as a basis for assessing the phytosanitary status of the region and developing effective measures to control and limit the spread of these species.

Materials and Methods. The research was carried out in 2025. The study used generally accepted plant protection methods in determining the spread of quarantine weeds, as well as the improved Abbot formula in calculating the biological effectiveness of herbicides.

Results. This article presents the results of diagnostics and monitoring of quarantine weeds in Northern Kazakhstan. Quarantine species were monitored in Akmola, North Kazakhstan, Kostanay, and Pavlodar regions. According to the results of surveys, creeping mustard (pink) was found in all of the above regions, and field dodder was detected in Akmola and Pavlodar regions.

Conclusion. The main phases of growth and development of quarantine weeds in the territory of Northern Kazakhstan during the study year occurred from the third decade of April to the third decade of July. The effectiveness of non-selective herbicides based on the active ingredient glyphosate, against creeping mustard (pink) ranged from 85.0 to 94.0%.

Keywords: *Acroptilon repens*; biological efficacy; herbicide; *Cuscuta* spp.; monitoring; weeds.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 4 (128). - Р.24-33. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4\(128\).2055](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2055)

ӨОЖ 332.3:502.5

Зерттеу мақаласы

Ақмола облысының агроэкожүйелерінде ландшафттық-экологиялық тәсілді қамтамасыз етудегі жерге орналастырудың функциясы

Шакенова Ж.К. , Озеранская Н.Л. , Унышева Н.К. 

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Шакенова Ж.К.: guldiz_astana@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: НО) n_ozerskaya@mail.ru;

(2: НУ) nurlygul_kosherbayevna@mail.ru

Қабылданған күні: 09.10.2025 **Қабылданды:** 18.11.2025 **Жарияланды:** 30.12.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ақмола облысы ауыл шаруашылық жерлерін ұтымды пайдалану мәселесі экологиялық және агроландшафттық тұрақтылықтың төмендеуімен, эрозиялық процестердің таралуымен және жер құрылымының тұрақсыз болуымен байланысты өзекті сипатқа ие. Сондықтан агроэкожүйелердің тұрақтылығын сақтау үшін жерді ұтымды пайдалану, топырақ құнарлылығын арттыру және эрозияға қарсы шараларды жүйелі түрде енгізу маңызды.

Зерттеудің мақсаты – егіншілік жүйесіндегі ауыл шаруашылығы жерлерін экологиялық-ландшафттық аймақтарға бөлу болып табылады. Зерттеу нысандары ретінде Солтүстік Қазақстан өңірінің типтік шаруашылықтары таңдап алынды. Зерттеудің өзектілігі агроландшафттардың экологиялық жағдайын талдау барысында дәлелденді, яғни олардың тұрақтылығының төменділігімен, жер құрылымының оңтайлы болмауымен және эрозиялық процестердің таралуымен анықталды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жүйелі тәсілге сүйеніп жүргізілді, бұл жеке ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының жер пайдалануын әртүрлі деңгейдегі ландшафттық жүйелердің жиынтығы ретінде қарастыруға мүмкіндік берді. Жер пайдалану жағдайларын талдау барысында ландшафттың негізгі табиғи және антропогендік элементтері анықталды. Ландшафттық картографиялау табиғи ландшафттардың морфологиялық және парадинамикалық құрылымдарын ескере отырып жүзеге асырылды. Таңдалған жер учаскелері үшін графикалық модельдеу мен ГАЖ-технологияларды қолдана отырып, эрозиялық процестер карталары және ірі масштабты гипотезалық ландшафттық карталар дайындалды.

Нәтижелер. Жер пайдалану жағдайларын талдау агроэкожүйелердің тұрақтылығына әсер ететін негізгі ландшафттық құрылымдарды анықтауға мүмкіндік берді. Зерттелген аумақ микророналарға бөлініп, табиғи жағдайлары мен экологиялық бұзылу дәрежесі бойынша ұқсас учаскелер айқындалды. Ландшафттық-экологиялық топтарды айқындау әдістемесі әзірленіп, олардың шаруашылықта ұтымды пайдаланылу бағыттары негізделді.

Қорытынды. Зерттеу барысында ландшафттық-экологиялық топтарды бөліп көрсетуге арналған іс-әрекеттердің бірізділігі жасалды, сонымен қатар ауыл шаруашылығы алқаптарын жоспарлау мен егістікті ұйымдастырудың ландшафттық тәсілге негізделген ерекшеліктері анықталды. Агроландшафттық аймақтарға бөлу жердің ландшафттық жағдайлары мен агроэкологиялық күйін талдау негізінде жүргізілді. Бұл үшін ландшафттық бірліктерді функционалдық микроаймақтарға біріктіретін топтастыру әдісі қолданылды. Солтүстік Қазақстан шаруашылықтарында келесі ландшафттық-экологиялық топтарды бөліп көрсету ұсынылады: ерекше пайдалану режимі бар табиғатты қорғау аймақтары, ауыл шаруашылығы әлеуетін қалпына келтіруге арналған аумақтар, сондай-ақ егістік, шабындық және жайылымдық ландшафттар.

Кілт сөздер: жер ресурстары; агроландшафттар; эрозиялық процестер; ландшафттық-экологиялық тәсіл; жерге орналастыру; егіс алқаптарын ұйымдастыру.

Кіріспе

Қазіргі табиғатты қорғау бағытындағы тұжырымдамаларды қалыптастыру мәселелерінде негізгі басымдылық ландшафттық-экологиялық бағыттағы зерттеулерде болып табылады. Сондықтан ауыл шаруашылығы өндірісін аумақтық ұйымдастыру және жерді ұтымды пайдаланудың тиімді жолдарын іздестіру барысында ландшафттық ерекшеліктерді ескеру негізгі әдіснамалық қағида. Осы мақсатта жерге орналастырудың ғылыми және әдістемелік негіздерін дамыту қажет, бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығы жер пайдалануды реттеудің ұйымдастырушылық-экономикалық тетігін айқындайды. Мұндай тетік жер ресурстарын табиғатты қорғау қағидаттарына сәйкес тиімді пайдалану арқылы аумақтық жағдайды және жер пайдаланудың экологиялық жай-күйін жақсартуға мүмкіндік береді [1].

Бұл мәселе қазіргі жағдайда ерекше өзектілікке ие, себебі Қазақстандағы жерге орналастыру тәжірибесінде ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалану мен қорғауға арналған болжамдық және жобалық әзірлемелер іс жүзінде жоқ. Бұрын жұмыс істеген мемлекеттік болжамдық-жобалық жүйенің жойылуы жер ресурстарын тиімді пайдалану мәселелерін ғылыми негізде шешуде елеулі қиындықтар туғызуда.

Жүргізілген зерттеудің ғылыми жаңалығы жерге орналастыру тәжірибесінде экологиялық-ландшафттық тәсілді іске асыруды қамтамасыз ететін әдістемені әзірлеумен сипатталады. Зерттеу нысаны ретінде Ақмола облысының дала аймағында орналасқан ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының агроландшафттары алынды.

Қазіргі кезеңде ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді ұтымды пайдалану мен қорғауды ұйымдастыру, жерге орналастыру әзірлемелері жүйесінде (схемалар мен болжамдарда) экологиялық мәселелерін қамти отырып жүзеге асырылуы тиіс. Заманауи жерге орналастыру нақты әзірленген жер реформалары стратегиясына негізделуі қажет және ол жер ресурстарын басқару, экологиялық, әлеуметтік-экономикалық және басқа да өзара байланысты мәселелерді шешуде мемлекеттік реттеу тетігі ретінде қызмет етуі тиіс. Мұндай жүйе ең жаңа картографиялық материалдарды пайдалану арқылы орындалуы қажет.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу материалдары ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді экологиялық-ландшафттық тұрғыдан аумақтық ұйымдастырудың теориялық негіздерін зерделеуге негізделген. Жерге орналастыру – жерді ұтымды пайдалану мен қорғауды ұйымдастыруға бағытталған іс-шаралар жүйесі және оның басты мақсаты экологиялық тұрғыдан тұрақты әрі экономикалық жағынан тиімді аумақтық құрылымдарды қалыптастыру болып табылады. Мұндай тәсіл табиғатты қорғау талаптарының басымдығын көздейді. Осыған сәйкес, агроландшафттық ресурстық әлеуетті бағалау негізінде жерге орналастыру жобалауын жетілдіру және аумақты ұйымдастырудың озық әдістерін жерге орналастыру тәжірибесіне енгізу қажеттілігі туындайды [2].

Жерге орналастыруды агроландшафттық бағытта жетілдіру оның классикалық қағидаттарына сүйене отырып, географиялық, экологиялық, ауыл шаруашылығы және экономикалық ғылымдар саласындағы отандық және шетелдік ғылыми зерттеулердің нәтижелерін жалпылау негізінде жүзеге асырылды. Ландшафттық тәсілді практикалық қолданудың негіздерін Ресей Федерациясының ғалымдары *В.В. Докучаев* және оның шәкірттері өздерінің ғылыми еңбектерінде дәлелдеген. Жер беті құрылымын зерттеудегі ландшафттық тәсілдің теориясы мен әдіснамасын одан әрі дамыту *А.Г. Исаченконың* (1971–2008), *Г.Ю. Саушкиннің* (1980) және басқа да зерттеушілердің еңбектерінде жалғасын тапты. Шетелдік ландшафттану мектептері Германия ғалымдары *А. Геттнер* мен *К. Трольдін*, сондай-ақ АҚШ зерттеушісі *К. Зауэрдің* еңбектерінде көрініс тапқан. Осының нәтижесінде қазіргі жағдайда агроландшафттық негізде жерге орналастыру жұмыстарын жүргізу кезінде басшылыққа алынуы тиіс аумақты ұйымдастыру мен ауыл шаруашылығы агроландшафттарын қалыптастырудың негізгі қағидаттары тұжырымдалды [3]. Монографиялық және абстрактылы-логикалық әдістер зерттеліп отырған саладағы теориялық және тәжірибелік әзірлемелерге сыни талдау жүргізуге мүмкіндік берді. Жүйелік талдау әдісі агроландшафттардың құрылымдық заңдылықтарын қарастыру барысында қолданылды. Статистикалық топтастыру әдісін пайдалану арқылы Ақмола облысы аумағындағы агроландшафттардың экологиялық тұрақтылық деңгейі бағаланды.

Графикалық талдау мен графикалық модельдеу әдістері аумақтық агроландшафттық микроаймақтарға бөлу сұлбасын әзірлеу және Сандықтау ауылдық округі мысалында тәжірибелік жерге орналастыру жобасын құрастырудың негізін құрады. Зерттеу барысында қолданылған картографиялық материалдар ArcGIS бағдарламасында өңделді.

Нәтижелер және талқылау

Жұмыстың ғылыми жаңалығы Солтүстік Қазақстанның агроқұрылымдарында жер бедерінің ландшафттық ерекшеліктерін ескере отырып, аумақты бейімделген ұйымдастырудың ерекшеліктерін айқындаумен сипатталады. Бұл ерекшеліктер жоғарыда келтірілген зерттеу әдістемесіне сәйкес анықталды.

Қазақстанның дала аймағында әртүрлі қарқындылықтағы эрозиялық процестер кең ауқымда дамуда. Мұндай құбылыстар ауыл шаруашылығы өндірісінің нәтижелілігі мен тиімділігін төмендетіп, оның тұрақты дамуына кедергі келтіреді. Эрозиялық процестердің қарқындылығы топырақтың шайылу деңгейімен және эрозиялық тордың айқын көрінісімен расталады. Осыған байланысты экологиялық тұрақтылықты бағалаудың негізіне еңістік беткейлердегі су ағыстарының шайылу интенсивтілігін есептеу әдісі алынды. Бұл көрсеткіш әртүрлі экспозиция мен еңістікке ие беткейлерге тән су ағындарының бағыттары бойынша, перпендикулярлар әдісімен анықталды. Әрбір ағыс сызығы бойынша есептеу *В.Д. Иванов* ұсынған формула арқылы жүргізілді, оған сәйкес бірдей еңістік жағдайында шайылу қарқындылығы еңістің ұзындығына пропорционалды түрде өзгереді (1,2,3-кестелер).

$$J_s = 0,049 \times Q \times m \times \sin \alpha \times (L - L_0) \times K_n \quad (1)$$

Мұндағы:

J_s – көктемгі қар еру кезеңіндегі топырақ шайылуының орташа көпжылдық интенсивтілігі, т/га;

Q – топырақтың меншікті шайылу мөлшері, г/дж;

m – күзгі жыртылған танаптардағы еріген қар суларынан түзілетін еңістік ағын қабаты;

L – ағыс сызығының ұзындығы, м;

L_0 – эрозиялық тілімдену желісі байқалмайтын аймақтағы ағыс сызығының ұзындығы, м;

$\sin \alpha$ – учаскенің орташа еңістігі (i);

K_n – жер бедері мен топырақ жамылғысының сипаттамаларын ескеретін коэффициенттер.

Ақмола облысының дала аймағындағы агроландшафттардың ресурстық әлеуетін талдау және бағалау жұмыстары тәжірибелік жобалау нысаны – Сандықтау ауданы аумағында орналасқан «Широкое» ЖШС жер пайдаланушылығы негізінде жүргізілді. Аталған агроқұрылым дала ландшафттық аймағында орналасқан [4]. Топырақ жамылғысын оңтүстік қара топырақтар құрайды. Беткейлердің ұзындығы 2-3 км аралығында, ал еңістік шамамен 3°-қа дейін жетеді. Шаруашылықтың жалпы жер көлемі – 6 761 га, оның ішінде 91% – егістік жерлер, 8% – жайылымдар алып жатыр.

Ландшафттық-экологиялық жағдайларды талдау және бағалау барысында жобаға дайындық кезеңінде зерттеу аумағының ландшафттық-экологиялық ерекшеліктері жөнінде кешенді ақпарат беретін және аймақтау негізін құрайтын карталар әзірленді.

«Широкое» ЖШС аумағы бойынша ландшафттық карта-гипотезаны құрастыру кезінде ауқымы 1:25 000 болатын бірнеше құрамдас карталар біріктірілді: топографиялық карта, топырақтық зерттеу картасы, жер бедерінің құрылымдық сызықтарын айқындайтын морфометриялық карта және ауыл шаруашылығы өндірісінде жерлердің жарамдылығын көрсететін агрошаруашылық карта. Нәтижесінде ландшафттық картада 30 табиғи-аумақтық кешен (фация және кіші шұңқырлар) айқындалып, олар генезисі ұқсас, бедер элементтері мен формалары бойынша жіктелген және бір биіктік диапазонында орналасқан бірнеше ландшафттық белдеулер түрлеріне біріктірілді.

Ақмола облысының дала аймағы жағдайында агроқұрылымдардың аумағын экологиялық-ландшафттық негізде функционалдық аймақтарға бөлудің ретін анықтау ландшафттық микроаймақтаудың аумақтық ерекшеліктерін ескере отырып жүзеге асырылды. Бұл ретте катеналық негізде ландшафттық микрозоналар бөлініп, олардың экологиялық тұрақтылық деңгейі есепке алынды.

Экологиялық тұрақтылық көрсеткіші топырақ эрозиясы үдерістерінің таралу дәрежесіне қатысты анықталды, себебі «Широкое» ЖШС жер пайдаланушылық аумағында су эрозиясы үдерістері кең таралған [5]. Осыған байланысты экологиялық тұрақтылықты бағалаудың негізіне еңістік ағын суларымен топырақ шайылу интенсивтілігін есептеу әдісі алынды.

Есептеу жұмыстары 14 ағыс сызығы бойынша жүргізіліп, орташа шайылу қарқындылығы 15 т/га шамасында анықталды (рұқсат етілген шегі – 2 т/га). Нәтижесінде аумақ шайылу қарқындылығына қарай үш санатқа бөлінді:

- әлсіз шайылу аймақтары (2–10 т/га);
- орташа шайылу аймақтары (10–20 т/га);
- күшті шайылу аймақтары (20–30 т/га).

1-кесте – Ақмола облысы агроландшафттары топырақтарының агроклиматтық сипаттамаларының көрсеткіштері (ТАСИС деректері бойынша, 1998 ж.)

Аймақ	Ландшафт типі	Жауын-шашын мөлшері, мм	бонитет баллы	өнімділік, ц/га
1	Оңтүстік қара топырақты дала аймағы	300-320	55-65	14-15
2	Қара қоңыр топырақты дала аймағы	250-300	35-50	12-14
3	Қара қоңыр топырақты құрғақ дала аймағы	200-280	25-35	10-12
4	Қоңыр топырақты құрғақ дала аймағы	200-280 және кем	15-25	5-8

Ландшафттық талдау мен экологиялық ерекшеліктерді ескере отырып, графикалық модельдеу әдісі арқылы «Широкое» ЖШС агроландшафтының аймақтау картасы әзірленді. Бұл картада экологиялық және ландшафттық белгілері ұқсас біртекті аумақтар – эколого-ландшафттық жер типтері бөлініп көрсетілді.

Агроқұрылымның жер пайдаланушылық аумағындағы ландшафттық-экологиялық топтар (немесе микрозодалар) ландшафттың морфологиялық бірліктері – фациялар мен кіші шұңқырлардан тұрады. Олар экологиялық жағдайы мен пайдалану мақсаттылығы ұқсас жерлер топтарына біріктіріліп, әр топқа сәйкес ұсынылатын табиғатты қорғау және шаруашылық іс-шараларының кешені белгіленді [6].

2-кесте – Дәнді дақылдармен жерді пайдалануын биоклиматтық әлеует негізінде бағалау (ТАСИС деректері бойынша 1998 ж.)

Аймақ	Агроклиматтық көрсеткіштер			Дәнді дақылдардың өнімділігі, ц/га		Бк құны және өнімділік деңгейлері	
	Бк	$\Sigma t^{\circ} > 10^{\circ}$	ылғалдану коэффициенті	min	max	min	max
Далалық	89	2200	0,27	15,0	21,0	0,18-І3	0,24-ІІ1
Құрғақ дала	65	2450	0,18	10,0	15,0	0,15-І2	0,23-ІІ1

Ландшафттық-экологиялық аймақтарға бөлу барысында әрбір бөлік құрамдық ерекшелігімен емес, белгілердің жинақталу дәрежесімен сипатталады. Бұл белгілер заңдылыққа негізделген, салыстырмалы түрде оңай ажыратылып, картографиялық түрде бейнелене алады. Солтүстік Қазақстанның дала аймағы жағдайында агроландшафттарды аумақтық аймақтаудың келесі әдістемесі ұсынылады:

І-ландшафттық-экологиялық топ – жыртуға жарамды, су айрықтар мен жазықтардың тегіс бөліктерінде орналасқан фациялар мен шағын ландшафттық бөліктерді қамтиды. Мұнда аймақта ауыспалы егіс жүйелерін енгізу ұсынылады [7].

2-ландшафттық-экологиялық топ – еңісі 1°-қа дейінгі жыртылатын баурайлардағы ландшафттық бірліктерді қамтиды. Мұндай аумақтарда жер өңдеу горизонталь бағыттарды ескере отырып жүргізілуі тиіс.

3-ландшафттық-экологиялық топ – еңісі 1-3° аралығындағы жыртылған баурайлардағы ландшафттық бірліктерді қамтиды. Бұл аймақтарда топырақты су эрозиясынан қорғау мақсатында ылғал жинақтауға бағытталған агротехникалық шаралар қолданылады: терең қопсытусыз өңдеу, контурлық және терең жазық тілгішпен өңдеу, сабан шашу тәсілі.

4-ландшафттық-экологиялық топ – еңісі 3°-тан асатын баурайлардағы ландшафттық бірліктерді қамтиды. Мұнда топырақты су эрозиясынан қорғау үшін жолақтық орналастырумен топырақ қорғау ауыспалы егістер енгізіледі, контурлық және терең қопсытусыз жер өңдеу, сондай-ақ ылғал жинақтау шаралары (мысалы, саңылау жасау) жүргізіледі [8].

5-ландшафттық-экологиялық топ – шаруашылық қызметке шектеу қойылған, шектеулі пайдаланылатын аумақтарды қамтиды. Бұл топқа табиғи ландшафттардың шағын бөліктері жатады, олар аймақтық табиғи өсімдіктердің эталоны ретінде (мысалы, резерваттар) пайдаланылуы мүмкін. Сондай-ақ, ағын суларды жинақтайтын ұсақ шұңқырлар мен батпақты жерлер, су көздерінің маңындағы буферлік аймақтар, жыртылған алқаптардағы сай табандары (егер олар шабындық шөптермен көгалдандырылған болса) да осы топқа кіреді. Бұл жерлер эрозиялық тор фациялары мен шағын морфологиялық бөліктерге сәйкес келеді. Мұндай аумақтарда сай табандарының бойында 50 метрге дейінгі енде көпжылдық шөптермен көгалдандыру жұмыстары жүргізіледі.

6-ландшафттық-экологиялық топ – ылғалдылығы жоғары шабындық жерлерді қамтиды. Бұл жерлерде шөптердің пісу мерзіміне қарай шабу кезеңдерін алмастырып отыратын шабындық айналымдарын енгізу ұсынылады.

7-ландшафттық-экологиялық топ – жыртуға жарамсыз, жайылымдық мақсаттағы жерлерді қамтиды. Бұл жерлер ауыл шаруашылығы жануарларын нормативті мөлшерде жаюды және эрозияға қарсы талаптарды сақтауды қамтамасыз ететін дұрыс ұйымдастырылған жайылым айналымы жүйесінде пайдаланылуы тиіс.

Ұсынылған аймақтау негізінде агроэкологиялық тұрғыдан біртекті аумақтар айқындалып, Солтүстік Қазақстанның табиғи жағдайларын ескере отырып, әртүрлі жер түрлері мен жер массивтерін пайдалану тәртібі мен шарттары белгіленеді. Пайдалану бағыты – табиғатты қорғауға бағытталған, яғни экологиялық тұрғыдан қолайсыз процестердің дамуын тоқтату болып табылады.

Осыдан кейін тәжірибелік жобалау барысында дала аймағындағы агроқұрылымның экологиялық-ландшафттық негізде аумақтық ұйымдастырылуы жүзеге асырылды. Бұл ретте аумақтық ұйымдастырудың экологиялық және экономикалық тиімділігін айқындауға мүмкіндік беретін есептік-құрылымдық әдіс қолданылды [9].

Ландшафттық негізде аумақты жобалық ұйымдастыруды бағалау үшін ең алдымен қолданыстағы аумақтық құрылым негізінде бірінші нұсқа дайындалды. Айта кету керек, осы жер пайдалану үлгісінде, сол кезеңдегі жалпы үрдіске қарамастан, жерге орналастыру кезінде табиғи жағдайлар белгілі бір дәрежеде ескерілген. Бұл, өз кезегінде, егістік жолдарының бағытының сол жылдары кең тараған меридиандық бағыттан ауытқып, бедердің еңісін ескере отырып орналасуында байқалады.

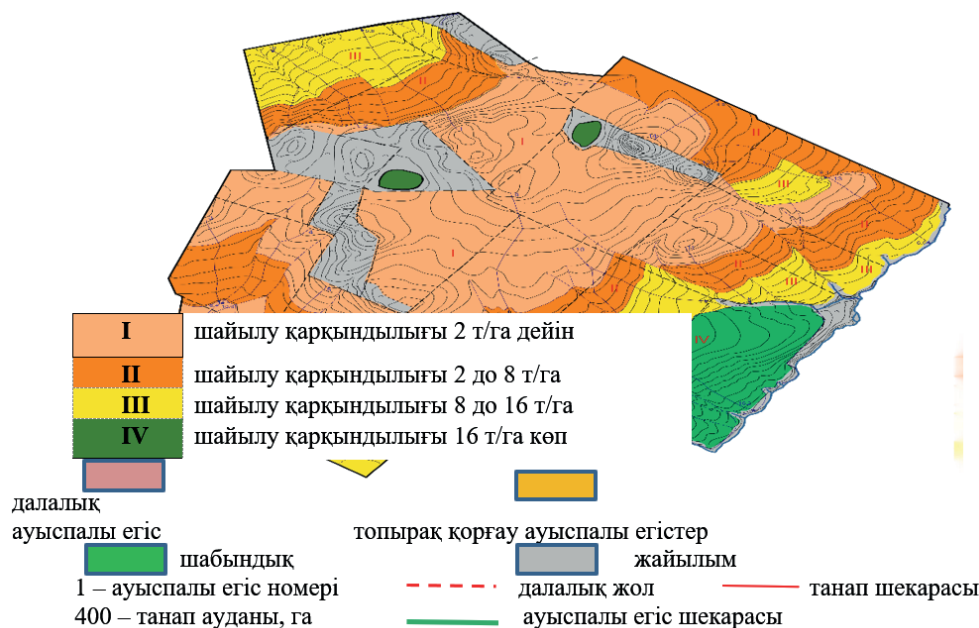
Өңірдің астық шаруашылығына мамандануына сәйкес егістік аумақтарында астық-парлы ауыспалы егіс жүйелері орналастырылған. Бірінші ауыспалы егіс жүйесінің жалпы ауданы – 2028 га, ал орташа егістік көлемі – 405,6 га. Екінші ауыспалы егіс жүйесінде жалпы аудан 1713 га, орташа егістік көлемі – 428,3 га. Үшінші ауыспалы егістің жалпы ауданы 2434 га, орташа егістік көлемі – 484,6 га құрайды.

Бұл нұсқаның кемшілігі ретінде жергілікті жердің ландшафттық ерекшеліктерінің толық ескерілмеуін атап өтуге болады. Бұл – қолданыстағы аумақтық ұйымдастыру негізіндегі бірінші нұсқада ауыспалы егіс жүйелерін жобалау мен олардың аумақтық құрылымын жетілдірудің әлсіз тұсы болып табылады (3-кесте).

3-кесте – Ақмола облысының топырағындағы қарашірік мөлшері

№	Топырақ түрі	Гумус мөлшері
1	Кәдімгі қара топырақ, орташа қуатты карбонатты кәдімгі қара топырақ	4,75 - 6,37
2	Оңтүстік қара топырақ, орташа қуатты карбонатты оңтүстік қара топырақ	3,30 - 4,54
3	Қара қоңыр, орташа қуатты карбонатты қара қоңыр топырақ	2,14- 3,13
4	Қоңыр топырақ, орташа қуатты карбонатты қоңыр топырақ	1,8 -2,6

«Широкое» ЖШС-ның аумағын ұйымдастырудың жобалық нұсқасы экологиялық-ландшафттық негізінде әзірленді (1-сурет).



1-сурет – «Широкое» ЖШС-ның территориясында дала аймағы агроқұрылымының экологиялық-ландшафттық негізінде аумақтық ұйымдастыру жобасы

Ұсынылып отырған жоба шеңберінде жер пайдалануды ұйымдастырудың негізгі бағыты – антропогендік жүктемені төмендету мақсатында кейбір жерлерді шаруашылық айналымынан шығару арқылы аумақтың экологиялық тұрақтылығын арттыру болып табылады. Осы мақсатта ағын сулардың жыраларында орналасқан, сызықтық эрозия белгілері бар жерлер егістік құрамынан алынып тасталды. Сонымен қатар, өзен маңындағы шамадан тыс ылғалданған аумақтар шабындықтарға айналдырылып, жайылым санатынан шығарылды. Алайда егістік жерлерді трансформациялау мүмкіндіктері шектеулі болғандықтан, жер санаттарының құрылымында айтарлықтай өзгеріс орын алған жоқ. Бұл жағдайдың негізгі себебі – зерттеліп отырған аумақтағы ландшафттық-экологиялық топтардың қолданыстағы жер пайдалану түрлеріне сәйкес келуі [10].

Егістік аумағын ұйымдастыру барысында жобалау жұмыстарының ерекшелігі – алдымен агроэкологиялық тұрғыдан біртекті учаскелердің шекаралары мен орналасуы анықталды. Осы учаскелердің аумағы мен географиялық жағдайына байланысты олардың негізінде егістік алқаптары немесе жұмыс аймақтары жобаланды. Кейін осы ландшафттық-экологиялық аймақтар шегінде егіс айналымдары қалыптастырылды. Алғашқы үш микрозонада екі далалық 5 және 6 танапты аймақтық ауыспалы егіс жүйесі енгізілді, олардың құрамына бір танап пар және қалғандарына жаздық бидай егістері енгізілді. Бұл ауыспалы егістердегі агротехникалық іс-шаралар агроландшафттық картаға сәйкес жоспарланды.

Төртінші агроландшафттық микрозона аумағында топырақ қорғау ауыспалы егіс жүйесі орналасып, оған сәйкес эрозияға қарсы шаралар орындалды. Далалық ауыспалы егістердегі танаптардың орташа көлемі 344-540 га аралығында, ал топырақ қорғау ауыспалы егіс

жүйесінде орташа танап мөлшері 282 га құрайды. Агроэкологиялық біртектілікті қамтамасыз ету үшін ауыспалы егістер мен жұмыс аймақтарының шекаралары ландшафттық контурлармен сәйкестендірілді. Бұл өз кезегінде жаңа жолдар мен жұмыс учаскелерінің пайда болуына әкеліп, егістік аумағын ұйымдастыруға жұмсалатын шығындардың артуына әсер етті [11].

Қорытынды

- Ақмола облысының өсімдік шаруашылығымен айналысатын ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының далалық агроландшафттары антропогендік тұрғыдан өзгеріске ұшыраған, экологиялық тұрақтылығы төмен аумақтарға жатады. Мұның басты себебі – жердің шамадан тыс жыртылуы мен өңделу деңгейінің жоғары болуы.

- Далалық жер пайдаланудың экологиялық тұрақсыздығына әсер ететін негізгі факторлардың бірі – еңістігі жоғары егістіктердегі су эрозиясының таралуы. Мұнда топырақтың шайылу қарқындылығы жоғары деңгейде болады. Бұл процестің күшеюіне өңірдің ландшафттық-экологиялық жағдайларының кеңістіктік ерекшеліктеріне сәйкес келмейтін жер пайдалану құрылымы да ықпал етеді.

- Топырақтың су эрозиясынан келтірілген экологиялық зиян оның шайылу қарқындылығы арқылы бағаланды. Далалық ландшафттық аймақтардағы жер пайдаланулар шегінде бұл көрсеткіш орта есеппен 5,6 т/га құраса, жекелеген аумақтарда 29 т/га дейін жетеді.

- Табиғатты қорғауға бағытталған эрозияға қарсы шаралардың экологиялық-экономикалық тиімділігінің критерийі ретінде ландшафттың экологиялық тұрақтылығын сақтау шараларынан алынған экономикалық әсердің есептелген шамасы алынады. Мұндай шаралар топырақтың шайылуынан болатын шығындарды 2-3 есеге дейін азайтып, оларды қалпына келтірілетін деңгейге дейін жеткізуге мүмкіндік береді.

- Зерттеу нәтижелерінің болашақ қолдану салалары: жерді цифрландыру жүйесінде, ауыл шаруашылығын кеңістіктік жоспарлау, жерге орналастыру жобаларын модельдеуде.

Авторлардың қосқан үлесі

ЖШ: зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді геоақпараттық жүйе технологияларын пайдала отырып өңдеді. НО: теориялық мәліметтерді, алынған нәтижелерді тексерді, мақаланың нақтылығына негіздеме берді, қорытынды жазды. НУ: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Абельдина, РК, Озеранская, НЛ. (2018). Современный подход при внутрихозяйственном землеустройстве агроформирований. *Вестник науки КазАТУ*, 1(96), 24-33.
- 2 Скоринцева, ИБ. (2008). Ландшафтно-экологическое состояние земель сельскохозяйственного назначения приграничной территории Северо-Казахстанской области. 480.
- 3 Озеранская, НЛ, Московская, НО. (2015). Учет агроландшафтного потенциала при обеспечении конкурентноспособности зернового производства агроформирований Акмолинской области. *Проблемы агрорынка*, 3, 90-98.
- 4 Ozeranskaya, N., Karbozov, T., Bekturganova, A., Zhuparkhan, B., Kononova, V. (2016). Optimization of land use in the agricultural landscapes of northern Kazakhstan on the basis of the landscape approach. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1788-1797.
- 5 Ozeranskaya, N., Abeldina, A., Kurmanova, G., et al. (2018). Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the Republic of Kazakhstan. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9, 1500-1513.
- 6 Есеркепов, РТ, Тельнов, ВВ, Ткачук, СА. (2021). Ландшафтное обоснование адаптивного землепользования: монография. Нур-Султан: 280.

7 Постолов, ВД, Зотова, КЮ, Тарбаев, ВА. (2016). Структурная оптимизация агроландшафтов в адаптивном землепользовании. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 3(50), 302-308.

8 Иванов, ВД, Лопырев, МИ. (1979). Об установлении категории эрозионной опасности земель по интенсивности смыва почв талыми водами. *Почвоведение*, 4.

9 Озеранская, Н., Шакенова, ЖК. (2024). Ландшафтно-экологическое территориальное зонирование (на материалах Акмолинской области). *Устойчивое развитие горных территорий*, 2(60), 431-440.

10 Волков, СН. (2015). *Основы землеустройства*. Москва: 102-105.

11 Курманова, ГК. (2021). Внутрихозяйственное землеустройство землепользований сельскохозяйственных субъектов. *Проблемы агорынка*, 2. DOI:10.46666/2022-2.2708-9991.20.

References

1 Abel'dina, RK, Ozeranskaya, NL. (2018). Sovremenniy podkhod pri vnutrikhozyaystvennom zemleustroytve agroformirovaniy. *Vestnik nauki KazATU*, 1(96), 24-33.

2 Skorinceva, IB. (2008). Landshaftno-ekologicheskoe sostoyaniya zemel' sel'skohozyaystvennogo naznacheniya prigranichnoi territorii Severo-Kazahstanskoi oblasti. 480.

3 Ozeranskaya, NL, Moskovskaya, NO. (2015). Uchet agrolandshaftnogo potentsiala pri obespechenii konkurentnosposobnosti zernovogo proizvodstva agroformirovaniy Akmolinskoi oblasti. *Problemy agrorynka*, 3, 90-98.

4 Ozeranskaya, N., Karbozov, T., Bekturganova, A., Zhuparkhan, B., Kononova V. (2016). Optimization of Land Use in The Agricultural Landscapes of Northern Kazakhstan on the Basis of the Landscape Approach. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1788- 1797.

5 Ozeranskaya, N., Abeldina, A., Kurmanova, G., et al. (2018). Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the Republic of Kazakhstan. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9, 1500-1513.

6 Eserkepov, RT, Tel'nov, VV, Tkachuk, SA. (2021). *Landshaftnoe obosnovanie adaptivnogo zemlepol'zovaniya: monografiya*. Nur-Sultan: 280.

7 Postolov, VD, Zotova, KYU, Tarbayev, VA. (2016). Strukturnaya optimizatsiya agrolandshaftov v adaptivnom zemlepol'zovanii. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3(50), 302-308.

8 Ivanov, VD, Lopyrev, MI. (1979). Ob ustanovlenii kategorii erozionnoi opasnosti zemel' po intensivnosti smyva pochv talymi vodami. *Pochvovedenie*, 4.

9 Ozeranskaya, N., Shakenova, ZhK. (2024). Landshaftno-ekologicheskoe territorial'noe zonirovaniye (na materialah Akmolinskoi oblasti). *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 2(60), 431-440.

10 Volkov, SN. (2015). *Osnovy zemleustroystva*. Moskva: 102-105.

11 Kurmanova, GK. (2021). Vnutrikhozyaystvennoye zemleustroystvo zemlepol'zovaniy sel'skokhozyaystvennykh sub'yektov. *Problemy agrorynka*, 2. DOI:10.46666/2022-2.2708-9991.20.

Функция землеустройства в обеспечении ландшафтно-экологического подхода в агроэкосистемах Акмолинской области

Шакенова Ж.К., Озеранская Н.Л., Унышева Н.К.

Аннотация

Предпосылки и цель. Проблема рационального использования сельскохозяйственных земель Акмолинской области приобретает актуальный характер в связи со снижением экологической и агроландшафтной устойчивости, распространением эрозионных процессов и неэффективной структурой земельного фонда. Поэтому для сохранения устойчивости агроэкосистем важно рационально использовать земли, повышать плодородие почв и системно внедрять противоэрозионные мероприятия.

Целью данного исследования является эколого-ландшафтное зонирование сельскохозяйственных земель в системе земледелия. Объектами проведения исследований были выбраны типичные объекты Северного Казахстана. Актуальность исследований подтверждена анализом экологического состояния агроландшафтов, в результате которого установлена их недостаточная устойчивость, обусловленная неоптимальной структурой угодий и распространением эрозионных процессов.

Материалы и методы. Исследование основывалось на системном подходе, благодаря чему землепользование отдельного сельхозпредприятия рассматривалось как совокупность ландшафтных систем разных уровней. В ходе анализа условий землепользования были определены ключевые природные и антропогенные элементы ландшафта, составляющие полевые антропогенные системы. Ландшафтное картографирование осуществлялось с учетом морфологической и парадинамической структуры природных ландшафтов. С использованием графического моделирования и ГИС-технологий для выбранных участков землепользования были созданы карты эрозионных процессов, а также крупномасштабные ландшафтные карты-гипотезы.

Результаты. Анализ условий землепользования позволил выявить ключевые ландшафтные структуры, влияющие на устойчивость агроэкосистем. Территория была разделена на микрозоны, выделены участки, схожие по природным условиям и степени экологических нарушений. Разработана методика выделения ландшафтно-экологических групп и обоснованы направления их рационального хозяйственного использования.

Закключение. В процессе исследования была разработана последовательность действий для выделения ландшафтно-экологических групп, а также выявлены особенности планировки сельскохозяйственных угодий и организации пашни с учетом ландшафтного подхода. Агроландшафтное зонирование территории выполнялось на основе анализа ландшафтных условий и агроэкологического состояния. Для этого использовался метод группировки, при котором ландшафтные единицы объединялись в функциональные микрозоны. В хозяйствах Северного Казахстана предлагается выделить следующие ландшафтно-экологические группы: зоны природоохранного назначения с особым режимом использования, территории для восстановления сельскохозяйственного потенциала, а также полевые, луговые и пастбищные ландшафты.

Ключевые слова: земельные ресурсы; агроландшафты; эрозионные процессы; ландшафтно-экологический подход; землеустройство; организация севооборотов.

The role of land management in ensuring a landscape-ecological approach in agroecosystems of the Akmola region

Zhuldyz K. Shakenova, Natalia L. Ozeranskaya, Nurlygul K. Unysheva

Abstract

Background and Aim. The issue of rational use of agricultural land in the Akmola region has become increasingly relevant due to declining ecological and agro-landscape stability, the spread of erosion processes, and the inefficient structure of land resources. Therefore, to maintain the stability of agroecosystems, it is essential to ensure rational land use, improve soil fertility, and systematically implement anti-erosion measures.

The aim of this study is to conduct ecological and landscape zoning of agricultural land within the farming system. Typical sites in Northern Kazakhstan were selected as the objects of study. The relevance of the research is confirmed by an analysis of the ecological condition of agro-landscapes, which revealed their insufficient stability resulting from a suboptimal structure of land holdings and the spread of erosion processes.

Materials and Methods. The study was based on a systemic approach, which allowed for land use at individual agricultural enterprises to be considered as a combination of landscape systems at different

levels. During the analysis of land-use conditions, key natural and anthropogenic landscape elements constituting field anthropogenic systems were identified. Landscape mapping was carried out considering the morphological and paradyamic structure of natural landscapes. Using graphic modeling and GIS technologies, maps of erosion processes were created for selected land-use sites, along with large-scale landscape hypothesis maps.

Results. The analysis of land-use conditions made it possible to identify key landscape structures influencing agroecosystem stability. The territory was divided into microzones, and areas with similar natural conditions and levels of ecological disturbance were delineated. A methodology for identifying landscape-ecological groups was developed, and directions for their rational economic use were substantiated.

Conclusion. The study developed a sequence of actions for delineating landscape-ecological groups was developed, and the features of agricultural land planning and arable land organization using a landscape-based approach. Agro-landscape zoning of the territory was carried out based on an analysis of landscape conditions and agro-ecological status. A grouping method was applied, whereby landscape units were combined into functional microzones. For agricultural enterprises in Northern Kazakhstan, it is proposed to distinguish the following landscape-ecological groups: nature protection zones with a special use regime, areas for the restoration of agricultural potential, and field, meadow, and pasture landscapes.

Keywords: land resources; agro-landscapes; erosion processes; landscape-ecological approach; land management; crop rotation organization.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.34-43. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4(128).2062

УДК 635.21:632.3

Исследовательская статья

Создание коллекции основных распространённых вирусов картофеля для изучения эффективности методов оздоровления

Канапина М.М. , Хасанов В.Т. , Әжімахан М.Ә. , Бейсембина Б. 

Казахский агротехнический исследовательский университет им.С. Сейфуллина
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Канапина М.М.: mahanova.meruert@mail.ru

Соавторы: (1: ВХ) vadim_kazgatu@mail.ru; (2: МӘ) miss_moli_92@mail.ru
(3: ББ) bika_kz_2712@mail.ru

Получено: 15.10.2025 **Принято:** 19.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Картофель является одной из наиболее значимых продовольственных культур, однако его урожайность и качество существенно снижаются под воздействием вирусных заболеваний. Вирусы картофеля накапливаются в клубнях, что делает их контроль затруднительным и требует разработки эффективных методов оздоровления посадочного материала. Целью работы было создание коллекции основных вирусов картофеля, выявленных в коллекции *in vitro* лаборатории биотехнологии растений Института сельского и лесного хозяйства (ИСЛХ) Казахского агротехнического исследовательского университета имени С.Сейфуллина (КАТИУ им. С.Сейфуллина) и проведение их молекулярной идентификации для последующего использования в исследованиях по оздоровлению исходного материала картофеля.

Материалы и методы. Диагностика на вирусоносительство проводилась методами иммуноферментного анализа (ИФА) и мультиплексной полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией нуклеиновых кислот (ОТ-ПЦР) на X-вирус (PVX), Y-вирус (PVY), S-вирус (PVS), M-вирус (PVM) и вирус скручивания листьев картофеля (PLRV).

Результаты. В результате диагностики 34 образцов картофеля методами ИФА и мультиплексной ОТ-ПЦР установлено, что 8 образцов инфицированы, вирусами PVX и PVM. Выявлены как моно-, так и смешанные инфекции, что позволяет использовать коллекцию для изучения эффективности методов оздоровления и изучения вирусоустойчивости селекционного материала картофеля.

Закключение. Сформирована коллекция основных вирусов картофеля, выявленных в отечественных и зарубежных сортах из *in vitro* коллекции лаборатории биотехнологии растений. С помощью ИФА и мультиплексной ОТ-ПЦР определён вирусный статус 36 образцов, у 8 из которых зафиксированы моно- и смешанные инфекции, преимущественно PVX и PVM. Созданная коллекция с подтверждённой молекулярной идентификацией является основой для изучения и совершенствования методов оздоровления растений.

Ключевые слова: вирус картофеля; иммуноферментный анализ; картофель; коллекция *in vitro*; полимеразная цепная реакция.

Введение

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) занимает значимое место среди сельскохозяйственных культур благодаря своей универсальности и широкому спектру применения. Прежде всего, его ценят как важнейший продукт питания, который справедливо считается «вторым хлебом» [1].

Согласно статистическим данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАОСТАТ) на 2023 год, в Казахстане картофель возделывался на

площади 94,7 тыс. га. с урожайностью 21,6 т/га [2]. В 2024 году в Республике Казахстан посевная площадь под картофель составила 122,6 тыс. га. Согласно данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, валовый сбор картофеля в том же году достиг 2,9 млн тонн картофеля, включая 300 тыс. тонн раннего урожая. При этом, в соответствии с приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 9 декабря 2016 года № 503 «Об утверждении научно обоснованных физиологических норм потребления продуктов питания», рациональная среднедушевая норма потребления картофеля составляет 100 кг в год на одного человека. Исходя из численности населения страны, внутренние потребности в картофеле оцениваются примерно в 2 млн тонн в год (МСХ РК, 2025, Бюро национальной статистики, 2016, Приказ Министра национальной экономики, 2024).

Картофель относится к числу наиболее поражаемых болезнями культур, на которой широко распространены вирусные, грибные, бактериальные болезни. Потенциальные потери от насекомых-вредителей, патогенов и вирусов на картофеле составили 44,9% [3]. Картофель восприимчив ко многим вирусам: не менее 37 разновидностей инфицируют культивируемый картофель в естественных условиях. Часто встречаемые *Potyvirus* (А, Y вирусы картофеля), *Potexvirus* (Х вирус картофеля), *Carlavirus* (М, S вирус картофеля), *Polerovirus* (вирус скручивания листьев картофеля) [4]. Степень снижения урожайности картофеля для наиболее распространенных вирусов зависит от их вида, сорта и условий выращивания. Ущерб от Х-вируса составляет в среднем 25%, от Y-вируса – до 80%, от скручивания листьев до 50%. На долю S-вируса картофеля приходится 10-25% общих потерь урожая, на долю М-вируса – 15-45%. При комплексных инфекциях потери резко возрастают. У растений, пораженных одновременно Х и М вирусами, продуктивность снижается на 53,5-60,8, а комплексам Х, М и Y-вируса – на 83,7%, т.е. они практически не дают урожая [5].

Приведённые данные свидетельствуют о том, что вирусные болезни картофеля представляют собой одни из самых трудно искореняемых заболеваний, поскольку поражённые растения не поддаются лечению, а возбудители продолжают накапливаться в последующих поколениях клубней. Чаще всего растения заражены вирусной инфекцией, состоящей из нескольких компонентов; моноинфекция является редким явлением и наблюдается лишь у некоторых вирусов, встречающихся на отдельных сортах картофеля. Ситуация усугубляется тем, что вирусы могут передаваться через семенные клубни – вегетативное размножение способствует как сохранению, так и распространению вирусов и болезней, которые они вызывают [6].

Таким образом, изучение и сохранение вирусных патогенов является актуальным и важным направлением. Сохранение изолятов вирусов в коллекциях позволяет проводить дальнейшие исследования и могут быть использованы для создания эффективных методов диагностики и контроля вирусных заболеваний.

Своевременная диагностика и определение вирусных инфекций способствует предотвращению распространения и снижению количества поражённых участков. В лабораторных условиях крайне важно поддерживать коллекцию для диагностики и изучения вирусных инфекций. Исходя из вышеизложенного, цель данного исследования заключается в создании, изучении и сохранении коллекции основных распространённых вирусов картофеля.

Материалы и методы

Объектами исследования послужили образцы картофеля отечественной и зарубежной селекции из коллекции *in vitro* лаборатории биотехнологии растений ИСЛХКАТИУ им.С.Сейфуллина: Ardeche, Demon, Katica, Maris Bard, Queen Anne, Shepody, White Lady, Z 872-3, Альпинист, Болашак, Диар, Егемен 25, Жуалы, Нур-Алем, Памяти Боброва, Самба, Тамыр, Чародей, Юленька.

Для проведения тестирования растений картофеля применялся «сэндвич-вариант» ИФА (метод двойного наслоения антител) [7] с использованием диагностических наборов для определения вирусов картофеля компании Loewe (Германия) согласно стандартной методике [8] в соответствии с инструкцией производителя.

Для ПЦР-исследования выделение РНК осуществляли с использованием набора FastPure Universal Plant Total RNA Isolation Kit, согласно инструкции (Nanjing Vazyme Biotech Co, KHP),

обратную транскрипцию (ОТ) проводили набором «Hifair III 1st Strand cDNA Synthesis SuperMix» (YEASEN, США).

Для амплификации маркерного участка готовили смесь в общем объеме 25 мкл, содержащую 12,5 мкл 2×Taq Master Mix (Nanjing Vazyme Biotech Co, КНР), 1 мкл каждого праймера. Программа ПЦР [9] выполнялась на амплификаторе SimpliAmp (Thermo Fisher Scientific, США). ПЦР-смесь включала в себя праймеры для детекции 6 основных вирусов [10] последовательность которых приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Праймеры, используемые для детекции основных вирусов картофеля

Название вируса	Название праймера	Последовательность праймера (5'-3')	Длина продукта амплификации ПЦР (п.н.)
PVS	PVS – F	TCTCCTTTGAGATAGGTAGG	602
	PVS – R	CAGCCTTTCATTTCTGTAG	
PVX	PVX – F	ATGTCAGCACCAGCTAGCA	711
	PVX – R	TGGTGGTGGTAGAGTGACAA	
PVM	PVM – F	ACATCTGAGGACATGATGCGC	520
	PVM – R	TGAGCTCGGGACCATTTCATAC	
PVY	PVY – F	GGCATACGGACATAGGAGAACT	447
	PVY – R	CTCTTTGTGTTCTCCTCTTGTGT	
PLRV	PLRV – F	CGCGCTAACAGAGTTCAGCC	336
	PLRV – R	GCAATGGGGGTCCAATCAT	
PVA	PVA – F	GATGTCGATTTAGGTACTGCTG	273
	PVA – R	TCCATTCTCAATGCACCATAC	

Электрофорез проводили в 1,6% агарозном геле в камере для горизонтального электрофореза Max HU10 и источником тока «Consort EV 243». Для визуализации ПЦР-продукта в агарозный гель добавляли бромистый этидий. Детекцию результатов осуществляли с помощью системы гель-документирования Gel Doc EZ Imager (BioRad, США). Размер амплифицированных фрагментов определяли относительно маркера молекулярного размера Trans2K Plus DNA Marker (TransGen, КНР).

Результаты и обсуждение

На первом этапе проводимых исследований изучаемые образцы картофеля были диагностированы методом ИФА (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты диагностики изучаемых образцов картофеля методом ИФА

Название образца	Номер образца	PVX (X Ao)	Ao/Ok	P	PVY (X Ao)	Ao/Ok	P	PVS (X Ao)	Ao/Ok	P	PVM (X Ao)	Ao/Ok	P	PLRV (X Ao)	Ao/Ok	P	PVA (X Ao)	Ao/Ok	P
Жуалы 2	1	0,167	1,7	-	0,129	1,1	-	0,161	1,5	-	0,123	0,8	-	0,101	0,9	-	0,040	0,4	-
Нур-Алем 2,	2	0,167	1,7	-	0,236	2,0	-	0,201	1,8	-	0,107	0,7	-	0,105	1	-	0,102	1,0	-
Самба 1,	3	0,194	1,9	-	0,231	1,9	-	0,170	1,5	-	0,414	2,7	-	0,104	1	-	0,078	0,8	-
White Lady 2	4	0,178	1,8	-	0,298	2,5	-	0,127	1,2	-	0,394	2,5	-	0,109	1	-	0,067	0,7	-
Юленька 1	5	0,124	1,2	-	0,256	2,1	-	0,242	2,2	-	0,389	2,5	-	0,111	1	-	0,087	0,9	-
Альпинист 1,	6	0,198	2,0	-	0,298	2,5	-	0,213	1,9	-	0,125	0,8	-	0,089	0,8	-	0,102	1,0	-
Памяти Боброва 1	7	0,170	1,7	-	0,339	2,8	-	0,278	2,5	-	0,700	4,5	+	0,102	1	-	0,098	1,0	-
Queen Anne 1	8	0,103	1,0	-	0,283	2,4	-	0,185	1,7	-	0,347	2,2	-	0,090	0,8	-	0,056	0,6	-

Продолжение таблицы 2

Нур-Алем 1	9	0,189	1,9	-	0,270	2,3	-	0,151	1,4	-	0,364	2,3	-	0,109	1	-	0,101	1,0	-
Katica 1	10	0,232	2,3	-	0,221	1,8	-	0,301	2,7	-	0,123	0,8	-	0,107	1	-	0,129	1,3	-
Болашақ 1	11	0,208	2,1	-	0,237	2,0	-	0,202	1,8	-	0,315	2	-	0,108	1	-	0,098	1,0	-
Жуалы 1	12	0,600	6,0	+	0,225	1,9	-	0,316	2,9	-	0,398	2,6	-	0,104	1	-	0,106	1,1	-
Demon 2	13	0,104	1,0	-	0,187	1,6	-	0,128	1,2	-	0,404	2,6	-	0,109	1	-	0,089	0,9	-
Егемен 25 1	14	0,109	1,1	-	0,107	0,9	-	0,233	2,1	-	0,439	2,8	-	0,101	0,9	-	0,063	0,6	-
Самба 2	15	0,106	1,1	-	0,187	1,6	-	0,178	1,6	-	0,124	0,8	-	0,096	0,9	-	0,047	0,5	-
Shepody 2	16	0,124	1,2	-	0,127	1,1	-	0,234	2,1	-	0,145	0,9	-	0,104	1	-	0,059	0,6	-
Альпинист 2,	17	0,132	1,3	-	0,337	2,8	-	0,271	2,5	-	0,397	2,5	-	0,102	1	-	0,108	1,1	-
Болашақ 2	18	0,149	1,5	-	0,093	0,8	-	0,269	2,4	-	0,380	2,4	-	0,109	1	-	0,104	1,0	-
Тамыр 1	19	0,790	7,9	+	0,178	1,5	-	0,238	2,2	-	0,890	5,7	+	0,090	0,8	-	0,139	1,4	-
Тамыр 2	20	0,890	8,9	+	0,156	1,3	-	0,237	2,2	-	0,956	6,1	+	0,087	0,8	-	0,044	0,4	-
Памяти Боброва 2	21	0,200	2,0	-	0,183	1,5	-	0,078	0,7	-	0,895	5,7	+	0,067	0,6	-	0,089	0,9	-
Z 872-3 2,	22	0,184	1,8	-	0,178	1,5	-	0,103	0,9	-	0,203	1,3	-	0,064	0,6	-	0,087	0,9	-
Диар 2,	23	0,109	1,1	-	0,125	1,0	-	0,239	2,2	-	0,301	1,9	-	0,077	0,7	-	0,109	1,1	-
Queen Anne 2,	24	0,286	2,9	-	0,259	2,2	-	0,222	2,0	-	0,298	1,9	-	0,089	0,8	-	0,101	1,0	-
Katica 2,	25	0,072	0,7	-	0,146	1,2	-	0,006	0,1	-	0,181	1,2	-	0,078	0,7	-	0,106	1,1	-
Ardeche 2	26	0,088	0,9	-	0,241	2,0	-	0,025	0,2	-	0,193	1,2	-	0,088	0,8	-	0,103	1,0	-
Z 872-3 1,	27	0,108	1,1	-	0,287	2,4	-	0,125	1,1	-	0,108	0,7	-	0,106	1	-	0,098	1,0	-
Юленька 2	28	0,167	1,7	-	0,267	2,2	-	0,111	1,0	-	0,127	0,8	-	0,123	1,1	-	0,072	0,7	-
Жуалы 2	29	0,525	5,3	+	0,273	2,3	-	0,239	2,2	-	0,274	1,8	-	0,089	0,8	-	0,091	0,9	-
Ardeche 1	30	0,230	2,3	-	0,266	2,2	-	0,233	2,1	-	0,555	3,6	+	0,108	1	-	0,073	0,7	-
Диар 1	31	0,123	1,2	-	0,276	2,3	-	0,264	2,4	-	0,381	2,4	-	0,106	1	-	0,038	0,4	-
Егемен 25	32	0,100	1,0	-	0,256	2,1	-	0,285	2,6	-	0,378	2,4	-	0,078	0,7	-	0,101	1,0	-
Чародей Казань	33	0,107	1,1	-	0,212	1,8	-	0,009	0,1	-	0,980	6,3	+	0,066	0,6	-	0,033	0,3	-
Китай	34	0,989	9,9	+	0,222	1,9	-	0,023	0,2	-	0,251	1,6	-	0,089	0,8	-	0,089	0,9	-

Примечание: X_{Ao} – Среднее значение экстинкции образца; A_k – среднее значение экстинкции отрицательного контроля; P – результат тестирования; «-» – отсутствие вируса ($A_o/A_k < 2,0$); «+» – достоверное наличие вируса ($A_o/A_k > 3,0$); +/- – недостоверное наличие вируса ($A_o/A_k = 2,0-3,0$).

По данным ИФА, в исследованных образцах преобладающим вирусом оказался PVM, обнаруженный у сортов Памяти Боброва, Ardeche, Чародей. Наличие PVX подтверждено у сорта Жуалы. У сорта Тамыр выявлена смешанная инфекция, включающая PVX и PVM. Для вирусов PVY, PVS и PLRV положительных результатов в исследованных сортах не выявлено, так как их оптические показатели не превышали значения отрицательного контроля более чем в три раза.

Детекция вирусов мультимплексной ОТ-ПЦР. На следующем этапе исследований с целью создания коллекции инфицированных и безвирусных образцов картофеля для последующего изучения эффективности методов оздоровления, был проведён ПЦР-анализ 36 образцов различных сортов и клонов. Диагностика проводилась на наличие шести наиболее распространённых вирусов картофеля: PVX, PVY, PVM, PVS, PLRV, PVA.

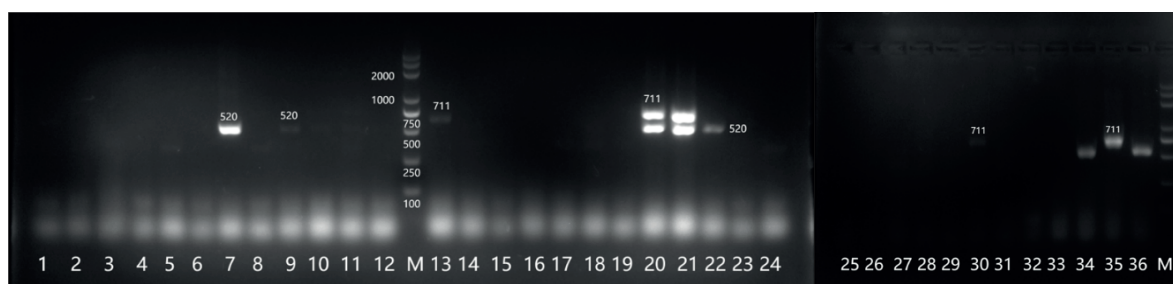
В результате анализа были выявлены как моно-, так и полиинфицированные образцы. Отдельные образцы оказались безвирусными, что позволило использовать их как отрицательные контроли при тестировании, а также в перспективе в качестве исходного оздоровленного материала для первичного семеноводства картофеля.

Данные по молекулярно-генетической детекции вирусов в каждом образце представлены в таблице 3 и рисунке 1.

Таблица 3 – Результаты тестирования образцов картофеля ОТ-ПЦР на вирусоносительство

№	Образец	Результат заражения вирусной инфекцией
1	Shepody 1	Не выявлено
2	Нур-Алем 2	Не выявлено
3	Самба 1	Не выявлено
4	White Lady 2	Не выявлено
5	Юленька 1	Не выявлено
6	Альпинист 1	Не выявлено
7	Памяти Боброва 1	PVM
8	Maris Bard 1	Не выявлено
9	Queen Anne 1	PVM
10	Нур-Алем 1	Не выявлено
11	Katica 1	Не выявлено
12	Болашак 1	Не выявлено
13	Жуалы 1	PVX
14	Demon 2	Не выявлено
15	Егемен 25 1	Не выявлено
16	Самба 2	Не выявлено
17	Shepody 2	Не выявлено
18	Альпинист 2	Не выявлено
19	Болашак 2	Не выявлено
20	Тамыр 1	PVX, PVM
21	Тамыр 2	PVX, PVM
22	Памяти Боброва 2	PVM
23	Z 872-3 2	Не выявлено
24	Диар 2	Не выявлено
25	Queen Anne 2	Не выявлено
26	Katica 2	Не выявлено
27	Ardecche 2	Не выявлено
28	Z 872-3 1	Не выявлено
29	Юленька 2	Не выявлено
30	Жуалы 2	PVX
31	Ardecche 1	Не выявлено
32	Диар 1	Не выявлено
33	Егемен 25 2	Не выявлено
34	Чародей	PVM
35	PVX K+	PVX
36	PVM K+	PVM

Примечание: K+ – положительный контроль, заведомо известные изоляты, поддерживаемые в коллекции инфицированных культуральных растений картофеля.



М – Trans2K Plus DNA Marker. Нумерация на электрофореграмме соответствует образцам, представленным в таблице 3. Длина продукта амплификации ПЦР: PVS – 602 п.н., PVX – 711 п.н., PVM – 520 п.н., PVY – 447 п.н., PLRV – 336 п.н., PVA – 273 п.н.
Рисунок 1 – Электрофореграмма ПЦР-продуктов, полученных при диагностике вирусов картофеля

Согласно данным ПЦР-диагностики, у 8 из 36 исследованных образцов картофеля была выявлена вирусная инфекция. Наиболее часто определялись PVX и PVM, встречающиеся как в форме моноинфекции, так и в составе смешанных инфекций. Так, вирус PVM был обнаружен у сортов Памяти Боброва, Queen Anne и Чародей. Вирус PVX зафиксирован у сорта Жуалы. У обоих образцов сорта Тамыр отмечена смешанная инфекция (PVX + PVM), что делает его особенно ценными для оценки эффективности методов оздоровления.

Полученные данные о преобладании вирусов PVX и PVM в *in vitro*-коллекции соответствуют результатам недавнего обзора, в котором перечисляются наиболее часто выявляемые вирусы картофеля в Казахстане: PVM, PVS, PVX, PVY и PLRV [11]. Кроме того, тенденция встречаемости вирусов группы Carlavirus в республике [12, 13] находит подтверждение в сравнении с полученными результатами специалистов данной области. По опубликованным данным исследований А.М. Александровой с соавторами, образцы картофеля содержали моноинфекцию только по трем вирусам: MBK – 36,13%, SBK – 0,84%, YBK – 5,88% на юго-востоке Казахстана. В северном регионе MBK являлся единственным примером моноинфекции (28,74%). Распространенность смешанного заражения вирусами в образцах картофеля варьирует между двумя регионами (Алматинская область 47,91% посадок картофеля, Костанайская – 52,1%). Наиболее распространена комбинация вирусов PVM + PVS: 26,89% в Алматинской и 43,11% – в Костанайской областях. Соотношение смешанной инфекции MBK + YBK оценивается в 10,08% в Алматы и 4,19% – в Костанайске. Общее количество образцов растений картофеля свободного от вирусного поражения составила 9,24% в Алматинской области и 19,16% в Костанайской области. На территории Костанайской области лидирует по заражению растений картофеля PVM, а PVS – занимает второе место [14].

Результаты ИФА и ПЦР-диагностики продемонстрировали высокий уровень совпадения около 85%, что свидетельствует о взаимодополняемости этих методов и их надёжности при определении вирусного статуса растений картофеля. Полученные результаты согласуются с данными литературы, согласно которым метод ПЦР обладает более высокой чувствительностью и специфичностью по сравнению с ИФА, особенно при низкой концентрации вируса в растительных тканях. Указано, что использование поликлональных антител в ИФА может приводить к ложноположительным реакциям, что подчёркивает необходимость разработки иммунологических тестов нового поколения на основе моноклональных антител [15].

Диагностика *in vitro* коллекции позволила определить вирусный статус каждого клона, что является ключевым этапом перед проведением оздоровления.

Заключение

В ходе проведённых исследований была сформирована коллекция основных вирусов картофеля, выявленных в образцах отечественных и зарубежных сортов из *in vitro* коллекции лаборатории биотехнологии растений. Диагностика методами ИФА и мультиплексной ОТ-ПЦР позволила определить вирусный статус 36 образцов картофеля, среди которых у 8 зафиксированы моно- и смешанные инфекции. Наиболее часто встречающимися оказались вирусы PVX и PVM.

Созданная коллекция вирусов с подтвержденной молекулярной идентификацией является важной научной базой для дальнейших исследований по апробации и оптимизации современных методов оздоровления растений, включая культуру апикальных меристем, териотерапию, химиотерапию, электротерапию, магнитотерапию, криотерапию. Выявленные безвирусные клоны казахстанских и зарубежных сортов картофеля могут послужить исходным материалом для первичного семеноводства картофеля.

Вклад авторов

МК, МӨ, ББ: ведение коллекции *in vitro*, выполнение ИФА, ПЦР диагностики, подготовка рукописи, анализ данных. ВХ: концептуализация, методическое руководство, рецензирование и редактирование текста.

Информация о финансировании

Настоящие исследования проводились в рамках проекта AP19676907 «Разработка технологии эффективного использования экстрактов и отработанных субстратов грибов как средство защиты картофеля от фитопатогенов с изготовлением кормовой добавки», 2023-2025 гг., AP23485559 «Картофель с цветной мякотью для Северного Казахстана: подбор сортов и гибридов, создание биологизированной технологии защиты», 2024-2026 гг. в рамках докторской диссертационной работы «Разработка эффективной технологии оздоровления перспективного селекционного материала картофеля от вирусных заболеваний», источник финансирования – Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Токбергенова, ЖА. (2015). *Инновационные технологии в семеноводстве картофеля Казахстана*. Монография, Алматы: 3.
- 2 FAOSTAT. (n.d.). *Продукты животноводства и сельскохозяйственных культур: картофель*. <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL>
- 3 Caruana, BM, Rodoni, BC, Constable, F., Slater, AT, Cogan, NOI. (2021). Genome enhanced marker improvement for potato virus Y disease resistance in potato. *Agromy*, 11(5), 832. DOI:10.3390/agronomy11050832.
- 4 Лебенштейн, Г., Бергер, ФХ, Брант, АА, Лоусон, РХ. (2000). *Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля*. Санкт-Петербург: Пушкин: ВИЗР. 13, 194.
- 5 Ахатов, АК, Ганнибал, ФБ, Мешков, ЮИ, Джалилов, ФС. (2013). *Болезни и вредители овощных культур и картофеля*. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 386-388.
- 6 Tessema, L., Kakuhenzire, R., Seid, E., Tafesse, S., Tadesse, Y., Negash, K., McEwan, M. (2024). Detection of six potato viruses using double antibody sandwich ELISA from in vitro, screen house and field grown potato crops in Ethiopia. *Discover Applied Sciences*, 6(3), 79. DOI: 10.1007/s42452-024-06832-9.
- 7 Tabatabaei, MS, Ahmed, M. (2022). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). In *Methods in Molecular Biology* Springer. 2508, 115-134. DOI:10.1007/978-1-0716-2376-3_10.
- 8 LOEWE. (2023). *Product Manual: Complete Kit Standard DAS-ELISA*. <https://loewe-info.com/wp-content/uploads/2023/10/Complete-Standard-ELISA-Rev-150121-.pdf>
- 9 Li, R., Hartung, JS. (2007). Reverse transcription-polymerase chain reaction-based detection of plant viruses. *Current Protocols in Microbiology*, 6(1), 16C.1.1-16C.1.24. DOI: 10.1002/9780471729259.mc16c01s6.
- 10 Министерство сельского хозяйства КНР. (2015). *Методы обнаружения вирусов картофеля. Детекция шести вирусов картофеля – метод ОТ-ПЦР* (NY/T 2678-2015) (12 с.). Пекин.
- 11 Argynbayeva, AM, Daurov, DL, Sapakhova, ZB, Zhambakin, KZ, Shamekova, MK. (2023). Potato viruses in Kazakhstan and methods for obtaining virus-free seed material. *Bulletin of the LN Gumilyov Eurasian National University. Bioscience Series*, 144(3), 54-68. DOI: 10.32523/2616-7034-2023-144-3-54-68.

12 Хасанов, ВТ, Бейсембина, Б., Сидорик, АИ. (2017). *Диагностика вирусных заболеваний, оздоровление и размножение семенного картофеля в Республике Казахстан*. Астана: Издательство КАТУ им. С. Сейфуллина.

13 Хасанов, ВТ. (2017). Создание банка отечественных штаммов вирусов картофеля для производства высокочувствительных диагностических тестов (Отчет о НИР, заключительный, инв. № 0217РК01685, № ГР 0115РК00478). Астана: АО «КазАТУ им. С. Сейфуллина».

14 Alexandrova, AM, Karpova, OV, Nargilova, RM, et al. (2018). Distribution of potato (*Solanum tuberosum*) viruses in Kazakhstan. *International Journal of Biology and Chemistry*, 11(1), 33–40.

15 Швидченко, ВК, Хасанов, ВТ, Фида, МА, Бейсембина, Б., Харченко, ПН, Алексеев, ЯИ, Минакова, НЮ. (2014). Сравнение методов иммуноферментного анализа и ПЦР в реальном времени для диагностики зараженности сортообразцов картофеля вирусами. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*, 2, 47-49.

References

1 Tokbergenova, ZHA. (2015). *Innovacionnye tekhnologii v semenovodstve kartofelya Kazahstana*. Monografiya: Almaty: 3.

2 FAOSTAT. (n.d.). *Produkty zhivotnovodstva i sel'skohozyajstvennyh kul'tur: kartofel'*. <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL>

3 Caruana, BM, Rodoni, BC, Constable, F., Slater, AT, Cogan, O. I. (2021). Genome enhanced marker improvement for potato virus Y disease resistance in potato. *Agronomy*, 11(5), 832. DOI: 10.3390/agronomy11050832.

4 Lebenshtejn, G., Berger, FH, Brant, AA, Louison, RH. (2000). *Virusnye i viru-sopodobnye bolezni i semenovodstvo kartofelya*. Sankt-Peterburg: Pushkin VIZR, 13, 194.

5 Ahatov, AK, Gannibal, FB, Meshkov, YUI, Dzhalilov, FS. (2013). *Bolezni i vrediteli ovoshchnyh kul'tur i kartofelya*. Moskva: Tovarishestvo nauchnyh izdaniy KMK, 386-388.

6 Tessema, L., Kakuhenzire, R., Seid, E., Tafesse, S., Tadesse, Y., Negash, K., McEwan, M. (2024). Detection of six potato viruses using double antibody sandwich ELISA from in vitro, screen house and field grown potato crops in Ethiopia. *Discover Applied Sciences*, 6(3), 79. DOI:10.1007/s42452-024-06832-9.

7 Tabatabaei, MS, Ahmed, M. (2022). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). In *Methods in Molecular Biology*. Springer, 2508, 115-134. DOI:10.1007/978-1-0716-2376-3_10.

8 LOEWE. (2023). *Product Manual: Complete Kit Standard DAS-ELISA*. <https://loewe-info.com/wp-content/uploads/2023/10/Complete-Standard-ELISA-Rev-150121-.pdf>

9 Li, R., Hartung, JS. (2007). Reverse transcription-polymerase chain reaction-based detection of plant viruses. *Current Protocols in Microbiology*, 6(1), 16C.1.1-16C.1.24. DOI:10.1002/9780471729259.mcl6c01s6.

10 Ministerstvo sel'skogo hozyajstva KNR. (2015). *Metody obnaruzheniya virusov kar-tofelya. Detekciya shesti virusov kartofelya – metod OT-PCR* (NY/T 2678-2015) (12 s.). Pekin.

11 Argynbayeva, AM, Daurov, D., Sapakhova, ZB, Zhambakin, KZ, Shamekova, MK. (2023). Potato viruses in Kazakhstan and methods for obtaining virus-free seed material. *Bulletin of the LN Gumilyov Eurasian National University. Bioscience Series*, 144(3), 54-68. DOI:10.32523/2616-7034-2023-144-3-54-68.

12 Hasanov, VT, Bejsembina, B., Sidorik, AI. (2017). *Diagnostika virusnyh zabolevanii, ozdorovlenie i razmnozenie semennogo kartofelya v Respublike Kazahstan*. Aстана: Izdatel'stvo KATU im. S. Seifullina.

13 Hasanov, VT. (2017). Sozdanie banka otechestvennyh shtammov virusov kartofelya dlya proizvodstva vysokochuvstvitel'nyh diagnosticheskikh testov (Otchet o NIR, zaklyuchitel'nyi, inv. № 0217RK01685, № GR 0115RK00478). Aстана: АО «KazATU im. S. Seifullina».

14 Alexandrova, AM, Karpova, OV, Nargilova, RM, et al. (2018). Distribution of potato (*Solanum tuberosum*) viruses in Kazakhstan. *International Journal of Biology and Chemistry*, 11(1), 33-40.

15 SHvidchenko, VK, Hasanov, VT, Fida, MA, Bejsembina, B., Harchenko, PN, Alekseev, YAI, ... Minakova, NYU. (2014). Sravnenie metodov immunoferment-nogo analiza i PCR v real'nom vremeni dlya diagnostiki zarazhennosti sortoobrazcov kartofelya virusami. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*, 2, 47-49.

Картоптың кеңінен таралған негізгі вирустарының коллекциясын құру және оларды сауықтыру әдістерінің тиімділігін зерттеу

Канапина М.М., Хасанов В.Т., Әжімахан М.Ә., Бейсембина Б.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Картоп – ең маңызды азық-түлік дақылдарының бірі, алайда оның өнімділігі мен сапасы вирустық аурулардың әсерінен едәуір төмендейді. Картоп вирустары түйнектерде жиналып, оларды бақылауды қиындатады және отырғызу материалын сауықтырудың тиімді әдістерін жасауды талап етеді. Жұмыстың мақсаты – С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің (бұдан әрі - ҚАТЗУ) Өсімдік биотехнологиясы зертханасының *in vitro* коллекциясындағы картоптың негізгі вирустарын жинақтап, олардың молекулалық идентификациясын жүргізу және картоптың бастапқы материалын сауықтыру бойынша зерттеулерде пайдалану.

Материалдар мен әдістер. Вирустарды анықтау үшін иммуноферменттік талдау (ИФТ) және кері транскрипция негізіндегі мультиплекстік полимеразды тізбекті реакция (ОТ-ПТР) қолданылды. Зерттелген вирустар: Х-вирус (PVX), Y-вирус (PVY), S-вирус (PVS), M-вирус (PVM) және жапырақтардың бұралу вирусы (PLRV).

Жаңалығы. Молекулалық идентификациясы расталған картоп вирустарының изоляттарының коллекциясы құрылды. Бұл коллекция картоп селекциялық материалын сапасын арттыруға және сауықтырудың қазіргі әдістерінің (электротерапия, криотерапия, апикальді меристемалар мәдениеті) тиімділігін бағалауға негіз болып табылады.

Нәтижелер. ИФА және мультиплекстік КТ-ПТР әдістерімен 34 картоп үлгісі талданып, олардың 8-інде PVX және PVM вирустары анықталды. Бір және аралас инфекциялар анықталды, бұл коллекцияны сауықтыру әдістерінің тиімділігін және картоптың селекциялық материалының вирустарға төзімділігін зерттеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Өсімдіктер биотехнологиясы зертханасының *in vitro* коллекциясындағы отандық және шетелдік сорттардан анықталған картоптың негізгі вирустарының коллекциясы қалыптастырылды. ИФТ және мультиплексті ОТ-ПТР әдістері арқылы 36 үлгінің вирус статусы анықталып, олардың 8-інде моно және аралас инфекциялар, негізінен PVX және PVM, тіркелді. Молекулалық сәйкестігі расталған бұл вирус коллекциясы өсімдіктерді сауықтыру әдістерін зерттеу мен жетілдірудің негізі болып табылады.

Кілт сөздер: картоп вирусы; иммуноферменттік талдау; картоп; *in vitro* коллекциясы; полимеразды тізбекті реакция.

Creation of a collection of major common potato viruses for studying the effectiveness of virus elimination methods

Meruyert M. Kanapina, Vadim T. Khassanov, Moldir A. Azhimakhan, Bibigul Beisembina

Abstract

Background and Aim. Potato is one of the most important food crops; however, its yield and quality are significantly reduced by viral diseases. Potato viruses accumulate in tubers, making their control difficult and necessitating the development of effective methods for virus elimination from seed material. The aim of the study was to establish a collection of the main potato viruses detected in the *in vitro* collection of the Plant Biotechnology Laboratory of S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University (KATRU) and to perform their molecular identification for further use in studies on virus elimination in potato material.

Materials and Methods. Virus detection was carried out using enzymelinked immunosorbent assay (ELISA) and multiplex reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) for Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY), Potato virus S (PVS), Potato virus M (PVM), and Potato leafroll virus (PLRV) was carried out.

Novelty. A collection of the most widespread potato virus isolates with confirmed molecular identification was created. This collection serves as a basis for evaluating the effectiveness of modern virus elimination methods (electrotherapy, cryotherapy, and apical meristem culture) and for improving the quality of potato breeding material.

Results. Diagnosis of 34 potato samples by ELISA and multiplex RT-PCR revealed eight samples infected with PVX and PVM. Both mono- and mixed infections were detected, allowing the collection to be used in subsequent research on potato virus eradication.

Conclusion. A collection of the main potato viruses identified in domestic and foreign varieties from the *in vitro* collection of the Plant Biotechnology Laboratory was established. Using ELISA and multiplex RT-PCR, the viral status of 36 samples was determined, with mono- and mixed infections (mainly PVX and PVM) detected in eight of them. The created virus collection with confirmed molecular identification serves as a basis for studying and improving plant recovery methods.

Keywords: potato virus; enzyme-linked immunosorbent assay; potato; *in vitro* collection; polymerase chain reaction.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.44-52. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4(128).2071

ӘОЖ 63.639.639.1.639.11.639.111.5

Зерттеу мақаласы

Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында мекендейтін қарақұйрықтардың қазіргі жағдайы мен сандық динамикасы

Акимжанов Д.Ш.¹ , Буршакбаева Л.М.² , Байбатшанов М.К.¹ , Нургожаева Н.М.² 
Ахметжанова Н.А.² 

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

²С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Буршакбаева Л.М. laura_88a@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: ДА) darhan-14@mail.ru; (2: ЛБ) laura_88a@mail.ru

(3: МБ) mukhtar.baibatshanov@kaznaru.edu.kz

(4: НН) n-nazgulya@mail.ru; (5: НА) nurikhan1967@mail.ru

Қабылданған күні: 24.10.2025 **Қабылданды:** 10.12.2025 **Жарияланды:** 30.12.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бұл мақалада Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (бұдан әрі – Шарын МҰТП) аумағында мекендейтін қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) қазіргі жағдайы мен сандық динамикасы қарастырылады. Зерттеу барысында популяцияның экологиялық ерекшеліктері, санына әсер ететін табиғи және антропогендік факторлар талданды. Нәтижелер қарақұйрықты қорғау шараларын жетілдіруге бағытталған.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстары 2024 жылы Шарын МҰТП аумағында жүргізілді. Қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) саны мен таралуы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Зоология институты (2003) әзірлеген нұсқаулық пен Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі бекіткен әдістемелік ұсынымдарға (2005) сәйкес есепке алынды. Санақ автомобиль және ат маршруттары бойымен тікелей есептеу әдісімен жүргізілді. Бақылаулар бинокльдер арқылы күндізгі уақытта орындалып, деректер GPS навигаторымен белгіленді. Жұмыстарға ұлттық парк қызметкерлері, мемлекеттік инспекторлар және университет ғалымдары қатысты.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері Шарын МҰТП аумағындағы қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) популяциясы 2020-2024 жылдары тұрақты өсімге ие болғанын көрсетті. Жануарлар шағын топтарда тіршілік етіп, белсенділігі негізінен күндізгі уақытқа шоғырланды. Биотехниялық шаралар популяция тұрақтылығын сақтауда маңызды рөл атқарды.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері Шарын МҰТП аумағында қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) популяциясы тұрақты өсім мен экологиялық бейімделу қабілетін көрсететінін анықтады. Популяция санына табиғи және антропогендік факторлар әсер етеді, ал биотехниялық шаралар олардың мекендеу тұрақтылығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Кілт сөздер: Шарын МҰТП; қарақұйрық; популяция; сандық динамика; жылдық өсім

Кіріспе

Қарақұйрықтар (*Gazella subgutturosa*) Таяу Шығыстан Қиыр Шығысқа дейінгі Азияның құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарын мекендейді. Жақын уақытқа дейін олардың популяциясы кең аумақта таралған болса да, аңшылық, браконьерлік және тіршілік ортасының жоғалуына байланысты санының азаюы нәтижесінде Халықаралық табиғатты қорғау одағы (МСОП) *G. subgutturosa* түрін «осал» санатына енгізді [1].

Қазақстанның оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан Шарын МҰТП ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың бірі болып табылады. Бұл аймақ флорасы мен фаунасының байлығымен, сондай-ақ сирек және жойылып кету қаупі төнген жануарлар түрлерінің мекендеуімен ерекшеленеді. Солардың ішінде қарақұйрық (*Gazella subgutturosa*) – ұлттық парктің экожүйесінде маңызды орын алатын сүтқоректі жануар [2].

Қарақұйрық Қазақстанның қызыл кітабына енгізілген, сирек кездесетін және қорғауға алынған тұяқты жануарлар қатарына жатады. Оның табиғи популяциялары санының азаюына негізінен браконьерлік, антропогендік қысым, жайылымдық жерлердің тарылуы және табиғи орта факторлары әсер етеді. Осыған байланысты, қарақұйрықтарды қорғау, олардың санын есепке алу және популяциясының жай-күйін бағалау ерекше маңызға ие [3].

Қазіргі таңда Шарын МҰТП аумағында қарақұйрық популяциясының сандық динамикасын бақылау мен мониторинг жүргізу – олардың экологиясын зерттеу және болашақтағы қорғау шараларын дұрыс жоспарлау үшін қажетті негізгі ғылыми бағыттардың бірі болып табылады. Бұл зерттеудің нәтижелері ұлттық парктің жануарлар дүниесін қорғау стратегиясын жетілдіруге, қарақұйрықтарды сақтап қалуға және олардың санын арттыруға ықпал етеді [4]. XX ғасырдың ортасына дейін аймақтың оңтүстік бөлігінде, батыстағы Үстірттен бастап шығыстағы Зайсан ойпатына дейін кеңінен таралған [5, 6]. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда қарақұйрыққа қолайлы мекен ету орталарын бағалау, санын есепке алу, биотехниялық шаралар кешендерін жүзеге асыру, белсенділік ерекшеліктерін анықтау бұл түрді сақтау және популяцияны тиімді басқару жөніндегі шешімдер қабылдаудың ғылыми негізі бола алады [7].

Зерттеудің мақсаты – Шарын МҰТП аумағында мекендейтін қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) қазіргі сандық жағдайын анықтау, популяция динамикасын бағалау және олардың сақталуына әсер ететін негізгі экологиялық әрі антропогендік факторларды талдау.

Материалдар мен әдістер

Қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) санын анықтау және олардың таралу аймақтарын белгілеу жұмыстары Шарын МҰТП аумағында жүргізілді. Жануарларды есепке алу Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Зоология институты әзірлеген «Жануарлардың негізгі аңшылық-кәсіпшілік және сирек кездесетін түрлерін есепке алу әдістері» (Алматы, 2003) нұсқаулығына, сондай-ақ жануарлардың жекелеген түрлерін есепке алуды жүргізуге арналған әдістемелік ұсынымдарға (Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Орман және аңшылық шаруашылығы комитетінің 23.08.2005 ж. № 191 бұйрығымен бекітілген) сәйкес жүзеге асырылды [8].

Есепке алу жұмыстары қарақұйрық мекендейтін Темірлік, Қызыл қорасай, Қамыс қора, Қызылауыз, Кеңсай, Зулпыхан, Ақ қырқа, Қара қырқа және Тетір сай аймақтарында жүргізілді.

Санақ автомобиль және ат маршруттары бойымен, жануарлардың санын кейіннен экстраполяциясыз тікелей есептеу әдісі арқылы орындалды. Автомобильдер арасындағы шолу жолағының орташа ені 3 км құрады. Бақылаулар күндізгі сағат 8:30-дан 17:30 дейін жүргізілді.

Жануарларды санау бинокльдер және көзбен көру арқылы жүзеге асырылды. Санақ жүргізушілер арасында рация көмегімен тұрақты байланыс орнатылып, бұл жануарларды қайталап есепке алуды болдырмауға мүмкіндік берді. Әрбір кездескен дарақ немесе топтың саны, кездескен уақыты мен орны арнайы есеп карточкаларына енгізілді. Жануарлардың барлық кездесу нүктелері GPS навигаторымен белгіленіп, далалық күнделікке тіркелді.

Санақ жұмыстары ауа райы қолайлы жағдайда (анық, бұлтсыз, желсіз күндері, орташа температура –4 °C) жүргізілді. 2024 жылғы күзгі есепке алу жұмыстарына Шарын ұлттық табиғи паркінің ғылым бөлімі мамандары мен инспекторлары, Қазақстан Республикасы Экология және табиғи ресурстар министрлігі Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің Алматы облыстық аумақтық инспекциясы қызметкерлері және Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің ғалымдары қатысты. Фауналық материалдар автомобиль және жаяу маршруттардағы визуалды бақылаулар нәтижесінде жиналды, сондай-ақ әдеби дереккөздер мен алдыңғы жылдардағы ведомстволық есеп материалдары пайдаланылды. Әрбір жұмыс күніне арналған есепке алу актілері жасалып, оған қатысушылар қол қойды.

Нәтижелер және талқылау

Қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) санын анықтау және олардың топтасу құрылымын бағалау мақсатында 2020-2024 жылдары «Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» аумағында жүйелі түрде далалық бақылаулар жүргізілді. Есепке алу жұмыстары автомобиль және ат маршруттары бойымен тікелей санау әдісі арқылы жүзеге асырылды. Бақылаулар барысында әрбір аймақтағы дарақтар саны, олардың топтасу ерекшеліктері мен тіршілік ету уақыты тіркелді. Төменде қарақұйрықтарды есепке алу нәтижелері келтірілген (1-кесте).

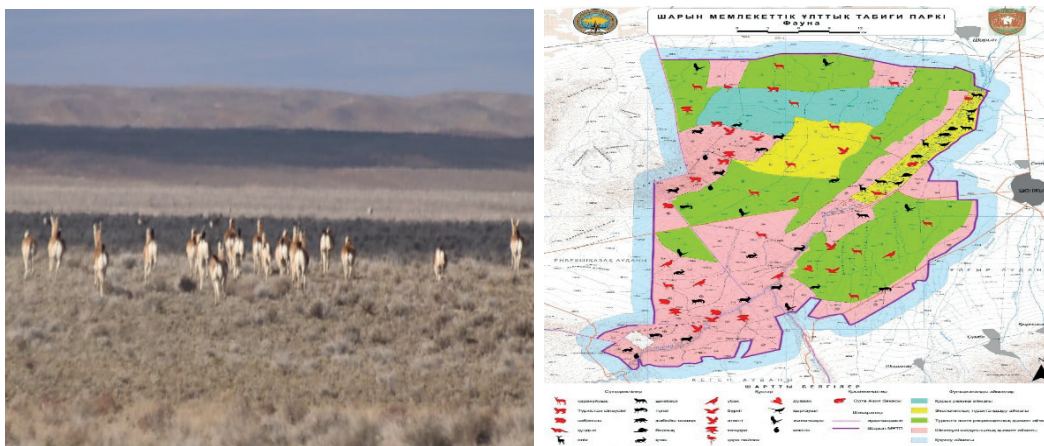
1-кесте – Қарақұйрықтарды есепке алу нәтижесі («Шарын МҰТП», 2020–2024 жж.)

Аймақ атауы	Бақылау әдісі	Бақылау уақыты	Қарақұйрықтар саны (дарақ)	Топтасу сипаттамасы
Темірлік	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	18	3 топ (5-7 дарақтан)
Қызыл қорасай	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	12	2 топ (5 және 7 дарақ)
Қамыс қора	Ат маршруты	08:30–17:30	9	1 ірі топ (9 дарақ)
Қызылауыз	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	20	4 топ (4-6 дарақтан)
Кеңсай	Ат маршруты	08:30–17:30	7	Жеке дарақтар, шағын топтар
Зулпыхан	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	14	2 топ (6 және 8 дарақ)
Ақ қырқа	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	11	Шағын топтар (3–5 дарақ)
Қара қырқа	Ат маршруты	08:30–17:30	16	2 топ (7 және 9 дарақ)
Тетір сай	Автомобиль маршруты	08:30–17:30	10	Жеке дарақтар және шағын топтар

2020-2024 жылдар аралығында Шарын МҰТП аумағында жүргізілген есепке алу жұмыстары қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) таралу ерекшеліктері мен топтасу құрылымында айтарлықтай айырмашылықтар бар екенін көрсетті. Жануарлардың саны бойынша ең жоғары көрсеткіштер Қызылауыз (20 дарақ) және Темірлік (18 дарақ) аймақтарында тіркелді (1-сурет). Бұл аумақтарда қарақұйрықтар орташа есеппен 5–7 дарақтан құралған шағын топтарда кездесті. Мұндай топтасу мінез-құлқы экологиялық тұрғыда азық қорының жеткіліктілігімен, су көздеріне жақындығымен және қауіпсіз тіршілік ету мүмкіндіктерімен байланысты болуы ықтимал.

Кеңсай (7 дарақ) және Ақ қырқа (11 дарақ) аумақтарында қарақұйрықтар сирек кездесіп, көбінесе жеке дарақтар немесе шағын топтар түрінде байқалды. Бұл жағдай тіршілік ету ортасының азықтық қоры мен экологиялық жағдайының салыстырмалы түрде қолайсыздығын, сондай-ақ антропогендік қысымның күшеюін (мал жаю, туризм, көлік қозғалысы) білдіруі мүмкін.

Жалпы алғанда, қарақұйрықтардың топтық құрылымы 3-9 дарақтан құралған шағын топтардан тұрды. Ірі топтардың кездеспеуі антропогендік факторлардың әсерінен жануарлардың алаңдаушылық деңгейінің артуымен түсіндіріледі. Бұл құбылыс қарақұйрықтардың экологиялық бейімделу стратегиясын көрсетіп, олардың мінез-құлқы тіршілік ету ортасының сапасына тікелей тәуелді екенін айқындайды.



1-сурет – Шарын МҰТП-дегі қарақұйрық популяциясының таралуы мен қоныс аудару жолдары

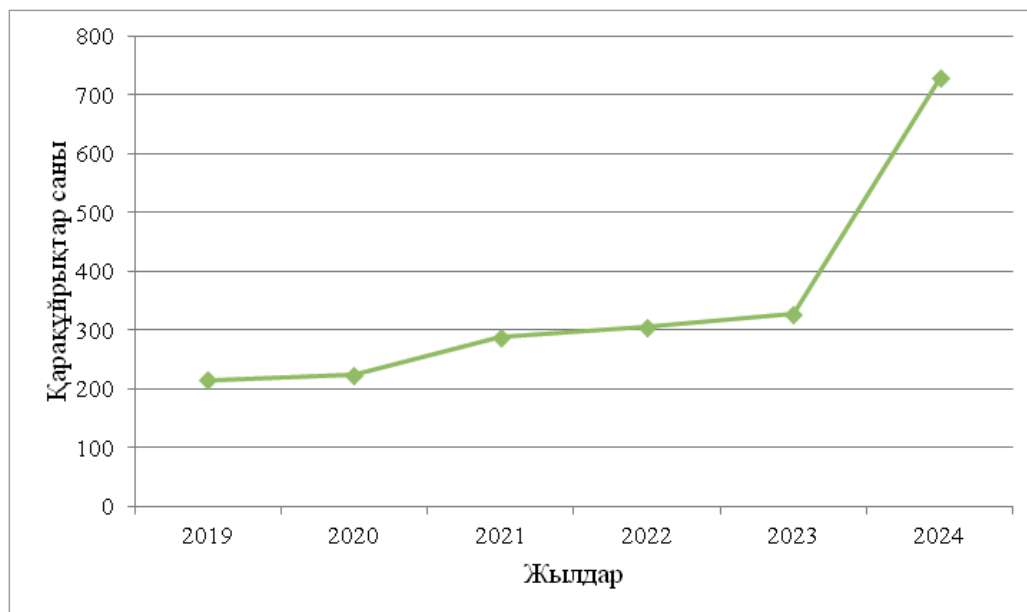
Қарақұйрықтарда топтасу мінез-құлқы эволюциялық бейімделудің нәтижесі ретінде жыртқыштардан қорғану, азық ресурстарын тиімді пайдалану және әлеуметтік байланыстарды қолдау мақсатында қалыптасқан [9]. Дегенмен, топтасудың белгілі бір деңгейден артуы жануарлар арасындағы бәсекелестіктің күшеюіне және аурулардың таралу ықтималдығының өсуіне әкелуі мүмкін. Сондықтан тіршілік ету ортасының сыйымдылығын сақтау және реттеу қарақұйрық популяциясының тұрақтылығын қамтамасыз етуде негізгі фактор болып саналады.

Қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) популяция динамикасын бағалау мақсатында 2021-2024 жылдар аралығында Шарын МҰТП аумағында жыл сайынғы есепке алу жұмыстары жүргізілді. Жиналған деректер қарақұйрық санының жылдар бойынша өзгерісін, сондай-ақ 2021 жылмен салыстырғандағы өсім деңгейін айқындауға мүмкіндік берді. Төменде қарақұйрық санының динамикасы көрсетілген (2-кесте). Есепке алудың басты мақсаты қарақұйрықтар популяциясының экологиялық жағдайын мониторингтеу. Алынған деректер негізінде жануарлардың миграциялық жолдары, көбею кезеңдері және олардың қоршаған ортаға бейімделуі бойынша ақпараттар жинақталды.

2-кесте – Шарын МҰТП аумағындағы қарақұйрықтардың саны мен динамикасы

Шарын МҰТП бойынша	Жылдар бойынша саны					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Барлығы	215	223	288	305	327	729
Пайыздық өсімі %	-	3,7	29	5,9	7,2	123

Кесте деректері бойынша 2021-2024 жылдар аралығында Шарын МҰТП аумағында қарақұйрықтар (*Gazella subgutturosa*) санының тұрақты түрде артуы байқалады. Егер 2019 жылы тіркелген дарақтар саны 215 болса, 2024 жылы олардың популяциясы 729 дараққа дейін көбейген, яғни жалпы өсім 123%-ды құрап отыр. Бұл көрсеткіш қарақұйрықтардың табиғи өсімінің жоғары екенін және олардың мекен ету ортасында экологиялық тұрақтылықтың сақталғанын дәлелдейді. Мұндай оң динамика көбіне қорғау шараларының тиімді жүзеге асырылуымен, тіршілік ортасының жақсаруы мен антропогендік қысымның азаюымен түсіндіріледі. Сонымен қатар, жануарлар санының артуы қолайлы климаттық жағдайлармен, азықтық базаның жеткіліктілігімен және браконьерлік әрекеттердің төмендеуімен байланысты болуы мүмкін. Жалпы алғанда, соңғы бес жылдағы мәліметтер қарақұйрық популяциясының экологиялық тұрақтылығы мен қалпына келу үрдісін айқын көрсетеді, бұл Шарын МҰТП аумағындағы табиғатты қорғау іс-шараларының оң нәтижесін айғақтайды.



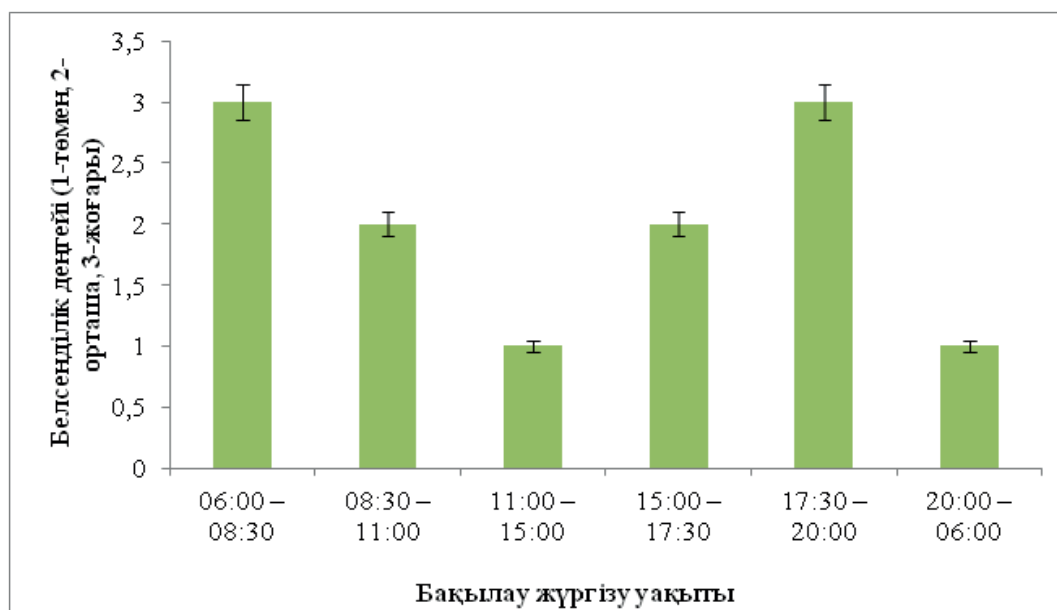
2-сурет – Шарын МҰТП аумағындағы қарақұйрықтар санының жыл сайынғы өзгеруі

Шарын МҰТП аумағында қарақұйрықтардың тұрақты мекендеуіне негізгі кедергілер – климаттың құрғақтануы, жауын-шашынның азаюы және жасанды суаттардың жетіспеуі болып табылады. 2020-2021 жылдары ескі су жүйесінің істен шығуы жануарлардың көші-қонын күшейтті. 2022 жылдан бастап жасалған биотехниялық шаралар (жаңа суаттар орнату, бұлақ көздерін ашу, азық қорын дайындау) жануарлар үшін қолайлы жағдай қалыптастырды. Нәтижесінде қарақұйрықтардың көші-қон көлемі азайып, тұрақты мекендеу үрдісі байқалды. 2023-2024 жылдары жасанды суаттар санының артуы мен қысқы азықтандыру шаралары қарақұйрықтардың қоныс аударуын тежеп, олардың санын артуына ықпал етті (3-сурет).



3-сурет – Жасанды суатқа келген қарақұйрық

Қоректену, су ішу және тыныс алу – көптеген жануарлар түрінің тіршілік етуі үшін шешуші маңызға ие [10]. Осыған орай, 2020-2024 жылдары жүргізілген далалық бақылаулар қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) тәуліктік белсенділігі негізінен күндізгі уақытқа шоғырланғанын көрсетті. Бақылаулар сағат 06:00–20:00 аралығында жүргізіліп, осы уақыт ішінде қарақұйрықтардың негізгі тіршілік әрекеттері (қоректену, қоныс ауыстыру, топтасу) тіркелді.



3-сурет – Шарын МҰТП-дегі қарақұйрықтардың тәуіліктік белсенділіктері

3-суретте көрсетілгендей ең жоғарғы белсенділік таңғы (06:00–08:30) және кешкі (17:30–20:00) уақыт аралықтарында байқалады, бұл кезеңдерде қарақұйрықтар белсенді түрде қоректеніп, суаттарға барып, топтасып қозғалады. Орташа белсенділік таңертеңгі (08:30–11:00) және кешкі (15:00–17:30) уақыттарда тіркелді, ал түскі мезгілде (11:00–15:00) белсенділік деңгейі күрт төмендеп, жануарлардың көлеңке жерлерде тынығатындары байқалды. Түнгі кезеңде (20:00–06:00) белсенділік төмен деңгейде тіркелді, тек кейбір кездерде ғана түнде әлсіз қозғалулары байқалуы мүмкін.

Қорытынды

2020-2024 жылдар аралығында Шарын МҰТБ аумағында жүргізілген зерттеу нәтижелері қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) таралу ерекшеліктері мен топтасу құрылымында аймақтық айырмашылықтардың бар екенін көрсетті. Қарақұйрықтардың ең жоғары шоғырлануы Қызылауыз және Темірлік аймақтарында байқалды, мұнда жануарлар 5-7 дарақтан құралған шағын топтар түрінде тіркелді. Бұл учаскелердің экологиялық жағдайының қолайлылығы, азықтық базаның жеткіліктілігі және су көздеріне жақын орналасуы қарақұйрықтардың тұрақты мекендеуіне оң әсер етіп отыр. Кеңсай және Ақ қырқа аумақтарында қарақұйрықтар сирек кездесіп, көбінесе жеке дарақтар немесе шағын топтар түрінде ғана тіркелді. Бұл жағдай тіршілік ету ортасының экологиялық жағдайының салыстырмалы түрде қолайсыздығын және антропогендік қысымның (мал жаю, туризм, көлік қозғалысы) күшеюін білдіреді. Зерттеу нәтижелері Шарын МҰТБ аумағындағы қарақұйрық популяциясының қазіргі таңда тұрақты жағдайда екенін, алайда мекен ету ортасын сақтау және антропогендік факторларды шектеу бағытындағы шараларды күшейтудің өзектілігін көрсетеді.

2021-2024 жылдар аралығында «Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» аумағында жүргізілген зерттеу нәтижелері қарақұйрықтардың (*Gazella subgutturosa*) популяция динамикасының тұрақты өсу үрдісін көрсетті. Есепке алу деректері бойынша 2019 жылы тіркелген 215 дарақпен салыстырғанда, 2024 жылы олардың саны 729 дараққа дейін артып +514 дарақты құрады. 2024 жылы қарақұйрықтар санының артуының басты себептері парктен тыс жерлерден келген қарақұйрықтар санақ кезінде парк аумағында қалғандықтан есепке алынды. Бұл көрсеткіш қарақұйрықтардың мекен ету ортасында экологиялық тұрақтылықтың сақталып отырғанын дәлелдейді. Сонымен қатар қорық аумағындағы қорғау шараларының тиімді жүзеге асырылуы, экожүйенің қалпына келуі, азықтық базаның жеткіліктілігі және браконьерлік әрекеттердің азаюы ықпал еткен деп пайымдауға болады. Сондай-ақ, соңғы жылдардағы қолайлы климаттық жағдайлар мен антропогендік қысымның төмендеуі де популяция динамикасына оң әсерін тигізген.

2019-2024 жылдар аралығында «Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі» аумағында жүргізілген бақылаулар нәтижесінде қарақұйрықтар (*Gazella subgutturosa*) санының біртіндеп артып келе жатқандығы анықталды. 2019 жылы тіркелген 215 дарақ 2024 жылы 729-ға жетіп, жалпы өсім 3,4 есеге артты. Бұл өсім популяцияның экологиялық тұрақтылығының жоғарылағанын және табиғатты қорғау шараларының оң нәтижесін көрсетті. 2020-2021 жылдары ескі су жүйесінің істен шығуы салдарынан жануарлардың көші-қон белсенділігі артқан. Ал 2022 жылдан бастап жүргізілген биотехниялық шаралар – жаңа суаттардың орнатылуы, табиғи бұлақ көздерінің ашылуы және азықтық қордың дайындалуы – жануарлар үшін қолайлы жағдай қалыптастырды. Жалпы алғанда, Шарын МҰТП аумағында қарақұйрықтардың санының тұрақты өсуі табиғатты қорғау және биотехниялық шаралардың тиімді жүзеге асырылып отырғанын дәлелдейді. Бұл үрдіс популяцияның экологиялық тұрақтылығын сақтап, түрдің болашақта орнықты дамуына мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері бойынша қарақұйрықтардың тәуліктік белсенділігі климаттық жағдайлар мен температуралық факторларға тікелей тәуелді екендігі айқындалды. Таңғы және кешкі уақыттардағы белсенділік артуы олардың термореттеу және энергия үнемдеу стратегияларымен байланысты. Бұл деректер қарақұйрықтардың мінез-құлықтық бейімделу ерекшеліктерін және олардың экологиялық ырғағын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Авторлардың қосқан үлесі

ДШ, ЛБ және МК: зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. НН, НА: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Fadakar, D., Bermann, EV, Lerp, H., Mirzakkha, M., Naseri Nasari, M., Rezai, HR. (2020). Diversification and subspecies structure of goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Iran. *Ecol. Evol*, 10, 5877-5891.
- 2 Кемп, К., Тихонов, СВ. (2017). *Шарын шатқалы мен өзенінің геологиясы және экологиясы*. Алматы: Наука.
- 3 Кенжебаев, ӘЖ. (2014). *Қазақстанның сирек кездесетін өсімдіктері мен жануарлары*. Алматы: Қазақ университеті.
- 4 Лобанов, ДП, Левченко, СМ. (2016). *Экологический мониторинг в природных заповедниках и национальных парках*. М.: Издательство «Экология», 480.
- 5 Yang, YG, Wang, Y., Zhou, HP, Chen, XP, Tao, SC, Kong, YP. (2024). Assessing the impact of road barriers on wildlife habitat. *Environ*, 131-104218.
- 6 Lsmayil, Z., Muhtar, S., Ababaikeri, B., Satar, A., Eli, S., Halik, M. (2019). Effects of Environmental Factors on the Genetic Diversity of *Gazella subgotturosa* in Xinjiang. *Acta Theriol. Sin*, 276-284.
- 7 Zhang, Z., Ma, W., Chen, Z., Wang, M., Xu, W., Yang, W. (2022). Habitat changes of goitered gazelle in Xinjiang Kalamaili Hoofed Mountain Nature Reserve influenced by major projects. *Biodivers. Sci.*, 30, 21176.
- 8 Лобачев, ЮС. (2003). *Методы учёта основных охотничье-промысловых и редких животных Казахстана*. Институт зоологии, Алматы: 203.
- 9 Сабдинова, ДК. (2016). Динамика численности джейрана в ГНПП «Алтын-Эмель». *Биологические науки*, 5(21), 143-145.
- 10 Дьюсбери, ДА. пер. с англ. Полетаев, ИИ. (1981). *Поведение животных: сравнительные аспекты*. М.: Издательство «Мир», 480.

References

- 1 Fadakar, D., Bermann, EV, Lerp, H., Mirzakkha, M., Naseri Nasari, M., Rezai, HR. (2020). Diversification and subspecies structure of goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Iran. *Ecol. Evol.*, 10, 5877-5891.
- 2 Kemp, K., Tihonov, SV. (2017). *Sharyn shatqaly men ózeniniń geologiasy jáne ekologiasy*. Almaty: Nauka.
- 3 Kenjebaev, ÁJ. (2014). *Qazaqstannyń sirek kezdesetin ósimdikteri men janýarlary*. Almaty: Qazaq ýniversiteti.
- 4 Lobanov, DP, Levchenko, qarańyz (2016). *Tabıǵı qoryqtar men ulttyq saiabaqtardaǵy ekologialyq monitorıń*. Máskeý: "Ekologıa" Baspasy.
- 5 Yang, YG, Wang, Y., Zhou, HP, Chen, XP, Tao, SC, Kong, YP. (2024). Assessing the impact of road barriers on wildlife habitat. *Environ*, 131-104218.
- 6 Lsmayil, Z., Muhtar, S., Ababaikeri, B., Satar, A., Eli, S., Halik, M. (2019). Effects of Environmental Factors on the Genetic Diversity of *Gazella subgutturosa* in Xinjiang. *Acta Theriol. Sin.*, 276-284.
- 7 Zhang, Z., Ma, W., Chen, Z., Wang, M., Xu, W., Yang, W. (2022). Habitat changes of goitered gazelle in Xinjiang Kalamaili Hoofed Mountain Nature Reserve influenced by major projects. *Biodivers. Sci.*, 30, 21176.
- 8 Lobachev, YUS. (2003). *Metody uchyota osnovnyh ohotnich'e - promyslovyh i redkih zhivotnyh Kazahstana*. Institut zoologii, Almaty: 203.
- 9 Sabdinova, DK. (2016). Dinamika chislennosti dzhejrana v GNPP «Altyn-Emel». *Biologicheskie nauki*, 5(21), 143-145.
- 10 D'yusberi, DA. per. s angl. Poletaev, II. (1981). *Povedenie zhivotnyh: sravnitel'nye aspekty*. M.: Izdatel'stvo «Mir», 480.

Современное состояние и динамика численности джейранов, обитающих на территории «Шарынского ГНПП»

Акимжанов Д.Ш., Буршакбаева Л.М., Байбатшанов М.К., Нургожаева Н.М.,
Ахметжанова Н.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. В данной статье рассматриваются современное состояние и динамика численности джейранов (*Gazella subgutturosa*), обитающих на территории Шарынского государственного национального природного парка. В ходе исследования проанализированы экологические особенности популяции, а также природные и антропогенные факторы, влияющие на её численность. Полученные результаты направлены на совершенствование мер по охране джейрана.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024 году на территории Шарынского государственного национального природного парка. Учёт численности и распределения джейранов (*Gazella subgutturosa*) выполнялся в соответствии с инструкцией, разработанной Институтом зоологии МОН РК (2003), и методическими рекомендациями, утверждёнными МСХ РК (2005). Подсчёт осуществлялся методом прямого учёта вдоль автомобильных и конных маршрутов. Наблюдения проводились в дневное время с использованием биноклей, а данные фиксировались с помощью GPS-навигатора. В исследованиях принимали участие сотрудники национального парка, государственные инспекторы и учёные университета.

Результаты. Результаты исследования показали, что популяция джейранов (*Gazella subgutturosa*) на территории Шарынского государственного национального природного парка в 2020–2024 годах демонстрировала стабильный рост. Животные обитали небольшими группами, а их активность в основном приходилась на дневное время. Биотехнические мероприятия сыграли важную роль в поддержании устойчивости популяции.

Закключение. Проведённые исследования показали, что популяция джейранов (*Gazella subgutturosa*) на территории Шарынского государственного национального природного парка демонстрирует стабильный рост и способность к экологической адаптации. На численность популяции влияют природные и антропогенные факторы, а биотехнические мероприятия играют важную роль в обеспечении стабильности их местообитаний.

Ключевые слова: Шарынский ГНПП; джейран; популяция; динамика численности; годовой прирост.

Current status and population dynamics of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) inhabiting the territory of the «Charyn SNNP»

Darkhan Sh. Akimzhanov, Laura M. Burshakbayeva, Mukhtar K. Baybatshanov,
Nurikhan A. Akhmetzhanova, Nazgul M. Nurgozhayeva

Abstract

Background and Aim. This article examines the current state and population dynamics of the goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) inhabiting the territory of the Charyn State National Nature Park. The ecological characteristics of the population were analyzed, along with natural and anthropogenic factors affecting its abundance. The results are aimed to inform measures for the conservation of goitered gazelle.

Materials and Methods. The research was conducted in 2024 on the territory of the Charyn State National Nature Park. Population census and distribution surveys of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) were carried out following the guidelines developed by the Institute of Zoology of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2003) and the methodological recommendations approved by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan (2005). Counts were conducted using the direct observation method along vehicle and horseback routes. Observations were made during daylight hours with binoculars, and the data were recorded using a GPS navigator. The research involved staff members of the national park, state inspectors, and university scientists.

Results. The results of the study showed that the population of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) in the territory of the Charyn State National Nature Park demonstrated stable growth during the period from 2020 to 2024. The animals lived in small groups, and their activity was primarily diurnal. Biotechnical measures played an important role in maintaining population stability.

Conclusion. The conducted research revealed that the population of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*) in the territory of the Charyn State National Nature Park demonstrates stable growth and ecological adaptability. The population size is influenced by both natural and anthropogenic factors, while biotechnical measures contribute significantly to habitat stability.

Keywords: Charyn SNNP; *Gazella subgutturosa*; population; dynamics; annual growth.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.53-63. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2075

УДК 631.521.11

Исследовательская статья

Оценка адаптивности линий яровой мягкой пшеницы в условиях Северо-Казахстанской области

Федоренко Е.Н. , Лутченко Ж.И. , Артыс А.Ю. , Абдуллина В.Ф. 

ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»
Шагалалы, Казахстан

Автор-корреспондент: Федоренко Е.Н.: efedorenko2015@mail.ru

Соавторы: (1: ЖЛ) zhannal1990@internet.ru; (2: АА) angelika-goc@mail.ru
(3: ВА) abdullinavf@mail.ru

Получено: 29.10.2025 Принято: 12.12.2025 Опубликовано: 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Северо-Казахстанская область является одним из ведущих регионов Казахстана по производству качественного зерна пшеницы. Для повышения эффективности селекционной работы важным направлением является изучение адаптивности новых линий по показателям экологической пластичности и стабильности урожайности. Цель работы оценка адаптивности линий яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания по показателям экологической пластичности и стабильности урожайности в условиях степной зоны Северо-Казахстанской области.

Материалы и методы. Анализ проведён по 20 перспективным линиям яровой мягкой пшеницы селекции Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции за 2020-2024 гг. Расчёт показателей экологической стабильности и пластичности выполнен по методике *S.A. Eberhart* и *W.A. Russel* (в ред. В.А. Зыкина и др.). Показатели стрессоустойчивости ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетической гибкости ($(Y_{\min} - Y_{\max})/2$) вычислялись по уравнениям *A.A. Rosielle* и *J. Hamblin* в интерпретации А.А. Гончаренко.

Результаты. Выделены линии, отличающиеся сочетанием высокой урожайности (27,6–28,1 ц/га), экологической пластичности ($bi = 0,98-1,07$) и стабильности ($\sigma^2d = 0,4-1,0$): 486/лют 22, 63/лют 37, 453 СП2/19. Линия 218/10 и сорт Айна проявили высокую продуктивность и повышенные значения показателя пластичности ($bi=1,14-1,21$), что относит их к интенсивным типам.

Закключение. Проведённая оценка позволила выявить линии яровой мягкой пшеницы с высокой экологической адаптивностью, пластичностью и стабильностью урожайности, которые представляют интерес для дальнейшего использования в селекционных программах и производственных испытаниях в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Ключевые слова: адаптивность; пластичность; стабильность; урожайность; яровая мягкая пшеница.

Введение

В условиях рискованного земледелия интенсификация производства ведет к низкой и неустойчивой окупаемости энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции и загрязнению окружающей среды. Это подтверждается данными современных исследователей, которые показывают значительную долю влияния (71-87%) контрастных условий погоды на продуктивность полевых культур [1]. Важное значение, наряду с основными агротехническими приемами возделывания яровой пшеницы, имеет подбор сортов, приспособленных к почвенно-климатическим условиям региона [2]. Однако, сам сорт в полной

мере не определяет урожайность культуры. На стабильные показатели урожая и пластичность оказывают влияние условия окружающей среды, неподдающиеся существенному влиянию [3].

Стабильность – показатель, который характеризует сорт с позиции устойчивости его продуктивности в различных условиях возделывания. Стабильным считается образец, показатели урожайности которого в различных экологических условиях не имеют существенных отклонений от среднего значения. К стабильным можно отнести сорта, демонстрирующие примерно одинаковый уровень продуктивности в различных экологических зонах. Пластичность же представляет собой способность сорта обеспечивать высокие и устойчивые показатели урожайности в изменяющихся условиях возделывания [4].

При высоком уровне цен на сельскохозяйственные машины, посевной материал, удобрения, пестициды, снижающие доходность сельскохозяйственного предприятия, сокращение материальных и трудовых затрат на создание единицы урожая является особенно актуальным на сегодняшний день [5].

Современные сорта недостаточно приспособлены к стрессовым условиям, что ведет к реализации лишь 25-40% генетически возможной потенциальной урожайности [6]. Структурные элементы урожайности, складывающиеся на важных этапах органогенеза, оказываются в сильной зависимости от агроклиматических условий [7]. В условиях современного производства важно создать адаптированные сорта не только к местным климатическим факторам, но и к применяемым технологиям [8].

Для каждого региона необходимо подбирать собственный морфотип, что предусматривается адаптивным растениеводством. То есть используемые сорта должны обладать устойчивостью к наиболее характерным абиотическим и биотическим стрессовым факторам для определенной агроэкологической зоны [9].

Получение стабильного урожая хлебопекарной яровой пшеницы затрудняется сильной зависимостью сельскохозяйственного производства от агроклиматических условий региона. Следовательно, для получения высоких показателей продуктивности и качественного сорта требуется изучить большой комплекс хозяйственно-ценных признаков [10].

Согласно некоторым источникам, приспособленность к изменяющимся условиям среды определяет пластичность сорта. По данным других авторов пластичность характеризует способность генотипа повышать урожайность, а стабильность – устойчивость к различным стрессовым факторам [3].

Низкая почвенная влагообеспеченность и высокая температура воздуха являются основными стрессовыми факторами для яровой пшеницы [11]. Очень редко в одном генотипе сочетаются одновременно высокая урожайность и засухоустойчивость [12]. Согласно многолетнему опыту, генетический потенциал урожайности, устойчивость к полеганию и болезням наиболее ярко проявляется в достаточно увлажненные годы. Поэтому в такие годы формируются максимальные показатели по урожайности [2].

Главным критерием адаптивности является урожайность сорта в различных условиях среды [6]. В современных условиях селекция полевых культур направлена на повышение продуктивности, потенциала адаптивности, улучшения качественных показателей, а также устойчивости к болезням [13]. Большое значение отводится сортам, обладающим высокой экологической пластичностью и способностью эффективно использовать климатические ресурсы в условиях экстенсивного земледелия. Районированным сортам должны быть свойственны высокая урожайность, высокая экологическая пластичность, способность к меньшему снижению урожая в негативных условиях [14].

В мировой селекции создано порядка тысячи сортов пшеницы, но формирующие высокую урожайность и не снижающие другие основные хозяйственно-ценные признаки, в условиях производства остается в небольшом количестве [15].

Материалы и методы

Исследования проводились в условиях степной зоны на опытных участках Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции с 2020 по 2023 годы. Тип почв – чернозем

обыкновенный с тяжелосуглинистым механическим составом. Реакция почвенной среды pH 7,8-8,1, что характеризует ее как нейтральную или слабощелочную. Количество гумуса в пределах 4,5-5%. Предшественник – пар.

Объектом исследований являлись 20 линии яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции. В качестве стандартов для сравнения использованы районированные сорта разных типов созревания: среднеранний Астана и среднеспелый Айна.

Сорта возделывались в соответствии с общепринятой для зоны технологии. Закладка конкурсного сортоиспытания проводилась селекционной сеялкой (СС-11 Альфа) с нормой 3,5 млн всхожих семян на га в третьей декаде мая. Повторность трехкратная, размер учетной делянки – 31 м². Учёты и наблюдения проводились согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Урожайность учитывалась прямым комбайнированием САМПО-500. Статистическая и математическая обработка полученных данных проводилась по *Б.А. Доспехову*, а также с использованием компьютерных программ Microsoft Office.

Показатели адаптивности, экологическая стабильность (коэффициент линейной регрессии b_i) и пластичность сортов пшеницы (среднеквадратическое отклонение от теоретической урожайности σ^2d) определены согласно методикам *В.А. Зыкина*, *S.A. Eberhart* и *B.A. Rusell* [16]. Стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max}$) и генетическая гибкость ($(Y_{min}-Y_{max})/2$) рассчитывались по уравнениям *A.A. Rosielle* и *J. Hamblin*, изложенные *А.А. Гончаренко* [17].

Климат Северо-Казахстанской области резко континентальный с умеренно жарким летом и суровой длительной зимой. Среднегодовое количество осадков по метеопосту Шагалалы 362 мм, с вариацией 310-540 мм. За пять зимних месяцев в виде снега выпадает около 90 мм с колебаниями по годам 60-180 мм, среднемноголетняя температура января -17,2 °С, минимальная - 40,0-45,0 °С. Средняя температура лета 18,6 °С, в том числе по месяцам: июнь – 18,5 °С, июль – 20,0 °С и август – 17,2 °С, максимальная может достигать +40,0 °С и выше. В эти же месяцы выпадает в среднем 165,0 мм дождя (почти половина годовой нормы) с четко выраженным июльским максимумом. В целом, почвенно-климатические условия благоприятны для возделывания основных сельскохозяйственных культур, особенно яровой пшеницы. Однако, периодически повторяющиеся засухи, резко снижая урожайность, определяют неустойчивую продуктивность зернового хозяйства области.

Годы исследований, были разнообразными по метеорологическим показателям в вегетационный период (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические показатели вегетации пшеницы, 2020-2023 гг.

Год	Месяц	Осадки, мм			Температура, °С		
		за месяц	средне- многолетние	отклонение от средне- многолетнего	за месяц	средне- многолетние	отклонение от средне- многолетнего
2020	май	28,1	28,0	+0,1	17,9	12,7	+5,2
	июнь	35,9	44,0	-8,1	16,4	18,5	-2,1
	июль	75,6	71,0	+4,6	21,4	20,0	+1,4
	август	21,6	47,0	-28,4	19,8	17,2	+2,6
	за лето	133,1	162,0	-28,9	19,2	18,6	+0,6
2021	май	10,1	28,0	-17,9	18,1	12,7	+5,4
	июнь	22,0	44,0	-22,0	17,2	18,5	-1,3
	июль	69,8	71,0	-1,2	20,8	20,0	+0,8
	август	29,1	50,0	-20,9	20,4	17,2	+3,2
	за лето	120,9	165,0	-44,1	19,5	18,6	+0,9

Продолжение таблицы 1

2022	май	7,6	28,0	-20,4	14,8	12,7	+2,1
	июнь	52,7	44,0	+8,7	18,7	18,5	+0,2
	июль	83,6	71,0	+12,6	21,2	20,0	+1,2
	август	35,3	50,0	-14,7	18,0	17,2	+0,8
	за лето	171,6	165,0	+6,6	19,3	18,6	+0,7
2023	май	22,3	28,0	-5,7	14,1	12,7	+1,4
	июнь	41,1	44,0	-2,9	19,1	18,5	+0,6
	июль	22,7	71,0	-48,3	24,1	20	+4,1
	август	59,3	50,0	+9,3	18,4	17,2	+1,2
	за лето	121,3	165,0	-41,9	20,5	18,6	+1,9

В 2020 году погодным условиям была характерна сильная засушливость особенно в июне и августе, максимальное количество осадков выпало в июле. В целом, за летний период выпало 133,1 мм осадков, составив 81% от среднегодовое нормы в 165 мм.

Июнь и август 2021 года также характеризовались засушливыми условиями. За лето выпало 120,9 мм осадков, составляя 73% от среднегодовое нормы. Среднесуточная температура воздуха была на 0,9 °C выше нормы.

Погодные условия 2022 года оказались наиболее благоприятными за весь период в течении четырех лет. Так, количество осадков в июне и июле превышало нормативные показатели на 18-20%, а температурные условия находились на одном уровне или незначительно превышали норму (в пределах 1,2 °C). Напротив, в 2023 году наблюдались крайне засушливые условия – осадки практически отсутствовали, а среднесуточные температуры в критические фазы значительно превышали среднегодовое показатели, что вызвало сокращение вегетационного периода и снижение урожайности.

В процессе анализа метеорологических условий был определен гидротермический коэффициент ГТК за период июнь-август каждого года исследования, учитывающий влияние в комплексе температуры и влагообеспеченности растений. В 2020 году ГТК составил 0,75 (умеренная засуха, не вызывающая катастрофического снижения урожая), в 2021 и 2023 годах ГТК соответственно 0,67 и 0,65 (сильная засуха, наносящая ощутимый вред урожаю). В 2022 ГТК-0,97 – условия удовлетворительной влагообеспеченности. Многолетний показатель ГТК периода вегетации 0,96.

Проведённая оценка позволила выявить линии яровой мягкой пшеницы с высокой экологической адаптивностью, пластичностью и стабильностью урожайности, которые представляют интерес для дальнейшего использования в селекционных программах и производственных испытаниях в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Результаты и обсуждение

Урожайность является основным показателем адаптации сортов к различным условиям возделывания, она дает представление об отзывчивости сорта на улучшение или ухудшение абиотических условий. В наших исследованиях линии пшеницы имели различную урожайность, значительно различающуюся по годам (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность линий пшеницы конкурсного сортоиспытания, 2020-2023 гг.

Название сорта, линии	Годы исследования					Cv, %
	2020	2021	2022	2023	среднее	
Астана, стандарт	29,6	20,3	31,1	16,6	24,4	7,1
Айна, стандарт	33,6	24,4	38,9	16,8	28,4	9,8
92/13	33,3	25,5	35,6	19,1	28,4	7,5
486/ лют22	36,2	25,3	36,6	19,6	29,4	8,4

Продолжение таблицы 2

3/05 с 30% Dtr	32,7	20,3	33,3	18,2	26,1	8,0
384/06-1	32,4	24,9	31,9	17,2	26,6	7,1
Эритроспермум 42/12	32,6	21,2	35,5	15,5	26,2	9,4
63/ лют 37	35,9	24,0	34,8	19,3	28,5	8,2
218/10	35,1	23,0	38,6	16,7	28,4	10,2
92/82-4 с 2% маннит	32,8	22,8	30,8	16,9	25,8	7,4
23/07	33,1	19,6	34,4	17,7	26,2	9,2
324/10	35,4	17,8	32,7	15,3	25,3	10,2
435/лют 2	34,1	22,0	35	17,1	27,1	8,9
360/12	33,6	24,8	33,2	16,0	26,9	8,3
659/12	35,0	21,8	29,4	16,6	25,7	8,1
40/05 10% Sn1-1	33,5	19,6	33,5	15,0	25,4	9,5
Эритроспермум 255	32,9	18,0	33,4	13,4	24,4	10,3
370/10	37,1	21,9	28,3	18,2	26,4	8,3
13/12	36,7	23,6	30,4	19,4	27,5	7,6
453 СП2/19	34,7	23,8	34,8	18,1	27,9	8,3
Сред. урожайность, ц/га	34,0	22,2	33,6	17,1	26,7	
Индекс среды, Ij	7,3	-4,5	6,9	-9,6		

За годы исследований средняя урожайность в питомнике конкурсного испытания варьировала от 17,1 ц/га (в 2023 году) до 34,0 ц/га (в 2020 г). С максимальной урожайностью за 4 года 27,1-29,4 ц/га выделены 7 линий: 92/13, 486/ лют22, 63/ лют 37, 218/10, 435/лют 2, 13/12, 453 СП2/19, и сорт-стандарт Айна. Коэффициент вариации урожайности C_v , % у основной части линий низкий – до 10%. Лишь у 3-х линий он средневариабельный: 218/10, 324/10, Эритроспермум 255. Низкий коэффициент вариации свидетельствует о высокой экологической стабильности большинства изучаемых линий, что особенно важно для условий резко континентального климата Северного Казахстана, характеризующегося чередованием влажных и засушливых лет. Линии с устойчивой урожайностью способны эффективно использовать ресурсы среды без значительного снижения продуктивности, что подтверждает их адаптивность и пригодность для дальнейшего селекционного использования. Средневариабельные линии, напротив, демонстрируют зависимость от условий года, что указывает на их принадлежность к интенсивному типу и необходимость применения оптимальных агротехнологий для реализации потенциала урожайности. Аналогичные закономерности между урожайностью и стабильностью отмечены в исследовании *T.C. Wang, P. Casadebaig, T.W. Chen*, [18], где подчеркивается, что высокая стабильность урожайности тесно связана с адаптивной реакцией генотипов на изменяющиеся условия среды.

Метод *S.A. Eberhart* и *B.A. Rusell* в изложении *В.А. Зыкина* [16] по определению показателей адаптивности основывается на расчёте коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ^2_d), которые используются для оценки адаптивной способности генотипов. Коэффициент линейной регрессии (b_i) отражает степень экологической пластичности образца в зависимости от изменяющихся условий возделывания, тогда как величина дисперсии служит показателем его стабильности в различных стрессовых условиях. Для расчёта коэффициента (b_i) были определены индексы условий среды (I_j). В качестве базы для их вычисления использовались данные о средней урожайности линий и сортов пшеницы за четыре года исследований, что позволило выделить годы с различной степенью благоприятности для возделывания пшеницы. Наиболее благоприятные условия для роста и развития генотипов отмечались в 2020 и 2022 годах ($I_j=7,3$ и 6,9 соответственно), неблагоприятными оказались в 2023 году ($I_j=-9,6$), а промежуточные – в 2021 году ($I_j=-4,5$).

Коэффициент линейной регрессии урожая оценивает реакцию генотипов на изменение условий выращивания. При $b_i > 1$ сорта обладают экологической пластичностью и отзывчивостью

на изменения условий года (таблица 3). Эти сорта относятся к интенсивному типу и при интенсификации технологий реагируют увеличением урожайности. В конкурсном испытании к ним отнесены 7 линий: Эритроспермум 42/12, 218/10, 324/10, 435/лют 2, 40/05 10% Sn1-1, Эритроспермум 255 и стандарт Айна ($b_i=1,12-1,22$), что характеризует их как отзывчивые на условия выращивания. При значении коэффициента $b_i < 1$ сорта характеризуются слабой реакцией на изменение условий среды. Такие генотипы целесообразно возделывать в условиях экстенсивного земледелия, где они обеспечивают наибольшую отдачу при минимальных затратах. В нашем опыте к этой группе относятся шесть генотипов: 92/13, 384/06-1, 92/82-4 с 2% маннитом, 370/10, 13/12 и стандартный сорт Астана ($b_i = 0,84-0,90$). У остальных 7 линий: 486/ лют22, 3/05 с 30% Dtr, 63/ лют 37, 23/07, 360/12, 659/12, 453 СП2/19 коэффициент регрессии около или равен единице ($b_i=0,94-1,07$), что означает высокую экологическую пластичность, эти линии наиболее адаптированы к условиям возделывания в регионе.

Подобные диапазоны значений b_i (0,87–1,39) были отмечены в исследованиях *S.I. Shah, M.A. Sahito* [19], где генотипы с $b_i \approx 1$ рассматривались как обладающие широкой адаптацией. В исследовании в *V. Gupta, M. Kumar, V. Singh* коэффициент b_i также был значимым для прогноза стабильности урожайности и коррелировал с средним уровнем урожая [20].

Таблица 3 – Показатели адаптивности линий пшеницы конкурсному испытанию, 2020-2023 гг.

Название сорта, линии	Урожайность, средняя за 2020-2023 гг	Пластичность b_i	Стабильность σ^2d	$(Y_{\min} - Y_{\max})$ стрессо-устойчивость	$(Y_{\min} + Y_{\max})/2$ Генетическая гибкость
Астана, стандарт	24,4	0,84	1,9	-14,5	23,9
Айна, стандарт	28,4	1,14	18,4	-22,1	27,9
92/13	28,4	0,89	5,5	-16,5	27,4
486/ лют22	29,4	1,01	0,6	-17	28,1
3/05 с 30% Dtr	26,1	0,95	4,3	-15,1	25,8
384/06-1	26,6	0,84	6,5	-14,7	24,8
Эритроспермум 42/12	26,2	1,12	5,6	-20	25,5
63/ лют 37	28,5	0,98	0,3	-15,5	27,6
218/10	28,4	1,21	8,0	-21,9	27,7
92/82-4 с 2% маннит	25,8	0,88	2,6	-14,8	24,9
23/07	26,2	1,04	7,4	-16,7	26,1
324/10	25,3	1,21	9,3	-17,4	25,4
435/лют 2	27,1	1,07	1,0	-17,9	26,1
360/12	26,9	0,98	8,0	-17,2	24,8
659/12	25,7	0,94	13,8	-15,9	25,8
40/05 10% Sn1-1	25,4	1,14	0,9	-18,5	24,3
Эритроспермум 255	24,4	1,22	1,9	-20	23,4
370/10	26,4	0,90	36,0	-16,1	27,7
13/12	27,5	0,87	17,8	-14,7	28,1
453 СП2/19	27,9	1,00	0,4	-16,7	26,5

Минимальный показатель среднеквадратичного отклонения в данном опыте ($\sigma^2d=0,3-0,9$) показали 4 линии, выделившиеся как стабильные: 486/ лют22, 63/ лют 37, 40/05 10% Sn1-1, 453 СП2/19.

Среди свойств адаптивности важным является показатель стрессоустойчивости, показывающий разницу между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$), параметр

выражается отрицательным значением, чем он меньше, тем шире адаптационный потенциал сорта и выше устойчивость к стрессу. Среди изучаемого набора образцов минимальный показатель (-14,5-15,9) отмечен у 3 линий: 3/05 с 30% Dtr, 384/06-1, 92/82-4 с 2% маннит, и сорта Астана. Работы R, Amiri, S. Bahraminejad также подчёркивают, что разница между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$) или сопоставимые показатели могут служить прямым индикатором устойчивости к стрессу. Использование различных стабильностных показателей (в том числе коэффициента регрессии) выявило, что сорта с меньшей вариабельностью и большей устойчивостью дают лучшие результаты в условиях ограниченной влажности [21].

Генетическая гибкость $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$, или компенсаторная способность сорта – это возможность компенсировать воздействие неблагоприятных условий на урожайность. Среди изучаемых образцов заслуживают внимания образцы с максимальным значением показателя 27,4-28,1 ц/га: Айна, 92/13, 486/лют22, 63/лют 37, 218/10, 370/10.

Согласно литературе, сорта с высоким средним уровнем урожайности и одновременно невысокой изменчивостью по годам и средам считаются более приспособленными и перспективными. В частности, работа «Genetic modulation of yield and phenotypic plasticity of yield in winter wheat» отмечает, что «новые сорта имеют более высокий средний урожай и повышенную пластичность урожая» и указывает на возможность сочетания высокого потенциала и адаптивности [22].

Заключение

Создание селекционного материала, сочетающего высокую урожайность и качество зерна с устойчивостью к стрессовым факторам конкретного региона, является одной из приоритетных задач современных селекционных программ. Анализ экспериментальных данных по урожайности линий яровой мягкой пшеницы за 2020-2023 годы в условиях Северо-Казахстанской области позволил выделить перспективные линии, обладающие высокими показателями адаптивности, сочетающими в себе высокую урожайность, в среднем за 4 года 27,6-28,1 ц/га, пластичность (b_i) 0,98-1,07, стабильность (σ^2_d) 0,4-1,0, это линии 486/лют 22, 63/лют 37, 453 СП2/19. Сорт «Айна» и линия 218/10 отличаются высокой продуктивностью. Их коэффициент регрессии b_i составляет 1,14–1,21, что указывает на высокую пластичность и относит эти сорта к интенсивному типу, хорошо реагирующему на улучшенные условия выращивания.

Вклад авторов

ЕФ: формулировка целей и задач исследования, анализ полученных данных, написание текста статьи. ЖЛ, АА, ВА: сбор экспериментальных данных, подготовка обзора литературы, вычитка, редактирование, внесение поправок. Все авторы прочитали, ознакомились и одобрили окончательную редакцию рукописи для передачи к публикации.

Информация о финансировании

Работа проведена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК по научно-технической программе BR24892821 «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана».

Список литературы

- 1 Амиров, МФ, Гараев, РИ, Желтухин, АВ, Семенов, ПГ. (2022). Продуктивность и адаптивность сортов яровой пшеницы компании КВС в условиях Предкамья Республики Татарстан. *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*, 2(3), 12-19, DOI: 10.12737/2782-490X-2022-12-19.
- 2 Никифоров, ВМ, Никифоров, МИ, Мамеев, ВВ. (2020). Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Брянской области. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*, 1(77), 7-11,

3 Кузьмин, ОГ, Чурсин, АС, Краснова, ЮС, Каракоз, ИИ, Шаманин, ВП. (2021). Оценка экологической пластичности перспективных линий питомника КАСИБ-20 по урожайности и качеству зерна. *Вестник Омского ГАУ*, 1(41), 28-36. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_1_28.

4 Агеева, ЕВ, Лихенко, ИЕ, Советов, ВВ. (2020). Оценка экологической пластичности сортов и линий яровой мягкой пшеницы в рамках программы Казахстанско-Сибирской сети. *Вестник Омского государственного аграрного университета*, 4(40), 7-11. DOI: 10.12345/2222-0364_2020_4_40_1.

5 Войтович, НВ, Политыко, ПМ, Осипова, АВ, Никифоров, ВМ, Никифоров, МИ. (2020). Оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах центрального региона России. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*, 2(78), 3-8.

6 Демина, ЕА, Кинчаров, АИ, Таранова, ТЮ, Чекмасова, КЮ. (2021). Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья. *Аграрный вестник Урала*, 11(214). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19.

7 Таранова, ТЮ, Кинчаров, АИ, Демина, ЕА, Муллаянова, ОС, Чекмасова, КЮ. (2021). Селекционная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по продуктивности и ее элементам. *Вестник КрасГАУ*, 5, 81-88. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-81-88.

8 Новохатин, ВВ, Драгавцев, ВА. (2020). Научное обоснование эколого-генетической селекции мягкой яровой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*, 34(12), 39-46. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11206.

9 Демина, ЕА, Кинчаров, АИ, Таранова, ТЮ, Муллаянова, ОС, Чекмасова, КЮ. (2020). Современные сорта яровой мягкой пшеницы для лесостепной зоны Средневолжского региона. *Достижения науки и техники АПК*, 34:10, 16-21. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11002.

10 Демина, ИФ. (2020). Урожайность и элементы её структуры у сортов и линий мягкой яровой пшеницы. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 5(187), 5-10.

11 Агеева, ЕВ, Лихенко, ИЕ, Советов, ВВ. (2018). Оценка экологической пластичности сортообразцов мягкой яровой пшеницы питомника Казахстанско-Сибирской сети СИММУТ. *Земледелие и растениеводство*, 32: 11, 26-29. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11106.

12 Мальцева, ЛТ, Филиппова, ЕА, Банникова, НЮ, Катаева, НВ. (2021). Влияние засухи на хозяйственно ценные признаки яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепной зоны курганской области. *Вестник Омского ГАУ*, 3(43), 25-34. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_3_25.

13 Евдокимов, МГ, Белан, ИА, Юсов, ВС, Ковтуненко, АН, Россеева, ЛП. (2020). Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра. *Достижения науки и техники АПК*, 34, 9-15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.

14 Мозговой, СС, Пантюхов, ИВ, Келер, ВВ. (2020). Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в лесостепи красноярского края. *Вестник КрасГАУ*, 9, 121-128. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128.

15 Асеева, ТА, Зенкина, КВ, Ломакина, ИВ. (2020). Хозяйственная и биологическая характеристика перспективного универсального сорта яровой пшеницы Далира. *Достижения науки и техники АПК*, 34: 6, 59-64. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10611.

16 Зыкин, ВА, Белан, ИА, Юсов, ВС. (2005). *Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений*. Уфа: БашГАУ, 100.

17 Гончаренко, АА. (2016). Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*, 6, 49-53.

18 Wang, TC, Casadebaig, P., Chen, TW. (2023). More than 1000 genotypes are required to derive robust relationships between yield, yield stability and physiological parameters: A computational study on wheat crop. *Theoretical and Applied Genetics*, 136, 34. DOI: 10.1007/s00122-023-04264-7.

19 Shah, SI, Sahito, MA, Tunio, S., Pirzado, AJ. (2009). Genotype Environment Interactions and Stability Analysis of Yield and Yield Attributes of Ten Contemporary Wheat Varieties of Pakistan. *Sindh University Research Journal (Science Series)*, 41(1).

20 Gupta, V., Kumar, M., Singh, V., Chaudhary, L., Yashveer, S., Sheoran, R., Dalal, MS, Nain, A., Lamba, K., Gangadharaiyah, N., Sharma, R., Nagpal, S. (2022). Genotype by Environment Interaction

Analysis for Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* (L.) em. Thell) Genotypes. *Agriculture*, 12(7), 1002. DOI: 10.3390/agriculture12071002.

21 Amiri, R., Bahraminejad, S., Sasani, Sh., Ghobadi, M. (2014). Genetic evaluation of 80 irrigated bread wheat genotypes for drought tolerance indices. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(1), 101-111.

22 Dhaliwal, J., Ruddock, AN, Karow, RS. (2025). Genetic modulation of yield and phenotypic plasticity of yield in winter wheat. *Journal of Experimental Botany*, eiaf478. DOI: 10.1093/jxb/eiaf478.

References

1 Amirov, MF, Garaev, RI, Zheltukhin, AV, Semenov, PG. (2022). Produktivnost i adaptivnost sortov yarovoy pshenitsy kompanii KVS v usloviyakh Predkamy Respubliki Tatarstan. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoye zemledelie*, 2(3), 12-19. DOI: 10.12737/2782-490X-2022-12-19.

2 Nikiforov, VM, Nikiforov, MI, Mameev, VV. (2020). Urozhaynost i kachestvo zerna sortov yarovoy pshenitsy v usloviyakh Bryanskoy oblasti. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 1(77), 7-11.

3 Kuzmin, OG, Chursin, AS, Krasnova, YuS, Karakoz, II, Shamanin, VP. (2021). Otsenka ekologicheskoy plastichnosti perspektivnykh liniy pitomnika KASIB-20 po urozhaynosti i kachestvu zerna. *Vestnik Omskogo GAU*, 1(41), 28-36. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_1_28.

4 Ageeva, EV, Likhenko, IE, Sovetov, VV. (2020). Otsenka ekologicheskoy plastichnosti sortov i liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v ramkakh programmy Kazakhstansko-Sibirskoy seti. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4(40), 7-11. DOI: 10.12345/2222-0364_2020_4_40_1.

5 Voitovich, NV, Polityko, PM, Osipova, AV, Nikiforov, VM, Nikiforov, MI. (2020). Otsenka effektivnosti tekhnologiy vozdeliyvaniya yarovoy pshenitsy na dernovo-podzolistykh pochvakh tsentralnogo regiona Rossii. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 2(78), 3-8.

6 Demina, EA, Kincharov, AI, Taranova, TYu, Chekmasova, KYu. (2021). Otsenka adaptivnosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v lesostepnykh usloviyakh Srednego Povolzhya. *Agrarnyy vestnik Urala*, 11(214). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19.

7 Taranova TYu, Kincharov AI, Demina EA, Mullayanova OS, Chekmasova KYu. (2021). Seleksionnaya otsenka iskhodnogo materiala yarovoy myagkoy pshenitsy po produktivnosti i eye elementam. *Vestnik KrasGAU*, 5, 81-88. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-81-88.

8 Novokhatin, VV, Dragavtsev, VA. (2020). Nauchnoye obosnovaniye ekologo-geneticheskoy seleksii myagkoy yarovoy pshenitsy. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 34(12), 39-46. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11206.

9 Demina, EA, Kincharov, AI, Taranova, TYu, Mullayanova, OS, Chekmasova, KYu. (2020). Sovremennyye sorty yarovoy myagkoy pshenitsy dlya lesostepnoy zony Srednevolzhskogo regiona. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 34(10), 16-21. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11002.

10 Demina, IF. (2020). Urozhaynost i elementy eye struktury u sortov i liniy myagkoy yarovoy pshenitsy. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 5(187), 5-10.

11 Ageeva, EV, Likhenko, IE, Sovetov, VV. (2018). Otsenka ekologicheskoy plastichnosti sortoobraztsov myagkoy yarovoy pshenitsy pitomnika Kazakhstansko-Sibirskoy seti CIMMYT. *Zemledelie i rasteniyevodstvo*, 32: 11, 26-29. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11106.

12 Maltseva, LT, Filippova, EA, Bannikova, NYu, Kataeva, NV. (2021). Vliyanie zasukhi na khozyaystvenno tsennyye priznaki yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh lesostepnoy zony Kurganskoy oblasti. *Vestnik Omskogo GAU*, 3(43), 25-34. DOI: 10.48136/2222-0364_2021_3_25.

13 Evdokimov, MG, Belan, IA, Yusov, VS, Kovtunenkov, AN, Rosseeva, LP. (2020). Adaptivnyy potentsial sortov pshenitsy (ozimoy, yarovoy myagkoy i yarovoy tverdoy) seleksii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 34, 9-15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.

14 Mozgovoy, SS, Pantyukhov, IV, Keler, VV. (2020). Ekologicheskaya plastichnost sortov yarovoy pshenitsy v lesostepi Krasnoyarskogo kraya. *Vestnik KrasGAU*, 9, 121-128. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128.

15 Aseeva, TA, Zenkina, KV, Lomakina, IV. (2020). Khozyaystvennaya i biologicheskaya kharakteristika perspektivnogo universal'nogo sorta yarovoy pshenitsy Dalira. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 34(6), 59–64. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10611.

16 Zykin, VA, Belan, IA, Yusov, VS. (2005). *Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti selskokhozyaystvennykh rasteniy*. Ufa: BashGAU, 100

17 Goncharenko, AA. (2016). Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kultur. *Vestnik RASKHN*, 6, 49–53.

18 Wang, TC, Casadebaig, P., Chen, TW. (2023). More than 1000 genotypes are required to derive robust relationships between yield, yield stability and physiological parameters: A computational study on wheat crop. *Theoretical and Applied Genetics*, 136, 34. DOI: 10.1007/s00122-023-04264-7.

19 Shah, SI, Sahito, MA, Tunio, S, Pirzado AJ. (2009). Genotype Environment Interactions and Stability Analysis of Yield and Yield Attributes of Ten Contemporary Wheat Varieties of Pakistan. *Sindh University Research Journal (Science Series)*, 41(1).

20 Gupta, V., Kumar, M., Singh, V., Chaudhary, L., Yashveer, S., Sheoran, R., Dalal, MS, Nain, A., Lamba, K., Gangadharaiyah, N., Sharma, R., Nagpal, S. (2022). Genotype by Environment Interaction Analysis for Grain Yield of Wheat (*Triticum aestivum* (L.) em. Thell) Genotypes. *Agriculture*, 12(7), 1002. DOI: 10.3390/agriculture12071002.

21 Amiri, R., Bahraminejad, S., Sasani, Sh., Ghobadi, M. (2014). Genetic evaluation of 80 irrigated bread wheat genotypes for drought tolerance indices. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(1), 101–111.

22 Dhaliwal, J., Ruddock, AN, Karow, RS. (2025). Genetic modulation of yield and phenotypic plasticity of yield in winter wheat. *Journal of Experimental Botany*, eraf478. DOI: 10.1093/jxb/eraf478.

Солтүстік Қазақстан облысы жағдайында жаздық жұмсақ бидай желілерінің бейімделуін бағалау

Федоренко Е.Н., Лутченко Ж.И., Артыс А.Ю., Абдуллина В.Ф.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Солтүстік Қазақстан облысы – жоғары сапалы бидай дәнін өндіретін елдің жетекші аймақтарының бірі. Селекциялық жұмыстың тиімділігін арттырудың маңызды бағыты – жаңа линиялардың экологиялық икемділігі мен өнім тұрақтылығы көрсеткіштері бойынша бейімделгіштігін зерттеу. Зерттеудің мақсаты – Солтүстік Қазақстанның дала аймағы жағдайында жаздық жұмсақ бидайдың конкурс сынағындағы линияларының экологиялық икемділігі мен өнім тұрақтылығы көрсеткіштері бойынша бейімделгіштігін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу 2020–2024 жылдар аралығында Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы селекциясындағы 20 перспективті жаздық жұмсақ бидай линияларында жүргізілді. Экологиялық тұрақтылық пен икемділік көрсеткіштері *S.A. Eberhart* және *W.A. Russell* әдістемесі бойынша (*B.A. Зыкин* және т.б. редакциясында) есептелді. Стресске төзімділік ($Y_{\min} - Y_{\max}$) және генетикалық икемділік ($(Y_{\min} - Y_{\max})/2$) көрсеткіштері *A.A. Rosielle* және *J. Hamblin* теңдеулері бойынша, А.А. Гончаренко интерпретациясында анықталды.

Нәтижелер. Жоғары өнімділікпен (27,6–28,1 ц/га), экологиялық икемділікпен ($b_i = 0,98 - 1,07$) және тұрақтылықпен ($\sigma^2_d = 0,4 - 1,0$) ерекшеленетін линиялар анықталды: 486/лют 22, 63/лют 37, 453 СП2/19. 218/10 линиясы мен Айна сорты жоғары өнімділік пен жоғары икемділік көрсеткішін ($b_i = 1,14 - 1,21$) көрсетті, бұл оларды интенсивті типтерге жатқызуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Бағалау нәтижесінде Солтүстік Қазақстанның дала аймағы жағдайында селекциялық бағдарламалар мен өндірістік сынақтарда қолдануға қызығушылық тудыратын, экологиялық бейімделгіштігі, икемділігі және өнім тұрақтылығы жоғары жаздық жұмсақ бидай линиялары анықталды.

Кілт сөздер: бейімделгіштік; бидай; жаздық жұмсақ икемділік; өнімділік; тұрақтылық.

Assessment of the adaptability of spring soft wheat lines in the North Kazakhstan region

Elena N. Fedorenko, Zhanna I. Lutchenko, Anzhelika Y. Artys, Viktoria F. Abdullina

Abstract

Background and Aim. The North Kazakhstan region is one of the leading areas of Kazakhstan for the production of high-quality wheat grain. To improve the efficiency of breeding work, an important research focus is the study of the adaptability of new lines based on indicators of ecological plasticity and yield stability. The aim of this study was to evaluate the adaptability of spring bread wheat lines from competitive trials using indicators of ecological plasticity and yield stability under the conditions of the steppe zone of Northern Kazakhstan.

Materials and Methods. The analysis was carried out on 20 promising spring bread wheat lines bred at the North Kazakhstan Agricultural Experimental Station during 2020-2024. Ecological stability and plasticity indices were calculated according to the method of *S.A. Eberhart* and *W.A. Russell* (as adapted by *V.A. Zykin et al.*). The indicators of stress tolerance ($Y_{\min} - Y_{\max}$) and genetic flexibility ($(Y_{\min} - Y_{\max})/2$) were calculated using equations proposed by *A.A. Rosielle* and *J. Hamblin*, as interpreted by *A.A. Goncharenko*.

Results. Lines characterized by a combination of high yield (27.6–28.1 c/ha), ecological plasticity ($bi = 0.98–1.07$), and stability ($\sigma^2_d = 0.4–1.0$) were identified: 486/lyut 22, 63/lyut 37, and 453 SP2/19. Line 218/10 and the variety Aina showed high productivity and increased plasticity indices ($bi = 1.14–1.21$), classifying them as intensive types.

Conclusion. The evaluation made it possible to identify spring bread wheat lines with high ecological adaptability, plasticity, and yield stability that are of interest for further use in breeding programs and production trials under the conditions of the steppe zone of Northern Kazakhstan.

Keywords: adaptability; plasticity; spring soft wheat; stability; yield.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.64-74. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2076

UDC 34.31.17

Research article

Quantifying photosynthetic O₂ evolution in woody species: a comparative study using portable gas pressure sensing

Nurziya A. Kalieva¹ , Bolat B. Seidanov² , Kadyrbek E. Magzomov¹ ,
Kuralay T. Abdraimova¹ , Almagul K. Ubaydullaeva¹ , Aliya M. Duisebekova¹ 

¹Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Corresponding author: Bolat B. Seidanov: bolatseidanov@gmail.com

Co-authors: (1: NK) nurziya.kaliyeva@ayu.edu.kz; (2: KM) mazomovqadyrbek@mail.ru

(3: KA) kuralai.abdraimova@ayu.edu.kz (4: AU) almagul50@mail.ru

(5: AD) alia.duisebekova@ayu.edu.kz

Received: 29.10.2025 **Accepted:** 19.12.2025 **Published:** 30.12.2025

Abstract

Background and Aim. Photosynthesis represents the fundamental biological transducer of solar energy into chemical potential, sustaining global ecosystems through carbon sequestration and oxygen (O₂) evolution. In the context of rapidly changing urban climates, understanding the physiological performance of diverse tree species, ranging from native foundational species to aggressive invaders, is critical for effective urban forestry management. This study aims to evaluate the efficacy of a modern, cost-effective portable pressure sensor (Globisens Labdisc) for quantifying photosynthetic O₂ evolution and to compare the physiological performance of four distinct woody species under controlled conditions.

Materials and Methods. We conducted a comparative physiological analysis of leaves from *Quercus robur* (Oak), *Ulmus spp.* (Elm), *Ailanthus altissima* (Tree of Heaven), and *Populus spp.* (Poplar). Photosynthetic activity was measured by monitoring the kinetics of pressure increase in a hermetically sealed, CO₂-buffered system (1% NaHCO₃) under saturating light conditions (450 ± 30 μmol m⁻² s⁻¹). Data were processed to calculate specific photosynthetic rates normalized by fresh weight and time (kPa g⁻¹ min⁻¹), and statistical significance was assessed using one-way ANOVA followed by Tukey's HSD post-hoc test.

Results. The study revealed statistically significant differences in photosynthetic capacity among the species (p < 0.05). Contrary to expectations for an invasive pioneer, *Ailanthus altissima* exhibited the lowest specific rate of oxygen evolution (0.119 kPa g⁻¹ min⁻¹). The highest activity was observed in *Ulmus spp.* (0.159 kPa g⁻¹ min⁻¹), followed by *Quercus robur* (0.149) and *Populus spp.* (0.141).

Conclusion. The results demonstrate that while *Populus* showed the highest gross pressure change, normalization reveals that *Ulmus* and *Quercus* possess superior intrinsic photosynthetic efficiency per unit of biomass under these experimental conditions. The Globisens Labdisc proved to be a robust tool for high-throughput physiological screening, offering a viable alternative to expensive IRGA systems for educational and preliminary ecological monitoring.

Keywords: photosynthesis; oxygen evolution; gas pressure sensor; Globisens Labdisc.

Introduction

Photosynthesis is the cornerstone of the biosphere's energy flow and carbon cycle. It is the physicochemical process by which plants, algae, and cyanobacteria utilize light energy to drive the synthesis of organic compounds, releasing molecular oxygen (O₂) as a vital byproduct of water oxidation [1, 2]. In an era characterized by escalating atmospheric CO₂ concentrations and global climate instability, the capacity of terrestrial vegetation to sequester carbon and release oxygen has moved to the forefront

of ecological research [3]. This is particularly relevant in urban and peri-urban environments, where "green infrastructure" plays a critical role in mitigating the Urban Heat Island (UHI) effect, filtering particulate matter, and offsetting anthropogenic carbon emissions [4, 5].

Consequently, the precise quantification of photosynthetic rates is a primary objective in plant physiology and urban forestry. It allows researchers to model ecosystem productivity, assess plant health under stress, and select climate-resilient species for afforestation. However, a significant technological divide exists in physiological research. The "gold standard" for measuring photosynthesis involves Open-Path Infrared Gas Analyzers (IRGAs), which measure net CO₂ assimilation with high precision [6, 7]. Alternatively, Pulse-Amplitude Modulated (PAM) fluorometry is used to assess the quantum efficiency of Photosystem II [8, 9]. While highly accurate, these technologies are prohibitively expensive, complex to maintain, and require extensive operator training. These barriers often preclude their use in large-scale screening programs in developing regions, citizen science projects, or educational settings [10, 11].

There is, therefore, a pressing demand for innovative, low-cost, and accessible methodologies that can provide reliable quantitative data on plant performance. Manometric techniques, which measure gas exchange via pressure changes in a closed system, were historically the foundation of photosynthetic research (e.g., the Warburg effect) [12, 13]. Modern sensor technology allows us to revisit these classical principles with renewed precision. The Globisens Labdisc is a compact data-logging unit integrating various sensors, including a sensitive gas pressure sensor [14]. By measuring the increase in pressure within a sealed chamber containing a CO₂-buffered solution, one can derive the rate of net oxygen evolution—a direct proxy for photosynthetic activity [15].

This study applies this accessible technology to a comparative physiological analysis of four woody species with distinct ecological strategies found in the Botanical Garden of IKTU:

1. Poplar (*Populus* spp.): A fast-growing pioneer species widely used in phytoremediation and bioenergy forestry due to its rapid biomass accumulation [16, 17].
2. Oak (*Quercus robur*): A late-successional, stress-tolerant climax species representing the backbone of many temperate forest ecosystems [18].
3. Elm (*Ulmus* spp.): A riparian species adapted to competitive, nutrient-rich environments [19].
4. Tree of Heaven (*Ailanthus altissima*): A highly aggressive invasive species. Understanding the physiology of *A. altissima* is crucial, as its ability to outcompete native flora is often attributed to superior resource acquisition traits [20, 21].

The objectives of this study were twofold:

1. Methodological: To validate the use of the Globisens Labdisc pressure sensor as a reliable, quantitative tool for comparing photosynthetic rates, replacing purely qualitative methods like the Senebier count.
2. Ecophysiological: To test the hypothesis that the invasive *A. altissima* exhibits higher specific photosynthetic rates compared to native *Quercus* and *Ulmus* species, thereby mechanistically explaining its invasive success.

By bridging the gap between classical manometry and digital sensing, this research contributes to the development of affordable phenotyping protocols while providing insights into the carbon dynamics of key urban tree species.

Materials and Methods

Study Site and Plant Material

The study was conducted at the International Kazakh-Turkish University (IKTU). Plant material was collected from the Botanical Garden of IKTU (43.29° N, 68.26° E), which features a semi-arid continental climate. Sampling was performed during the early autumn (September) to assess physiological activity during the late vegetative period.

Four species were selected: *Quercus robur*, *Ulmus* spp., *Ailanthus altissima*, and *Populus* spp. To ensure statistical independence, leaf samples were harvested from three separate, mature trees for each species (biological replicates, $n = 3$). We selected fully expanded, sun-exposed leaves from the mid-canopy layer to minimize variation caused by leaf age or shading. Leaves showing any signs of chlorosis, necrosis, or herbivory were excluded. Sampling occurred between 09:00 and 10:00 AM local

time to avoid midday stomatal closure (midday depression) often caused by high vapor pressure deficit (VPD). Samples were transported to the laboratory in sealed, humidified plastic bags within 15 minutes of excision to maintain turgor pressure.

Experimental Conditions

All physiological measurements were conducted in a temperature-controlled laboratory environment maintained at 25 ± 1 °C. Carbon Source: To ensure that carbon dioxide (CO_2) was not a limiting factor, a 1% (w/v) sodium bicarbonate (NaHCO_3) solution was prepared using distilled water. The dissociation of NaHCO_3 releases CO_2 and bicarbonate ions (HCO_3^-), providing a saturating carbon source for the leaf tissue in the aqueous medium [22, 23].

Illumination: A 100 W full-spectrum LED phytolamp was positioned 15 cm directly above the reaction vessel. Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) at the leaf surface was measured using a quantum sensor and standardized at $450 \pm 30 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. This intensity was selected to exceed the light compensation point and approach saturation for typical C_3 temperate woody species [24, 25].

Quantitative Measurement Protocol (Globisens Labdisc)

For each biological replicate, 1.500 ± 0.001 g of fresh leaf tissue (FW) was weighed using an analytical balance. The leaf lamina was cut into segments of approximately 1 cm² to maximize the surface area in contact with the buffer and facilitate gas exchange [26]. The tissue was introduced into a 50 mL polypropylene syringe serving as the reaction chamber. The syringe was filled with the 1% NaHCO_3 solution, leaving a precise headspace of 10 mL of ambient air. A flexible silicone tube connected the syringe nozzle to the barometric pressure sensor of the Globisens Labdisc data logger. All connections were sealed with Parafilm M to prevent gas leakage. Before illumination, the system was kept in darkness for 5 minutes to verify hermetic sealing (stable pressure baseline).

Upon activating the light source, the Labdisc was configured to record air pressure (kPa) at 1-minute intervals for a duration of 20-35 minutes, depending on the species' activity. The net evolution of oxygen gas increased the partial pressure within the headspace, which was recorded electronically (Figure 1).



Figure 1 – Process of studying photosynthesis in a plant leaf using the Globisens Labdisc

Classical Method: Senebier Method

To qualitatively confirm O_2 production, the Senebier method was employed, following classical protocols [27]. Small glass fragments were placed at the bottom of a glass jar to hold the leaf material submerged. The jar was then filled with the 1% NaHCO_3 solution. Several poplar leaves were submerged and covered with a glass funnel. A test tube, completely filled with the same solution, was inverted over the funnel stem. The entire setup was illuminated with the 100-watt lamp. As photosynthesis occurred, gas bubbles were expected to collect at the top of the test tube, displacing the water (Figure 2). After a sufficient volume of gas accumulated, a glowing splint test was used to confirm the gas as oxygen.



Figure 2 – Experimental process with a leaf blade using the Senebier method

Data Processing and Statistical Analysis

Raw data (Time vs. Pressure) were exported from the Globisens software to a spreadsheet for processing. The initial lag phase (first 2-3 minutes) was excluded to account for thermal equilibration.

Rate Calculation: The slope of the linear portion of the pressure curve ($\Delta P / \Delta t$) was calculated using linear regression analysis ($R^2 > 0.95$ for all accepted traces).

Normalization: To allow for inter-specific comparison, the raw rate (kPa min^{-1}) was normalized by the fresh mass of the sample (1.5 g). The Specific Photosynthetic Rate (R_{spec}) was calculated as:

$$R_{\text{spec}} = \frac{P_{\text{final}} - P_{\text{initial}}}{t_{\text{total}} \times \text{Mass}} [\text{units: } \text{kPa} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}]$$

Statistical Testing: All statistical analyses were performed using R statistical software (v. 4.1.2). Data normality was checked using the Shapiro–Wilk test ($p > 0.05$). Differences between species means were analyzed using a one-way Analysis of Variance (ANOVA). Post-hoc pairwise comparisons were conducted using Tukey’s Honestly Significant Difference (HSD) test with a significance threshold of $\alpha = 0.05$ [28].

Results and Discussion

Quantitative Analysis with Globisens Labdisc

The application of the manometric sensor method provided high-resolution kinetic data for all four species. In all experimental runs, the pressure within the reaction chamber exhibited a positive linear correlation with time after the initial equilibration period, indicating continuous net oxygen evolution driven by photosynthesis.

The raw data traces were processed independently from the sensor output (Figure 3).

Ulmus spp.: The pressure increased from a baseline of 92.2 kPa to 98.4 kPa over a 26-minute period. The curve showed a robust, steady ascent, indicating consistent stomatal conductance and photosystem activity.

Quercus robur: Oak leaves demonstrated a pressure rise from 101.3 kPa to 106.2 kPa over 22 minutes. The slope remained steep and constant, characteristic of a high-performance climax species.

Ailanthus altissima: The invasive Tree of Heaven showed a more moderate increase from 101.4 kPa to 105.7 kPa over 24 minutes.

Populus spp.: Poplar exhibited the largest absolute change in pressure (7.0 kPa rise), starting at 92.2 kPa and ending at 99.2 kPa. However, this accumulation required a longer duration (33 minutes).

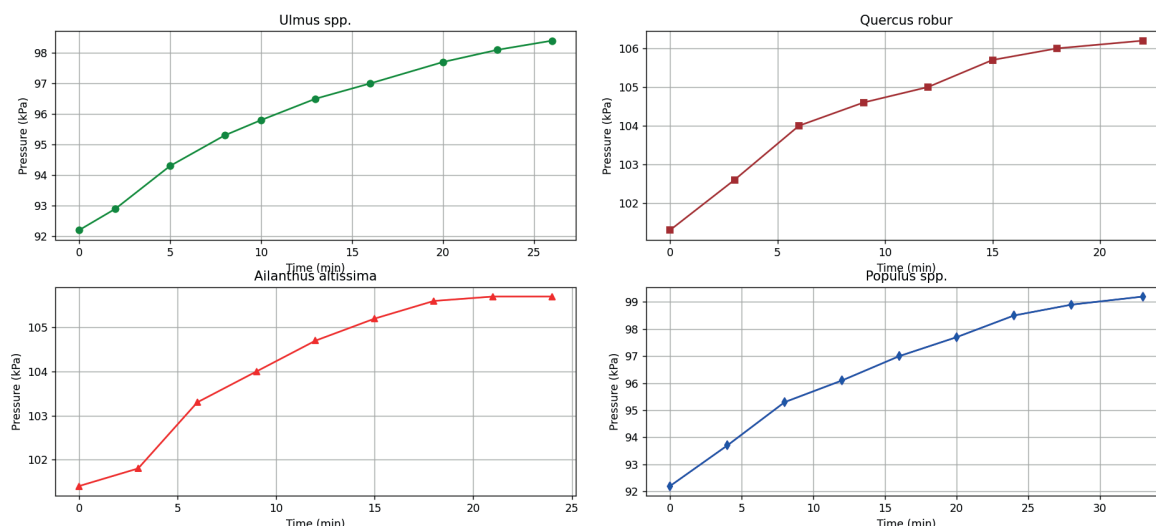


Figure 3 – Kinetics of O₂ evolution (pressure change) over time

While the raw pressure data suggests *Populus* appeared to produce the most oxygen, this interpretation is confounded by the differing durations of the experiments. To obtain a valid physiological comparison, we analyzed the Specific Photosynthetic Rate (R_{spc}), normalizing for both time and biomass (Table 1).

Table 1 – Comparative analysis of photosynthetic oxygen evolution rates across four woody species

Plants	Initial (kPa)	Final (kPa)	Duration (min)	Total ΔP (kPa)	Specific Rate (kPa g ⁻¹ min ⁻¹)
<i>Ulmus</i> (Elm)	92.2	98.4	26	6.2	0.159
<i>Quercus robur</i> (Oak)	101.3	106.2	22	4.9	0.149
<i>Populus</i> (Poplar)	92.2	99.2	33	7.0	0.141
<i>A. altissima</i> (Ailanthus)	101.4	105.7	24	4.3	0.119

Note: Specific Rate = (Total ΔP) / (Duration $\times$ 1.5 g)

The one-way ANOVA yielded a significant main effect of species identity on photosynthetic rate ($F(3, 8) = 5.62$, $p = 0.024$). This confirms that the observed differences are not due to random measurement noise but reflect genuine physiological variation.

Post-hoc analysis (Tukey's HSD) clarified the specific differences:

- *Ulmus* vs. *Ailanthus*: The specific rate of *Ulmus* (0.159) was significantly higher than that of *A. altissima* (0.119) ($p = 0.031$).
- *Quercus* vs. *Populus*: No statistically significant difference was found between Oak and Poplar ($p > 0.05$), suggesting these species share comparable photosynthetic capacities per unit of fresh mass under these light conditions.

Overall Ranking: The physiological hierarchy established by this study is: *Ulmus* > *Quercus* $\geq$ *Populus* > *Ailanthus*.

Physiological Interpretation of Species Differences

The results of this study offer a nuanced perspective on the carbon assimilation strategies of urban trees. The highest specific rate observed in *Ulmus* spp. (0.159 kPa g⁻¹ min⁻¹) aligns with the ecology of elms as species adapted to riparian zones with high water availability, allowing them to maintain high stomatal conductance and gas exchange rates [29].

Quercus robur also demonstrated high performance. As a late-successional dominant species, Oaks are known for investing in "expensive" leaf tissue (high Leaf Mass per Area, LMA) that is durable and photosynthetically efficient over a long lifespan. Our data confirms that distinct from fast-growing pioneers, oaks maintain a robust photosynthetic machinery capable of high oxygen evolution.

The most counter-intuitive finding was the performance of the invasive *Ailanthus altissima*. Our initial hypothesis posited that, as an aggressive invader, *Ailanthus* would exhibit the highest photosynthetic rate. However, it ranked lowest ($0.119 \text{ kPa g}^{-1} \text{ min}^{-1}$). Several physiological mechanisms may explain this:

- **Respiration Costs:** The manometric method measures net photosynthesis (Gross Photosynthesis minus Dark Respiration). Invasive species often have high metabolic rates and rapid turnover of tissues, leading to high dark respiration rates [30]. It is highly probable that *Ailanthus* has a high rate of O_2 consumption that masks its gross O_2 production in a closed system.
- **Stomatal Regulation:** *Ailanthus* is known for high water-use efficiency and strict stomatal control under stress. Even though water was provided, the excision of leaves may have triggered a more rapid stomatal closure in *Ailanthus* compared to the native species, limiting CO_2 uptake.
- **Strategy vs. Rate:** This finding supports the “Tortoise and Hare” ecological theory. Invasive success is not solely defined by maximum photosynthetic rate (A_{max}) but often by other traits such as allelopathy (production of ailanthone), high seed production, or tolerance to poor soils. *Ailanthus* may succeed not by photosynthesizing faster, but by surviving better in degraded urban niches where native oaks and elms fail.

Methodological Validation and Innovation

This study directly addresses the need for accessible phenotyping tools identified by recent literature. While IRGA systems remain the standard for publication-quality physiological data [31], they are inaccessible for many institutions. We demonstrated that the Globisens Labdisc pressure sensor yields highly linear, reproducible data ($R^2 > 0.95$) that can distinguish between species with statistical significance.

Unlike the qualitative Senebier method, which relies on counting bubbles—a technique prone to error due to bubble size variation and solubility issues—the pressure sensor integrates the total volume of evolved gas. This makes the method comparable to the classical Warburg manometry but with digital logging and higher temporal resolution. This validation is a crucial step for equipping citizen science initiatives and educational laboratories with tools to monitor urban forests under climate stress.

Limitations and Future Directions

While the results are robust, the methodology has inherent limitations that must be addressed in future work:

- **Fresh Weight vs. Leaf Area:** Normalization by fresh weight can be biased by leaf water content (succulence). Future studies should normalize by leaf area (cm^2) or dry mass (g) to calculate specific leaf area (SLA), a key trait in the Leaf Economics Spectrum [32, 33].
- **Dark Respiration:** To calculate gross photosynthesis, future protocols must include a dark incubation period to quantify the respiration rate, which would then be added to the net rate.
- **Light Response Curves:** Using a single light intensity ($450 \mu\text{mol}$) assumes saturation. Generating A/Q curves (Assimilation vs. Quantum flux) would allow for the determination of maximum photosynthetic capacity (A_{max}) and quantum yield for each species [34].

Conclusion

This comparative study successfully quantified the photosynthetic oxygen evolution of four distinct woody species using a modern, portable pressure sensing system. The data revealed that native *Ulmus* and *Quercus* species exhibit superior net photosynthetic rates per unit of fresh mass compared to the invasive *Ailanthus altissima* under the tested conditions.

The study provides two key contributions. First, it validates the Globisens Labdisc as a scientifically rigorous alternative to qualitative methods for educational and preliminary research, democratizing access to physiological data. Second, it challenges the assumption that invasive success is always linked to superior leaf-level carbon assimilation, suggesting that the dominance of *Ailanthus altissima* in urban landscapes is likely driven by non-photosynthetic traits such as stress tolerance and reproductive strategy. These findings underscore the importance of accurate data normalization and statistical validation in ecophysiological research.

Authors' Contributions

NA, KA: development of the research concept and design, conducting experiments, data analysis. BS: conducting laboratory studies, processing and interpretation of results, statistical analysis, manuscript writing. KM: conducting laboratory studies, analysis of the obtained data, manuscript editing. AU, AD: data processing consultation and verification. All authors have read and approved the final version of the article.

References

- 1 Blankenship, RE. (2021). *Molecular mechanisms of photosynthesis* (3rd ed.). Wiley-Blackwell. DOI:10.1002/9781119532589.
- 2 Foyer, CH. (2018). Reactive oxygen species, oxidative signaling and the regulation of photosynthesis. *Environmental and Experimental Botany*, 154, 134-142. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2018.05.003.
- 3 Roxburgh, SH, Wood, SW, Mackey, BG, Woldendorp, G., Gibbons, P. (2007). Assessing the carbon sequestration potential of managed forests: A case study from temperate Australia. *Journal of Applied Ecology*, 44(6), 1149-1167. DOI:10.1111/j.1365-2664.2007.01358.x.
- 4 Long, SP, Bernacchi, CJ. (2003). Gas exchange measurements, what can they tell us about the underlying limitations to photosynthesis? *Journal of Experimental Botany*, 54(392), 2393-2401. DOI:10.1093/jxb/erg262.
- 5 Roy, S., Byrne, J., Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363. DOI: 10.1016/j.ufug.2012.06.006.
- 6 Long, SP, Ainsworth, EA, Leakey, ADB, Nösberger, J., Ort, DR. (2006). Food, feed, and fuel from crops in a CO₂ - rich atmosphere. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(6), 624-631. DOI: 10.1016/j.pbi.2006.09.008.
- 7 von Caemmerer, S., Farquhar, GD. (1981). Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta*, 153(4), 376-387. DOI:10.1007/BF00384257.
- 8 Maxwell, K., Johnson, GN. (2000). Chlorophyll fluorescence A practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 659-668. DOI:10.1093/jexbot/51.345.659.
- 9 Baker, NR. (2008). Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89-113. DOI: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.
- 10 Araus, JL, Cairns, JE. (2014). Field high-throughput phenotyping: The new crop breeding frontier. *Trends in Plant Science*, 19(1), 5261. DOI: 10.1016/j.tplants.2013.09.008.
- 11 Tattini, M., Velikova, V., Brunetti, C. (2017). A new, simple and rapid test for the selection of drought-tolerant genotypes of *Olea europaea*. *Tree Physiology*, 37(5), 579-584. DOI:10.1093/treephys/tpx017.
- 12 Gnaiger, E. (2020). *Mitochondrial pathways and respiratory control. An introduction to high-resolution respirometry*. OROBOROS Instruments. DOI:10.26124/bec:2020-0002.
- 13 Hunt, S. (2003). Measurements of photosynthesis and respiration in plants. *Physiologia Plantarum*, 117(3), 314-325. DOI:10.1034/j.1399-3054.2003.00055.x.
- 14 Öztürk, F., Özdemir, D. (2020). The effect of STEM education approach in science teaching: Photosynthesis experiment example. *Journal of Computer and Education Research*, 8(16), 821-841. DOI:10.18009/jcer.739726.
- 15 Glider, WV, Thew, P. (2013). Measurement of rates of aerobic respiration and photosynthesis in terrestrial plant leaves using oxygen sensors and data loggers. *Proceedings of the Association for Biology Laboratory Education*, 34, 166-186.
- 16 Karacic, A., Weih, M., Verwijst, T. (2005). Photosynthetic characteristics of 26 *Populus* clones in a Swedish short-rotation forestry system. *New Forests*, 30(1), 19-35. DOI:10.1007/s11056-004-3236-4.
- 17 Laureysens, I., Deraedt, W., Ceulemans, R. (2004). Photosynthetic characteristics of three *Populus* species (*P. deltoides*, *P. nigra*, and *P. trichocarpa*) and their hybrids. *Tree Physiology*, 24(1), 51-58. DOI:10.1093/treephys/24.1.51.

- 18 Manter, DK, Kerrigan, J. (2004). A/Ci curve analysis of measured and modeled *Quercus rubra* responses to leaf position and acute ozone exposure. *Environmental Pollution*, 132(2), 329-339. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.04.018.
- 19 Çiçek, E. (2006). Growth characteristics of *Ulmus laevis* under the canopy of *Fraxinus angustifolia*. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 2(1), 43-52.
- 20 Sgrò, G., O'Brien, S., Schmidt, S. (2010). Physiological traits of the invasive *Ailanthus altissima* (Tree of Heaven) compared to native Australian forest species. *Journal of Botany*, 150247. DOI:10.1155/2010/150247.
- 21 Hamerl, A., Konnerth, D., Schiefele, A. (2022). How the invasive *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle affects native forest vegetation. *Forests*, 13(7), 1085. DOI:10.3390/f13071085.
- 22 Ye, J. (2010). Bicarbonate/carbon dioxide-mediated changes of photosynthetic activity in spinach. *Biologia Plantarum*, 54(3), 447-452. DOI:10.1007/s10535-010-0081-4.
- 23 Farquhar, GD, von Caemmerer, S. (1982). Modelling of photosynthetic response to environmental conditions. *Annual Review of Plant Physiology*, 33, 317-345.
- 24 Evans, JR, Poorter, H. (2001). Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: The relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell & Environment*, 24(8), 755-767. DOI:10.1046/j.1365-3040.2001.00724.x.
- 25 Lambers, H., Chapin, FSII, Pons, TL. (2008). *Plant Physiological Ecology* (2nd ed.). Springer. DOI:10.1007/978-0-387-78341-3.
- 26 Bassi, R., Ghisi, R. (2006). A simple and rapid method for the determination of the photosynthetic O₂ evolution of aquatic macrophytes. *Aquatic Botany*, 85(3), 256-260. DOI: 10.1016/j.aquabot.2006.04.008.
- 27 Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups* (4th ed.). Springer-Verlag. DOI:10.1007/978-3-662-05214-9.
- 28 Sokal, RR, Rohlf, FJ. (1995). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research* (3rd ed.). W.H. Freeman.
- 29 Hrivnák, R., Gömöry, D., Svitok, M., Kliment, J. (2017). Environmental filtering of aquatic macrophytes in relation to water chemistry and substrate. *Folia Geobotanica*, 52(1), 43-53. DOI:10.1007/s12224-016-9263-z.
- 30 Pons, TL, Welschen, RAM. (2022). Overestimation of respiration rates in darkness in CO₂-enriched plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1367-1373. DOI:10.1093/jxb/53.372.1367.
- 31 Busch, FA, Ainsworth, EA, Amtmann, A., et al. (2024). A guide to photosynthetic gas exchange measurements: Fundamental principles, best practice, and potential pitfalls. *Plant, Cell & Environment*, 47(1), 1-21. DOI:10.1111/pce.14666.
- 32 Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, IJ, Villar, R. (2010). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): A meta-analysis. *New Phytologist*, 185(2), 565-588. DOI:10.1111/j.1469-8137.2009.03108.x.
- 33 Wright, IJ, Reich, PB, Westoby, M., et al. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428(6985), 821-827. DOI:10.1038/nature02403.
- 34 Bellasio, C., Quirk, J., Buckley, TN, Beerling, DJ. (2015). A CO₂-gas-exchange-based test of the leaf-level optimality principle of photosynthetic CO₂ assimilation. *Plant, Cell & Environment*, 38(10), 2052-2065. DOI:10.1111/pce.12521.

References

- 1 Blankenship, RE. (2021). *Molecular mechanisms of photosynthesis* (3rd ed.). Wiley-Blackwell. DOI:10.1002/9781119532589.
- 2 Foyer, CH. (2018). Reactive oxygen species, oxidative signaling and the regulation of photosynthesis. *Environmental and Experimental Botany*, 154, 134-142. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2018.05.003.
- 3 Roxburgh, SH, Wood, SW, Mackey, BG, Woldendorp, G., Gibbons, P. (2007). Assessing the carbon sequestration potential of managed forests: A case study from temperate Australia. *Journal of Applied Ecology*, 44(6), 1149-1167. DOI:10.1111/j.1365-2664.2007.01358.x.
- 4 Long, SP, Bernacchi, CJ. (2003). Gas exchange measurements, what can they tell us about the underlying limitations to photosynthesis? *Journal of Experimental Botany*, 54(392), 2393-2401. DOI:10.1093/jxb/erg262.

- 5 Roy, S., Byrne, J., Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363. DOI: 10.1016/j.ufug.2012.06.006.
- 6 Long, SP, Ainsworth, EA, Leakey, ADB, Nösberger, J., Ort, DR. (2006). Food, feed, and fuel from crops in a CO₂ - rich atmosphere. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(6), 624-631. DOI: 10.1016/j.pbi.2006.09.008.
- 7 von Caemmerer, S., Farquhar, GD. (1981). Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta*, 153(4), 376-387. DOI:10.1007/BF00384257.
- 8 Maxwell, K., Johnson, GN. (2000). Chlorophyll fluorescence A practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 659-668. DOI:10.1093/jexbot/51.345.659.
- 9 Baker, NR. (2008). Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89-113. DOI: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.
- 10 Araus, JL, Cairns, JE. (2014). Field high-throughput phenotyping: The new crop breeding frontier. *Trends in Plant Science*, 19(1), 5261. DOI: 10.1016/j.tplants.2013.09.008.
- 11 Tattini, M., Velikova, V., Brunetti, C. (2017). A new, simple and rapid test for the selection of drought-tolerant genotypes of *Olea europaea*. *Tree Physiology*, 37(5), 579-584. DOI:10.1093/treephys/tpx017.
- 12 Gnaiger, E. (2020). *Mitochondrial pathways and respiratory control. An introduction to high-resolution respirometry*. OROBOROS Instruments. DOI:10.26124/bec:2020-0002.
- 13 Hunt, S. (2003). *Measurements of photosynthesis and respiration in plants*. *Physiologia Plantarum*, 117(3), 314-325. DOI:10.1034/j.1399-3054.2003.00055.x.
- 14 Öztürk, F., Özdemir, D. (2020). The effect of STEM education approach in science teaching: Photosynthesis experiment example. *Journal of Computer and Education Research*, 8(16), 821-841. DOI:10.18009/jcer.739726.
- 15 Glider, WV, Thew, P. (2013). Measurement of rates of aerobic respiration and photosynthesis in terrestrial plant leaves using oxygen sensors and data loggers. *Proceedings of the Association for Biology Laboratory Education*, 34, 166-186.
- 16 Karacic, A., Weih, M., Verwijst, T. (2005). Photosynthetic characteristics of 26 *Populus* clones in a Swedish short-rotation forestry system. *New Forests*, 30(1), 19-35. DOI:10.1007/s11056-004-3236-4.
- 17 Laureysens, I., Deraedt, W., Ceulemans, R. (2004). Photosynthetic characteristics of three *Populus* species (*P. deltoides*, *P. nigra*, and *P. trichocarpa*) and their hybrids. *Tree Physiology*, 24(1), 51-58. DOI:10.1093/treephys/24.1.51.
- 18 Manter, DK, Kerrigan, J. (2004). A/Ci curve analysis of measured and modeled *Quercus rubra* responses to leaf position and acute ozone exposure. *Environmental Pollution*, 132(2), 329-339. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.04.018.
- 19 Çiçek, E. (2006). Growth characteristics of *Ulmus laevis* under the canopy of *Fraxinus angustifolia*. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 2(1), 43-52.
- 20 Sgrò, G., O'Brien, S., Schmidt, S. (2010). Physiological traits of the invasive *Ailanthus altissima* (Tree of Heaven) compared to native Australian forest species. *Journal of Botany*, 150247. DOI:10.1155/2010/150247.
- 21 Hamerl, A., Konnerth, D., Schiefele, A. (2022). How the invasive *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle affects native forest vegetation. *Forests*, 13(7), 1085. DOI:10.3390/f13071085.
- 22 Ye, J. (2010). Bicarbonate/carbon dioxide-mediated changes of photosynthetic activity in spinach. *Biologia Plantarum*, 54(3), 447-452. DOI:10.1007/s10535-010-0081-4.
- 23 Farquhar, GD, von Caemmerer, S. (1982). Modelling of photosynthetic response to environmental conditions. *Annual Review of Plant Physiology*, 33, 317-345.
- 24 Evans, JR, Poorter, H. (2001). Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: The relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell & Environment*, 24(8), 755-767. DOI:10.1046/j.1365-3040.2001.00724.x.
- 25 Lambers, H., Chapin, FSII, Pons, TL. (2008). *Plant Physiological Ecology* (2nd ed.). Springer. DOI:10.1007/978-0-387-78341-3.

- 26 Bassi, R., Ghisi, R. (2006). A simple and rapid method for the determination of the photosynthetic O₂ evolution of aquatic macrophytes. *Aquatic Botany*, 85(3), 256-260. DOI: 10.1016/j.aquabot.2006.04.008.
- 27 Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups* (4th ed.). Springer-Verlag. DOI:10.1007/978-3-662-05214-9.
- 28 Sokal, RR, Rohlf, FJ. (1995). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research* (3rd ed.). W.H. Freeman.
- 29 Hrivnák, R., Gömöry, D., Svitok, M., Kliment, J. (2017). Environmental filtering of aquatic macrophytes in relation to water chemistry and substrate. *Folia Geobotanica*, 52(1), 43-53. DOI:10.1007/s12224-016-9263-z.
- 30 Pons, TL, Welschen, RAM. (2022). Overestimation of respiration rates in darkness in CO₂-enriched plants. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1367-1373. DOI:10.1093/jxb/53.372.1367.
- 31 Busch, FA, Ainsworth, EA, Amtmann, A., et al. (2024). A guide to photosynthetic gas exchange measurements: Fundamental principles, best practice, and potential pitfalls. *Plant, Cell & Environment*, 47(1), 1-21. DOI:10.1111/pce.14666.
- 32 Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, IJ, Villar, R. (2010). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): A meta-analysis. *New Phytologist*, 185(2), 565-588. DOI:10.1111/j.1469-8137.2009.03108.x.
- 33 Wright, IJ, Reich, PB, Westoby, M., et al. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428(6985), 821-827. DOI:10.1038/nature02403.
- 34 Bellasio, C., Quirk, J., Buckley, TN, Beerling, DJ. (2015). A CO₂-gas-exchange-based test of the leaf-level optimality principle of photosynthetic CO₂ assimilation. *Plant, Cell & Environment*, 38(10), 2052-2065. DOI:10.1111/pce.12521.

**Ағаш түрлерінде фотосинтез арқылы бөлінетін O₂ мөлшерін сандық бағалау:
портативті газ қысымы датчигін қолданған салыстырмалы зерттеу**

Калиева Н.А., Сейданов Б.Б., Мағзиев Қ.Е., Абдраимова К.Т., Убайдуллаева А.К.,
Дүйсебекова А.М.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Фотосинтез - бұл күн энергиясын химиялық потенциалға айналдыратын негізгі биологиялық процесс, ол көміртегі сіңіру және оттегі (O₂) шығару арқылы ғаламдық экожүйелерді қолдайды. Жылдам өзгеріп жатқан қалалық климат жағдайында әртүрлі ағаш түрлерінің физиологиялық көрсеткіштерін түсіну - отандық негізгі түрлерден бастап агрессивті шеткері түрлерге дейін - қалалық орман шаруашылығын тиімді басқару үшін өте маңызды. Бұл зерттеу фотосинтетикалық O₂ эволюциясын сандық түрде өлшеу үшін заманауи, үнемді портативті қысым сенсорын (Globisens Labdisc) бағалауды және бақылау жағдайында төрт түрлі ағаш түрінің физиологиялық көрсеткіштерін салыстыруды мақсат етеді.

Материалдар мен әдістер. Біз *Quercus robur* (Кәдімгі емен), *Ulmus* spp. (Қарағаш), *Ailanthus altissima* (Зәулім айлант), және *Populus* spp. (Терек) жапырақтарында салыстырмалы физиологиялық талдау жүргіздік. Фотосинтетикалық белсенділікті қапталған, CO₂ буферлі жүйеде (1% NaHCO₃) қысымның көтерілу динамикасын бақылау арқылы өлшедік, жарықтандыру шарттары - 450 ± 30 μmol m⁻² s⁻¹. Деректерді жапырақ салмағы мен уақыт бойынша нормаланған арнайы фотосинтетикалық көрсеткіштерді (kPa g⁻¹ min⁻¹) есептеу үшін өңдедік, ал статистикалық мәнділік біржақты ANOVA және кейінгі Tukey HSD тестімен бағаланды.

Нәтижелер. Зерттеу түрлер арасында фотосинтетикалық қабілетте статистикалық мәнді айырмашылықтарды көрсетті (p < 0.05). Агрессивті шеткері түр үшін күтпеген нәтиже ретінде, *Ailanthus altissima* оттегі эволюциясының ең төменгі арнайы көрсеткішін көрсетті (0.119 kPa g⁻¹ min⁻¹). Ең жоғары белсенділік *Ulmus* spp. түрінде тіркелді (0.159 kPa g⁻¹ min⁻¹), кейін *Quercus robur* (0.149) және *Populus* spp. (0.141) болды.

Қорытынды. Нәтижелер көрсеткендей, *Populus* ең үлкен жалпы қысым өзгерісін көрсетті, бірақ нормалау көрсеткендей *Ulmus* және *Quercus* осы эксперименттік шарттарда бірлік биомасса үшін жоғары ішкі фотосинтетикалық тиімділікке ие. Globisens Labdisc жоғары өнімді физиологиялық скрининг үшін сенімді құрал болып шықты, білім беру және алдын ала экологиялық мониторинг үшін қымбат IRGA жүйелерінің тиімді баламасы болып табылады.

Кілт сөздер: фотосинтез; оттегін бөлу; газ қысымы датчигі; Globisens Labdisc.

Количественная оценка фотосинтетического выделения O_2 у древесных видов: сравнительное исследование с использованием портативного датчика газового давления

Калиева Н.А., Сейданов Б.Б., Магзиев К.Е., Абдраимова К.Т., Убайдуллаева А.К.,
Дуйсебекова А.М.

Аннотация

Предпосылки и цель. Фотосинтез представляет собой основной биологический процесс, преобразующий солнечную энергию в химический потенциал, поддерживая глобальные экосистемы посредством секвестрации углерода и выделения кислорода (O_2). В условиях быстро меняющегося городского климата понимание физиологической эффективности различных древесных видов - от местных ключевых видов до агрессивных инвазивных - имеет решающее значение для эффективного управления городскими лесами. Цель данного исследования - оценить эффективность современного, экономичного портативного датчика давления (Globisens Labdisc) для количественного измерения фотосинтетического выделения O_2 и сравнить физиологические показатели четырех различных древесных видов в контролируемых условиях.

Материалы и методы. Мы провели сравнительный физиологический анализ листьев *Quercus robur* (Дуб обыкновенный), *Ulmus* spp. (Вяз), *Ailanthus altissima* (Айлант высочайший), и *Populus* spp. (Тополь). Фотосинтетическую активность измеряли путем мониторинга кинетики повышения давления в герметично закрытой, CO_2 -буферной системе (1% $NaHCO_3$) при насыщенном световом освещении ($450 \pm 30 \mu mol m^{-2} s^{-1}$). Данные обрабатывались для расчета специфических фотосинтетических показателей, нормализованных по свежей массе и времени ($kPa g^{-1} min^{-1}$), а статистическая значимость оценивалась с использованием однофакторного ANOVA с последующим пост-хок тестом Тьюки HSD.

Результаты. Исследование выявило статистически значимые различия в фотосинтетической способности между видами ($p < 0.05$). Вопреки ожиданиям для инвазивного пионера, *Ailanthus altissima* показал наименьшую специфическую скорость эволюции кислорода ($0.119 kPa g^{-1} min^{-1}$). Наибольшая активность была зафиксирована у *Ulmus* spp. ($0.159 kPa g^{-1} min^{-1}$), за ней следовали *Quercus robur* (0.149) и *Populus* spp. (0.141).

Выводы. Результаты показывают, что, хотя *Populus* продемонстрировал наибольшее общее изменение давления, нормализация выявляет, что *Ulmus* и *Quercus* обладают более высокой внутренней фотосинтетической эффективностью на единицу биомассы в этих экспериментальных условиях. Globisens Labdisc оказался надежным инструментом для высокопроизводительного физиологического скрининга, предлагая жизнеспособную альтернативу дорогим системам IRGA для образовательного и предварительного экологического мониторинга.

Ключевые слова: фотосинтез; выделение кислорода; датчик газового давления; Globisens Labdisc.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.75-86. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2080

УДК 639.512

Исследовательская статья

Опыт искусственного воспроизводства пресноводной креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*)

Куанчалеев Ж.Б.¹ , Аубакирова Г.А.¹ , Андрушак А.Г.¹ , Мусина А.Д.² 
Kučerová V.³ , Бадрызлова Н.С.⁴ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина
Астана, Казахстан,

²Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

⁴ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Куанчалеев Ж.Б.: ihtiojax@mail.ru

Соавторы: (1: ГА) gulzhikk@bk.ru; (2: АА) sanek_666a@mail.ru

(3: АМ) ms.ikrambaeva@mail.ru; (4: VC) kucerv11@frov.jcu.cz; (5: НБ) ns_nina@mail.ru

Получено: 04.10.2025 **Принято:** 04.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. На данный момент во всем мире культивируется множество видов креветок. Самым популярным объектом в пресноводной аквакультуре ракообразных является пресноводная креветка Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879). Данный вид очень быстро растет, относительно вынослив и неприхотлив в получении личинок. Однако, первый месяц своей жизни личинка проводит в солёной воде, а при ее отсутствии погибает на пятый день.

Материалы и методы. Искусственное воспроизводство и выращивание личинки пресноводной креветки проводили в рециркуляционных системах, а также в аквариумном комплексе. Для определения солёности использовали аналоговый рефрактометр V2Refractometer с диапазоном измерения 0-100‰. Производителей содержали в установке замкнутого водоснабжения в бассейнах с объёмом 2 м³ с плотностью посадки от 25 до 70 шт./м². Каждые 14 дней проводили тотальный облов для отбора икранных самок. Для взвешивания личинок использовались аналитические лабораторные весы KERN ALJ 220-4NM с погрешностью до 1 мг.

Результаты. Изучено влияние солёности воды в период инкубации креветки Розенберга. Выживаемость первой группы была на 2% больше, чем во второй группе и на 5% больше, чем в третьей группе. Эксперимент по влиянию кормления личинки показал, что во второй группе с рационом кормления науплии артемии с мороженым мотылем набор массы происходил намного быстрее, чем в двух других группах. Прирост во второй группе за период эксперимента оказался выше: на 0,6 мг больше, чем в первой группе, и на 2,1 мг больше, чем в третьей. Аналогичная тенденция наблюдалась и в относительных приростах: во второй группе они были на 29% выше, чем в первой, и на 104% выше, чем в третьей.

Закключение. Повышение солёности во время инкубации личинок креветок не оказало существенного влияния на выживаемость креветок. Наилучшие результаты в опыте по кормлению были получены в группе, получавшей рацион из науплий артемии и мороженого мотыля: здесь относительный прирост достиг 781%. В группах, где использовались только науплии артемии или комбинированный подход со стартовым комбикормом, прирост составил 752% и 677% соответственно.

Ключевые слова: креветка Розенберга; УЗВ; личинка; инкубация.

Введение

На данный момент пресноводная креветка Розенберга занимает третье место по объёму выращивания в мировом производстве креветок. Это возможно благодаря специфике выращивания данного вида как в пресной, так и в солёной воде, что делает ее очень перспективной для выращивания в Казахстане. Высокие гастрономические качества и быстрый рост делают этот вид очень привлекательным для всех аквафермеров [1].

В зависимости от условий выращивания и селективности корма, мясо креветки Розенберга обогащено питательными веществами, в частности более 30% белка [2].

Также некоторые авторы предполагают, что в период нереста самки креветки Розенберга способны выделять феромоны, способные привлекать самцов. Однако, данный факт научно не доказан [3].

Искусственное воспроизводство пресноводной креветки Розенберга – это сложный технологический процесс, который чаще всего осуществляется в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) или на специализированных аквафермах с использованием современных методов культивирования. Выращивание креветок в закрытых системах рециркуляции предполагает установку и эксплуатацию системы рециркуляции воды, используемой в период выращивания. Вода с УЗВ непрерывно используется повторно и очищается механическим и биологическим фильтрами для повторного использования [4].

В последние десятилетия пресноводное выращивание креветок основывается на разработке системы содержания, основанной на перифитоне, в связи с высокой значимостью для водных экосистем [5].

Необходимость ракообразных в питании при искусственном воспроизводстве может зависеть от ряда факторов, таких как возраст особей, пол, пищевые привычки и условия окружающей среды. Поэтому для получения хороших результатов при искусственном воспроизводстве необходимо учитывать эти закономерности, поскольку потребности в белках и липидах могут различаться у разных видов одного рода. Зачастую плотоядные креветки, такие как *Marsupenaeus japonicus*, требуется более 50% белка для оптимального роста, в то время как всеядным видам, таким как *Litopenaeus vannamei*, требуется всего до 36% белка, что аналогично потребностям в белке гигантской речной креветки *Macrobrachium rosenbergii* для оптимального развития гонад [6].

В период искусственного воспроизводства, важным элементом является качество воды в рыбоводных бассейнах. Необходим более комплексный подход для управления качеством гидрохимических показателей [7].

Также немаловажным фактором является солёность воды при нерестовом содержании. По мнению многих авторов, креветки в зависимости от вида, могут продуцировать икру в пределах солёности от 0 до 30‰ [8].

Комплексная оценка производителей имеет решающее значение для изучения их потенциала в искусственном воспроизводстве. Основными факторами при отборе производителей является скорость роста, жизнестойкость и репродуктивная способность [9].

На данный момент в Казахстане отсутствуют поставщики качественного рыбопосадочного материала пресноводной креветки Розенберга и технология искусственного воспроизводства. Целью данного исследования было изучить опыт искусственного воспроизводства с последующим подращиванием личинки, так как первый месяц жизненного цикла является относительно сложным и требующим дополнительных исследований, адаптированных для рыбоводных хозяйств Казахстана.

Материалы и методы

Исследования проводились в Казахстанско-Чешском международном научном центре аквакультуры (КЧМНЦА), при кафедре охотоведения и рыбного хозяйства Казахского агротехнического исследовательского университета им. С.Сейфуллина. Работа охватывает экспериментальные исследования, проведённые с января по сентябрь 2025 года.

Для преднерестового содержания использовалась установка замкнутого водоснабжения, состоящая из полипропиленовых бассейнов шириной 1,3 м и длиной 1,6 м (рисунок 1). В таблице 1 представлены технические характеристики УЗВ для преднерестового содержания креветки.



Рисунок 1 – УЗВ для преднерестового содержания креветки

Для содержания икряных самок использовали аквариумы небольшого объёма (40-50 л), а также аквариумы объёмом 200 л с аэрацией и фильтрацией при помощи губчатого фильтра (рисунок 2). Для регулирования температуры в аквариуме использовали аквариумные терморегуляторы мощностью 100 Вт.



Рисунок 2 – Содержание самок с икрой в аквариуме

Таблица 1 – Технические характеристики УЗВ для преднерестового содержания

№ п/п	Наименование	Показатели
1	Количество бассейнов, шт.	8
2	Объем бассейна, м ³	2,2
3	Объем биофильтра, м ³	4
4	Пропускная способность барабанного фильтра, м ³ /ч	60
5	Мощность УФ ламп, кВт	0,2
6	Рабочий объем УЗВ, м ³	17,6
7	Мощность насоса, кВт	1,1

Кормление креветок осуществляли комбинированным методом. При кормлении использовали производственные комбикорма Aller Aqua 3 мм, замороженный рыбный фарш с гаммарусом и растительный корм (измельченные замороженные овощи). Суточный рацион для комбикорма составлял 5%, а для фарша с растительным кормом – 7,5%.

Для определения массы личинок использовалось среднееарифметическое значение при одновременном взвешивании 50 особей. Для взвешивания личинок использовались лабораторные аналитические весы KERN ALJ 220-4NM с погрешностью до 1 мг.

Для мониторинга икрюмета раз в 2 недели проводили тотальный облов с целью отбора икрюных самок и высадки для дальнейшей инкубации.

Результаты и обсуждение

В искусственных условиях самцы и самки должны достичь половой зрелости и демонстрировать нерестовое поведение, которое приводит к синхронизированному выбросу гамет в случае внешнего оплодотворения, как у большинства рыб и моллюсков, к переносу сперматофоров у пенеид или к внутреннему оплодотворению как у морских млекопитающих [10].

Процесс искусственного воспроизводства креветки включает в себя несколько этапов:

1. Подготовка производителей: отбираются здоровые половозрелые особи (самцы и самки). Для некоторых видов креветок разработаны специальные методы управления их воспроизводством в искусственных экосистемах.

2. Стимуляция нереста и оплодотворение: в контролируемых условиях создаются оптимальные параметры воды (температура около 26-30 °C, солёность, уровень pH и др.), имитирующие естественные условия размножения, что стимулирует самок к вымётыванию икры. Затем происходит оплодотворение.

3. Инкубация икры и получение личинок: Оплодотворённая икра вынашивается самкой или инкубируется в специальных резервуарах до выклева личинок.

4. Выращивание личинок: Личинки проходят несколько стадий развития (науплиус, зоэа, мизис, постличинка) в отдельных ёмкостях. На этом этапе критически важно обеспечить оптимальные параметры среды и специализированное питание, например, живым кормом, таким как артемия.

После отбора и подготовки производители были высажены в 4 рыбоводных бассейна установки замкнутого водоснабжения. Температура воды в период высадки составляла 26 °C. При постепенном повышении температуры до 29 °C было отмечено активное нерестовое поведение у производителей (рисунок 3).



Рисунок 3 – Нерестовое поведение пресноводной креветки Розенберга

Через 2 недели произвели первый облов и отбор икрюных самок, которых высадили в аквариумы 200 л для дальнейшей инкубации. Количество самок в одном аквариуме варьировало от 5 до 12 шт. (рисунок 4).

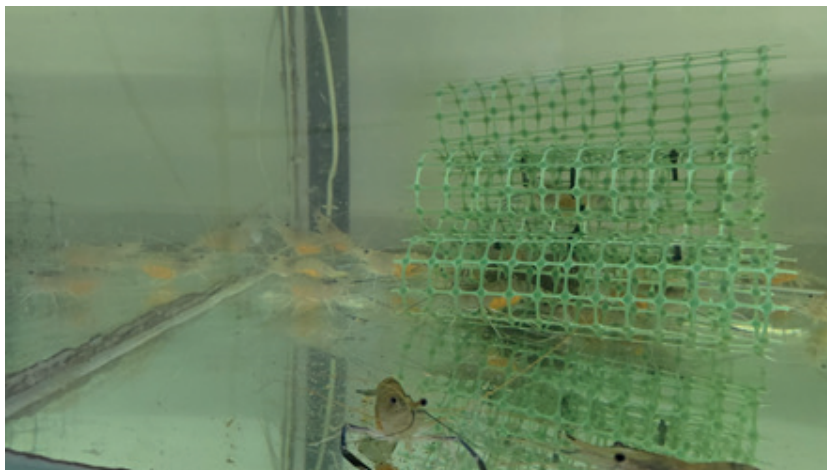


Рисунок 4 – Отобранные икрные самки для дальнейшей инкубации

Икра пресноводной креветки при нересте имеет ярко оранжевый цвет, а спустя 2 недели начинает темнеть и перед выклевом личинок приобретает темно-коричневый или серый цвет. Как правило, выклев наступал на третьей неделе после нереста.

Самым важным фактором при искусственном воспроизводстве креветки является солёность воды. Первые 3-4 недели после выклева, до перехода в стадию пост личинки креветке необходима солёная вода для прохождения всех стадий метаморфоз.

Для повышения солёности использовали морскую соль Tetra Marine SeaSalt, которую предварительно разводили в необходимом количестве и медленно добавляли в аквариум с самками при помощи катетера (рисунок 5).



Рисунок 5 – Морская соль для регулировки солёности при инкубации

Для изучения необходимого периода для повышения солёности до 12‰ было отобрано 9 самок с одинаковым периодом развития икры, которых разделили на 3 группы. Каждая самка содержалась в отдельном аквариуме объёмом 40 л. Повышение солёности в первой группе проводили за 3-4 дня до предполагаемого выклева личинки, во второй группе в период выклева личинки и в третьей спустя 3 дня после выклева личинки. В последующие 10 дней производили мониторинг за выживаемостью в каждой группе и влиянию периода повышения солёности на этот показатель. Кормление личинки начинали на второй день после выклева. В качестве стартового корма использовали науплии артемии. Результаты наблюдений представлены в таблице 2 (рисунок 6).



Рисунок 6 – Личинка креветки Розенберга на второй день после выклева

Таблица 2 – Результаты наблюдений по влиянию периода повышения солености на выживаемость личинки креветки Розенберга

Показатель	Группы		
	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Период повышения солености	Повышение солености за 3-4 дня до выклева	Повышение солености в период выклева	Повышение солености спустя 3 дня после выклева
Выживаемость через 4 дня выращивания, %	100	100	100
Выживаемость через 7 дней выращивания, %	97	95	95
Выживаемость через 10 дней выращивания, %	88	86	83

Как показывают исследования, существенного влияния на выживаемость креветок период повышения солёности в инкубационный период не оказал. Выживаемость первой группы была на 2% больше, чем во второй группе и на 5% больше, чем в третьей группе. Однако, надо учитывать необходимость постепенного перевода самок из солёной воды в пресную (2‰ в день), что будет обусловлено повышенной трудоёмкостью технологического процесса.

Ввиду высокой плотности посадки, спустя 2 недели выращивания личинка была рассажена в аквариумы для дальнейшего выращивания при кормлении различными видами корма. Для проведения эксперимента личинку разделили на 3 группы в 3 аквариума по 40 л с плотностью посадки 25 шт./литр и средней массой 2,02 мг. Первую группу кормили исключительно науплиями артемии, вторую группу кормили науплиями артемии и мороженным мотылем, третью группу науплиями артемии и стартовым комбикормом Aller Aqua. На начальном этапе кормление производили 3 раза в день с суточном рационом 50%. Каждые 5 дней производили взвешивание для определения приростов и суточных рационов. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Скорость роста креветки Розенберга при использовании различных кормов

Показатель	Группы		
	1-я группа	2-я группа	3-я группа
Вид корма	Науплии артемии	Науплии артемии, мороженный мотыль	Науплии артемии, стартовый комбикорм
Масса креветки Розенберга через 5 дней выращивания, мг	4,39	4,52	4,02
Абсолютный прирост, мг	2,37	2,5	2
Относительный прирост, %	117,3	123,8	99,0
Масса креветки Розенберга через 10 дней выращивания, мг	7,72	7,89	7,06
Абсолютный прирост, мг	3,33	3,37	3,04
Относительный прирост, %	75,9	74,6	75,6
Масса креветки Розенберга через 15 дней выращивания, мг	12	12,4	10,96
Абсолютный прирост, мг	4,28	4,51	3,9
Относительный прирост, %	55,4	57,2	55,2
Масса креветки Розенберга через 20 дней выращивания, мг	17,2	17,8	15,7
Абсолютный прирост, мг	5,2	5,4	4,74
Относительный прирост, %	43,3	43,5	43,2
Абсолютный прирост за период выращивания, мг	15,2	15,8	13,7
Относительный прирост за период выращивания, %	752	781	677
Выживаемость за период выращивания, %	66,1	68,3	49,7

На рисунках 7, 8 и 9 представлены абсолютные и относительные приросты, а также скорость роста пресноводной креветки Розенберга.

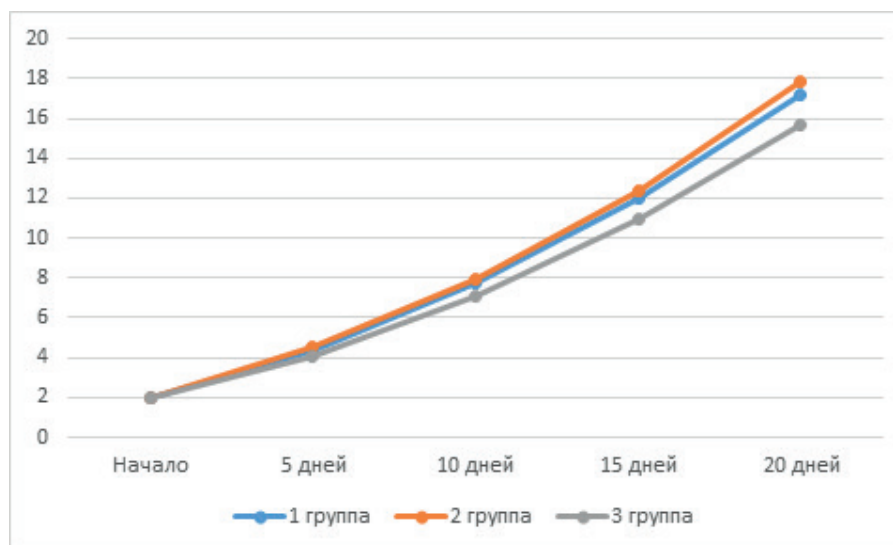


Рисунок 7 – Темпы роста креветки Розенберга в период наблюдений, мг

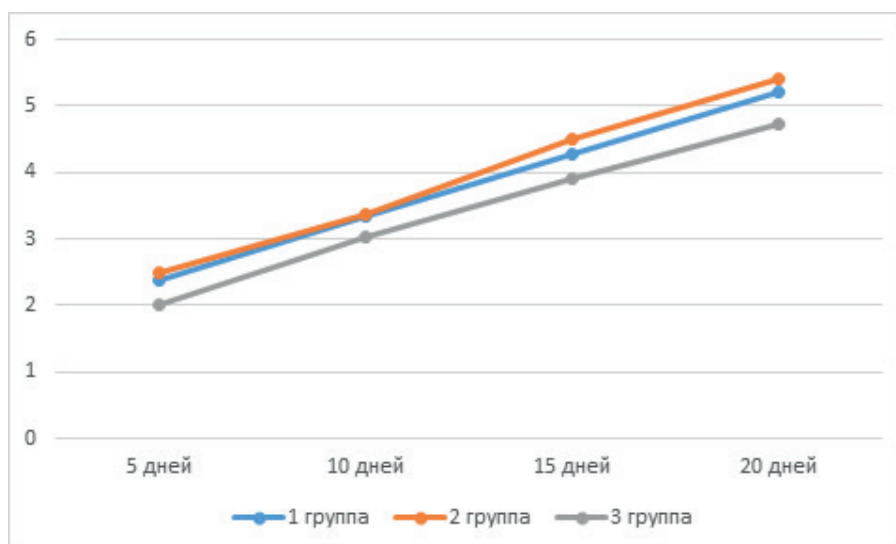


Рисунок 8 – Абсолютный прирост, мг

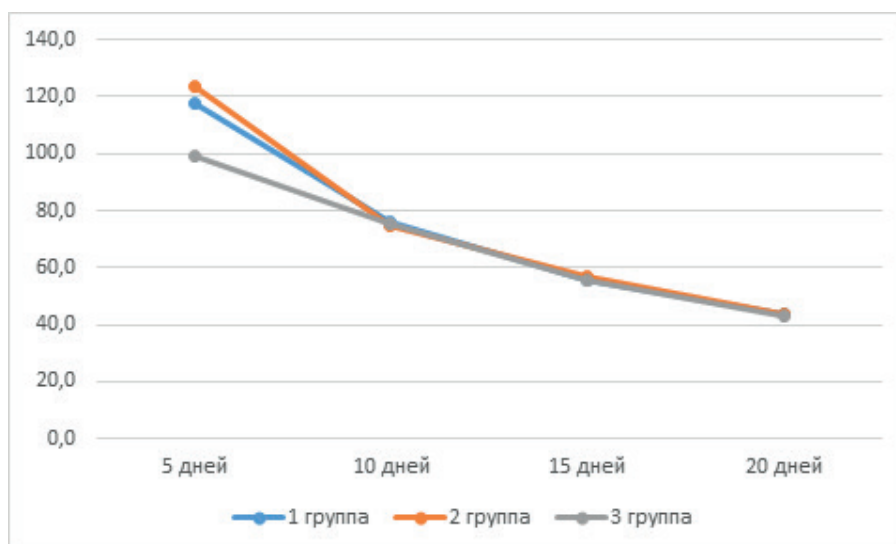


Рисунок 9 – Относительный прирост, %

На рисунке 7 показан темп роста креветки Розенберга за период проведения эксперимента. При одинаковых условиях выращивания, гидрохимическом режиме и плотностью посадки, во второй группе с рационом кормления науплии артемии с мороженным мотылем набор массы происходил намного быстрее, чем в двух других группах. При относительно одинаковой начальной массе, абсолютный прирост за период эксперимента во второй группе был на 0,6 мг больше, чем в первой группе и на 2,1 мг больше, чем в третьей группе, как и относительные приросты, которые во второй группе были на 29% больше, чем в первой и на 104% больше, чем в третьей группе.

Абсолютные приросты, как и относительные скорости роста имели стабильную динамику. На первой неделе отмечался максимальный набор массы в виду более благоприятных условий содержания. Однако, последние 3 промера показали одинаковые относительные приросты.

Наибольшая выживаемость личинок креветки Розенберга за период выращивания составила во второй группе – 68,3%, по сравнению с первой и третьей группой, где данный показатель был на уровне 66,1% и 49,7% соответственно. Данный факт свидетельствует о более сбалансированном кормлении при использовании комбинации науплиев артемии и мороженного мотыля. Также было отмечено плохая поедаемость промышленного стартового комбикорма Aller Aqua, что привело, в свою очередь, к снижению приростов в третьей группе.

Заключение

Исследования показывают, что существенного влияния на выживаемость креветок период повышения солёности в инкубационный период не оказал. Выживаемость при повышении солёности за 3-4 дня до выклева была 88%, при повышении солёности в период выклева – 86%, а при повышении солёности спустя 3 дня после выклева составила 83%. Перспективными периодами повышения солёности являются последние два метода, ввиду незначительной разницы с первым, а также отсутствие необходимости относительно затяжного опреснения воды с самками.

Эксперимент по кормлению личинки показал наилучший результат в группе с рационом из науплий артемии и мороженого мотыля, где относительный прирост составил 781%. В группах с рационом исключительно их науплий артемии, а также из комбинированного метода со стартовым комбикормом эти же приросты составили 752% и 677% соответственно, что указывает на большую потребность в мотыле на раннем этапе развития молоди. Наибольшая выживаемость наблюдалась во второй группе (68,3%), что на 2,2% больше, чем в первой и на 18,6% больше, чем в третьей группе.

Вклад авторов

КЖ, АГ, VK, БС: разработали и спроектировали концепцию исследования, поиск всесторонней литературы, анализ собранных данных и разработку рукописи. МА и АА: выполнили последнюю редакцию и коррекцию рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и утвердили последнюю редакцию рукописи

Информация о финансировании

Исследования финансируются Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках научно-технической программы BR23591065 «Разработка и внедрение инновационных технологий и новых объектов аквакультуры, экономически эффективных в природно-климатических условиях различных регионов Казахстана» на 2024-2026 годы.

Список литературы

- 1 Головачева, НА, Толмачева, ЮВ, Иванов, СС, Картушин, ДА, Павлов-Русинов, АМ. (2024). Влияние различных вариантов кормов для личиночных стадий *macrobrachium rosenbergii* на выживаемость и гидрохимические показатели воды. *Вестник МГУТУ*. Серия прикладных научных дисциплин, 3, 16-30. DOI 10.69540/2949-4079.2024.65.51.001.
- 2 Pengfei, F., Jinzhao, H., Min L., Guanghua, H., Xiuli, Ch., Qiong, Ya., Jianbo, W., Dapeng, W., Huawei, M. (2019). Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 511. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.734247.
- 3 Gutiérrez-Vera, JA, Ponce-Rivas, E., Braga, A., Paniagua-Chávez, CG, Alfaro-Montoya, J., Rosales-Leija, M. (2024). Evidence of the Existence of Site-Specific Female Contact Pheromones Involved in the Sexual Interaction Behavior of the Pacific Whiteleg Shrimp *Penaeus vannamei*. *Animals*, 14, 1523. DOI: 10.3390/ani14111523.
- 4 Pongtippatee, P., Luppakane, R., Thaweethamseewee, P., Kirirat, P., Weerachatanukul, W., Withyachumnarnkul, B. (2010). Delay of the egg activation process in the Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon* by manipulation of magnesium levels in spawning water. *Aquaculture Research*, 41, 227-232. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02322.x
- 5 Viau, VE, Marciano, A., Iriel, A., Lopez Greco, LS. (2016). Assessment of a biofilm-based culture system within zero water exchange on water quality and on survival and growth of the freshwater shrimp *Neocaridina heteropoda heteropoda*. *Aquaculture Research*, 47, 2528-2542. DOI: 10.1111/are.12701.
- 6 Díaz-Jiménez, L., Hernández-Vergara, MP., Pérez-Rostro, CI. (2019). Protein and lipid requirement for the growth and reproduction of the peppermint shrimp *Lysemata wurdemanni*. *Aquaculture Research*, 50, 2281-2288. DOI: 10.1111/are.14110.

7 Hernández, JJC, Fernández, LPS, Pogrebnyak, O. (2011). Assessment and prediction of water quality in shrimp culture using signal processing techniques. *Aquaculture International*, 19, 1083-1104. DOI: 10.1007/s10499-011-9426-z.

8 Pang, Zh., Zhao, Zh., Gao, J., Deng, D., Deng, K., Xu, J., Gao, H. (2023). Effects of salinity on growth and related indicators of gonadal development in *Exopalaemon carinicauda* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 96(6), 565-581. DOI:10.1163/15685403-bja10295.

9 Syafaat, MN, Abualreesh, MH, Yatim, NI, Fazhan, H., Waiho, K., Ma, H., Okomoda, VT, Ikhwanuddin, M. (2024). Interspecific hybridization of decapod crustacean species with commercial interest. A review. *Reviews in Aquaculture*, 16, 741-758. DOI: 10.1111/raq.12864.

10 Beirão, J., Boulais, M., Gallego, V., O'Brien, JK., Peixoto, S., Robeck, TR, Cabrita, E. (2019). Sperm handling in aquatic animals for artificial reproduction. *Theriogenology*, 133, 161-178. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.05.004.

References

1 Golovacheva, NA, Tolmacheva, YuV, Ivanov, SS, Kartushin, DA, Pavlov-Rusinov AM. (2024). Vliyanie razlichnyh variantov kormov dlya lichinochnykh stadij *macrobrachium rosenbergii* na vyzhivaemost i gidrohimicheskie pokazateli vody. *Vestnik MGUTU*. Seriya prikladnyh nauchnyh discipline, 3, 16-30. DOI: 10.69540/2949-4079.2024.65.51.001. [in Russ].

2 Pengfei, F., Jinzhao, H., Min L., Guanghua, H., Xiuli, Ch., Qiong, Ya., Jianbo, W., Dapeng, W., Huawei, M. (2019). Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 511. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.734247.

3 Gutiérrez-Vera, JA, Ponce-Rivas, E., Braga, A., Paniagua-Chávez, CG, Alfaro-Montoya, J., Rosales-Leija, M. (2024). Evidence of the Existence of Site-Specific Female Contact Pheromones Involved in the Sexual Interaction Behavior of the Pacific Whiteleg Shrimp *Penaeus vannamei*. *Animals*, 14, 1523. DOI: 10.3390/ani14111523.

4 Pongtippatee, P., Luppanakane, R., Thaweethamsewee, P., Kirirat, P., Weerachatanukul, W., Withyachumnarnkul, B. (2010). Delay of the egg activation process in the Black Tiger Shrimp *Penaeus monodon* by manipulation of magnesium levels in spawning water. *Aquaculture Research*, 41, 227-232. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02322.x

5 Viau, VE, Marciano, A., Iriel, A., Lopez Greco, LS. (2016). Assessment of a biofilm-based culture system within zero water exchange on water quality and on survival and growth of the freshwater shrimp *Neocaridina heteropoda heteropoda*. *Aquaculture Research*, 47, 2528-2542. DOI: 10.1111/are.12701.

6 Díaz-Jiménez, L., Hernández-Vergara, MP, Pérez-Rostro, CI. (2019). Protein and lipid requirement for the growth and reproduction of the peppermint shrimp *Lysmata wurdemanni*. *Aquaculture Research*, 50, 2281-2288. DOI: 10.1111/are.14110.

7 Hernández, JJC, Fernández, LPS, Pogrebnyak, O. (2011). Assessment and prediction of water quality in shrimp culture using signal processing techniques. *Aquaculture International*, 19, 1083-1104. DOI: 10.1007/s10499-011-9426-z.

8 Pang, Zh., Zhao, Zh., Gao, J., Deng, D., Deng, K., Xu, J., Gao, H. (2023). Effects of salinity on growth and related indicators of gonadal development in *Exopalaemon carinicauda* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 96(6), 565-581. DOI:10.1163/15685403-bja10295.

9 Syafaat, MN, Abualreesh, MH, Yatim, NI, Fazhan, H., Waiho, K., Ma, H., Okomoda, VT, Ikhwanuddin, M. (2024). Interspecific hybridization of decapod crustacean species with commercial interest. A review. *Reviews in Aquaculture*, 16, 741-758. DOI: 10.1111/raq.12864.

10 Beirão, J., Boulais, M., Gallego, V., O'Brien, JK., Peixoto, S., Robeck, TR, Cabrita, E. (2019). Sperm handling in aquatic animals for artificial reproduction. *Theriogenology*, 133, 161-178. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.05.004.

Тұщы су Розенберг асшаянын (*Macrobrachium rosenbergii*) жасанды түрде молайту тәжірибесі

Куанчалеєв Ж.Б., Аубакирова Г.А., Андрушак А.Г., Мусина А.Д.,
Kučera V., Бадрызлова Н.С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазіргі уақытта әлем бойынша асшаяндардың көптеген түрлері өсіріледі. Тұщы су аквакультурасында өсірілетін нысандардың бірі – Розенберг тұщы су асшаяны (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879). Түрдің ерекшелігі өте жылдам өседі, салыстырмалы түрде төзімді және дернәсілдерді алу жұмысында қарапайым. Алайда дернәсілдер өмірінің алғашқы айында тұзды суда өмір сүреді, ал судың тұздылығы төмен кезінде бесінші күнінде олардың шығынын байқауға болады.

Материалдар мен әдістер. Тұщы су асшаяндарының дернәсілдерін жасанды түрде көбейту және өсіру рециркуляциялық жүйелерде, сондай-ақ аквариум кешенінде жүргізілді. Судың тұздылығын анықтау үшін, өлшеу диапазоны 0-100‰ аналогты рефрактометр V² Refractometer қолданылды. Өндірушілерді отырғызу тығыздығы 25-тен 70 дана/м² дейін 2м³ көлемді жабық сумен жабдықтау қондырғысындағы бассейндерде ұсталды. Әр 14 күн сайын уылдырықты аналықтарды таңдау үшін жалпы аулау өткізілді. Дернәсілдерді өлшеу үшін 1 мг дейінгі қателігі бар KERN ALJ 220-4NM аналитикалық зертханалық таразы қолданылды.

Нәтижелер. Розенберг асшаяндарын инкубациялау кезінде судың тұздылығының әсері зерттелді. Бірінші топтың өмір сүру деңгейі екінші топқа қарағанда 2%, ал үшінші топқа қарағанда 5% жоғары болды. Дернәсілдерді азықтадырудың кезінде екінші топта мұздатылған маса дернәсілдері мен артемияның науплияларымен азықтандыру салмақтың өсуі басқа екі топқа қарағанда әлдеқайда жоғары болды. Эксперимент кезеңінде екінші топтағы абсолютті өсім жоғары болды: бірінші топқа қарағанда 0,6 мг және үшінші топқа қарағанда 2,1 мг жоғары. Ұқсас тенденция салыстырмалы өсуде де байқалды: екінші топта олар біріншіге қарағанда 29%, ал үшіншіге қарағанда 104% жоғары болды.

Қорытынды. Асшаяндардың дернәсілдерін инкубациялау кезінде судың тұздылығының жоғарылауы асшаяндардың өмір сүруіне айтарлықтай әсер етпеген. Азықтандыру тәжірибесінде ең жақсы нәтижелер рационды науплий асшаяндары мен мұздатылған маса дернәсілдері бар тобында байқалды: салыстырмалы өсім 781% жетті. Арметияның науплиялары немесе бастапқы құрама жеммен біріктірілген тәсіл қолданылған топтарда өсім сәйкесінше 752% және 677% құрады.

Кілт сөздер: Розенберг су асшаяны; ТСЖҚ; дернәсіл; инкубация.

Experience of artificial reproduction of the freshwater Rosenberg shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*)

Zhaxygali B. Kuanchaliev, Gulzhan A. Aubakirova, Alexsandr G. Andrushchak,
Ainura D. Mussina, Vaclav Kučera, Nina S. Badryzlova

Abstract

Background and Aim. Currently, many shrimp species are cultivated worldwide. The most popular species in freshwater crustacean aquaculture is the Rosenberg's shrimp (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879). This species grows rapidly, is relatively hardy, and requires little effort for larval production. However, the larvae spend the first month of their life in saltwater, and in its absence, they die on the fifth day.

Materials and Methods. Artificial reproduction and rearing of freshwater shrimp larvae were carried out in recirculating aquaculture systems and in an aquarium complex. A V² refractometer with a measurement range of 0-100‰ was used to determine salinity. The broodstock were kept in a recirculating aquaculture system in 2 m³ tanks at a stocking density of 25 to 70 shrimp per cubic-meter.

Total harvesting was conducted every 14 days to select ovigerous females. A KERN ALJ 220-4NM analytical balance with an accuracy of up to 1 mg was used to weigh the larvae.

Results. The effect of water salinity on the incubation of Rosenberg shrimp larvae was studied. Survival in the first group was 2% higher than in the second group and 5% higher than in the third group. The feeding experiment showed that the second group, fed a diet of *Artemia nauplii* and frozen bloodworms, gained weight much faster than the other two groups. The second group's weight gain during the experiment was higher: 0.6 mg higher than in the first group and 2.1 mg higher than in the third. A similar trend was observed in relative weight gain: 29% higher than in the first group and 104% higher than in the third group.

Conclusion. Increasing salinity during shrimp larval incubation did not significantly affect shrimp survival. The best results in the feeding trial were obtained in the group fed a diet of *Artemia nauplii* and frozen bloodworms: where the relative weight increase reached 781%. In the groups fed only *Artemia nauplii* or a combined approach with starter feed, the increase was 752% and 677%, respectively.

Keywords: Rosenberg shrimp; RAS; larva; incubation.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - P.87-97. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.4\(128\).2082](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2082)

УДК 631.42:631.95

Исследовательская статья

Совершенствование аспектов эффективного использования орошаемых земель юго-востока Казахстана

Сманов А.Ж.¹ , Атакулов Т.А.¹ , Kęstutis Romanekas² , Ержанова К.¹ 

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

²Сельскохозяйственная академия университета Витаутаса Великого, Республика Литва

Автор-корреспондент: Сманов А.Ж.: sso-kz@mail.ru

Соавторы: (1: АТ) tatanbek.atakulov@kaznaru.edu.kz

(2: КР) kestutis.romanekas@asu.lt; (3: ЕК) KEM_707@mail.ru

Получено: 04.11.2025 **Принято:** 19.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В статье рассматриваются вопросы рационального использования орошаемых земель в юго-восточном регионе Казахстана. Юго-Восточный регион Казахстана характеризуется засушливым климатом и ограниченной водностью, что обуславливает необходимость совершенствования методов ведения орошаемого земледелия. Цель исследования заключается в выявлении и обосновании эффективных подходов к использованию орошаемых земель, включая внедрение промежуточных культур для увеличения урожайности и экономической отдачи.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели проведён расчет потребности сельскохозяйственных культур в сумме активных температур с последующим сопоставлением с фактическими температурными условиями региона. Использованы результаты полевых опытов, проведённых в Юго-Восточном Казахстане. В ходе анализа оценивалась экономическая эффективность выращивания основных и промежуточных культур, с учётом затрат, урожайности и доходности.

Результаты. Результаты исследований показали, что включение промежуточных культур после основной повышает уровень рентабельности с 129% до 149%. Наибольший чистый доход, составивший 171-197 тыс. тг/га, был достигнут при выращивании озимого тритикале как основной культуры с последующим посевом промежуточных культур. В то же время посев суданской травы на зелёную массу в качестве промежуточной культуры не оказал значимого экономического эффекта.

Заклучение. Рациональное применение промежуточных культур позволяет эффективно использовать орошаемые земли в засушливых условиях Юго-Восточного Казахстана. Данная практика способствует повышению экономической эффективности, увеличению продуктивности сельскохозяйственных угодий и устойчивости агропроизводства в условиях ограниченности водных ресурсов.

Ключевые слова: промежуточные культуры; капельное орошение; тритикале; гидротермические условия; урожайность; биометрические показатели.

Введение

В современных условиях аграрного производства особое значение приобретает рациональное и эффективное использование поливных земель, поскольку именно орошаемое земледелие является ключевым фактором устойчивого увеличения сельскохозяйственной продукции в засушливых и полусушливых регионах. Рост продуктивности орошаемых земель напрямую зависит от внедрения ресурсосберегающих технологий, которые не только повышают урожайность, но и способствуют снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Орошаемые земли юго-востока Казахстана играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства региона. Однако в условиях интенсивного землепользования, нарушения севооборотов, недостаточного органического удобрения и возрастающей антропогенной нагрузки наблюдается ухудшение агрофизических и агрохимических свойств почв, что приводит к снижению их продуктивности и мелиоративного состояния. По данным ряда исследований, деградационные процессы на орошаемых серозёмах проявляются в снижении содержания органического вещества, уплотнении почвенного профиля и ухудшении водно-физических показателей [1].

Одним из наиболее результативных направлений интенсификации орошаемого земледелия является использование инновационных методов, направленных на экономию природных и энергетических ресурсов. Применение ресурсосберегающих технологий позволяет значительно сократить трудозатраты, уменьшить потребление энергоресурсов и снизить расходы на обработку почвы, которая составляет до 65-75% всех производственных затрат. Согласно результатам исследований, возделывание культур с использованием традиционных методов требует на 16,5% больше вложений по сравнению с ресурсосберегающими технологиями. При минимальной обработке почвы прямые производственные затраты сокращаются на 30-40%, расход топлива снижается в 1,5-2 раза, а рентабельность производства зерновых культур повышается на 20-30% [2].

В последние годы в Республике Казахстан наблюдается возрастающий дефицит оросительной воды, особенно в периоды выраженной засухи вегетационного сезона. Недостаток водных ресурсов усиливает необходимость широкого внедрения водо- и влагосберегающих технологий, которые позволяют стабилизировать объёмы сельскохозяйственного производства и минимизировать риски, связанные с изменением климата. В этой связи стратегическая задача, поставленная Правительством Республики Казахстан, заключается в снижении расхода поливной воды к 2030 году на 1,5-2,0 млрд м³ за счет применения современных методов орошения и внедрения водосберегающих технологий, а также уменьшении доли поверхностного (напускного) полива с 80% до 5% от общей площади орошаемых земель.

Проблемы эффективного использования орошаемых земель и деградации почвенного покрова широко освещены в работах отечественных и зарубежных исследователей. В условиях аридного климата юго-востока Казахстана орошаемые серозёмы подвержены снижению содержания органического вещества и ухудшению мелиоративного состояния.

Ранее проведённые исследования показывают, что одним из эффективных направлений стабилизации плодородия орошаемых почв является внедрение органо-биологических удобрений и мелиорантов, способствующих восполнению запасов органического вещества и активизации почвенно-биологических процессов [3]. В то же время большинство существующих работ ориентировано либо на отдельные агрохимические показатели, либо на иные почвенно-климатические зоны, что ограничивает возможность их прямого применения в условиях юго-востока Казахстана.

В связи с этим возникает необходимость уточнения и адаптации современных агротехнологических подходов, направленных на повышение эффективности использования орошаемых земель с учётом региональных почвенно-климатических условий и особенностей земледелия [4].

В рамках национальных программ устойчивого развития агропромышленного комплекса, включая сферу орошаемого земледелия, особое значение приобретает разработка и внедрение новых ресурсосберегающих инновационных технологий [5]. Их применение направлено на рациональное использование водных и земельных ресурсов, повышение продуктивности агроценозов и обеспечение экологической устойчивости сельскохозяйственного производства. Эффективное использование орошаемых земель в современных условиях рассматривается не только как элемент технологического прогресса, но и как важнейший инструмент адаптации аграрного сектора к изменяющимся природно-климатическим условиям и глобальным вызовам продовольственной безопасности.

Следует отметить, что проблема эффективного использования орошаемых земель и восстановления агро-мелиоративных свойств серозёмных почв имеет длительную историю

изучения. Фундаментальные положения по вопросам деградации орошаемых почв, изменения гумусного состояния, а также влияния органических и биологических мелиорантов на плодородие почв были заложены в работах отечественных и зарубежных исследователей, опубликованных в более ранние периоды [6].

Современные исследования 2020-2025 гг. развивают и уточняют ранее полученные научные результаты с учётом новых климатических условий, интенсификации земледелия и внедрения инновационных агротехнологий. Использование в настоящей работе актуальных публикаций последних лет обусловлено необходимостью сопоставления полученных экспериментальных данных с современными научными подходами и практиками рационального использования орошаемых земель юго-востока Казахстана [7].

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью научного обоснования путей совершенствования использования орошаемых земель юго-востока Казахстана на основе анализа состояния почв и оценки эффективности применяемых агрометриоративных приёмов.

Материалы и методы

На основании анализа метеорологических данных установлено, что продолжительность безморозного периода в исследуемых районах Юго-Восточного Казахстана колеблется от 161 до 167 дней в Алматинской и Жамбылской областях, тогда как в Туркестанской области достигает 185-190 дней. При этом наблюдаются годовые вариации от 118-152 до 210-245 дней. В летний период (июнь-август) среднемесячная температура воздуха составляет +22,3 °С, варьируя от 20 до 26 °С. С целью оптимизации использования орошаемых земель на протяжении всего вегетационного периода проводился мониторинг гидротермических условий региона

Экспериментальные исследования проводились в 2022-2024 годах на опытном стационаре Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства. Демонстрационный участок «Үш қоңыр» расположен в предгорной орошаемой зоне Илийского Алатау (Алматинская область) на светло-каштановых почвах, что позволяет учитывать локальные почвенно-климатические особенности при оценке эффективности агротехнологий [8].

Объектом исследования были светло-каштановые почвы, система капельного орошения, а также гребнево-прямые посевы основных и промежуточных сельскохозяйственных культур. В качестве основных культур рассматривались озимая пшеница, озимое тритикале, яровой ячмень и овес. Полив осуществлялся капельным методом с поддержанием влажности почвы на уровне 70% от полной влагоёмкости. Контроль влажности почвы, наблюдение за ростом и развитием растений, а также учет урожайности проводились с использованием общепринятых агротехнических методов [9].

Для обработки экспериментальных данных применялись следующие статистические методы:

- дисперсионный анализ (ANOVA) для выявления значимых различий между вариантами опыта.

- тест LSD (Least Significant Difference) для множественных сравнений средних значений при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты представлены в виде средних значений (М) с указанием стандартного отклонения (SD). Все эксперименты проводились в трёх повторностях для обеспечения надежности данных.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием методов вариационной статистики. Для каждого варианта опыта рассчитывались средние арифметические значения показателей. Оценку достоверности различий между вариантами осуществляли с применением критерия Стьюдента при уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ [10].

Результаты и обсуждение

Для успешного возделывания сельскохозяйственных культур важным условием является знание сумм активных температур за вегетационный период и требуемых сумм для полноценного созревания растений. В рамках проведенного исследования рассчитаны суммы активных температур по месяцам в период вегетации сельскохозяйственных культур для регионов с развитым орошаемым земледелием Юго-Восточного Казахстана. Расчеты проведены для

четырёх пунктов региона: Алматы (предгорная зона) 3650,3 °С; Талдыкорган 3475 °С; Жамбыл (Тараз) 3697,6 °С; Туркестан (южная зона) 4176,8 °С [11].

На основе этих данных также определены необходимые суммы активных температур для созревания основных сельскохозяйственных культур (таблица 1). Для каждого варианта указаны средние значения, стандартное отклонение (SD) и доверительные интервалы (95 % CI), рассчитанные на основе трех повторностей опыта. Различия между культурами оценивались с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим тестом LSD при уровне значимости $p < 0,05$ (таблица 1).

Таблица 1 – Необходимые суммы активных температур для созревания сельскохозяйственных культур (средние $\pm$ SD, 95 % CI)

Сельскохозяйственные культуры	Необходимая сумма активных температур, °С	Количество дней
Кукуруза на зерно	2450 $\pm$ 60 (2390–2510)	125 $\pm$ 3 (122–128)
Кукуруза на силос	1890 $\pm$ 40 (1850–1930)	79 $\pm$ 2 (77–81)
Рапс	1700 $\pm$ 50 (1650–1750)	115 $\pm$ 4 (111–119)
Горчица	1280 $\pm$ 60 (1220–1340)	78 $\pm$ 5 (73–83)
Гречиха	1600 $\pm$ 70 (1530–1670)	80 $\pm$ 4 (76–84)
Суданская трава (два укоса)	1950 $\pm$ 60 (1890–2010)	100 $\pm$ 5 (95–105)
Сорго	2375 $\pm$ 80 (2295–2455)	115 $\pm$ 6 (109–121)
Горох	1470 $\pm$ 40 (1430–1510)	75 $\pm$ 3 (72–78)
Соя	2660 $\pm$ 90 (2570–2750)	120 $\pm$ 5 (115–125)

Анализ проведённых расчетов сумм активных температур показал, что климатические условия исследуемых регионов полностью обеспечивают созревание основных сельскохозяйственных культур, а также позволяют получать дополнительный урожай промежуточных культур.

Полевые исследования, выполненные в предгорной зоне Алматинской области, подтвердили возможность получения гарантированного урожая промежуточных культур после озимой пшеницы, выращенной на гребнях. Посев промежуточных культур осуществляли прямым способом сразу после уборки озимой пшеницы с последующим увлажнением почвы капельным поливом малыми нормами (200-300 м³/га). Такой подход позволял существенно сократить интервал между уборкой основной культуры и посевом промежуточных (около 20-25 дней), обеспечивая при этом дружные всходы вторичных культур. В рамках полевых опытов 2022-2024 гг. для контроля использовали варианты с посевом озимой пшеницы без промежуточных культур. Основные варианты включали посеvy с промежуточными культурами: озимая пшеница, озимое тритикале, яровой ячмень и овес. В качестве промежуточных культур применялись кукуруза, рапс, горчица и суданская трава. Анализ результатов показал, что средняя всхожесть промежуточных культур составила $92 \pm 3 \%$ (95 % CI: 89-95 %), при этом различия между вариантами опыта были статистически значимы (ANOVA, $p < 0,05$). Средняя масса растений на площади 0,3 м² достигала 2673 ± 120 г сырой массы и 1470 ± 65 г сухой массы (95 % CI: 2553-2793 и 1405–1535 г соответственно). Такой подход позволял оценить эффективность различных комбинаций культур для интенсификации орошаемого земледелия с учётом статистической значимости полученных данных [12].

Уборка озимого тритикале в 2022 и 2024 годах проводилась 22-23 мая, после чего сразу осуществлялся прямой посев промежуточных культур - кукурузы, рапса, горчицы и суданской травы, с последующим увлажнительным поливом в малой норме 200-300 м³/га. Уборка озимой пшеницы и ранних яровых культур (овес, ячмень) осуществлялась 3-5 июля, а прямой посев тех же промежуточных культур выполнялся 4-6 июля с проведением увлажнительного полива.

Наблюдения за ростом и развитием озимого тритикале в фазу колошения показали, что средняя высота растений составила 140 см, при этом на площади 0,3 м² накапливалось 2673 г сырой массы и $1470,3$ г сухой массы. В пахотном слое почвы оставалось 60-90 ц/га органической массы, что способствовало обогащению почвы питательными веществами и повышению её плодородия.



Рисунок 1 – Измерение высоты тритикале



Рисунок 2 – Определение пожнивных остатков тритикале

В исследуемых условиях промежуточные культуры высевались в два срока на протяжении 2022–2024 годов: первый после уборки озимого тритикале (23-24 мая), второй - после уборки озимой пшеницы, овса и ячменя (4-6 июля). Нормы посева составили: горчица -12 кг/га, кукуруза - 35 кг/га, рапс -12 кг/га, суданская трава - 30 кг/га.

Результаты полевых исследований 2022-2024 годов показали, что после уборки озимого тритикале на зеленую массу (22-23 мая) последующие посевы кукурузы на зерно достигали полной зрелости, обеспечивая среднюю урожайность 72,7 ц/га. Урожайность рапса и горчицы составила в среднем 19,8 и 18,1 ц/га соответственно. Суданская трава использовалась для нескольких срезов на зеленую массу, при этом средняя урожайность достигала 510,7 ц/га. Промежуточные культуры, посеянные после уборки озимой пшеницы, ячменя и овса, не успевали достичь полной зрелости и находились в стадии молочной спелости, поэтому их убрали на зеленую массу. Урожайность зеленой массы варьировала от 295 ц/га (горчица) до 390,3 ц/га (кукуруза на силос), таблица 2.

Для оценки экономической эффективности получения двух урожаев с одной площади проведены соответствующие расчеты. Анализ показал, что наибольший условно чистый доход 110,1-197,5 тыс. тг/га - и высокий уровень рентабельности 78,2-149,5% были получены при посеве кукурузы, рапса и горчицы после уборки озимого тритикале на зеленую массу. При проведении расчетов учитывались урожайности озимого тритикале и промежуточных культур, а также затраты на возделывание основных и промежуточных культур.

Таблица 2 – Эффективность интенсивного использования орошаемых земель (средние данные за 2022-2024 гг.)

Варианты опыта, основные культуры	Средняя урожайность, ц/га	Промежуточные культуры	Средняя урожайность, ц/га	Общая стоимость продукции тыс. тг/га	Общие затраты, тыс. тг/га	Условно чистый доход, тыс. тг/га	Рентабельность, %
Озимая пшеница (контроль)	50,2±2,1	–	–	175,7±5,2	115,0±4,5	60,7±2,0	52,8±3,1
Озимое тритикале (зеленая масса)	65,3±3,0	Кукуруза (зерно)	72,7±3,5	250,8±6,0	140,7±5,0	110,1±4,0	78,2±3,5
		Рапс (зерно)	19,8±1,2	329,6±7,2	132,1±5,5	197,5±6,2	149,5±4,0
		Горчица (зерно)	18,1±1,0	304,1±6,5	132,6±5,3	171,5±5,5	129,3±3,8
		Суданская трава (з/м)	510,7±15,0	45,6±2,0	135,4±4,5	–	–

Анализ результатов показал, что возделывание суданской травы на зеленую массу после уборки озимого тритикале оказалось экономически невыгодным. Средняя урожайность суданской травы составила $510,7 \pm 15,0$ ц/га (95 % CI: 495–526 ц/га), а различия с другими вариантами опыта были статистически значимы (ANOVA, $p < 0,05$).

В связи с этим после ранней уборки озимого тритикале рекомендуется использовать высокодоходные промежуточные культуры. В частности, посевы ярового ячменя на зерно, а также промежуточных культур рапса и горчицы, убранных на зеленую массу, позволили эффективно использовать орошаемые земли в течение вегетационного периода, обеспечивая средний доход $70,1-84,5$ тыс. тг/га $\pm$ SD 3-5 тыс. тг/га, при рентабельности $53,1-64,0\% \pm 2-3\%$ (95 % CI).

Полученные результаты согласуются с данными ранее проведенных исследований, в которых отмечается положительное влияние органо-биологических приёмов на гумусное состояние орошаемых серозёмов [13].

На основании мониторинга гидротермических условий южных и юго-восточных регионов Казахстана, расчетов сумм активных температур, а также результатов научно-исследовательских работ, выполненных как нами, так и другими профильными учреждениями (научно-исследовательские институты аграрного профиля; селекционно-генетические центры; агрохимические лаборатории; мелиоративные и водохозяйственные службы; аграрные университеты и их НИИ; региональные опытно-производственные станции), разработаны рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель юго-восточного региона (таблица 3).

Рекомендуется применять прямой посев промежуточных культур без предварительной обработки почвы, за исключением технических и овощных культур. После посева следует проводить увлажнительные поливы малой нормы ($200-300 \text{ м}^3/\text{га}$), предпочтительно капельным способом с расходом воды $150-160 \text{ м}^3/\text{га}$. Применение таких ресурсосберегающих технологий способствует снижению производственных затрат и уменьшению расхода поливной воды [14].

Таблица 3 – Рекомендуемые основные и промежуточные культуры

Исследуемые пункты	Основные культуры	Сроки уборки	Сроки прямого посева промежуточных культур	Рекомендуемые промежуточные культуры
Алматы (предгорная зона)	Озимая пшеница, ранние яровые (ячмень, овес)	II декада июля	II–III декады июля	Кукуруза на силос, горох на семена или з/м, суданская трава на з/м, горчица, сорго на силос
	Озимое тритикале (на зеленую массу)	I декада июля	I–II декады июля	Кукуруза на зерно или силос, соя на зерно, рапс на зерно, горчица на зерно, картофель, овощные культуры
	Овес+вика (на зеленую массу)	III декада июня – I декада июля	I–II декады июля	Кукуруза на силос, суданская трава, картофель, овощные культуры, рапс, гречиха, сорго на силос

Продолжение таблицы 3

Талдыкорган	Озимая пшеница, ранние яровые (ячмень, овес)	III декада июня – I декада июля	I–II декады июля	Кукуруза на силос, суданская трава, сорго на силос
	Озимое тритикале (на зеленую массу)	I декада июля	I–II декады июля	Кукуруза на зерно или на силос, ячмень, овес, картофель, овощные культуры
	Овес+вика (на зеленую массу)	III декада июня	I декада июля	Кукуруза на силос, ячмень, овес, суданская трава
Жамбыл (Тараз)	Озимая пшеница, ранние яровые (ячмень, овес)	II–III декады июня	III декада июня – I декада июля	Кукуруза на силос, суданская трава, рапс
	Озимое тритикале (на зеленую массу)	II декада июня	II–III декады июня	Сахарная свекла, кукуруза на зерно, картофель, овощные культуры
	Овес+вика (на зеленую массу)	II декада июня	II–III декады июня	Кукуруза на силос, суданская трава, сорго на силос, ячмень, овес, овощные культуры
Южный Казахстан (Шымкент, Туркестан)	Озимая пшеница, ранние яровые (ячмень, овес)	I–II декады июня	II–III декады июня	Кукуруза на силос, суданская трава, картофель, овощи
	Озимое тритикале (на зеленую массу)	I декада июня	I–II декады июня	Хлопчатник, кукуруза на зерно, картофель, бахчевые, овощи
	Овес+вика (на зеленую массу)	I декада июня	I–II декады июня	Кукуруза на силос, однолетние травы, суданская трава

Используя данные рекомендации, любой фермер или руководитель крестьянского хозяйства указанных регионов может определить, как основную, так и промежуточную культуру, для получения двух урожаев в год, тем самым эффективно использовать орошаемые земли и получать высокие доходы.

Экономическая оценка применяемых агрономелиоративных приёмов проводилась с учётом прямых производственных затрат. В расчёты включались расходы на внесение органико-биологических мелиорантов, выполнение основной и предпосевной обработки почвы, проведение чизелевания, а также затраты, связанные с проведением оросительных мероприятий.

Поливы осуществлялись по принятой в хозяйстве технологии. Первый полив проводился после посева культуры, последующие – в соответствии с фазами её развития. Общая оросительная норма за вегетационный период составляла 3000 м³/га. Источником оросительной воды являлась внутрихозяйственная оросительная сеть. Оплата за водопользование в условиях хозяйства не взималась, в связи с чем в экономических расчётах учитывались только затраты на выполнение поливных работ.

Заключение

Проведённые исследования по оценке эффективности использования орошаемых земель в условиях Юго-Восточного региона Казахстана показали, что регион обладает значительным агроклиматическим потенциалом для внедрения водо- и ресурсосберегающих технологий. Это открывает широкие перспективы для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства при рациональном использовании оросительных ресурсов.

Гидротермический потенциал региона. Результаты мониторинга гидротермических условий и расчётов сумм активных температур, а также анализ полевых исследований свидетельствуют о том, что в Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областях при правильной организации агротехнических мероприятий можно значительно увеличить продуктивность орошаемых земель. Применение ресурсосберегающих технологий, включая возделывание промежуточных культур, является одним из наиболее эффективных инструментов достижения этой цели.

Повышение урожайности и эффективности. Посев промежуточных культур после уборки основной позволяет получать два урожая сельскохозяйственных культур в течение одного вегетационного периода. Это даёт возможность более полно использовать влагу, почвенные и климатические ресурсы, снижать удельные затраты на производство одной тонны продукции, а также повышать общую урожайность и эффективность использования сельскохозяйственных угодий.

Экономическая эффективность технологии. Экономические расчёты подтвердили, что возделывание промежуточных культур является высокоэффективным с точки зрения рентабельности. Наибольший условно чистый доход 171,5-197,5 тыс. тенге/га был получен при посеве промежуточных культур после основной культуры озимого тритикале. Использование суданской травы на зелёную массу как промежуточной культуры не обеспечило существенного экономического эффекта, что указывает на необходимость подбора высокодоходных культур для второго урожая.

Перспективы внедрения в производственную практику. Реализация разработанных рекомендаций позволит фермерам и руководителям крестьянских хозяйств эффективно организовать посев основной и промежуточной культур, обеспечивая получение двух урожаев в год с одной площади. Применение прямого посева промежуточных культур без предварительной обработки почвы, совместно с малым капельным поливом (200-300 м³/га), способствует снижению производственных затрат, повышению экономической эффективности и рациональному использованию водных и почвенных ресурсов. Внедрение этих технологий в производственную практику укрепит продовольственную безопасность региона и создаст условия для устойчивого развития орошаемого земледелия.

Таким образом, водо и ресурсосберегающие технологии являются ключевым направлением повышения продуктивности и устойчивости аграрного производства на орошаемых землях Юго-Восточного Казахстана.

Вклад авторов

АС: организация и проведение полевых опытов, выполнение лабораторных анализов, обработка полученных данных и написание основной части статьи. ТА: участие в разработке методики исследований, анализ и интерпретация данных, научное редактирование текста и доработка заключительной части. КЕ, ДЖ: определение направления исследований, контроль качества проведения опытов, участие в обсуждении результатов и научное редактирование текста. РК: статистическая обработка данных, оформление материалов, структурирование текста и проверка окончательного варианта статьи.

Список литературы

1 Досжанова, АС, Оспанбаев, Ж., Сембаева, АС, Майбасова, АС, Ибаш, НД, Жексембі Б. (2023). Агробиологические приемы восстановления плодородия деградированных орошаемых земель юго-востока Казахстана. *Почвоведение и агрохимия*, 2, 14-28. DOI 10.51886/1999-740X_2023_2_14.

- 2 Тагаев, А., Сманов, А., Толеков, А. (2025). Способы повышения эффективности орошаемых земель. *Izdenister, nátiyeler*, 1(105), 490-497. DOI:10.37884/1-2025/52.
- 3 Abraliyev, O., Baimbetova, A., Kusmoldayeva, Zh. (2024). Optimising the use of irrigated lands in Kazakhstan: system analysis and resource management. *Journal of Economic Research Business Administration*, 2(148), 116-130. DOI: 10.26577/be.2024-148-b2-10.
- 4 Сыдык, Д., Коскараева, Ш., Еркуатов, Р., Алипбеков, Н., Казыбаева, А., Куланбай, К. (2025). Пути эффективного использования орошаемых земель в Туркестанской области. *Ізденістер, Нәтижелер*, 1(105). DOI: 10.37884/1-2025/50.
- 5 Atakulov, T., Romanetskay, K., Erzhanova, K., Smanov, A. (2020). The Effective Use of Irrigated Land: Resource-Saving Technologies. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(13), 1498-1503.
- 6 Usaeva, AB. (2024). Enhancing Irrigated Land Use Efficiency in Southern Kazakhstan's Agricultural Sectors. *Eurasian Science Review*, 2, 5. DOI: 10.63034/esr-89.
- 7 Kaldybaev, S., Erzhanova, K., Smanov, A. (2020). Resource-saving restoration technologies of the degraded irrigated lands in Southeastern Kazakhstan. *Ecology, Environment and Conservation*, 26(4).
- 8 Жилдикбаева, АН, Сабирова, АИ, Пентаев, Т., Омаркебова, АД. (2024). Improving the Agricultural Land Use System in the Republic of Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(7). DOI: DOI:10.14505/jemt.9.7(31).21.
- 9 Тургульдинова, С., Орынгожин, Е., Әлімбай, М., Милетенко, Н., Рамазанова У. (2025). Картирование орошаемых земель в сельском хозяйстве с использованием геоинформационных систем. *География и водные ресурсы*, 3. DOI: 10.55764/2957-9856/2025-3-3-10.27.
- 10 Banerjee, R., Bharti., Das, P., Srivastava, V., Ankita., Kataria, S., Ahmed, B., Varshney, N. (2023). An Overview of Statistical Techniques for Analysis of Data in Agricultural Research. *Emerging Issues in Agricultural Sciences*, 8, 1-17. DOI: 10.9734/bpi/eias/v8/6853C.
- 11 Атакулов, ТА, Ержанова, КМ, Жоламанов, КК, Сманов, АЖ. (2022). Интенсивное использование орошаемых земель на юго-востоке Казахстана. *Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата*, 3(62), 226-235. DOI: 10.52081/bkaku.2022.v62.i3.098.
- 12 Айтбаев, ТЕ, Асанбеков, АА, Айтбаева, АТ. (2011). *Применение технологии капельного орошения при возделывании картофеля на юго-востоке Казахстана*. Рекомендации. Алматы: 50.
- 13 Цыбулько, НН, Логачев, ИА, Цырибко, ВБ, Устинова, АМ. (2022). Влияние известкования и органических удобрений на содержание гумуса и кислотность дерново-подзолистых почв разной эродированности и продуктивность зернового севооборота. *Вестник БГСХА: науч.-метод. журн.*, 4, 92-96.
- 14 Атакулов, Т., Ержанова, К., Сманов, А., Жунисхан, Д., Толеков, А., Назаров, Х. (2024). Особенности возделывания гороха при промежуточном посеве. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 313-322. DOI:10.37884/2-2024/30.

References

- 1 Doszhanova, AS, Ospanbaev, ZH, Sembaeva, AS, Majbasova, AS, Ibash, ND, ZHeksembi, B. (2023). Agrobiologicheskie priemy vosstanovleniya plodorodiya degradirovannykh oroshaemykh zemel' yugo-vostoka Kazakhstana. *Pochvovedenie i agrokhimiya*, 2, 14-28. DOI: 10.51886/1999-740X_2023_2_14.
- 2 Tagaev, A., Smanov, A., Tolekov, A. (2025). Sposoby povysheniya ehffektivnosti oroshaemykh zemel'. *Izdenister, nátiyeler*, 1(105), 490-497. DOI: 10.37884/1-2025/52.
- 3 Abraliyev, O., Baimbetova, A., Kusmoldayeva, Zh. (2024). Optimising the use of irrigated lands in Kazakhstan: system analysis and resource management. *Journal of Economic Research Business Administration*, 2(148), 116-130. DOI: 10.26577/be.2024-148-b2-10.
- 4 Sadyq, D., Koskaraeva, SH., Erkuatov, R., Alipbekov, N., Kazybaeva, A., Kulanbai, K. (2025). Puti ehffektivnogo ispol'zovaniya oroshaemykh zemel' v Turkestanskoi oblasti. *Izdenister, nátiyeler*, 1(105), 469-480.
- 5 Atakulov, T., Romanetskay, K., Erzhanova, K., Smanov, A. (2020). The Effective Use of Irrigated Land: Resource-Saving Technologies. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(13), 1498-1503.

6 Usaeva, AB. (2024). Enhancing Irrigated Land Use Efficiency in Southern Kazakhstan's Agricultural Sectors. *Eurasian Science Review*, 2, 5. DOI:10.63034/esr-89.

7 Kaldybaev, S., Erzhanova, K., Smanov, A. (2020). Resource-saving restoration technologies of the degraded irrigated lands in Southeastern Kazakhstan. *Ecology, Environment and Conservation*, 26(4).

8 Zhildikbayeva, AN, Sabirova, AI, Pentaev, T., Omarkebova, AD. (2024). Improving the Agricultural Land Use System in the Republic of Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(7). DOI: 10.14505//jemt.9.7(31).21.

9 Turgul'dinova, S., Oryngozhin, E., Əlimbaj, M., Miletenko, N., Ramazanova U. (2025). Kartirovanie oroshaemyh zemel' v sel'skom hozyaistve s ispol'zovaniem geoinformacionnyh sistem. *Geografiya i vodnye resursy*, 3. DOI: 10.55764/2957-9856/2025-3-3-10.27.

10 Banerjee, R., Bharti., Das, P., Srivastava, V., Ankita., Kataria, S., Ahmed, B., Varshney, N. (2023). An Overview of Statistical Techniques for Analysis of Data in Agricultural Research. *Emerging Issues in Agricultural Sciences*, 8, 1-17. DOI: 10.9734/bpi/eias/v8/6853C.

11 Atakulov, TA, Erzhanova, KM, Zholamanov, KK, Smanov, AZh. (2022). Intensivnoe ispol'zovanie oroshaemyh zemel' na jugo-vostoke Kazahstana. *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata*, 3(62), 226-235. DOI: 10.52081/bkaku.2022.v62.i3.098.

12 Ajtbaev, TE, Asanbekov, AA, Ajtbaeva, AT. (2011). *Primenenie tehnologii kapel'nogo orosheniya pri vozdeleyvanii kartofelja na jugo-vostoke Kazahstana*. Rekomendacii. Almaty: 50.

13 Cybul'ko, NN, Logachev, IA, Cyribko, VB, Ustinova, AM. (2022). Vliyanie izvestkovaniya i organicheskikh udobrenij na sodержanie gumusa i kislotsnost' dernovo-podzolistykh pochv raznoj jerodirovannosti i produktivnost' zernovogo sevooborota. *Vestnik BGSHA: nauch.-metod. zhurn.*, 4, 92-96.

14 Atakulov, T., Erzhanova, K., Smanov, A., Zhunishan, D., Tolekov, A., Nazarov, H. (2024). Osobennosti vozdeleyvaniya goroha pri promezhutochnom poseve. *Izdenister, nátiyeler, Issledovaniya, rezul'taty*, 313-322. DOI:10.37884/2-2024/30.

Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы жерлерді тиімді пайдаланудың аспектілерін жетілдіру

Сманов А.Ж., Атакулов Т.А., Kęstutis Romanekas, Ержанова К.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағындағы суармалы жерлерді ұтымды пайдалану мәселелері қарастырылады. Бұл өңір қуаң климатымен және су ресурстарының шектеулілігімен сипатталады, сондықтан суармалы егіншілік жүйесін жетілдіру қажеттілігі туындайды. Зерттеудің мақсаты – суармалы жерлерді тиімді пайдаланудың ғылыми негізделген тәсілдерін айқындау, соның ішінде өнімділікті және экономикалық тиімділікті арттыру мақсатында аралық дақылдарды енгізу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу мақсатына жету үшін ауыл шаруашылығы дақылдарының белсенді температуралар жиындығына деген қажеттілігі есептеліп, өңірдің нақты жылулық жағдайларымен салыстырылды. Сондай-ақ Оңтүстік-Шығыс Қазақстан жағдайында жүргізілген далалық тәжірибелердің нәтижелері пайдаланылды. Талдау барысында негізгі және аралық дақылдарды өсірудің экономикалық тиімділігі шығындар, өнімділік және табыстылық көрсеткіштері ескеріле отырып бағаланды.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері аралық дақылдарды негізгі дақылдан кейін енгізу рентабельділік деңгейін 129%-дан 149%-ға дейін арттыратынын көрсетті. Ең жоғары таза табыс – гектарына 171-197 мың теңге – негізгі дақыл ретінде күздік тритикале өсіріліп, одан кейін аралық дақылдар себілген нұсқада алынды. Ал жасыл массаға арналған судан шөбін аралық дақыл ретінде себу айтарлықтай экономикалық тиімділік бермеді.

Қорытынды. Аралық дақылдарды ұтымды қолдану Оңтүстік-Шығыс Қазақстанның қуаң жағдайларында суармалы жерлерді тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл тәжірибе ауыл шаруашылығы алқаптарының өнімділігін арттыруға, экономикалық тиімділікті жақсартуға және су ресурстары шектеулі жағдайда аграрлық өндірістің тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Кілт сөздер: аралық дақылдар; тамшылатып суару; тритикале; гидротермиялық жағдайлар; өнімділік; биометриялық көрсеткіштер.

Improvement of aspects of efficient use of irrigated lands in the South-Eastern region of Kazakhstan

Ashirali Smanov, Tastanbek Atakulov, Kęstutis Romanekas, Kenzhe Yerzhanova

Abstract

Background and Aim. The article examines issues related to the rational use of irrigated lands in the southeastern region of Kazakhstan. This region is characterized by an arid climate and limited water availability, which necessitate improvements in irrigated agricultural practices. The aim of the study was to identify and substantiate effective approaches to the use of irrigated lands, including the introduction of intermediate crops to increase productivity and economic returns.

Materials and Methods. To achieve this goal, the thermal requirements of agricultural crops were calculated based on the sum of active temperatures and compared with the actual temperature conditions of the region. The study utilized data from field experiments conducted in Southeast Kazakhstan. The analysis assessed the economic efficiency of cultivating primary and intermediate crops, taking into account production costs, yield levels, and profitability.

Results. The findings showed that the introduction of intermediate crops after the main crop increased profitability from 129% to 149%. The highest net income, ranging from 171 to 197 thousand KZT per hectare, was obtained when winter triticale was grown as the main crop, followed by the sowing of intermediate crops. At the same time, the cultivation of Sudan grass for green mass as an intermediate crop did not produce a significant economic effect.

Conclusion. The rational use of intermediate crops enables the efficient utilization of irrigated lands under the arid conditions of Southeast Kazakhstan. This practice enhances economic efficiency, increases the productivity of agricultural lands, and contributes to the sustainability of agricultural production in water-limited environments.

Keywords: intermediate crops; drip irrigation; triticale; hydrothermal conditions; yield; biometric indicators.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - P.98-107. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4(128).2089

ӘОЖ 639.2/3

Зерттеу мақаласы

«Қарқаралы» МҰТП су айдындарындағы балықтардың қазіргі жағдайын бағалау

Куржыкаев Ж.¹ , Казтай Н.К.¹ , Баринаова Г.К.² , Асылбекова А.С.² ,
Ахметдинов С.Н.¹ , Оразғалиева К.С.² 

¹ЖШС «Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталық» Солтүстік филиалы
Астана, Қазақстан

² С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Баринаова Г.К.: gul_b83@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: НК) kaztay@fishrpc.kz; (2: ЖК) kurjykaev@mail.ru

(3: ГБ) gul_b83@mail.ru; (4: АА) gamily-05@mail.ru;

(5: СН) akhmedinov@fishrpc.kz; (6: КС) o.kalam_1985@mail.ru

Қабылданған күні: 07.11.2025 **Қабылданды:** 10.12.2025 **Жарияланды:** 30.12.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (МҰТП) ерекше қорғалатын табиғи аумақтарында орналасқан Самал, Қимасар және Шоқпартас тоғандары ежелден рекреациялық мақсатта пайдаланылып келеді. Көлдердің табиғи байлығын кеңінен қолданғанына қарамастан, олар әлі күнге дейін жеткілікті түрде зерттелмеген. Жұмыстың мақсаты – балық популяцияларының түрлік құрамы мен қазіргі жағдайын бағалау үшін зерттеулер жүргізу.

Материалдар мен әдістер. Қарқаралы МҰТП су айдындарында ғылыми-зерттеу жұмыстары 2024 жылы жүргізілді, нәтижесінде зерттеудің стандартты ихтиологиялық әдістеріне сәйкес Самал, Қимасар және Шоқпартас тоғандарындағы балық популяцияларының жағдайы зерттелді.

Нәтижелер. Біздің зерттеу барысында Қарқаралы МҰТП су айдындарында тұқы, алабұға және шортан тұқымдас балықтардың 7 түрі анықталды. Сібір тортасын зерттеу кезінде аулаудағы жас құрамы толық болмады және 3-7 жас аралығындағы дарақтарды қамтыды. Негізінен, аулауда үш жастықтар басым болды. Фультон бойынша қондылығы орташа аймақтық көрсеткіштерге сәйкес келеді. Қазіргі уақытта зерттелген барлық су айдындарында қытай мөңкесі тіршілік етеді, ол бұл жерлерге тұқыны балықтандыру кезінде енгізілген. Қытай мөңкесінің қондылық көрсеткіштері басқа екі су айдынымен салыстырғанда Қимасар көлінде айтарлықтай жоғары. Шортан ұлттық парктің екі су айдынында – Самал және Қимасар көлдерінде кездеседі. Кәдімгі алабұға популяциясының жастық құрамында үш жастағы балықтар басым болды.

Қорытынды. Самал, Қимасар көлдеріндегі және Шоқпартас тоғанындағы балық популяцияларының жағдайы зерттелді. Ихтиофаунаға 7 түр кіреді (қытай мөңкесі, тұқы, сібір теңге-балығы, амур шабағы, сібір тортасы, шортан, кәдімгі алабұға), олардың төртеуі абorigендік және үшеуі жерсіндірілген. Кәсіптік түрлер сібір тортасы, қытай мөңкесі, шортан және кәдімгі алабұға болып табылады. Тұқы аулауда кездескен жоқ. Бұл түрлердің биологиялық көрсеткіштері қанағаттанарлық. Тұқы табындарын сақтау үшін тікелей спорттық және әуесқой балық аулауды ұйымдастыру мақсатымен жас және ересек балықтармен балықтандыру ұсынылады.

Кілт сөздер: көл; қытай мөңкесі; тұқы; сібір тортасы; шортан; кәдімгі алабұға.

Кіріспе

Ұлттық парктің аумағы Қарағанды облысындағы тау орманды алқапта орналасқан. Қарқаралы және Кент тау жоталары Орталық Қазақстанның ағынсыз жүйелері – Жарлы өзендері (Нұра өзенінің бассейніне қарай созылған) мен Талды үшін суайрық болып табылады.

Қарқаралы тау орманды алқабының аумағында бірнеше аз аумақты су айдындары және салыстырмалы түрде үлкен Самал көлі орналасқан. Олардың барлығы Жарлы өзені жүйесінің құрамдас бөлігі болып табылады. Соңғы жылдары байқалған талассократиялық цикл бүкіл аймақтағы көл бассейндерін толтыруға мүмкіндік берді. Қолда бар деректер [1] су объектілерінің салыстырмалы тұрақтылығын көрсетеді.

Самал және Қимасар көлдері мен Шоқпартас тоғаны ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда орналасқан және олар ежелден рекреациялық және бальнеологиялық мақсаттарда пайдаланылып келеді. Су айдындарының табиғи байлықтары кеңінен пайдаланылып жүргеніне қарамастан, олар әлі де жеткілікті дәрежеде зерттелмеген. Су айдындарды ұлттық парктер мен қорықтардың өздері жүргізген зерттеулер олардың режимін жүйелі бақылаумен ғана шектелген, ал кейбір жағдайларда ғана балық шаруашылығындағы биотехникалық шараларға байланысты арнайы гидробиологиялық жұмыстар жүргізілген. Су айдындарының биоценоздарының маңызды бөлігі болып табылатын кәсіптік маңызы жоқ балықтардың биологиясы, саны және мінез-құлқы әлі зерттелмеген [1, 2].

Биогендер ағынының артуымен сипатталатын антропогендік жүктеменің күшеюі жағдайында су айдындардың қомақты эвтрофикациясы жүреді, ол әдетте макрофиттердің жойылуы нәтижесінде олардың біртіндеп батпақтануына әкеледі. Соның салдарынан су сапасы нашарлайды, еріген оттектің мөлшері төмендейді, күкіртсутектің болуы байқалады, бұл гидробионттардың тіршілігін тежейді. Осыған байланысты су сапасын жақсарту және макрофиттердің биомассасының азаю ықтималдығы мәселесі өте өзекті болып отыр.

Қазіргі уақытта ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда орналасқан су айдындар табиғи кешендері көпсалалы пайдалану үшін арналған. Қорықтық режимді және табиғи кешендегі тепе-теңдікті сақтау үшін биотоптың жағдайын тұрақты бақылау және экожүйедегі табиғи үдерістердің жүру барысын зерттеу қажет [3, 4].

Осылайша, қазіргі жағдайда су айдындарының экологиялық жағдайын дәл әрі кешенді бағалаудың, олардың мониторингін жүргізудің және шаруашылық маңызын арттыру мақсатында мелиорациялық жұмыстар жүргізу мүмкіндігін анықтаудың маңызы артып келеді.

Жұмыстың мақсаты: балықтардың түрлік құрамын және олардың популяцияларының қазіргі жағдайын бағалау бойынша зерттеулер жүргізу.

Материалдар мен әдістер

Негізгі зерттеулер 2024 жылдың жазынан күз айларына дейін Қарқаралы МҰТП аумағында жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 2020 және 2021 жылдары алынған мәліметтермен салыстырылып, балықтардың негізгі биологиялық көрсеткіштерінің динамикасы мен олардың жылдық өзгерістеріне талдау жасалды.

Ғылыми-зерттеу жұмыстары барысында Самал және Қимасар көлдері мен Шоқпартас тоғаны зерттелді. Ихтиофаунаны зерттеу үшін тор көзінің мөлшері 20-дан 70 мм дейінгі құрма ау құралдары қолданылып, балық аулау жүргізілді. Су айдындарында сынама алу станцияларының саны мен орналасу орындарын анықтау тұщы су айдындарында ихтиологиялық зерттеулер жүргізу жөніндегі әдістемелік нұсқауларға [5, 6] сәйкес жүзеге асырылды. Сынамалар 2 станциядан жиналды (1-кесте).

1-кесте – Жиналған сынамалардың саны

Станция атауы	Ихтиология		
	биологиялық талдау (дана)	шабақ (сынама)	желіні орнату
Самал көлі	76	2	2
Қимасар көлі	9	1	2
Шоқпартас тоғаны	23	1	1

Самал көлі – Қарқаралы қаласынан 6 км оңтүстік-батыс бағытта орналасқан. Ол егіс алқабын жырту кезінде жерасты көздерінің ашылуы нәтижесінде пайда болған, сондықтан атауы да сонымен байланысты. Су айдыны су ағызғышы бар тар бөгет арқылы тең емес екі бөлікке бөлінген. Көлдің басты ерекшелігі – жағалау маңында шоғырланған және ішінара түпке бекіген көптеген қамысты-шалғынды учаскелердің болуы. Қимасар көлі – Қарқаралы қаласынан 11 км оңтүстік-шығыс бағытта орналасқан. Ол Жарлы өзенінің салалары жүйесіндегі бір бұлақты бөгеу нәтижесінде қалыптасқан. Жағалауында демалыс лагерьлері орналасқан. Сауалнама деректері бойынша 2023-2024 жылдардың қысында су айдынында ішінара балық қырылуы байқалған. Шоқпартас тоғаны – Қарқаралы қаласынан 13 км оңтүстік-батыс бағытта орналасқан, Мырза-Шоқы жазығына құятын бұлақтың бойында салынған. Ол арналық бөліктен және бөгет маңындағы жайылмалық су жиналмасынан тұрады.

Балықтардың биологиялық сипаттамаларына – өлшемдік, салмақтық, жастық құрамы мен Фультон бойынша қондылығына баға берілді. Су айдындарын пайдалану бойынша ұсыныстар берілген. Материалды өңдеу далалық және зертхана жағдайында жүргізілді. Нұсқаулықтарға сәйкес: балықтардың түрлік құрамы анықталды, құйрық қанатсыз ұзындығы (l, см) және дене салмағы (Q, г) өлшенді, жыныстық қарым-қатынасы анықталды [5, 6, 7]. Балықтардың жасы қабыршақтары мен желбезек қақпақтары арқылы анықталды [8]. Балықтардың таксономиялық бірліктерінің атаулары «Қазақстан балықтары» жинағына сәйкес берілген [9, 10].

Нәтижелер және талқылау

Қарқаралы МҰТП су айдындарында жүргізілген зерттеулер барысында 7 балық түрі анықталды, олардың ішінде 3 түрі жерсіндірілген болып табылады. Тұқылар тұқымдасынан қытай мөңкесі, тұқы, сібір теңге-балығы, амур шабағы мен сібір тортасы кездесті. Шортандар тұқымдасынан шортан, алабұғалар тұқымдасынан кәдімгі алабұға кездесті (2-кесте).

2-кесте – Ихтиофаунаның түрлік құрамының сипаттамасы

Атауы		Сипаттамасы	Популяция жағдайы
қазақша	латынша		
Тұқылар (<i>Cyprinidae</i>) тұқымдасы			
Қытай мөңкесі	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Кәсіптік, жерсіндірілген	Жаппай түр
Тұқы	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Кәсіптік, жерсіндірілген	Жаппай түр
Сібір теңге-балығы	<i>Gobio cynocephalus</i> Dybowski, 1869	Кәсіптік емес, аборигенді	Белгісіз
Амур шабағы	<i>Pseudorasbora parva</i> (Schlegel, 1842)	Кәсіптік емес, жерсіндірілген	Жаппай түр
Сібір тортасы	<i>Rutilus lacustris</i> (Pallas, 1811)	Кәсіптік, аборигенді	Жаппай түр
Шортандар (<i>Esocidae</i>) тұқымдасы			
Шортан	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Кәсіптік, аборигенді	Жаппай түр
Алабұғалар (<i>Percidae</i>) тұқымдасы			
Кәдімгі алабұға	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Кәсіптік, аборигенді	Жаппай түр

Қытай мөңкесі *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). Аймақтағы осы түрдің пайда болуы оның тұқы балық отырғызу материалымен жерсіндіру кезінде енгізілген. Осылайша, бұл түр Самал көлінде пайда болды. Сондай-ақ, ол төменде ағатын Мырза-Шоқы жазығына құятын Шоқпартас тоғанында да тіркелген. Сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Бұл түрдің ұлттық парк су айдындарында пайда болуы оның балықтандыру жұмыстарына байланысты. Сібір теңге-балығы

Gobio cynocephalus Dybowski, 1869. Реофильді түр. Шоқпартас тоғанында және одан ағып жатқан бұлақта тіршілік етеді. Қызыл-Кенш өзенінде табылған жоқ, бірақ онда мекендеуі әбден мүмкін. Амур шабағы *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842). Мырза-шоқы алаңынан Шоқпартас тоғанына кездейсоқ еніп таралған. Сібір тортасы *Rutilus lacustris* (Pallas, 1811). Аймақта кең таралған түр. Самал және Қимасар көлдерінде жоғары санға ие. Кәдімгі шортан *Esox lucius Linnaeus*, 1758. Самал және Қимасар көлдерінде таралған. Ірі жыртқыш, саны өте көп, әсіресе Қимасар көлінде. Кәдімгі алабұға *Perca fluviatilis Linnaeus*, 1758. Самал және Қимасар көлдерінде тіршілік етеді. Үш су айдынында да тұқы балығының отырғызу материалымен жыл сайын балықтандыру жұмыстарын жүргізу қажет.

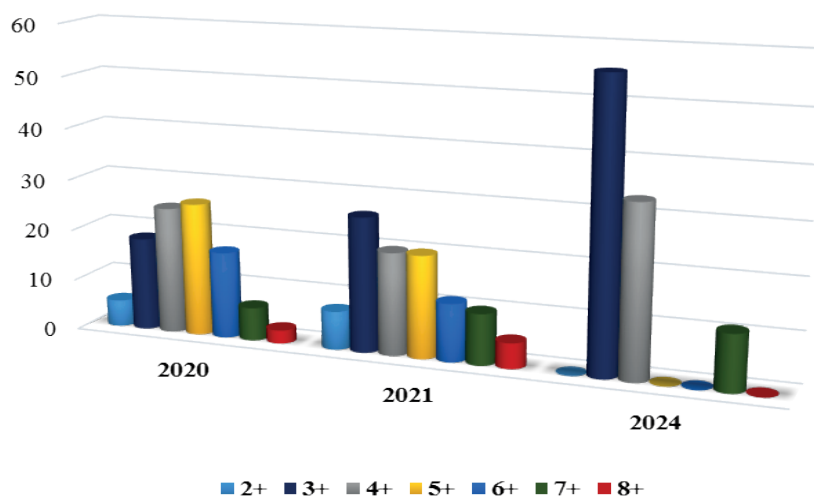
Қазіргі уақытта су айдындарында олардың гидрологиялық параметрлеріне байланысты салыстырмалы түрде күрделі жағдай қалыптасқан. Қысқы уақытта балық қырылуы жазғы кезеңде балдырлардың көп гүлдеуі мен қысқы уақытта органикалық заттардың шіруінен туындауы мүмкін. Бұл құбылыстар Самал және Қимасар көлдерінде мүмкін, сондықтан балықтардың тіршілік ету ортасының жағдайын бақылау қажет.

Сібір тортасы тек Қимасар көлінде анықталды, бірақ ол бұрын [1] Пашен көлінде де кездескен және шортан мен кәдімгі алабұғаның қоректік тізбегінде кездеседі. 3-кестеде Қимасар көліндегі сібір тортасының негізгі биологиялық көрсеткіштері келтірілген. Сібір тортасын зерттеу кезінде аулаудағы жас құрамы толық болмады және 3-7 жас аралығындағы дарақтарды қамтыды. Негізінен, аулауда 3 жастық дарақтар басым болды. Фультон бойынша қондылығы 2,02 өңір үшін орташа мәнге ие.

3-кесте – Қимасар көліндегі сібір тортасының негізгі биологиялық көрсеткіштері

Жасы	l, см		Q, г		Саны, дана	Үлгідегі үлес
	min-max	M±m	min-max	M±m		
3+	11,1-14,7	12,5±2,1	25-60	37±36,4	5	55,6
4+	16,4-18,2	17,4±3,4	90-136	113±22,6	3	33,3
7+	24,8	24,8	382	382	1	11,1
Барлығы:	11,1-24,8	15,5±2,7	25-382	101±29,5	8	100
Ескерту: min- минималды; max-максималды; M-орташа көрсеткіштері; m-стандартты ауытқу						

Қимасар көліндегі сібір тортасы популяциясының жастық құрамының 2020, 2021 және 2024 жылдар аралығындағы салыстырмалы динамикасы 1-суретте көрсетілген. Жас ерекшелігі бойынша 2024 жылы 3, 4 және 7 жастағы балықтар кездесті. Ауланғандардың ішінде үш жастағы дарақтар басым болды. Жыныстық қатынасы аналық балықтардың айқын басымдығымен сипатталады.



1-сурет – Қимасар көліндегі сібір тортасы популяциясының жастық құрамының динамикасы, %

Сібір тортасының жастық құрамы бойынша 2020-2021 жылдары 2+ жастан 8+ жасқа дейінгі топтар кездесті. 3–5 жастағы топтар басым болды. Максималды өмір сүру ұзақтығы 8+ жасты құрады. Қимасар көліндегі сібір тортасының топтануы спорттық-әуесқойлық балық аулауды дамыту үшін шектеулі түрде пайдалануға болады.

Қазіргі уақытта зерттелген барлық су айдындарында қытай мөңкесі кездеседі, ол бұл жерге су айдынын тұқымен балықтандыру кезінде түскен. Қимасар көлінде ол 2020 және 2024 жылдары жекелеген дарактар түрінде байқалды. Самал көлінде оның саны көп емес. Шоқпартас тоғанында бұл – биологиялық көрсеткіштері төмен жалғыз кәсіптік түр (4-кесте).

4-кесте – Қытай мөңкесінің негізгі биологиялық көрсеткіштері

Жасы	l, см		Q, г		Саны, дана	Үлгідегі үлес
	min-max	M±m	min-max	M±m		
Самал көлі						
3+	15,3-18,8	17,4±2,1	129-244	193±43,2	6	54,5
4+	20,7-22,9	21,7±1,2	305-396	344±16,2	3	27,3
5+	24,2	24,2	483	483	1	9,1
6+	25,1	25,1	551	551	1	9,1
Барлығы:	15,3-25,1	19,9±1,7	129-551	293±29,7	11	100
Шоқпартас тоғаны						
2+	8,9-10,9	9,7±0,9	21-46	29±42,7	12	52,2
3+	11,6-13,8	13,0±1,4	49-89	72±36,4	7	30,4
4+	15,6-17,4	16,4±2,1	132-193	156±29,3	4	17,4
Барлығы:	8,9-17,4	11,8±1,5	21-193	64±36,1	23	100

Шоқпартас тоғанындағы қытай мөңкесінің қондылық коэффициенті жоғары және үштен көп, бұл оның тіршілік ету жағдайының қанағаттанарлық екенін көрсетеді. Ал Самал көліндегі қытай мөңкесінің қондылық коэффициенті үштен төмен, бұл су айдынында қоректің жеткіліксіздігін білдіреді.

Қытай мөңкесінің қондылық көрсеткіштері Қимасар көлінде басқа екі су айдынымен салыстырғанда әлдеқайда жоғары. Алайда осы су айдынындағы топтың орташа жасы да жоғары, бұл популяцияның әлсіреуінің ықтимал белгісі болуы мүмкін. Самал көлінде Фультон бойынша қондылық коэффициенті – 3,49, орташа жасы – 3,7. Шоқпартас тоғанында бұл көрсеткіштер тиісінше 2,27, орташа жасы 2,7. Екі популяцияда да жыныстық қатынасы шамамен 1:3, аналық балықтардың басымдығымен сипатталады.

Шоқпартас тоғанында қысқа циклді, өнімділігі төмен популяция жеткілікті тұрақты және спорттық-әуесқойлық балық аулауға пайдалануға болады. Шектеулі көлемде Самал көліндегі топтар да игерілуі мүмкін.

Ауланған балықтар арасында тұқы кездеспеді. Оның аулау лимиттері берілмеген. Дегенмен, су айдындарын осы түрдің балық отырғызу материалы арқылы қайтадан балықтандыру, бұрынғы жылдардағыдай, балық қауымдастығының өнімділігін арттыру үшін де қажет.

Шортан ұлттық паркінің екі су айдынында – Самал және Қимасар көлдерінде мекендейді. Алайда 2024 жылы Қимасар көлінде ауланған жоқ, бұл, бәлкім, 2023-2024 жылдардағы балықтардың қыста жаппай қырылу салдары болып табылады. Самал көліндегі шортанның негізгі биологиялық көрсеткіштері 5-кестеде берілген. Жалпы алғанда, бұл көрсеткіштер осындай су айдындарында мекендейтін популяция үшін толық қанағаттанарлық болып табылады.

5-кесте – Самал көліндегі шортанның негізгі биологиялық көрсеткіштері

Жасы	l, см		Q, г		Саны, дана	Үлгідегі үлес
	min-max	M±m	min-max	M±m		
2+	29,8-30,3	30,1±0,5	227-253	240±12,1	2	16,7
3+	33,3-35,2	34,1±0,9	311-392	366±13,2	5	41,7
4+	37,4-38,0	37,7±0,4	507-538	523±11,3	2	16,7
5+	42,7	42,7	781	781	1	8,3
6+	49,0-49,5	49,3±0,2	1186-1207	1197±10,5	2	16,7
Барлығы:	29,8-49,5	37,3±0,5	227-1207	544±11,8	12	100

Самал және Қимасар көлдеріндегі шортан популяциясының бірнеше жылдардың орташа биологиялық көрсеткіштері ұқсас болып келеді (6-кесте), бұл қасиеттері ұқсас су айдындарындағы топтардың дамуының параллельдігін көрсетеді.

6-кесте – Шортанның орташа биологиялық көрсеткіштері

Жылдар	Орташа ұзындығы, см	Орташа салмағы, г	Фультон бойынша қондылығы	Орташа жасы
Самал көлі				
2020	38,1	551	0,94	3,9
2021	36,0	484	0,96	3,4
2024	37,3	544	0,94	3,7
Қимасар көлі				
2020	38,1	547	0,94	4,0
2021	33,1	377	0,99	3,0

Шортан белгілі бір саны бар және спорттық-әуесқойлық балық аулаудың танымал нысаны болып табылады. Самал көлінде оны шектеулі мөлшерде аулауға пайдалануға болады.

Кәдімгі алабұға да алдыңғы түр сияқты екі су айдынында – Самал және Қимасар көлдерінде тіршілік етеді. Алайда Қимасар көлінде 2024 жылы ауға түскен жоқ. Самал көлінде 53 данасына биологиялық талдау жүргізілді. Самал көліндегі кәдімгі алабұғаның биологиялық көрсеткіштері 7-кестеде келтірілген.

7-кесте – Самал көліндегі кәдімгі алабұғаның негізгі биологиялық көрсеткіші

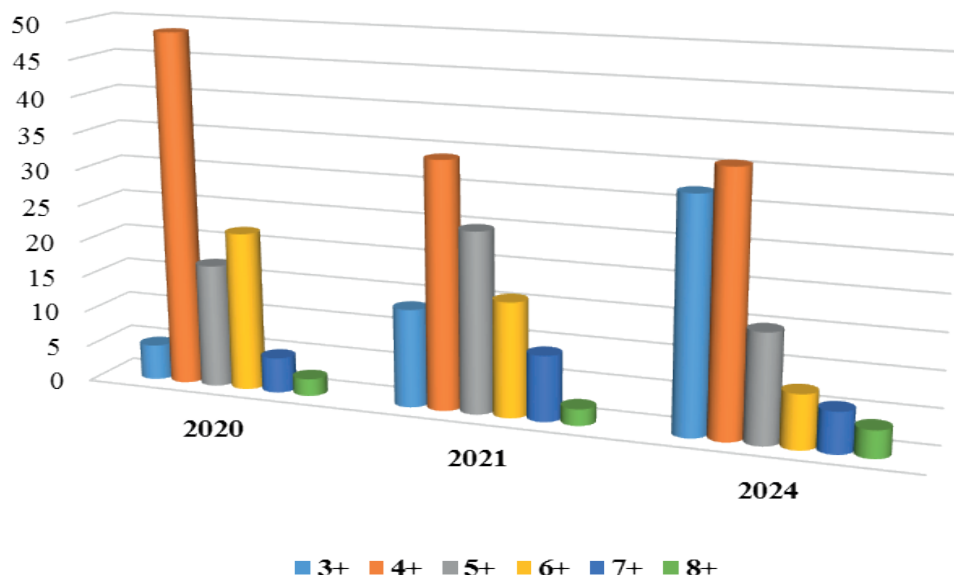
Жасы	l, см		Q, г		Саны, дана	Үлгідегі үлес
	min-max	M±m	min-max	M±m		
3+	11,3-14,8	13,0±1,3	28-66	44±26,1	17	32,1
4+	15,3-19,1	17,3±2,1	71-151	106±46,3	19	35,8
5+	19,5-21,8	20,7±1,2	170-236	203±38,1	8	15,1
6+	22,0-23,3	22,5±1,9	252-282	267±19,3	4	7,5
7+	24,8-26,4	25,8±0,9	351-437	399±13,2	3	5,7
8+	27,3-28,5	27,9±0,3	477-555	516±14,2	2	3,8
Барлығы:	11,3-28,5	17,7±1,3	28-555	145±26,2	53	100

Кәдімгі алабұға популяциясының орташа дене ұзындығы, салмағы, Фультон бойынша қондылығы және орташа жасы бойынша бірнеше жылмен салыстырғанда Қимасар көліне қарағанда Самал көлінде жоғары болып келеді (8-кесте). Бұл жерде ішкі түршілік трофикалық бәсекелестік төмен екенін көрсетеді.

8-кесте – Кәдімгі алабұғаның орташа биологиялық көрсеткіштері

Жылдар	Орташа ұзындығы, см	Орташа салмағы, г	Фультон бойынша қоңдылығы	Орташа жасы
Самал көлі				
2020	19,3	162	2,12	4,8
2021	19,3	179	2,20	4,8
2024	17,7	145	2,09	4,3
Қимасар көлі				
2020	18,6	140	2,04	4,6
2021	17,4	125	2,15	4,2

Самал көліндегі кәдімгі алабұға популяциясының жас құрамының динамикасы көрсеткендей, 2020, 2021 және 2024 жылдардағы сұрыптауда төрт жастағы дарақтар басым болды (2-сурет). Жыныстық құрылым барлық жас топтарда аналықтардың басымдығымен сипатталды. Самал көліндегі кәдімгі алабұғаның жыныстық қатынасы – 1:1,3, аналықтардың басымдылығы байқалады. Максималды өмір сүру ұзақтығы – 8+ жас.



2-сурет – Самал көліндегі кәдімгі алабұға популяциясының жас құрамының динамикасы, %

Самал көліндегі кәдімгі алабұға игеруге жеткілікті топтар түзеді. Бұл түрді спорттық-әуесқойлық балық аулауды дамыту үшін пайдалануға болады. Болашақта көпжылдық зерттеулер жүргізу барысында оны мелиоративтік аулау мақсатында ұсыну орынды болуы мүмкін.

Қорытынды

2024 жылы Қарқаралы МҰТП су айдындарында ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді, нәтижесінде Самал, Қимасар көлдері мен Шоқпартас тоғанындағы балық популяцияларының қазіргі жағдайы зерттелді. Ихтиофаунаға 7 түр кіреді: қытай мөңкесі, тұқы, сібір теңге-балығы, амур шабағы, сібір тортасы, шортан және кәдімгі алабұға. Олардың төртеуі аборигенді, ал үшеуі жерсіндірілген. Потенциалды кәсіптік түрлер – сібір тортасы, қытай мөңкесі, шортан және кәдімгі алабұға. Ауланғандар арасында тұқы кездеспеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің су айдындарында 2020, 2021 және 2024 жылдары тіршілік ететін балықтардың жастық құрылымы мен негізгі биологиялық көрсеткіштерінің (Фультон бойынша қоңдылығы, орташа ұзындығы және салмағы) салыстырмалы динамикасы анықталды. Алынған мәліметтерге сәйкес, алдыңғы жылдармен салыстырғанда зерттелген балық түрлерінің

биологиялық көрсеткіштері қанағаттанарлық деңгейде сақталған. Бұл жағдай су айдындарының экологиялық тұрақтылығын және балық популяцияларының табиғи бейімделу қабілетінің жоғары екенін дәлелдейді.

Қолданыстағы тұқы топтарын сақтау үшін тұқы шабақтарымен (біржылдық) су айдындарын балықтандыру ұсынылады. Шоқпартас тоғаны үшін спорттық-әуесқойлық балық аулауды ұйымдастыру мақсатында ересек тұқымен 180 дана көлемінде су айдындарын балықтандыру ұсынылады. Балықтандыруды жыл сайын жүргізу қажет. Сонымен қатар, балықтардың тіршілік ету ортасының жағдайын бақылау да маңызды; қысқы кезеңде еріген оттектің төмен деңгейінде – мұзға тесу жұмыстары (бұрғылау) жүргізілуі тиіс.

Авторлардың қосқан үлесі

ЖК, НК, ГБ, АА, СН, КС: зерттеуді концептуализациялап, рәсімдеді, әдебиетті жан-жақты зерттеп, жинақталған деректерді талдады және қолжазбаны дайындады. ГБ: қолжазбаның соңғы редакциясын жасап, тексерді. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап шығып, мақұлдады.

Әдебиеттер тізімі

1 Волкова, АЮ, Кипрухин, ИВ, Пластинин, СЮ. (2024). Использование особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия для осуществления рыбохозяйственной деятельности. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*, 3, 142-149.

2 Исмуханов, ХК. (2019). Значение реки Нура и ее озерных систем в развитии рыбного хозяйства Акмолинской области. *Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина*, 3, 28-37.

3 Kurzhykayev, Zh., Syzdykov, KN, Assylbekova, AS, Sabdinova, DK, Fefelov, VV. (2019). Actual status of fishing reserves of the Yesil River. *Zoologia*, 36, 1-9. DOI: 10.3897/zoologia.36.e30437.

4 Kurzhykayev, Zh, Shutkarayev AV, Barinova, GK, Assulbekova, AS, Popov, VA. (2023). Assessing the Ecological and Biological Forage Base of the Tobol River. *Implications for Planktonic and Benthic Communities International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(3), 605-611. DOI: 10.18280/ij dne.180312.

5 Сыздыков, КН, Куржыкаев, Ж, Асылбекова, АС, Аубакирова, ГА, Баринаова ГК, Куанчалеєв ЖБ. (2025). Балық шаруашылығындағы ғылыми зерттеу әдістері: оқулық. С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана: 184.

6 Правдин, ИФ. (1966). *Руководство по изучению рыб*. Москва: Пищевая промышленность, 376.

7 Holcik J. (1989). *The freshwater Fishes of Europe. General introduction to fishes, Acipenseriformes*. Aula-Verlag Wiesbaden. 1:2, 38-58.

8 Чугунова, НИ. (1959). *Руководство по изучению возраста и роста рыб: методическое пособие по ихтиологии*. Москва: Академия Наук СССР, 164.

9 Митрофанов, ВП, Дукравец, ГМ, Мельников, ВА, Баимбетов, АА. (1988). *Рыбы Казахстана: в 5 т.: монография*. Алма-Ата: Наука, 3, 304.

10 Митрофанов, ВП, Дукравец, ГМ, и др. (1989). *Рыбы Казахстана: в 5 т.: монография*. Алма-Ата: Наука, 4, 312.

References

1 Volkova, AYU, Kipruhin, IV, Plastinin, SYU. (2024). Ispol'zovanie osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorii v Respublike Kareliya dlya osushchestvleniya rybohozyaistvennoi deyatel'nosti. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya*, 3, 142-149.

2 Ismukanov, HK. (2019). Znachenie reki Nura i ee ozernykh sistem v razvitii rybnogo hozyaistva Akmolinskoi oblasti. *Vestnik nauki KATU im. S. Seifullina*, 3, 28-37.

3 Kurzhykayev, Zh., Syzdykov, KN, Assylbekova, AS, Sabdinova, DK, Fefelov, VV. (2019). Actual status of fishing reserves of the Yesil River. *Zoologia*, 36, 1-9. DOI: 10.3897/zoologia.36.e30437.

4 Kurzhykayev, Zh, Shutkarayev AV, Barinova, GK, Assulbekova, AS, Popov, VA. (2023). Assessing the Ecological and Biological Forage Base of the Tobol River. *Implications for Planktonic and Benthic Communities International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(3), 605-611. DOI: 10.18280/ij dne.180312.

5 Syzdykov, KN, Kurzhykaev, ZH, Asylbekova, AS, Aubakirova, GA, Barinova GK, Kuanchaleev ZHB. (2025) *Balyq shary'ashylygyndaғы ғылыми zertteу ádisteri: oqylyq*. S.Seifýllin atyndaғы Qazaq agrotehnikalyq zertteу ýniversiteti, Astana: 184.

6 Pravdin, IF. (1966). *Rukovodstvo po izucheniyu ryb*. Moskva: Pishchevaya promyshlennost', 376.

7 Holcik J. (1989). The freshwater Fishes of Europe. *General introduction to fishes, Acipenseriformes*. Aula-Verlag Wiesbaden. 1:2, 38-58.

8 Chugunova, NI. (1959). *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb: metodicheskoe posobie po ihtologii*. Moskva: Akademiya Nauk SSSR, 164.

9 Mitrofanov, VP, Dukravec, GM, Mel'nikov, VA, Baimbetov, AA. (1988). *Ryby Kazahstana: v 5 t.: monografiya*. Alma-Ata: Nauka, 3, 304.

10 Mitrofanov, VP, Dukravec, GM, i dr. (1989). *Ryby Kazahstana: v 5 t.: monografiya*. Alma-Ata: Nauka, 4, 312.

Оценка современного состояния рыб в водоемах ГНПП «Каркаралы»

Куржыкаев Ж., Казтай Н.К., Баринова Г.К., Асылбекова А.С.,
Ахметдинов С.Н., Оразгалиева К.С.

Аннотация

Предпосылки и цель. Озера Самал, Кимасар и пруд Шокпартас, расположенные на территории особо охраняемых природных территориях Каркаралинского ГНПП, издавна используются в рекреационных целях. Несмотря на широкое использование природных богатств озер, они до сих пор изучены далеко недостаточно. Целью работы является провести исследования для оценки видового состава и современного состояния популяций рыб.

Материалы и методы. Научно-исследовательские работы на водоемах Каркаралинского ГНПП выполнялись в 2024 году, в результате были изучены состояние популяций рыб в озерах Самал, Кимасар и пруду Шокпартас, согласно стандартным ихтиологическим методам исследования.

Результаты. В ходе наших исследований в водоёмах Каркаралинского ГНПП было выявлено 7 видов рыб из семейства карповых, окуневых и щуковых. При изучении сибирской плотвы возрастной состав в уловах был неполным и охватывал особей от трех до семи лет. В основном, в уловах преобладают трехлетние особи. Упитанность по Фультону в среднем соответствует региональным показателям. Во всех изученных водоемах на данный момент обитает китайский карась, который был введен сюда при зарыблении водоема карпом. Показатели упитанности китайского карася значительно выше в озере Кимасар по сравнению с двумя другими водоемами. Обыкновенная щука обитает в двух водоемах национального парка – озерах Самал и Кимасар. По возрастному составу популяций обыкновенного окуня доминируют трехлетние рыбы.

Закключение. В результате были изучены состояние популяций рыб в озерах Самал, Кимасар и пруду Шокпартас. Ихтиофауна включает семь видов (китайский карась, карп, сибирский пескарь, амурский чебачок, сибирская плотва, обыкновенная щука, окунь обыкновенный), из которых четыре аборигенных и три являются акклиматизированными. Потенциально промысловые виды являются сибирская плотва, китайский карась, обыкновенная щука и обыкновенный окунь. Карп в уловах отсутствовал. Биологические показатели этих видов вполне удовлетворительные. Для поддержания существующих стад карпа рекомендуется производить зарыбление сеголеткой и взрослыми особями для организации непосредственно спортивно-любительского рыболовства.

Ключевые слова: озеро; китайский карась; карп; сибирская плотва; обыкновенная щука; окунь обыкновенный.

Assessment of the current state of fish in the reservoirs of the SNNP «Karkaraly»

Zhumagazy Kurzhykayev, Nurzhan Kaztai, Gulnaz Barinova, Ainur Assylbekova,
Serik Akhmedinov, Kalamkas Orazgalieva

Abstract

Background and Aim. Lakes Samal, Kimasar and Shokpartas Pond, located in the protected areas of Karkaralinsky National Park, are used for recreational purposes. Despite ongoing use of natural resources, these lakes remain insufficiently studied. The aim of this study was to assess the species composition and current state of fish populations.

Materials and Methods. Scientific research on the reservoirs of the Karkaralinsky GNPP was conducted in 2024, as a result, the state of fish populations in Lakes Samal and Kimasar and Shokpartas pond was studied using standard ichthyological research methods.

Results. In conclusion, Seven species from the family of carp, perch and pike were identified in the reservoirs of the Karkaralinsky SNNP. When studying Siberian roach, the age composition of catches was incomplete and included individuals from three to seven years old. Fulton's condition factor was generally consistent with regional indicators. All studied reservoirs inhabited by Chinese carp had been stocked with carp. The fatness rates of Chinese carp are significantly higher in Lake Kimasar than in the other reservoirs. Northern pike were found in two reservoirs of the national park – Lakes Samal and Kimasar. According to the age structure of river perch, three-year-old individuals predominated.

Conclusion. The study assessed the current state of fish populations in Lakes Samal and Kimasar and Shokpartas pond was studied. The ichthyofauna includes seven species (Chinese carp, carp, Siberian gudgeon, stone moroco, Siberian roach, northern pike, and river perch), of which four are native and three are acclimatized. Potentially commercial species include Siberian roach, Chinese carp, northern pike, and river perch. Carp were not recorded in the catches. The biological parameters of these species are generally satisfactory. To maintain existing carp stocks, it is recommended to stock fingerlings and adult fish to support recreational and amateur fishing.

Keywords: lake; Chinese carp; carp; Siberian roach; northern pike; river perch.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 4 (128). - Р.108-118. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2088

УДК 631.521.11

Исследовательская статья

Изучение генетических ресурсов яровой мягкой пшеницы международного центра СИММИТ для селекции в условиях Северо-Казахстанской области

Артыс А.Ю.¹ , Федоренко Е.Н.¹ , Есимбекова М.А.² , Абдуллина В.Ф.¹ 
Тюлендинова С.Т.¹ , Моргунов А.И.³ 

¹ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»

с. Шагала, Казахстан

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»

Алматы, Казахстан

³ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева»

Шортанды, Казахстан

Автор-корреспондент: Артыс А.Ю.: angelika-goc@mail.ru

Соавторы: (1: ЕФ) efedorenko2015@mail.ru

(2: МЕ) minura.esimbekova@mail.ru; (3: ВА) abdullinavf@mail.ru

(4: СТ) saniya_98_98@mail.ru; (5: АМ) alexey.morgounov@gmail.com

Получено: 07.11.2025 **Принято:** 11.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Развитие селекции пшеницы в Казахстане требует использования генетически разнообразного и адаптированного исходного материала, обеспечивающего высокую урожайность и устойчивость к стрессовым факторам. Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы (СИММУТ) ежегодно предоставляет новые линии через сеть IWIN, что способствует расширению генетической базы и адаптации культур к различным условиям. Целью настоящего исследования было изучение селекционного материала трех международных питомников СИММУТ, сравнение трех питомников по продуктивности и другим признакам, по выходу перспективных образцов, отбор лучших линий для использования в селекционной работе.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024-2025 гг. на базе ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» (СК СХОС). Изучались линии из трёх международных питомников: 13th SATYN-DRGT (засухоустойчивые линии), 3rd HZWT-EM (высокое содержание цинка, раннеспелые формы) и 1st SAWYT-EM (скороспелые формы для полусухих условий). Опыты закладывались по стандартной агротехнике региона с анализом морфологических, продуктивных и качественных признаков зерна (белок, клейковина, седиментация).

Результаты. Все линии СИММУТ проявили высокую адаптацию к региональным условиям. Урожайность большинства образцов была сопоставима или превышала стандартный сорт Астана (385,9 г/м²), максимальная продуктивность отмечена у 1SAWYT-EM (402,2 г/м²). По качественным показателям линии превосходили местный сорт Айна: содержание белка достигало 15,1-17,5%, клейковины – 33,3-38,0%, седиментации – до 73,8 мл. Отмечена устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине.

Вывод. Материал СИММУТ отличается высокой адаптивностью, продуктивностью и качеством зерна, что подтверждает его ценность для селекционных программ по созданию новых сортов пшеницы, устойчивых к стрессам и болезням.

Ключевые слова: пшеница; СИММУТ; селекция; урожайность; качество зерна; устойчивость.

Введение

Селекция сельскохозяйственных культур в настоящее время обеспечивает 25-40% роста урожайности, остальной вклад приходится на долю технологии возделывания [1]. При создании новых сортов необходимо учитывать весь комплекс требований, которые к ним предъявляют сельхозтоваропроизводители. Они должны успешно противостоять внешним факторам, с максимальной эффективностью использовать благоприятные условия среды, иметь высокую потенциальную продуктивность и сохранять ее в производственных посевах. Поэтому наибольший интерес представляют сорта, урожайность которых в наименьшей степени подвержена влиянию складывающихся погодных условий и действию других факторов [2]. Современные требования к новым сортам предусматривают их высокую адаптивность, устойчивость к стрессовым факторам и способность эффективно использовать изменяющиеся условия среды. Международные исследования подтверждают, что именно генетическое разнообразие позволяет формировать сорта, сохраняющие стабильность урожая даже в условиях резкого варьирования погодных и биотических стрессов [3].

Увеличение числа генетически разнообразных сортов с учётом их агроэкологической специализации делает производство зерна более надёжным и стабильным [4]. Успех комбинационной селекции зависит от удачного подбора родительских пар для гибридизации [5]. В числе слагаемых, обуславливающих успех селекционной работы, особое место занимает исходный материал – его наличие и степень изученности по хозяйственно-ценным признакам [6].

Селекционная работа с любой культурой начинается с подбора и изучения исходного генетического материала (генофонда). Целенаправленный подбор генофонда и его многообразие позволяют выделить генетические источники и доноры хозяйственно-ценных признаков для использования их в различных селекционных программах [7]. Изучение и проработка коллекционного материала различного эколого-географического происхождения расширяет круг, важных для селекционного процесса, признаков, присущих данной культуре [8]. Отмечается, что использование широкого генофонда, включающего коллекции различного эколого-географического происхождения, существенно расширяет спектр хозяйственно ценных признаков и повышает вероятность выделения перспективных доноров [9]. В исследованиях по пшенице установлено, что сорта, обладающие более широким генетическим базисом, демонстрируют высокую устойчивость к жаре, засухе и болезням что подчёркивает важность расширенного генофонда [10].

Без привлечения мирового генофонда невозможно получать сорта, конкурентоспособные на мировом рынке по продуктивности и качеству. Необходимы пред селекционные исследования генофонда по определенным приоритетным проблемам селекции (засухоустойчивость, зимостойкость, устойчивость к болезням, продуктивность, качество зерна), которые позволяют преодолеть уязвимость сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессам, расширить их адаптацию к меняющимся условиям среды, сократить период изучения и подбора исходного материала [11, 12].

В условиях глобальных климатических изменений особую актуальность приобретают работы, направленные на оценку стабильности продуктивности сортов в многолетних и мультиэкологических испытаниях. Применение современных статистических методов, таких как AMMI- и GGE-анализ, позволяет объективно выделять генотипы с высокой экологической стабильностью и потенциалом для широкого ареала возделывания [13]. Пополнение генофонда новыми сортами и гибридными формами мировой селекции значительно обогатят исходный материал для селекции Северного Казахстана новыми источниками ценных свойств и признаков [14]. Обмен материалом между CIMMYT и научными учреждениями Казахстана даёт возможность вовлекать в гибридизацию новые перспективные источники хозяйственно-ценных признаков из мирового генофонда и создавать сорта яровой пшеницы с долговременной устойчивостью к болезням [15]. Кроме того, некоторые исследования показали, что использование сортовых смесей и популяций с расширенной генетической вариабельностью способствует повышению и стабилизации урожайности в различных климатических зонах [16]. Всё это подчёркивает необходимость систематического пополнения генофонда и проведения предселекционных исследований как важнейшего элемента успешной селекционной работы.

Метод челночной селекции позволяет проводить более эффективную оценку исходного материала в контрастных почвенно-климатических условиях отбирать наиболее конкурентные гибридные популяции яровой мягкой пшеницы, устойчивые к широкому спектру рас стеблевой и бурой ржавчины [17, 18]. Для расширения генетического разнообразия создаваемых сортов озимой пшеницы использование потенциала международной коллекции многолетней пшеницы – одно из актуальных направлений [19]. Важной и актуальной задачей для стабилизации производства зерна на фоне широкого варьирования агроклиматических условий является создание сортов, обеспечивающих высокие урожаи и высокое качество продукции [20]. Особый интерес представляют комплексные доноры, которые в своем генотипе несут два или несколько ярко выраженных селектируемых признаков [21].

В 2024 году СК СХОС было получено три питомника из CIMMYT: 13SATYN-DRGT (13th Stress Adapted Trait Yield Nursery – Drought – 13-й Питомник Адаптированных к Стрессу Признаков для Оценки Урожайности – Засуха), 3HZWYT-EM (3rd High Zink Wheat Yield Trial – Early Maturity – 3-й Питомник испытания урожайности пшеницы с высоким содержанием цинка – скороспелый материал), 1SAWYT-EM (1st Semi-Arid Wheat Yield Trial – Early Maturity – 1-й Питомник испытания урожайности пшеницы для полузасушливых условий – скороспелый материал). Эти питомники являются частью международной программы CIMMYT, где ежегодно новые наборы сортов безвозмездно распространяются среди государственных и частных селекционеров по всему миру через IWIN (International Wheat Improvement Network).

Материалы и методы

СК СХОС расположена в степной зоне Северо-Казахстанской области. Климат – резко континентальный, засушливый. Количество осадков за год в пределах 240-330 мм. Период вегетации 136-137 дней, гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,8-0,7.

Почва – обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый чернозём с нейтральной и слабощелочной реакцией, pH водной вытяжки 7,8-8,1. Содержание гумуса 4,5-5,0%, нитратного азота в слое почвы 0-40 см 16,6 мг/кг почвы, подвижного фосфора в слое 0-20 см 10,0 мг/кг почвы, калия 630 мг/кг почвы.

Материалом исследований являлись линии яровой мягкой пшеницы, выделенные из питомника CIMMYT–Мексика, как устойчивые к засухе (13SATYNDRGT), устойчивые к засухе и скороспелые (1SAWYT-EM), с высоким содержанием цинка (3HZWYT-EM). В 2024 году материал высевался сеялкой ССН-7 на делянках с площадью 1,0 м² в одной повторности, норма высева 350 зёрен/м². В 2025 году в контрольном питомнике в 2-х повторности с площадью делянки 5,0 м². Сортами стандартами являлись среднеранний Астана и среднепоздний Айна. Расположение стандартов проведено через 20 номеров. Агротехника общепринятая для зоны возделывания.

Фенологические наблюдения проводились по основным фазам развития растений, (полные всходы, колошение, созревание) [22]. Уборка проведена в фазу полной спелости зерна ручным способом с последующим обмолотом в лабораторных условиях на сноповой молотилке МПС-1М, с пересчётом урожайных данных на стандартную 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту зерна. Математическая обработка полученных данных выполнена с помощью программ Statistica, MS Excel.

Определение содержания белка, сырой клейковины и показателя седиментации проводили экспресс-методом с использованием прибора Granolyser. Принцип работы основан на высокочувствительной инфракрасной спектроскопии ближнего диапазона (NIR), позволяющей оценивать химический состав зерна без разрушения образцов.

Годы исследований по метеорологическим показателям были благоприятными для возделывания пшеницы (таблица 1). В 2024 году в июне, июле и августе отмечено превышение многолетней нормы выпадения атмосферных осадков (норма -165 мм) соответственно на: 6,4 мм, 42,1 мм, 23,8 мм, за лето +72,3 мм или в процентном выражении 115%, 159%, 148%. Температурный фон в целом за лето был 18,6 °С, что выше нормы на 0,8 °С. В 2025 году суммарно за лето

выпало 240,1 мм осадков, что также выше нормы на 75,1 мм, причём повышенное количество влаги пришлось на период от всходов до колошения-цветения растений. При этом температура воздуха трех месяцев была на уровне нормы, выше средней многолетней – на 0,6 °С. Повышенное количество осадков и умеренный температурный фон положительно сказались на росте и развитии сельскохозяйственных культур во все фазы их онтогенеза. Растения сформировали хорошую вегетативную массу, полноценный густой стеблестой, большой колос, повышенное число зёрен в колосе.

Таблица 1 – Метеорологические показатели вегетации пшеницы, 2024-2025 гг.

Год	Месяц	Осадки, мм			Температура, °С		
		за месяц	ср. мног.	откл. от ср.мног.	за месяц	ср. мног.	откл. от ср.мног.
2024	май	62,2	28,0	+34,2	10,7	12,7	-2,0
	июнь	50,4	44,0	+6,4	21,1	18,5	+2,6
	июль	113,1	71,0	+42,1	20,0	20,0	0
	август	73,8	50,0	+23,8	17,2	17,2	0
	за лето	237,3	165,0	+72,3	19,4	18,6	+0,8
2025	май	50,8	28,0	+22,8	15,3	12,7	+2,6
	июнь	118,0	44,0	+74	20,3	18,5	+1,8
	июль	74,0	71,0	+3,0	19,3	20,0	-0,7
	август	48,1	50	-1,9	18,1	17,2	+0,9
		240,1	165,0	+75,1	19,2	18,6	+0,6

Результаты и обсуждение

В 2024 году изучение агрономических признаков показало, что все три питомника СИММУТ характеризовались значительно более низкой высотой растений (59,0-69,1 см) по сравнению со стандартными сортами Айна (92,0 см) и Астана (91,2), что является преимуществом для устойчивости к полеганию (таблица 2). Длина колоса образцов питомников была короче (7,8-8,1 см против 9,0-10,8 см у стандартов), однако, масса 1000 зёрен была выше у всех питомников (42,5-44,9 г) по сравнению со стандартами (32,3 - 38,1 г). Продуктивность в этом году была существенно ниже стандартов: питомники показали 173,9-331,3 г/м² против 184,3 г/м² у сорта Айна и 175,3 г/м² у Астаны, при этом наиболее высокую урожайность продемонстрировал 3НЗWYT-ЕМ. Процент отобранных для дальнейшего изучения образцов варьировал от 38,6-38,7% для засухоустойчивых питомников до 54,2% для питомника 3НЗWYT-ЕМ.

В 2025 году наблюдалось значительное улучшение показателей всех питомников. Высота растений оставалась оптимальной (59,8-66,3 см против 86,1-86,5 см у стандартов), длина колоса немного увеличилась (8,9-9,3 см), но все еще была меньше стандарта (13,6 см). Число зёрен в колосе варьировало от 33,2 до 42,2, при этом 3НЗWYT-ЕМ показал наилучший результат, превысив стандарт (33,6-40,0). Продуктивность всех питомников (379,9-402,2 г/м²) сравнялась или превысила показатель стандарта Астана (385,9 г/м²), при этом максимальную урожайность показал питомник 1SAWYT-ЕМ с засухоустойчивым материалом.

Таблица 2 – Средние показатели агрономических признаков в трех питомниках СИММУТ в сравнении со стандартным сортом в 2024 и 2025 гг.

Показатели оценки питомников	13 th SATYN-DRGT	3 rd HZWYT-EM	1 st SAWYT-EM	Стандарт	
Целевые условия и признаки питомника	Признаки, определяющие адаптацию к засухе	Потенциал урожайности и содержание цинка в зерне	Адаптация к засухе, скороспелый материал	Айна	Астана
2024 год					
Число изученных образцов	44	48	31	-	-
Средняя высота растений, см	69,1+1,0	68,3+0,9	59,0+2,0	92,0	91,2
Длина колоса, см	8,1+0,1	8,0+0,1	7,8+0,2	10,8	9,0
Масса 1000 зёрен, г	43,6+1,0	42,5+0,5	44,9+1,1	38,1	32,3
Продуктивность, г/м ²	173,9+13,0	331,3+12,3	179,4+10,1	184,3	175,3
Число отобранных образцов	17	26	12	-	-
% отобранных образцов	38,6	54,2	38,7	-	-
2025 год					
Число дней всходы-колошение	41,1+0,7	40,7+0,5	40,9+0,6	49,5	41,0
Средняя высота растений, см	63,7+1,1	59,8+0,8	66,3+2,6	86,5	86,1
Длина колоса, см	9,2+0,2	8,9+0,2	9,3+0,2	13,6	8,6
Число зёрен в колосе	39,9+2,6	42,2+2,0	33,2+2,0	40,0	33,6
Продуктивность, г/м ²	385,1+1,6	379,9+1,1	402,2+1,7	315,8	385,9
Урожайность, ц/га	38,5+0,2	38,0+0,1	40,2+0,2	31,6	38,6
Число образцов, достоверно превышающих стандарт по продуктивности*	7	11	5	-	-
% таких образцов от начального состава питомника	15,9	22,9	16,1	-	-

Анализ двухлетних данных показывает высокую адаптивность материала СИММУТ к местным условиям. Число дней до всходов и колошения в 2025 году было меньше у всех питомников (40,7-41,1 дней) по сравнению со стандартом (49,5 дней), что указывает на их скороспелость. Из общего числа изученных образцов было отобрано от 5 до 11 линий, достоверно превышающих стандарт по продуктивности, что составило 15,9-22,9% от начального состава питомников. Наибольший процент перспективных образцов был выделен из питомника 3HZWYT-EM (22,9%), что свидетельствует о его высоком потенциале для местных условий возделывания.

Анализ качества зерна пшеницы из трех питомников СИММУТ показал их превосходство над местным стандартом сорта Айна по всем изученным показателям (рисунок 1). Содержание белка в зерне питомников составило 14,9-15,1%, что на 1,8-2,0% выше, чем у стандарта (13,1%). По содержанию клейковины преимущество ещё более выражено: питомники СИММУТ показали 32,5-33,3% против 29,6% у сорта Айна, что представляет увеличение на 2,9-3,7%. Показатель седиментации, характеризующий качество клейковины и хлебопекарные свойства муки, также был существенно выше у всех трех питомников (60,7-62,5 мл) по сравнению со стандартом (53,2 мл), что составляет прирост в 7,5-9,3 мл.

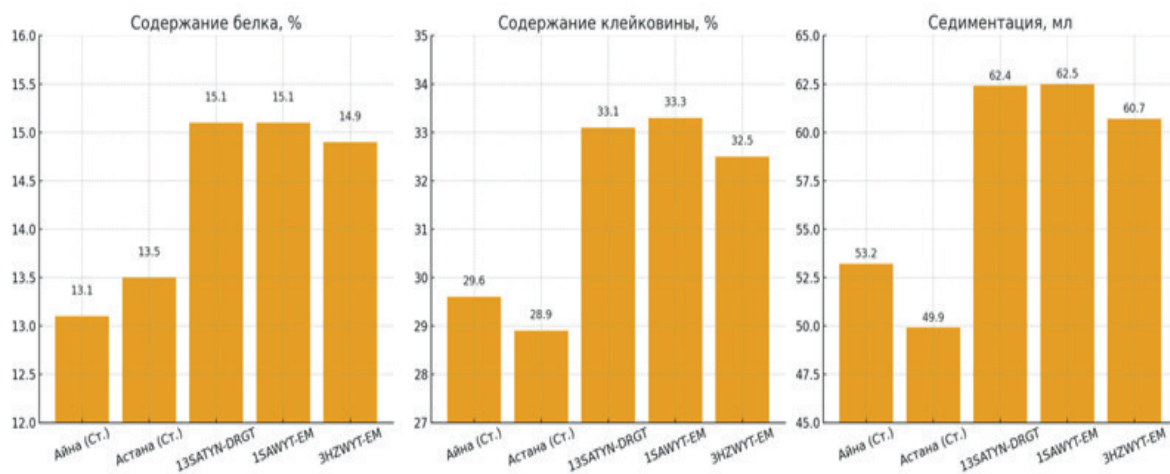


Рисунок 1 – Средние значения показателей качества зерна у образцов трех питомников и стандартных сортов, 2025 год

Наилучшие результаты продемонстрировал питомник 1SAWYT-EM (полузасушливые условия), показавший максимальные значения по содержанию клейковины (33,3%) и седиментации (62,5 мл), при этом питомник 13SATYN-DRGT (засухоустойчивый) показал практически идентичные результаты. Питомник 3HZWYT-EM (высокое содержание цинка) немного уступал двум другим, но все равно значительно превосходил стандарт по всем параметрам. Эти результаты свидетельствуют о том, что селекционный материал СИММУТ, несмотря на специализированную адаптацию к различным стрессовым условиям окружающей среды, обладает превосходными хлебопекарными качествами, что делает его перспективным для использования в местных селекционных программах.

Анализ данных таблицы 3 показал, что значительная часть образцов, достоверно превысивших стандарт по продуктивности, характеризуются не только повышенной зерновой продуктивностью (до 498 г/м²), но и выраженной устойчивостью к основным заболеваниям листового аппарата, прежде всего – бурой и стеблевой ржавчине. Особо следует выделить образцы № 24, 40, 44 питомника 13th SATYN-DRGT, которые продемонстрировали нулевое развитие стеблевой ржавчины одновременно с высоким уровнем урожайности (продуктивность от 444 до 498 г/м²) и повышенными показателями белка и клейковины (до 38,0-38,7%). Образец № 35 питомника 1st SAWYT-EM сформировал максимальную продуктивность 498 г/м² при отсутствии поражения стеблевой ржавчиной и нулевых поражениях бурой ржавчиной, что указывает на наличие эффективных генетических факторов устойчивости к *Puccinia* spp., работающих даже при стрессовых условиях вегетации.

Высококачественные образцы с иммунитетом к стеблевой ржавчине также демонстрируют высокую хлебопекарную ценность: показатели седиментации у лучших образцов достигают 60-74 мл, что подтверждает их технологическую пригодность для селекционных программ, ориентированных на качество зерна.

Отдельно стоит отметить образец №44 13th SATYN-DRGT с продуктивностью 422 г/м² и высоким содержанием белка 17,5%, который также практически не поражён стеблевой ржавчиной. Это делает его ценным донором для инкорпорации признаков высокобелковости при сохранении устойчивости к патогену.

Таблица 3 – Продуктивность и хозяйственно-ценные признаки лучших образцов питомников СИММИТ, достоверно превышающие стандарт по урожайности в 2025 году

№ образца	Всходы- колошение, дни	Высота, см	Бурая ржав., %	Стеб. ржав., %	Число зерен в колосе	Продуктивность, г/м ²	Белок, %	Клейковина, %	Седиментация, мл
Айна	49	86,5	55	5	40,0	316	13,1	29,6	53,2
Астана	41	86,1	80	40	33,6	386	13,9	29,2	51,2
13 th SATYN-DRGT									
24	41	54,8	2	0	62,6	497	14,1	32,7	58,6
4	39	63,8	1	0	31,9	456	14,0	30,8	55,9
40	39	73,0	40	0	28,0	444	15,6	33,6	60,4
5	38	63,2	5	0	33,6	427	14,6	30,6	60,3
30	41	62,8	0	0	48,2	422	15,0	33,3	60,9
44	40	68,4	1	0	25,2	422	17,5	38,0	73,8
18	40	63,2	7	0	37,6	410	14,7	33,2	61,2
1 st SAWYT-EM									
35	42	69,8	0	0	32,2	498	14,9	32,3	57,4
48	41	59,6	10	0	22,8	462	16,1	36,7	69,9
38	42	64,8	1	0	28,2	459	14,3	31,7	58,7
50	43	63,2	1	0	27,6	457	16,7	38,7	74,8
34	41	72,6	0	0	25,2	440	15,7	35,9	67,3
3 rd HZWYT-EM									
36	43	62,8	2	0	33,0	465	15,5	34,1	62,6
47	44	64,4	5	0	49,4	457	14,2	32,5	59,6
44	41	58,2	2	0	51,1	443	16,6	36,1	70,7
46	40	65,4	0	0	40,1	443	14,2	31,4	58,5
34	46	60,0	20	0	39,6	438	15,0	34,5	65,9
40	43	58,7	7	0	47,4	426	15,3	33,6	65,4
43	41	59,2	1	0	36,2	422	15,0	33,7	61,3
15	43	61,9	5	0	31,9	421	14,1	30,5	55,7
2	38	56,0	2	0	45,2	408	14,6	31,1	57,3
29	44	61,5	0	0	40,5	404	15,7	34,1	64,7
52	42	56,0	10	0	55,0	404	14,2	31,7	58,7
p-value	0,0176	0,012	0,233	-	0,01	0,01	0,04	0,015	0,125
P-value: однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA); тест Тьюки HSD при $\alpha = 0.05$.									

Таким образом, результаты селекционной оценки показывают, что наиболее перспективные генотипы – это те, которые совмещают высокую продуктивность, высокие показатели качества (белок, клейковина, седиментация) и генетически обусловленную устойчивость к болезням. Такие образцы оправданно могут рассматриваться, как источники ценных селекционных доноров для программ СИММИТ и для локальных селекционных центров в условиях степной зоны Северного Казахстана. Происхождение лучших линий включает синтетическую пшеницу: 13SATYNDRGT-18 и 40 включают в педигри Ae. Squarrosa, 3HZWYT-EM- 15, 29 и 44 – Triticum Dicocon и Ae.Squarrosa.

Заключение

Анализ данных показал, что селекционный материал из трех питомников СИММУТ обладает высокой адаптацией к условиям Северного Казахстана и сочетает целый комплекс хозяйственно-ценных признаков: скороспелость, оптимальная высота растений (что снижает риск полегания), высокое число зёрен в колосе, повышенное содержание белка и клейковины, высокие значения седиментации и, что особенно важно, наличие устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине. Проведённая оценка показала, что специализация питомников не является ограничивающей в отношении поиска ценных генотипов: высокопродуктивные и устойчивые линии выявлены во всех трех питомниках. Наиболее результативные линии могут быть использованы как доноры для направленных скрещиваний (продуктивность + качество + устойчивость к ржавчине) или как кандидатные линии для передачи в конкурсное испытание как потенциальные новые сорта.

В частности, высокую перспективность показали образцы № 24, 40, 44 питомника 13th SATYN-DRGT, образцы № 35, 48, 50 питомника 1st SAWYT-EM, и образцы № 36, 47, 44 питомника 3rd HZWYT-EM, у которых сочетались высокая продуктивность, улучшенные показатели качества (белка, клейковины) и иммунитет к болезням.

Полученные результаты подтверждают высокую ценность материала СИММУТ для ускорения селекционного прогресса в Северо-Казахстанской области. Характер выявленных линий свидетельствует о наличии работающих генетических источников признаков в интересах региона. В связи с этим, целесообразно продолжать долгосрочное сотрудничество с СИММУТ, включая совместные программы скрещиваний и интеграцию лучших линий в селекционный процесс для создания новых сортов адаптивного типа для Северного Казахстана.

Вклад авторов

ЕФ, АМ, СТ: постановка целей и задач исследования, анализ полученных данных, написание текста статьи, внесение поправок. МЕ: представление семян, методология опыта. АА, ВА: сбор экспериментальных данных, подготовка обзора литературы, вычитка, редактирование. Все авторы прочитали, ознакомились и одобрили окончательную редакцию рукописи для передачи к публикации.

Информация о финансировании

Работа проведена в рамках программно-целевого финансирования МСХ РК по научно-технической программе BR24892821 «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» на 2024-2026 гг.

Список литературы

- 1 Коновалов, ЮБ, Пыльнев, ВВ, Хупацаря, ТИ, Рубец, ВС. (2013). *Общая селекция растений*. СПб.: Издательство «Лань», 477.
- 2 Самофалов, АП, Подгорный, СВ. (2014). Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность. *Аграрный вестник Урала*, 5(123), 13-16.
- 3 Волкова, ЛВ. (2016). Исходный материал для селекции сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области. *Вестник НГАУ*, 2, 7-16.
- 4 Сатвалова, НК, Хайбуллин, ММ, Давлетов, ФА. (2019). Создание исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 6(80), 57-60.
- 5 Иванова, ИЮ, Ильина, СВ. (2018). Ценные для селекции образцы яровой мягкой пшеницы. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*, 4-3(15), 32-36.
- 6 Катюк, АИ, Зуев, ЕВ, Анисимкина, НВ. (2016). Источники хозяйственно ценных признаков для селекции сои в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. *Масличные культуры*, 3(167), 22-26.

- 7 Пакуль, ВП, Ширина, АН. (2009). Сравнительное изучение образцов яровой пшеницы коллекции ВИР по комплексу агробиологических свойств и признаков. *Земледелие и растениеводство. Достижения науки и техники АПК*, 9.
- 8 Зыкин, ВА, Белан, ИА, Россеев, ВМ, и др. (2000). Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы. *Доклады РАСХН*, 2, 5-7.
- 9 Агеева, ЕВ, Лихенко, ИЕ, Советов, ВВ, и др. (2015). Экологическая пластичность пшеницы в лесостепи Западной Сибири. *Вестник НГАУ*, 1(34), 22-28.
- 10 Базилова, ДС, Долинный, ЮЮ, Иванова, ГН. (2022). Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана. *Izdenister, nâtiyeler*, 2(94), 37-46.
- 11 Киселева, МИ, Коломиец, ТМ, Жемчужина, НС. (2015). Устойчивость популяций и линий яровой мягкой пшеницы челночной селекции СИММИТ к наиболее опасным патогенам. *Защита и карантин растений*, 10, 19-21.
- 12 Третован, Р., Моргунов, А., Зеленский, Ю., Лаге, Я. (2006). Челночная селекция между Мексикой и Казахстаном: результаты, подробности, перспективы. Алматы: Аромеридиан, 2(3), 23-27.
- 13 Шаманин, ВП, Моргунов, АИ, Манес, Я., Зеленский, ЮИ. (2009). Сибирский питомник челночной селекции Международного Центра по улучшению пшеницы и кукурузы (СИММИТ) при ОмГАУ: реальность и перспективы. *Вестник Омского государственного аграрного университета*, 3, 42-45.
- 14 Айдаров, АН, и др. (2023). Многолетняя пшеница международной коллекции СИММУТ как исходный материал для селекции озимой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири. *Вестник Омского государственного аграрного университета*, 3(51), 7-16.
- 15 Зуев, ЕВ, Брыкова, АН, Никифоров, МН. (2013). Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрально-Черноземной зоны России. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 1, 217-219.
- 16 Седов, ЕН. (2015). Использование генофонда яблони: источники и доноры хозяйственно полезных признаков. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 19-1, 104-110.
- 17 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: под ред. С.О. Скокбаева. (2002). Алматы: 378.

References

- 1 Konovalov, IuB, Pylnev, VV, Khupatsariia, TI, Rubets, VS. (2013). *Obshchaia selektsiya rastenii*. SPb.: Izdatelstvo «Lan», 477.
- 2 Samofalov, AP, Podgornyi. SV. (2014). Iskhodnyi material v selektsii ozimoi pshenitsy na produktivnost. *Agrarnyi vestnik Urala*, 5(123), 13-16.
- 3 Volkova, LV. (2016). Iskhodnyi material dlia selektsii sortov iarovoi miagkoi pshenitsy v usloviakh Kirovskoi oblasti. *Vestnik NGAU*, 2, 7-16.
- 4 Satvalova, NK, Khaibullin, MM, Davletov, FA. (2019). Sozdanie iskhodnogo materiala dlia selektsii iarovoi miagkoi pshenitsy v usloviakh iuzhnoi lesostepi Respubliki Bashkortostan. *Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 6(80), 57-60.
- 5 Ivanova, Iu, Ilina, SV. (2018). Tsennye dlia selektsii obraztsy iarovoi miagkoi pshenitsy. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Selskokhoziaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»*, 4-3(15), 32-36.
- 6 Katiuk, AI, Zuev, EV, Anisimkina, NV. (2016). Istochniki khoziaistvenno tsennykh priznakov dlia selektsii soi v usloviakh lesostepnoi zony Srednego Povolzhia. *Maslichnye kultury*, 3(167), 22-26.
- 7 Pakul, VP, Shirina, AN. (2009). Sravnitel'noe izuchenie obraztsov iarovoi pshenitsy kollektzii VIR po kompleksu agrobiologicheskikh svoistv i priznakov. *Zemledelie i rastenievodstvo. Dostizheniia nauki i tekhniki APK*, 9.
- 8 Zykin, VA, Belan, IA, Rosseev, VM, i dr. (2000). Seleksiia iarovoi pshenitsy na adaptivnost: rezultaty i perspektivy. *Doklady RASKhN*, 2, 5-7.
- 9 Ageeva, EV, Likhenko, IE, Sovetov, VV, i dr. (2015). Ekologicheskaiia plastichnost pshenitsy v lesostepi Zapadnoi Sibiri. *Vestnik NGAU*, 1(34), 22-28.

10 Bazilova, DS, Dolinnyi, IuIu, Ivanova, GN. (2022). Iskhodnyi material dlia selektsii iarovoi miagkoi pshenitsy v usloviiakh Severnogo Kazakhstana. *Izdenister, nátiyeler*, 2(94), 37-46.

11 Kiseleva, MI, Kolomiets, TM, Zhemchuzhina, NS. (2015). Ustoichivost populiatsii i linii iarovoi miagkoi pshenitsy chelnochnoi selektsii SIMMIT k naibolee opasnym patogenam. *Zashchita i karantin rastenii*, 10, 19-21.

12 Tretovan, R., Morgunov, A., Zelenskii, Iu., Lage, Ia. (2006). *Chelnochnaia selektsiia mezhdru Meksikoi i Kazakhstanom: rezultaty, podrobnosti, perspektivy*. Almaty: Agromeridian 2(3), 23-27.

13 Shamanin, VP, Morgunov, AI, Manes, Ia., Zelenskii, IuI. (2009). Sibirskii pitomnik chelnochnoi selektsii Mezhdunarodnogo Tsentra po uluchsheniui pshenitsy i kukuruzy (SIMMIT) pri OmGAU: realnost i perspektivy. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universitetata*, 3, 42-45.

14 Aidarov, AN, i dr. (2023). Mnogoletnyaya pshenitsa mezhdunarodnoi kollektzii SIMMYT kak iskhodnyi material dlia selektsii ozimoi pshenitsy v usloviiakh iuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3(51), 7-16.

15 Zuev, EV, Brykova, AN, Nikiforov, MN. (2013). Iskhodnyi material dlia selektsii iarovoi miagkoi pshenitsy v usloviiakh Tsentralno-Chernozemnoi zony Rossii. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 1, 217-219.

16 Sedov, EN. (2015). Ispolzovanie genofonda iabloni: istochniki i donory khoziaistvenno poleznykh priznakov. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 19-1, 104-110.

17 *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur*: pod red. S.O. Skokbaeva. (2002). Almaty: 378.

Солтүстік Қазақстан облысы жағдайында селекцияға арналған CIMMYT халықаралық орталықтың жаздық жұмсақ бидайдың генетикалық ресурстарын зерттеу

Артыс А.Ю., Федоренко Е.Н., Есимбекова М.А., Абдуллина В.Ф.,
Тюлендинова С.Т., Моргунов А.И.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстанда бидай селекциясын дамыту жоғары өнімділік пен стресс факторларына төзімділікті қамтамасыз ететін генетикалық әртүрлі және бейімделген бастапқы материалды пайдалануды талап етеді. Халықаралық жүгері және бидайды жақсарту орталығы (CIMMYT) жыл сайын IWIN желісі арқылы жаңа линияларды ұсына отырып, генетикалық базаны кеңейтуге және дақылдардың түрлі жағдайларға бейімделуіне мүмкіндік береді. Осы зерттеудің мақсаты – CIMMYT халықаралық орталығының үш халықаралық тәлімбақтың селекциялық материалдарын зерттеу, олардың өнімділігі мен басқа белгілері бойынша салыстыру, перспективті үлгілерді іріктеу және селекциялық жұмыста пайдалануға жарамды линияларды анықтау болды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер 2024-2025 жылдары «Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС (СҚАШТС) базасында жүргізілді. Үш халықаралық тәлімбақтан алынған линиялар зерттелді: 13th SATYN-DRGT (кұрғақшылыққа төзімді линиялар), 3rd HZWYT-EM (мырыш мөлшері жоғары, ерте пісетін формалар) және 1st SAWYT-EM (жартылай құрғақ аймақтарға арналған ерте пісетін формалар). Тәжірибелер аймақтың стандартты агротехникасына сәйкес жүргізілді, морфологиялық, өнімділік және дән сапасының көрсеткіштері (ақуыз, клейковина, седиментация) талданды.

Нәтижелер. Барлық CIMMYT линиялары аймақтық жағдайларға жоғары бейімделгіштігін көрсетті. Көптеген үлгілердің өнімділігі стандартты Астана сортына (385,9 г/м²) тең немесе одан жоғары болды, ең жоғары өнімділік 1SAWYT-EM тәлімбағында (402,2 г/м²) тіркелді. Сапа көрсеткіштері бойынша линиялар жергілікті Айна сортынан асып түсті: ақуыз мөлшері 15,1-17,5%, клейковина – 33,3-38,0%, седиментация – 73,8 мл дейін жетті. Сондай-ақ қоңыр және сабақ таттарына төзімділік байқалды.

Қорытынды. CIMMYT материалы жоғары бейімделгіштігімен, өнімділігімен және дән сапасымен ерекшеленеді, бұл оны стресс факторларына және ауруларға төзімді жаңа бидай сорттарын шығару бойынша селекциялық бағдарламалар үшін құнды бастапқы материал етеді.

Кілт сөздер: бидай; CIMMYT; селекция; өнімділік; дән сапасы; төзімділік.

Study of the genetic resources of spring bread wheat of the International Center CIMMYT for breeding in the conditions of the North Kazakhstan region

Angelika Artys, Yelena Fedorenko, Minura Yesimbekova, Victoria Abdullina,
SaniyaTyulendinova, Alexey Morgunov

Abstract

Background and Aim. The development of wheat breeding in Kazakhstan requires genetically diverse and locally adapted germplasm capable of ensuring high yield and stress tolerance. The International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) annually provides new lines through the IWIN network, contributing to broadening the genetic base and improving crop adaptation. The aim of this study was to evaluate breeding material from three CIMMYT international nurseries, compare them in terms of productivity and agronomic traits, estimate the proportion of promising lines, and identify the best genotypes for further breeding.

Materials and Methods. The study was conducted in 2024-2025 at the North Kazakhstan Agricultural Experimental Station. Wheat lines from three CIMMYT nurseries were studied: 13th SATYN-DRGT (drought-tolerant lines), 3rd HZWYT-EM (high-zinc, early-maturing lines), and 1st SAWYT-EM (early-maturing lines for semi-arid conditions). Trials were carried out under standard regional practices. Morphological traits, yield components and grain quality (protein, gluten, sedimentation) were assessed.

Results. All CIMMYT lines showed good adaptation to local conditions. The yield of most genotypes was comparable to or exceeded the standard cultivar Astana (385.9 g/m²), with the highest productivity in 1SAWYT-EM (402.2 g/m²). In terms of grain quality, CIMMYT lines surpassed the local cultivar Aina: protein content reached 15.1-17.5%, gluten 33.3-38.0% and sedimentation up to 73.8 mL. Resistance to leaf and stem rust was also confirmed.

Conclusion. CIMMYT germplasm combines adaptability, high productivity and superior grain quality, confirming its value for breeding programs aimed at developing new wheat varieties with improved stress tolerance and disease resistance.

Keywords: wheat; CIMMYT; breeding; yield; grain quality; disease resistance.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.119-128. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.4\(128\).2092](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2092)

УДК 631.527.5

Исследовательская статья

Расширение генетической изменчивости проса обыкновенного на основе внутрисортной гибридизации

Абылкаирова М.М. , Дюсибаева Э.Н. , Зейнуллина А.Е. , Сарбасова Н.А. 
Рысбекова А.Б. 

Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Абылкаирова М.М.: margarita.abkv@gmail.com

Соавторы: (1: ЭД) e.dyussibayeva@kazatu.edu.kz; (2: АЗ) a.zeinullina@kazatu.edu.kz

(3: НС) nuriyasarbassova01@gmail.com; (6: АР) a.rysbekova@kazatu.edu.kz

Получено: 07.11.2025 **Принято:** 15.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Расширение генетической базы проса обыкновенного (*Panicum miliaceum* L.) является важным направлением селекции, поскольку существующие сорта ограничены по уровню адаптивности и продуктивности. Целью работы было получить гибридные поколения на основе искусственной гибридизации и провести предварительную оценку их продуктивных признаков для дальнейшего выделения перспективного селекционного материала.

Материалы и методы. Материалом исследования служили отечественные сорта и коллекционные образцы из ВИР (Всероссийский Институт Растений) и USDA (United States Department of Agriculture), адаптированные к условиям Казахстана. Проводились 43 комбинации скрещивания с последующей оценкой завязываемости семян и первичной продуктивности гибридных растений.

Результаты. Из 43 комбинаций 22 завершились успешным завязыванием семян, средний показатель которого составил 9,4%. Наиболее высокие результаты отмечены при скрещивании местных сортов с зарубежными образцами, что свидетельствует о высокой генетической совместимости и потенциале для селекционного улучшения. Предварительная оценка гибридных растений позволила выделить комбинации с оптимальными значениями продуктивных признаков.

Закключение. Полученные гибриды представляют ценность для дальнейшего селекционного процесса, направленного на создание перспективных линий проса с улучшенными характеристиками. Дальнейшие исследования будут включать детальную оценку продуктивности и адаптивности отобранного материала.

Ключевые слова: просо; *Panicum miliaceum*; продуктивность; гибридизация; искусственная гибридизация; селекция.

Введение

Просо (*Panicum miliaceum* L.) – богатая питательными веществами и климатически устойчивая продовольственная и кормовая культура. *P. miliaceum* – диплоидная ($2n=36$) культура с коротким периодом вегетации, способная переносить повышение температуры и недостаток влаги [1]. Хотя она самоопыляемая культура, тем не менее, также отмечено естественное перекрестное опыление, превышающее 10% [2]. Культура проса С4 типа возделывается в Индии, Непале, Западной Бирме, Пакистане, Шри-Ланке и странах Юго-Восточной Азии. Помимо употребления в пищу, она широко используется в качестве корма для птиц и животных в различных частях

Азии [3]. По питательной ценности зерновых просо аналогично злакам или даже превосходит их, а белок состоит из незаменимых аминокислот [4]. С экологической точки зрения просо является важной продовольственной культурой благодаря своему короткому вегетационному периоду и способности адаптироваться к широкому диапазону температур, режимов влажности и условий с низкими затратами [5]. В Казахстане площадь посевов проса составляет 49,5 тыс. га, а средняя урожайность 16,8 ц/га [6]. В последние годы просо приобрело огромное значение во всем мире благодаря своему потенциалу в борьбе с голодом и недоеданием, а также в обеспечении продовольственной и пищевой безопасности.

Гибридизация представляет собой важный процесс для формирования генетической изменчивости у растений. При улучшении сельскохозяйственных культур, развивая разнообразную популяцию для осуществления отбора по желаемым признакам, гибридизация является предварительным шагом. В последние годы селекционные программы проса, направленные на повышение продуктивности, дали положительные результаты. Создано немало улучшенных сортов, хотя их производственный потенциал ограничен. Несмотря на имеющуюся достаточную изменчивость в существующих генофондах, она не использована в полной мере. Следуя гибридизации и отбору в расщепляющихся популяциях, можно использовать существующую изменчивость для создания новых сортов [7].

Морфология и биология цветков перекрестноопыляемых культур обеспечивают лёгкость гибридизации, в отличие от самоопыляемых культур. Морфология цветков, крошечные цветки и особенности цветения являются основными препятствиями для скрещивания родительских форм проса. Однако, селекционный отбор, за которым следует гибридизация для создания новых сортов, является важнейшей стратегией селекции данной культуры. Даже для опытного селекционера процент успешных скрещиваний относительно низок, что ограничивает генетические исследования по улучшению урожайности проса [8]. Чтобы преодолеть подобные трудности, для каждой из просяных видов применяются модифицированные методы скрещивания, учитывая их морфологию цветков и биологические особенности. Ручная кастрация цветков, хотя практически очень сложна, но вполне эффективна, так как исключает получение псевдогибридных зерновок. Просо относится к самоопыляемым культурам семейства злаковых. Следовательно, для расширения генетической базы создание вариаций путем искусственной гибридизации является необходимым условием. Морфология цветков, их размер и характер цветения являются основными препятствиями в рекомбинационной селекции путем гибридизации [9]. В связи с этим, целью наших работ являлось скрещивание специально подобранных родительских пар на основе эффективного и успешного метода искусственной гибридизации с последующим анализом гибридных комбинации для получения предселекционных материалов.

Материалы и методы

В программу гибридизации были внесены сорта и образцы проса казахстанской селекции, и образцы мировой коллекции ВИР и USDA (таблица 1).

Таблица 1 – Родительские формы для гибридизации

Сорта и образцы	Происхождение	Средняя продуктивность (2024-2025 гг), г/м ²	Масса 1000 семян, г
Саратовское 6	Россия	314,6	9
Уральское 109	Казахстан	264,4	7,5
Шортандинское 7	Казахстан	209,8	9,6
Яркое 6	Казахстан	116,3	9,5
Яркое юбилейное	Казахстан	207,2	9,3
К-1474	Россия	350,1	8
К-2241	Таджикистан	135,7	6,5
К-2274	Казахстан	200,1	6

Продолжение таблицы 1

K-2468	Казахстан	274,9	9,5
K-3906	Казахстан	156,4	7,3
PI 175798	Турция	318,2	9
PI 177015	Турция	128,9	7,6
PI 177481	Турция	143,7	7,5
PI 209790	Германия	123,7	6
PI 211058	Индия	264,1	10

Полный процесс цветения занимает 12-15 дней. Восприимчивость рыльца и сбрасывание пыльцы происходят одновременно. Пыльники липкие и не сбрасывают пыльцу, в то время как цветки закрыты. Сразу после раскрытия цветка пыльники высыхают и инициируют сбрасывание пыльцы. Цветки открыты примерно на 10-15 мин. Факторы окружающей среды, а именно оптимальная температура, умеренная влажность и палящее солнце, стимулируют процесс цветения. Замечено, что в пасмурные и пасмурные дни цветение затрудняется; поэтому для стимуляции цветения метёлки нагревают с помощью линзы. Цветение можно стимулировать, нагревая метёлку линзой, с максимальной реакцией между 10:00 и 11:00 утра. Было предложено несколько методов кастрации проса, включая горячий воздух, горячую воду, протирание метёлок и погружение их в воду (и кастрацию с последующим помещением в мешочек на 2 дня перед опылением. Учитывая вышеуказанные особенности цветения проса, гибридизацию проводили в утреннее время с молодыми метелками, что позволило обеспечить оптимальное условие для завязываемости зерновок проса. Селекционная работа проводилась на базе Казахского агротехнического исследовательского университета им. С.Сейфуллина в соответствии с методикой государственного сортоиспытания и методом искусственной гибридизации [10]. Для получения гибридных комбинаций посевов проса в искусственных контролируемых условиях проводились гибридизационные работы. В качестве материнских и отцовских форм использовали сортообразцы с хозяйственно-ценными признаками, адаптированные к климатическим условиям Казахстана. При подборе пар пыльники на молодых метелках должны быть ещё зелёными, выполненными, на нижнем уровне, с не жизнеспособными тычинками и не раскрывшимся зародышевым мешком. Созревшие верхние и нижние чашелистики метелки удалялись специальными ножницами. В отобранном колосе (в среднем по 50 шт.) удалялись все пыльники, расположенные по 3 на каждом чашелистике. После удаления пыльников верхушка колоска срезалась на высоте 3-4 см для посадки на изолятор. Для опыления удалялись тычинки с хорошо созревшими жёлтыми пыльниками, которые вот-вот лопнут, отрезалась 1/4 чашелистиков и затем тычинки оставались открытыми на пергаментном мешочке. Через 1-2 мин зрелые пыльники вытаскивались через срезанные чашелистики. Пыльники встряхивались в предварительно запечатанных пергаментных пакетах (рисунок 1).

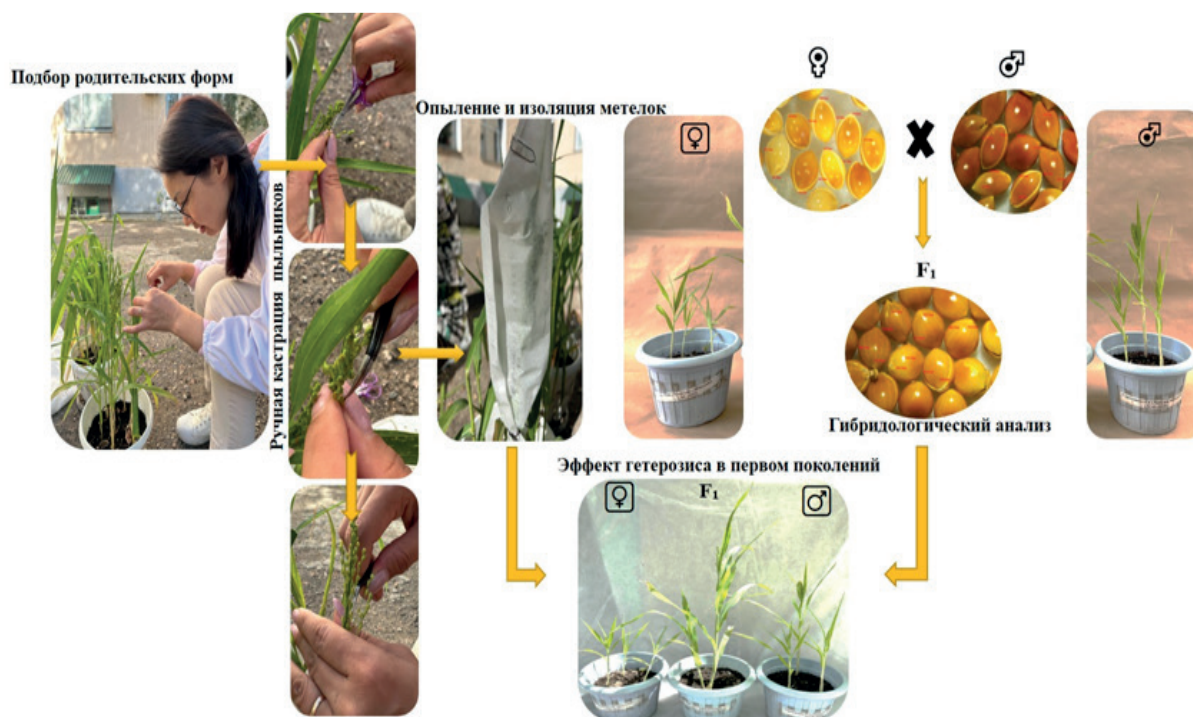


Рисунок 1 – Основные этапы гибридизации проса

Для повышения эффективности опыления тычинки помещались вместе с материнскими формами в пакет из пергаментной бумаги для их изоляции от остальных тычинок [11]. Сбор анализа метелок гибридных комбинации проводился при полном созревании.

После получения гибридных семян, они были посеяны в вегетативные сосуды для генерации следующих поколений, а также для анализа и оценки их потенциальной продуктивности. Продуктивность оценивалась по следующим параметрам: высота растений (см), длина метелки (см), длина и ширина флагового листа (см), диаметр соломы (см), количество междоузлий (шт.), продуктивная кустистость (шт.). Высота растений, длина метелки, длина и ширина флагового листа измерялись с помощью метровой линейки; количество междоузлий считалось вручную; для измерения диаметра соломы стебель растения разрезался в середине и затем его диаметр измерялся линейкой. Количество междоузлий (шт.) и продуктивная кустистость (шт.) считались вручную.

Статистический анализ был проведен в программах Excel, RStudio.

Результаты и обсуждение

Получение гибридных семян в полевых условиях требует значительного времени и уровень завязываемости тесно зависит от условий окружающей среды, что усложняет процесс опыления из-за особенностей биологии цветения мелкосемянной культуры проса. Проведение гибридизации в контролируемых условиях повышает эффективность получения гибридной популяции, что способствует оптимизации селекционного процесса вне зависимости от условий и места закладки опыта. Метод ускоренной селекций предусматривает непрерывное получение потомств с использованием вегетационных сосудов [12]. Для синхронизации сроков цветения отобранные родительские формы с различной скороспелостью были посеяны в вегетационные сосуды 5, 15 и 25 мая, учитывая прогнозируемые даты наступления фазы цветения. Для реализации гибридизации было подобрано 14 родительских пар различного происхождения, они были заложены в вегетационные сосуды в разные сроки с учетом продолжительности вегетации каждого генотипа. В результате гибридизации опылено 1799 завязей из 43 комбинации и получено 175 гибридных зерновок, процент завязываемости в среднем составил 9,4% (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты успешной гибридизации сортов и образцов проса

Комбинации	Число кастрированных и опыленных цветков, шт	Число завязанных семян, шт	Завязываемость, %
♀PI 211058×♂Шортандинское 7	45	12	26,6
♀PI 211058×♂Уральское 109	48	4	8,3
♀K-3906×♂Саратовское 6	31	4	12,9
♀Яркое 6×♂PI 211058	48	33	68,7
♀Шортандинское 7×♂K-1474	42	16	38,10
♀PI 211058×♂Уральское 109	47	7	14,89
♀PI 209790×♂Яркое 6	36	6	16,67
♀K-3906×♂Саратовское 6	40	4	10,0
♀K-2241×♂Шортандинское 7	40	2	5,00
♀K-2241×♂K-3906	40	12	30,0
♀K-3906×♂Шортандинское 7	40	3	7,5
♀Шортандинское 7×♂K-3906	40	1	2,5
♀K-2468×♂Шортандинское 7	50	18	36,0
♀PI 209790×♂K-2241	51	7	13,7
♀K-2241×♂PI 209790	46	7	15,2
♀K-2274×♂K-2241	52	14	26,9
♀K-2274×♂PI 175798	38	6	15,7
♀Шортандинское 7×♂K-2274	35	8	22,8
♀Шортандинское 7×♂PI 175798	30	4	13,3
♀PI 175798×♂Шортандинское 7	46	4	8,7
♀Шортандинское 7×♂PI 177015	17	1	5,8
♀PI 177481×♂Яркое юбилейное	46	2	4,3
Итого	1799	175	9,4

В получении истинных гибридов самый высокий уровень успешности был получен при скрещивании местных сортов с зарубежными образцами. Так, у комбинаций ♀Шортандинское 7×♂K-2274: ♀PI211058×♂Шортандинское 7; ♀K-2468×♂Шортандинское 7; ♀Шортандинское 7×♂K-1474 и ♀Яркое 6×♂PI 211058 уровень завязываемости достиг 38,10%, 22,86%, 26,6%, 36,0% и 68,7%, соответственно. При гибридизации коллекционных образцов ВИР - K-2241 и K-3906 – также удалось получить 12 гибридных зерновок из 40 кастрированных цветков, процент завязываемости у данной комбинации был равен 30,0%.

Несмотря на разное происхождение, принудительная гибридизация отечественных и зарубежных образцов доказала их высокую генетическую совместимость: ♀PI211058×♂Уральское 109 – 8,3%; ♀PI 175798×♂Шортандинское 7 – 8,7%; ♀K-3906×♂Саратовское 6 – 10,0%, ♀K-3906×♂Саратовское – 12,9; PI 209790×♂K-2241 – 13,73%, ♀Шортандинское 7 ×♂PI 175798 – 13,33%; ♀PI 211058×♂Уральское 109 – 14,89%; ♀PI 209790×♂Яркое 6 – 16,67%, ♀K-2241×♂PI 209790 – 15,22%; ♀K-2274×♂PI 175798 – 15,79%. Наименьший процент завязываемости оказался у следующих комбинаций: ♀Шортандинское 7×♂K-3906 – 1 зерновка из 40 кастрированных (2,50%); ♀PI 177481×♂Яркое юбилейное – 2 зерновки из 46 кастрированных (4,35%); ♀K-2241×♂Шортандинское 7 – 2 зерновки из 40 кастрированных (5,0%); ♀Шортандинское 7×♂PI 177015 – 1 зерновка из 17 кастрированных цветков (5,88%) и ♀K-3906×♂Шортандинское 7 – было получено 3 зерновки из 40 цветков (7,50%).

В целом при анализе гибридных зерновок отмечено, что из 43 комбинации успешными оказались 22. Процент завязывания семян в скрещиваниях варьировался от 2,5 до 68,7%, со

средним значением 9,4%. Однако, с учетом биологической особенности проса, каждая зерновка имеет высокий генетический потенциал, что дает возможность получить достаточное количество семян для гибридологического анализа F1/F2 и оценки комбинационной способности данной культуры.

Для генерации последующих поколений F1-F2 гибридные зерновки были посеяны в вегетативные сосуды. В результате фенологических наблюдений в F1 поколении отмечен гетерозисный эффект (рисунок 2).

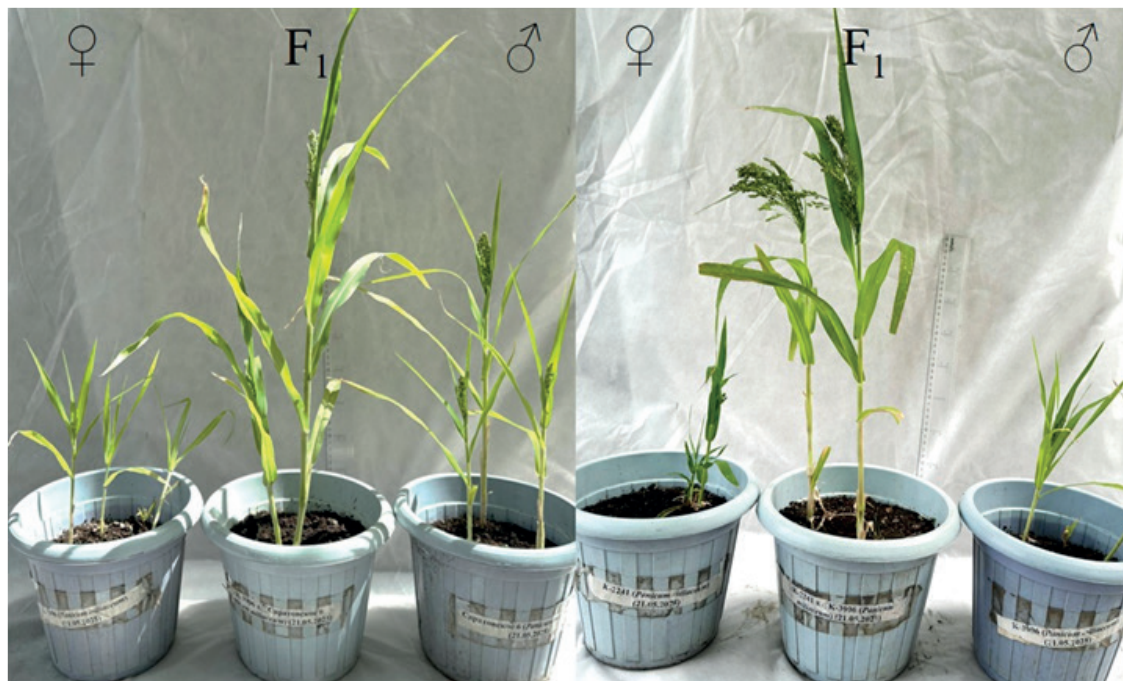


Рисунок 2 – Гибридные комбинации F1 поколений с родительскими формами

Для анализа и отбора гибридов F1 поколений полученные гибридные зерновки из 12 комбинации также были посеяны в полевых условиях Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева. В связи с малым количеством полученных гибридных зерен часть гибридов первого поколения не была включена в полевые исследования. В результате проведенных полевых исследований был получен гибридный материал F1 поколений, и семена были размножены в достаточном количестве для дальнейших селекционных работ. Полученные гибриды были проанализированы по элементам продуктивности в сравнении с родительскими формами для проведения отбора высокопродуктивного материала (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка родительских форм и гибридов проса по параметрам продуктивности

Комбинации	Высота растения, см	Длина метелки, см	Длина флагового листа, см	Ширина флагового листа, см	Количество междузльев, шт	Диаметр соломки, см	Продуктивная кустистость, шт	Масса 1000 семян, г
♀K-2274×♂K-2241	85,4	21,4	24,6	1,74	4,8	0,5	4	10,6
♀PI 211058×♂Уральское 109	92,4	22,5	23,5	4,8	4	0,5	5	10,5
♀K-2241×♂PI 209790	101,2	26	24,4	1,2	6,2	0,6	5	9,9
♀Шортандинское 7×♂K-1474	95,8	27,2	30,4	1,96	5,2	0,5	3,2	10

Продолжение таблицы 3

♀Шортандинское 7×♂K-2274	94,8	25,2	24,2	1,4	4,8	0,5	3,2	9,8
♀Шортандинское 7×♂PI 177015	79	23	25,2	1,7	4,6	0,4	3,4	8,9
♀K-3906×♂Саратовское 6	98,9	26,4	25	1,8	5,2	0,4	4	10,2
♀K-2241×♂Шортандинское 7	100,3	25,5	24,2	1,7	4,8	0,5	5,2	10,9
♀K-2468×♂Шортандинское 7	105,4	24,4	23,8	1,36	4,6	0,4	4	9,9
♀K-2274×♂PI 175798	101	22,8	21,9	1,6	4,8	0,5	3,2	10,1
♀K-2241×♂K-3906	102,2	21,4	20	1,56	4,4	0,5	3,6	10,3
♀PI 211058×♂Шортандинское 7	99,1	22,4	23,5	1,4	5,2	0,5	5	10,5

По результатам, высота растений варьировала от 79 до 105,4 см, при среднем значении 96,3 см. Наиболее продуктивные по кустистости комбинации характеризовались средней высотой (95-100 см), предположительно, умеренная высота растений обеспечивает оптимальное соотношение между вегетативным ростом и формированием репродуктивных структур. Длина метёлки варьировала от 21,4 до 27,2 см при среднем значении в 24,0 см. Ширина метёлки изменялась в пределах 1,2-1,96 см. Количество междоузлий менялось от 4,0 до 6,2. Диаметр стебля находился в диапазоне 0,4-0,6 см, оставаясь относительно стабильным.

Ручная кастрация цветков практически очень сложна, поэтому широко применяется контактный метод гибридизации. Тем не менее, успешность получения настоящих F1 составляет 2-3%. Хотя не существует единого метода, подходящего для всех видов проса, важно найти самый эффективный метод, позволяющий получить максимальное количество гибридных семян для всех просовидных культур [11].

По данным *Hulse et al.* (1980) биология цветения проса обыкновенного имеет ряд особенностей: соцветие может быть открытым или компактным, с многочисленными колосками [13]. Каждый колосок имеет две колосковые чешуи и две нижние цветковые чешуи. Внешняя и внутренняя колосковые чешуи карликовые и длинные соответственно. В нижней нижней цветковой чешуе находится один цветок. Длинный, бесплодный и без тычинок цветок находится в нижней нижней цветковой чешуе, а короткий и фертильный – в верхней. Нижняя цветковая чешуя редуцирована, а верхняя нижней цветковой чешуи выдающаяся [14]. Три тычинки желтовато-коричневого, янтарного, черноватого или темно-коричневого цвета. Столбик двураздельный, рыльце перистое [15]. Цветение происходит в базипетальном направлении. Цветение начинается с 10:00 до 12:00 [16]. Так, из отработанных 43 комбинациях удачными оказались 22 комбинации, их процент удачи варьируется между 2,5-68,7%. По результатам искусственного опыления нами получено достаточное количество родительских комбинации для последующих анализов F1-F2.

По итогам, наилучшие показатели были отмечены у комбинаций ♀K-2241×♂Шортандинское 7 и PI 211058×♂Шортандинское 7. Эти гибриды имели оптимальное сочетание по разным параметрам. Они первоочередно будут включены в дальнейшую селекционную работу и испытания последующих поколений. Также стоит отметить сорт Шортандинское 7 как одну из наиболее удачных родительских форм для производства гибридов.

Заключение

Проведённое исследование показало, что искусственная гибридизация – это эффективный подход к расширению генетической изменчивости проса и созданию исходного материала для селекционного улучшения данной культуры. В ходе работы было установлено, что успешность завязываемости семян существенно варьирует между родительскими формами. Полученные гибридные комбинации обладают существенным потенциалом для дальнейшего изучения в поколениях F1 и F2, оценки комбинационной способности и выделения перспективных линий.

Из 43 проведенных комбинаций 22 дали успешное завязывание семян, что подтверждает генетическую совместимость исследованных генотипов. Наиболее перспективными оказались гибриды ♀K-2241×♂Шортандинское 7 и PI 211058×♂Шортандинское 7, проявившие высокий уровень завязываемости и благоприятные значения продуктивных признаков.

Гибриды F₁ демонстрировали гетерозис и вариабельность морфологических характеристик, что делает их ценным исходным материалом для дальнейшего отбора. Полученные результаты создают основу для продолжения селекционной работы в последующих поколениях, включая анализ комбинационной способности и выделение потенциально высокопродуктивных линий.

Вклад авторов

МА: сбор материала и проведение экспериментов, анализ данных. ЭД: разработка методологии, литературный обзор, написание основной части статьи. АЗ, НС: сбор и обработка данных. АР: определение целей и задач исследования, редактирование статьи. Все авторы прочитали, изучили и одобрили окончательную редакцию рукописи, с учетом доработок и представленных замечаний.

Информация о финансировании

Данная работа выполнена в рамках научного проекта AP22785049 «Усовершенствование селекционного процесса на основе химического мутагенеза для получения скороспелых мутантных форм проса (*Panicum miliaceum* L.)» (2024-2026). Грантовое финансирование научно-исследовательской работы было предоставлено Комитетом Науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Changmei, S., Dorothy, J. (2014). Millet - The frugal grain. *International Journal of Science Research and Review*, 3(1), 75-90.
- 2 Nagaraja, TE, Nandini, C., Bhat, S., Parveen, SG. (2023). Artificial hybridization techniques in small millets: A review. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1-17. DOI: 10.3389/fpls.2023.1112117.
- 3 Rajput, SG, Plyler-Harveson, T., Santra, DK. (2014). Development and characterization of SSR markers in proso millet based on switch grass genomics. *American Journal of Plant Sciences*, 5(1), 175-186. DOI: 10.4236/ajps.2014.51023.
- 4 Gomashe, S. (2017). Proso millet (*Panicum miliaceum* L.): Genetic improvement and research needs. In J.V. Patil (Ed.), *Millets and sorghum: Biology and genetic improvement*. John Wiley & Sons Ltd, 150-179. DOI: 10.1002/9781119130765.ch5.
- 5 Tonapi, VA, Venkatesh, B., Srinivasbabu, S., Dyakar, R. (2022). Strategies for enhancement of production and productivity of millets. In *Finger millet: Nature's master grain*. Excel India Publishers, 1-15.
- 6 APK-News.kz. (2025). Структуру посевных площадей 2025 года представили в Казахстане <https://apk-news.kz/news/item-5043>.
- 7 Kamaleev, RD, Novikova, AA, Zorov, AA, Lebedev, SV. (2021). Choosing of the basic material in the millet breeding based on the recombination ability assessment. *Earth and Environmental Science*, 839(5), 052006. DOI: 10.1088/1755-1315/839/5/052006.
- 8 Manjappa, G., Rangaiah, S., Gowda, MVC. (2019). Assessment of heterotic potential of hybrids using a novel partial male sterile mutant (PS1) in finger millet (*Eleusine coracana* L.). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 49(2), 266-269.
- 9 Жирнова, ИА, Дюсибаева, ЭН, Рысбекова, АБ, Жакенова, АЕ, Сейтхожаев, АИ. (2020). Оценка результативности способов искусственной принудительной гибридизации просо посевного (*Panicum miliaceum* L.). *Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия биологические науки*, 1(130), 47-54.
- 10 Агафонов, НП, Курцева, АФ. (1988). Изучение мировой коллекции проса. Методические указания. Под ред. Г.Е. Шмараева. Л.: ВИР, 30.
- 11 Дорофеев, ВФ, Лаптев, ЮП, Чекалин, НМ. (1990). Цветение, опыление и гибридизация растений. *Агропромиздат*, 34-35.
- 12 Watson, A., Ghosh, S., Williams, MJ, et al. (2018). Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants*, 4, 23-29. DOI: 10.1038/s41477-017-0083-8

13 Hulse, JH, Laing, EM, Pearson, OE. (1980). *Sorghum and the millets: Their composition and nutritional value*. Academic Press. 99.

14 Seetharam, A., Gowda, J., Halaswamy, JH. (2003). *Small millets*. In S.K. Chowdhury & S.K. Lal (Eds.), Nucleus and breeder seed production manual. Indian Agricultural Research Institute. 54-67.

15 Nanda, JS, Agrawal, PK. (2008). Botany of field crops. *Kalyani Publishers*, 1, 381.

16 Jayaraman, N., Suresh, S., Nirmala, A., Ganeshan, NM. (1997). *Genetic enhancement and breeding strategies in small millets*. Coimbatore, India, 19-21.

References

1 Changmei, S., Dorothy, J. (2014). Millet - The frugal grain. *International Journal of Science Research and Review*, 3(1), 75-90.

2 Nagaraja, TE, Nandini, C., Bhat, S., Parveen, SG. (2023). Artificial hybridization techniques in small millets: A review. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1-17. DOI: 10.3389/fpls.2023.1112117.

3 Rajput, SG, Plyler-Harveson, T., Santra, DK. (2014). Development and characterization of SSR markers in proso millet based on switch grass genomics. *American Journal of Plant Sciences*, 5(1), 175-186. DOI: 10.4236/ajps.2014.51023.

4 Gomashe, S. (2017). Proso millet (*Panicum miliaceum L.*): Genetic improvement and research needs. In J.V. Patil (Ed.), *Millets and sorghum: Biology and genetic improvement*. John Wiley & Sons Ltd., 150-179. DOI: 10.1002/9781119130765.ch5.

5 Tonapi, VA, Venkatesh, B., Srinivasbabu, S., Dyakar, R. (2022). Strategies for enhancement of production and productivity of millets. In *Finger millet: Nature's master grain*. Excel India Publishers, 1-15.

6 Структуру посевных площадей 2025 года представили в Казахстане. (2025). APK-News.kz. <https://apk-news.kz/news/item-50437>.

7 Kamaleev, RD, Novikova, AA, Zorov, AA, Lebedev, SV. (2021). Choosing of the basic material in the millet breeding based on the recombination ability assessment. *Earth and Environmental Science*, 839(5), 052006. DOI: 10.1088/1755-1315/839/5/052006.

8 Manjappa, G., Rangaiah, S., Gowda, MVC. (2019). Assessment of heterotic potential of hybrids using a novel partial male sterile mutant (PS1) in finger millet (*Eleusine coracana L.*). *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 49(2), 266-269.

9 Zhirnova, IA, Dyussibayeva, EN, Rysbekova, AB, Zhakenova, AE, Seitkhoshaev, AI. (2020). Otsenka rezul'tativnosti sposobov iskusstvennoi prinuditel'noi gibridizatsii proso posevnogo (*Panicum miliaceum L.*) *Vestnik Evraziiskogo natsional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva. Seriya biologicheskie nauki*, 1(130), 47-54.10.

10 Agafonov, NP, Kurtseva, AF. (1988). *Izuchenie mirovoi kolleksii prosa: metodicheskie ukazaniya*. G.E. Shmaraev, Ed. VIR.

11 Dorofeev, VF, Laptev, YuP, Chekalin, NM. (1990). Tsvetenie, opylenie i gibridizatsiya rastenii. *Agropromizdat*, 34-35.

12 Watson, A., Ghosh, S., Williams, MJ, et al. (2018). Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants*, 4, 23-29. <https://doi.org/10.1038/s41477-017-0083-8>

13 Hulse, JH, Laing, EM, Pearson, OE. (1980). *Sorghum and the millets: Their composition and nutritional value*. Academic Press. 99.

14 Seetharam, A., Gowda, J., Halaswamy, JH. (2003). *Small millets*. In S.K. Chowdhury & S.K. Lal (Eds.), Nucleus and breeder seed production manual. Indian Agricultural Research Institute. 54-67.

15 Nanda, JS, Agrawal, PK. (2008). Botany of field crops. *Kalyani Publishers*, 1, 381.

16 Jayaraman, N., Suresh, S., Nirmala, A., Ganeshan, NM. (1997). *Genetic enhancement and breeding strategies in small millets*. Coimbatore, India, 19-21.

Жасанды будандастыру негізінде кәдімгі тары тұқымының генетикалық өзгергіштігін кеңейту

Абылкайрова М.М., Дюсибаева Э.Н., Зейнуллина А.Е., Сарбасова Н.А., Рысбекова А.Б.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Кәдімгі тары (*Panicum miliaceum* L.) генетикалық базасын кеңейту селекцияның маңызды саласы болып табылады, себебі қолданыстағы сорттар бейімделу және өнімділік жағынан шектеулі болып келеді. Бұл зерттеудің мақсаты жасанды будандастыру арқылы будандық ұрпақтарын алу және кейіннен болашағы бар селекциялық материалды анықтау үшін олардың өнімділік белгілерін алдын ала бағалау болды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуге ВИР және USDA-коллекциялық үлгілері мен Қазақстан жағдайларына бейімделген отандық сорттар қолданылды. 43 будандастыру комбинациялары жүргізілді, содан кейін будандардың тұқым байланымы және бастапқы өнімділігіне бағалау жүргізілді.

Нәтижелер. 43 будандастырудың 22-сінің тұқым байланымы сәтті болып, орташа көрсеткіші 9,4% құрады. Ең жоғары нәтижелер жергілікті сорттарды шетелдік үлгілермен будандастыру кезінде байқалды, бұл жоғары генетикалық үйлесімділікті және селекцияны жақсарту әлеуетін көрсетеді. Будандық өсімдіктерді алдын ала бағалау өнімділік белгілері үшін оңтайлы мәндері бар комбинацияларды анықтауға мүмкіндік берді.

Қорытынды. Алынған будандар бағалы белгілері бар болашағы мол тары желілерін жасауға бағытталған әрі қарай селекция процесінде қодануға құнды материал болып саналады. Әрі қарайғы зерттеулер іріктелген материалдың өнімділігі мен бейімделуін нақты бағалауды қамтиды.

Кілт сөздер: тары; *Panicum miliaceum*; өнімділік; будандастыру; жасанды будандастыру; селекция.

Expansion of genetic variability in common millet based on artificial hybridisation

Margarita M. Abylkairova, Elmira N. Dyussibayeva, Aiym E. Zeinullina,
Nuriya A. Sarbassova, Aiman B. Rysbekova

Abstract

Background and Aim. Expanding the genetic diversity of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) is an important goal in plant breeding programs, as many existing varieties exhibit limited adaptability and productivity. The aim of this study was to obtain hybrid generations through artificial hybridization and to conduct a preliminary evaluation of their productivity-related traits in order to identify promising breeding material.

Materials and Methods. The study was conducted using domestic cultivars and collection accessions from VIR and the USDA adapted to the climatic conditions of Kazakhstan. A total of 43 crossing combinations were performed, followed by an assessment of seed formation and an initial evaluation of productivity traits in the hybrid plants.

Results. Of the 43 crossing combinations, 22 resulted in successful seed formation, with an average seed formation rate of 9.4%. The highest results were observed when local varieties were crossed with foreign accessions, indicating high genetic compatibility and strong breeding potential of the material. A preliminary evaluation of the hybrid plants revealed combinations with favourable productivity parameters.

Conclusion. The obtained hybrids represent valuable material for further breeding aimed at developing promising proso millet lines with improved agronomic traits. Future research will involve a detailed evaluation of productivity and adaptability in the selected hybrids.

Keywords: proso millet; *Panicum miliaceum*; productivity; hybridisation; artificial hybridisation; selection.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 4 (128). - Р.129-138. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.4(128).2074

УДК 636.022 636.082

Исследовательская статья

Результаты исследований взаимосвязи площади мышечного глазка и толщины подкожного жира с живой массой бычков казахской белоголовой и аулиекольской пород

Сайлаубек П.Ж. , Карымсаков Т.Н. , Кожемжаров Е.С. , Халыкова Г.Г. 
Байсабырова А.А. 

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

Автор-корреспондент: Сайлаубек П.Ж.: sailaubek_pernebek@mail.ru

Соавторы: (1: ТК) kartalgat@mail.ru; (2: ЕК) eroha-1963@mail.ru

(3: ГХ) guli022@bk.ru; (4: АБ) bek_aizhan_love@mail.ru

Получено: 28.10.2025 **Принято:** 22.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В условиях роста спроса на качественную говядину развитие мясного скотоводства в Казахстане приобретает особую значимость. Отечественные специализированные мясные породы – казахская белоголовая и аулиекольская – отличаются высокой адаптацией к суровым климатическим условиям, способностью к интенсивному откорму и накоплению энергетических резервов. Реализация их генетического потенциала, особенно при полноценном кормлении в раннем возрасте, оказывает положительное влияние на продуктивность и качество мяса. Целью исследования являлось определение взаимосвязи площади мышечного глазка и толщины подкожного жира с живой массой бычков указанных пород, а также отбор животных с генетически обусловленным сочетанием высокой живой массы и качественных показателей продукции.

Материалы и методы. Объектом исследований служили бычки казахской белоголовой и аулиекольской пород в возрасте от 8 до 12 месяцев, проходившие испытания по собственной продуктивности в базовых хозяйствах КХ «Даурен» (Абайская область) и ТОО Агрофирма «Диевская» (Костанайская область). Изучались показатели живой массы, среднесуточного прироста, площади мышечного глазка и толщины подкожного жира, определяемые ультразвуковым методом, с последующей статистической обработкой данных.

Результаты. Живая масса бычков аулиекольской породы превышала стандарт породы I класса в среднем на 38 кг (12,2%), тогда как бычки казахской белоголовой породы соответствовали классу элита-рекорд. Казахская белоголовая порода отличалась большей скороспелостью: при затрате 6,9 корм. ед. на 1 кг прироста среднесуточный прирост составил 1475 г. Установлено, что у казахской белоголовой породы с увеличением живой массы пропорционально возрастали площадь мышечного глазка и толщина подкожного жира, тогда как у аулиекольской породы рост площади мышечного глазка был менее выражен.

Заклучение. Выявлены породные, биологически обусловленные различия интенсивности и продолжительности роста бычков, что необходимо учитывать при селекционной работе и формировании продуктивных групп мясного скота.

Ключевые слова: мясное скотоводство; мышечный глазок; подкожный жир; мраморность; качество; наследуемость.

Введение

Известно, что главная задача мясного скотоводства – производство высококачественного мяса (говядины) для питания населения и тяжёлого кожевенного сырья для нужд лёгкой промышленности. Именно широкое распространение в стадах крупного рогатого скота специализированных мясных пород позволяет получать качественную мясную и кожевенную продукцию с наименьшими затратами труда и средств. Как показывает мировой опыт, удельный вес капитальных вложений на производство единицы продукции в мясном скотоводстве значительно ниже, чем в молочном. Разведение специализированных мясных пород не требует значительных затрат труда и концентрированных кормов [1].

Учитывая преимущества мясного скота при производстве высококачественной продукции по сравнению с разведением молочного, а также принимая во внимание мировой опыт, развитие специализированного мясного скотоводства в Казахстане следует считать одним из важнейших направлений обеспечения быстрого экономического подъёма этой ведущей отрасли отечественного аграрно-промышленного комплекса.

Необходимо отметить, что во многих странах мира специализированное мясное скотоводство уже давно стало экологически значимой, крупной отраслью сельскохозяйственного сектора (Канада, США, Великобритания, страны Латинской Америки, Австралия и др.).

В дореформенный период, во времена СССР, Республика Казахстан являлась лидером в развитии мясного скотоводства, превосходя другие государства союза по численности поголовья мясного скота и количеству разводимых мясных пород в расчёте на душу населения. Общее поголовье специализированного мясного скота достигало 1,5 млн голов, из которых более 50% приходилось на животных отечественной казахской белоголовой породы.

Мировой опыт ведения мясного скотоводства показывает, что эта отрасль достигает максимальной эффективности при таком соотношении в количестве маточного поголовья, разводимого в стране крупного рогатого скота, когда на одну молочную корову приходится три и более мясных.

В Казахстане же, как и в других государствах постсоветского пространства, занимающихся мясным скотоводством, это соотношение имеет отрицательное значение: на одну мясную корову приходится более пяти молочных. Это обусловлено, в основном, низким уровнем развития отрасли мясного скотоводства и слабым состоянием молочного.

В период обретения Казахстаном независимости в АПК наблюдался существенный спад развития всех отраслей, в том числе и животноводства. В первые годы значительно снизились численность поголовья и качественные показатели сохранённых племенных и товарных стад. Например, общее поголовье крупного рогатого скота в республике уменьшилось более чем в 3 раза, при этом особенно пострадали племенные стада.

В настоящее время, благодаря предпринимаемым Правительством Республики Казахстан мерам, поголовье и продуктивные показатели специализированного мясного скота постепенно восстанавливаются. В этом принимают непосредственное участие учёные и специалисты отрасли отечественного животноводства. По инициативе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан и научных учреждений были созданы республиканские палаты по породам (по аналогии с зарубежными ассоциациями), разработана и внедряется республиканская инновационно-аналитическая система (ИАС). По программе «Развитие экспортного потенциала мяса крупного рогатого скота» было завезено более 55 тыс. голов племенных животных специализированных мясных пород (в основном ангусов и герефордов).

Учитывая селекционную напряжённость при совершенствовании племенных стад, учёные и специалисты Казахского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства в комплексе селекционных мероприятий особое внимание уделяют наиболее важным из них: испытанию бычков по собственной продуктивности и производителей – по качеству потомства, регулярно совершенствуя методики и выводя их на уровень, соответствующий мировым стандартам [2].

Мировые тенденции развития специализированного мясного скотоводства направлены не только на скороспелость и получение тяжёлых туш, но и на производство говядины с

определённым составом мышечной и жировой ткани, то есть выраженной мраморностью. Мраморность мяса определяется соотношением внутримышечного жира к площади длиннейшей мышцы спины. Цвет мраморного мяса зависит от распределения жира в мышечных волокнах. Поэтому в США, Канаде, Австралии, Японии оценка мраморности значительно влияет на качество и пищевую ценность говядины [3, 4, 5].

Если ранее качество мяса определялось только после убоя и сортировки туш по классности, то с внедрением новых технологий стало возможным проводить такую оценку прижизненно – с помощью ультразвуковых сканеров [6].

Исследования зарубежных учёных свидетельствуют о высокой положительной корреляции между прижизненной и послеубойной оценками площади мышечного глазка и толщины подкожного жира, а также о хорошей наследуемости данных признаков (0,40-0,63) [7-10]. Поэтому ультразвуковое сканирование широко применяется в программах разведения КРС в США, Канаде, Австралии, и по этой теме имеется значительное количество публикаций [11-18].

В Казахстане традиционная оценка племенных качеств мясного КРС основывается на трёх показателях: живая масса, экстерьер и родословная, на основании которых определяется комплексный класс животных, влияющий на их дальнейшее использование в стадах [19]. Испытание бычков по собственной продуктивности проводится по следующим селекционным признакам: живая масса, среднесуточный прирост, затраты корма на 1 кг прироста, мясные формы, окружность мошонки, высота в крестце, качество семени [20].

Для успешного развития отечественного мясного скотоводства и увеличения производства качественной говядины необходимо проводить селекцию не только по живой массе, но и по качеству мяса. Такая селекция в значительной степени зависит от влияния генотипа отцов на качество потомства [21].

О высоком качестве трансграничных пород, таких как ангус и герефорд, которые разводятся по всему миру, хорошо известно, и их мясные характеристики подтверждены многочисленными исследованиями [22, 23]. В Казахстане же наиболее многочисленное поголовье племенного мясного скота представлено казахской белоголовой и аулиекольской породами. При этом прижизненные исследования качества мяса, в частности площади мышечного глазка и толщины подкожного жира, пока недостаточно распространены. Однако, в последнее время по инициативе Республиканской палаты казахской белоголовой породы ультразвуковое сканирование этих показателей стало обязательным при снятии бычков с испытаний по собственной продуктивности.

В этой связи, целью наших исследований явилось изучение прижизненных показателей качества мяса годовалых бычков казахской белоголовой и аулиекольской пород, прошедших испытания по собственной продуктивности, а также оценка зависимости переменных величин основных селекционируемых признаков.

Материалы и методы

Объектом исследований послужили бычки годовалого возраста казахской белоголовой и аулиекольской пород, проходившие испытания по собственной продуктивности в базовых хозяйствах КХ «Даурен» (Абайская обл.) и ТОО Агрофирма «Диевская» (Костанайская обл.).

Испытания бычков по собственной продуктивности проводили согласно приказу Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 января 2023 года № 27 «Об утверждении Правил проведения оценки (испытаний) племенных животных по собственной продуктивности». Живую массу определяли путём индивидуального взвешивания бычков утром до кормления и поения, в два смежных дня. Среднесуточные приросты определяли общепринятым расчётным методом в период от восьми до двенадцатимесячного возраста. Затраты кормов определяли групповым методом в период от восьми до двенадцатимесячного возраста, с проведением контрольных кормлений. Прижизненное ультразвуковое сканирование толщины подкожного жира и площади мышечного глазка осуществляли согласно ГОСТ Р 57784-2017 [24]. Статистическую обработку цифровых материалов выполняли с использованием программы Excel. Взаимосвязи по четырём селекционируемым признакам (живая масса, среднесуточные приросты, площадь мышечного глазка и толщина подкожного жира) устанавливали с использованием формулы расчёта коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты и обсуждение

Известно, что важным элементом племенной работы с крупным рогатым скотом является селекционные мероприятия, направленные на отбор лучших особей с последующим их спариванием. При этом в репродукции любой популяции значительную роль играют быки – производители, отбор которых по желательным признакам с последующим использованием в воспроизводстве, создают эффект селекционного дифференциала в каждой новой генерации. Поэтому одним из путей точного и результативного отбора производителей является двухэтапная их оценка по хозяйственно-полезным признакам: первый этап – испытания по собственной продуктивности и второй этап – оценка по качеству потомства.

При выполнении первого мероприятия в 2024 году по результатам бонитировки бычков аулиекольской и казахской белоголовой пород были отобраны лучшие особи по росту и развитию, и поставлены на испытания по собственной продуктивности (Таблица 1).

Таблица 1 – Показатели живой массы бычков при постановке их на испытания по собственной продуктивности

№	Порода	n	Живая масса в пересчёте на 205 дней		
			M±m	δ	CV
1	Аулиекольская	69	212,74±0,74	6,11	2,87
2	Казахская белоголовая	138	208,4±0,58	6,7	3,25

Всего в двух хозяйствах на испытания по собственной продуктивности было поставлено 207 бычков со средней живой массой, соответствующей классу «Элита». С 4-х месяцев проводились ежемесячные взвешивания. По окончании испытаний все бычки были оценены по 7-ми селекционируемым признакам, включая прижизненную ультразвуковую оценку площади мышечного глазка и толщины подкожного жира. Основные показатели селекционируемых признаков отражены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Показатели живой массы бычков при снятии их с испытаний по собственной продуктивности

№ п/п	Порода	n	Живая масса в возрасте 365 дней		Среднесуточный прирост живой массы за период испытаний, г			Затрачено кормов на 1 кг прироста живой массы, к.ед	
			M±m	δ	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
1	Аулиекольская	69	348,29±6,8	56,04	16,1	1111±55,4	41,4	7,25±0,12	14,8
2	Казахская белоголовая	138	389,9±5,0	59,3	15,2	1475±55,4	30,7	6,9±0,08	13,0

Из данных таблицы 2 видно, что живая масса бычков аулиекольской породы превышала показатель стандарта породы I класса в среднем на 38 кг или на 12,2%, а бычки казахской белоголовой породы соответствовали классу элита – рекорд. Следует также отметить, что в генетическом отношении бычки казахской белоголовой породы оказались более скороспелыми, так при затрате корма на 1 кг прироста 6,9 к.ед. среднесуточный прирост их живой массы составил 1475 г.

Таблица 3 – Качественные показатели мяса бычков при ультразвуковом сканировании

№	Порода	n	Площадь мышечного глазка, см ²		Толщина подкожного жира, см	
			M±m	CV	M±m	CV
1	Аулиекольская	69	45,71±0,60	10,91	1,70±0,05	23,3
2	Казахская белоголовая	138	34,42±0,42	14,42	1,38±0,03	27,5

У бычков аулиекольской породы отмечен высокий показатель площади мышечного глазка (таблица 3) превышал значение показателя животных казахской белоголовой породы. Показатель толщины подкожного жира был выше у бычков аулиекольской породы 1,70 см, что на 0,32 см превышало аналогичный показатель бычков казахской белоголовой породы.

Сопоставление данных таблиц 2 и 3 позволяет предположить, что толщина подкожного жира в меньшей степени зависит от живой массы животных. Для подтверждения этой гипотезы была проведена оценка зависимости переменных изучаемых показателей путём расчёта их корреляционных связей (таблица 4).

Таблица 4 – Корреляционная связь живой массы и среднесуточного прироста бычков с площадью мышечного глазка и толщиной подкожного жира

№ п/п	Порода	n	Коэффициенты корреляции между:			
			Живой массой и		Среднесуточным приростом и	
			площадью мышечного глазка	толщиной подкожного жира	площадью мышечного глазка	толщиной подкожного жира
1	Аулиекольская	69	0,54	0,77	0,53	0,78
2	Казахская белоголовая	138	0,88	0,83	0,85	0,82

Материалы, представленные в таблице 4, показали, что корреляционная связь между живой массой и площадью мышечного глазка, а также среднесуточным приростом и площадью мышечного глазка у животных аулиекольской породы были средние (0,54; 0,53), а показатели между живой массой и толщиной подкожного жира, а также среднесуточным приростом и толщиной подкожного жира были высокими (0,77; 0,78). Аналогичные данные бычков казахской белоголовой породы показали стабильные высокие результаты. В целом следует отметить достаточно высокую положительную корреляционную взаимосвязь между всеми изучаемыми признаками. Тенденции, установленные в наших исследованиях подтверждаются и в опытах зарубежных учёных, где на 260 бычках абердин-ангусской породы при ультразвуковом измерении площади мышечного глазка, была определена высокая положительная коррелятивная связь с живой массой ($r=0,74$; $P<0,001$), а при ультразвуковом анализе толщины подкожного жира 20 бычков за 50 дней до убоя, уровень корреляции также был положителен, но с несколько сниженным показателем $R^2=0,619$ [25].

Заключение

Полученные в исследованиях результаты дают основания полагать, что в годовалом возрасте у более скороспелых в сравнении с аулиекольской породой годовалых бычков казахской белоголовой породы, корреляционная связь между всеми признаками положительная, высокая (0,82–0,88). Такая корреляция свидетельствует о том, что все изучаемые показатели развиваются равномерно и в одном направлении (увеличиваются или уменьшаются одновременно) и имеют очень сильную взаимосвязь. Это означает, что признаки сильно зависят от одного или нескольких общих скрытых факторов, либо один признак является следствием другого.

Установлено, что с увеличением живой массы у бычков казахской белоголовой породы пропорционально возрастает площадь мышечного глазка и подкожного жира, тогда как у аулиекольской породы увеличение площади мышечного глазка выражено слабее, что отражает породные биологически обусловленные различия интенсивности и продолжительности роста.

Вклад авторов

Все авторы участвовали в проведении исследований. ПС, ТК, ЕК, ГХ, АБ: формулировали результаты, осуществили литературный обзор, провели анализ данных, подготовили статью, а также осуществили корректировку и провели вычитку. Авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках BR22885686 «Разработка системы генетического совершенствования мясных пород с применением инновационных методов молекулярной генетики, селекции и цифровых технологий» на 2024-2026 годы по бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий».

Список литературы

- 1 Martín, NP, Schreurs, NM, Morris, ST, López-Villalobos, N, McDade, J., Hickson, RE. (2022). Meat quality of beef-cross-dairy cattle from Angus or Hereford sires: A case study in a pasture-based system in New Zealand. *Meat Science*, 190, 108840. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108840.
- 2 Крючков, ВД, Жузенов, ША, Макаев, ША, Нуржанов БС. (2013). Организация и особенности селекция мясного скота. *Животноводства и кормопроизводства*, 7-11.
- 3 Weik, F., Hickson, R., Morris, S., Garrick, D., Archer, G. (2022). Genetic Parameters for Growth, Ultrasound and Carcass Traits in New Zealand Beef Cattle and Their Correlations with Maternal Performance. *Animals*, 12, 25. DOI: 10.3390/ani12010025.
- 4 Fukuda, O., Ahmed, J., Hashimoto, D. (2017). Estimation of Marbling Score in Live Beef Cattle Using Bayesian Network. *J. Control Meas. Syst. Integr.*, 4, 297-302. DOI:10.9746/jcmsi.10.297.
- 5 Piao, M., Jin, D., Jung, S., Kang, H., Park, S., Kim, M. (2021). Effects of dietary glycerol inclusion on growth performance, carcass and meat quality characteristics, glycogen content, and meat volatile compounds in Korean cattle steers. *Anim. Biosci.*, 34, 603-612. DOI: 10.5713/ajas.20.0186.
- 6 Greiner, SP, Rouse, GH, Wilson, DE, Cundiff, LV, Wheeler, TL. (2003). Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. *J Anim Sci.*, 81(2), 466-73. DOI: 10.2527/2003.812466x.
- 7 Fabbri, G., Ganesella, M., Gallo, L., Morgante, M., Contiero, B., Muraro, M., Boso, M., Fiore, E. (2021). Application of Ultrasound Images Texture Analysis for the Estimation of Intramuscular Fat Content in the Longissimus Thoracis Muscle of Beef Cattle after Slaughter. *Animals*, 11, 1117. DOI: 10.3390/ani11041117.
- 8 Ugnivenko, A., Getya, A., Nosevych, D., Antoniuk, T., Kruk, O., Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Omelian, A., Gryshchenko, S., Israelian, V. (2022). The study of “muscle eye” in bulls of Ukrainian black-spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products. *Potravinarstvo Slovak J. Food Sci.*, 16, 519-529. DOI:10.5219/1762.
- 9 Jakaria, H., Khasanah, R., Priyanto, M., Baihaqi, UM. (2017). Prediction of meat quality in Bali cattle using ultrasound imaging. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.*, 42, 59-65. DOI: 10.14710/jitaa.42.2.59-65.
- 10 Kruk, O., Ugnivenko, A., Antoniuk, T., Kolisnyk, O., Slobodyanyuk, N., Nosevych, D., Naumenko, T., Gruntkovskiy, M. (2024). Evaluation of beef carcass quality using the muscle eye area M. longissimus dorsi. *Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 619-632. DOI:10.5219/1989.
- 11 José, A., Julius, H., Samuel, AC. (2018). Genetic and phenotypic associations of feed efficiency with growth and carcass traits in Australian Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 96(11), 4521-4531. DOI:10.1093/jas/sky325.
- 12 Robinson, D., Cafe, L., McKiernan, W. (2014). Heritability of muscle score in beef cattle and genetic and phenotypic relationships with weight, fatness and rib eye muscle area. *Animal Production Science*, 54(9), 1443-1448. DOI:10.1071/AN14347
- 13 Beef CRC The Co-operative Research Centre for Cattle and Beef Quality. (2007).
- 14 American Angus Association. (2015). <http://www.angus.org/sireeval/>
- 15 Smith, BF. (2020). Performance and Ultrasound Guided Body Conditioning in Angus Crossbred Steers Following a 12-Hour Shift in Feed Time. *Faculty of California State Polytechnic University*, 72.
- 16 Duff, C., Werf, J., Parnell, J., Clark, S. (2021). Comparison of two live-animal ultrasound systems for genetic evaluation of carcass traits in Angus cattle. *Transl. Anim. Sci.*, 5, txab011. DOI: 10.1093/tas/txab011.

17 Fiore, E., Fabbri, G., Luigi, G., Morgante, M., Boso, M., Ganesella, M. (2020). Application of texture analysis of b-mode ultrasound images for the quantification and prediction of intramuscular fat in living beef cattle. *Res. Vet. Sci.*, 131, 254-258. DOI: 10.1016/j.rvsc.2020.04.020.

18 Meškinytė, E., Jukna, V., Zigmantaitė, V., Ilina, O., Kučinskas, A. (2025). The Effectiveness of the Use of Ultrasound Methodology (Applied to Live Animals) to Assess the Quality of Meat. *Animals*, 15(6), 872. DOI:10.3390/ani15060872.

19 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 10 октября 2014 года № 3-3/517. «Об утверждении инструкций по бонитировке».

20 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 января 2023 года № 27. «Об утверждении Правил проведения оценки (испытаний) племенных животных по собственной продуктивности».

21 *Линейный коэффициент корреляции Пирсона*. <https://statanaliz.info/statistica/korrelyaciya-i-regressiya/linejnyj-koefficient-korrelyacii-pirsona>

22 Konstandoglo, A., Foksha, V., Gorea, F. (2018). Genetic characteristics of the cattle population of the Aberdeen-Angus breed. *Sci. Pap. Anim. Sci.*, 1, 41-45.

23 Arthur, PF, Hearnshaw, H., Johnston, D., Stephenson, PD, Pardo, AM, Colatto, E., Villarreal, EL. (1995). Evaluation of Angus, Charolais and Hereford as terminal sire breeds on Hereford and first-cross cows. I. Carcass characteristics and retail yield of progeny. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46, 1245-1258.

24 Межгосударственный стандарт ГОСТ Р 577842017 - Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота мясного направления. (2017). М.: Стандартинформ.

25 Beriain, MJ, Insausti, K., Valera, M., Indurain, G., Purroy, A., Carr, TR, Horcada, A. (2021). Effectiveness of using ultrasound readings to predict carcass traits and sensory quality in young bulls. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183, 106060.

References

1 Martín, NP, Schreurs, NM, Morris, ST, López-Villalobos, N, McDade, J., Hickson, RE. (2022). Meat quality of beef-cross-dairy cattle from Angus or Hereford sires: A case study in a pasture-based system in New Zealand. *Meat Science*, 190, 108840. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108840.

2 Kruchkov, VD, Zhuzenov, ShA, Makaev, ShA, Nurzhanov, BS, (2013). Organizacia i osobennosti selekcia myasnogo skotovodstva. *Zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 7-11. [in Russ].

3 Weik, F., Hickson, R., Morris, S., Garrick, D., Archer, G. (2022). Genetic Parameters for Growth, Ultrasound and Carcass Traits in New Zealand Beef Cattle and Their Correlations with Maternal Performance. *Animals*, 12, 25. DOI: 10.3390/ani12010025.

4 Fukuda, O., Ahmed, J., Hashimoto, D. (2017). Estimation of Marbling Score in Live Beef Cattle Using Bayesian Network. *J. Control Meas. Syst. Integr*, 4, 297-302. DOI:10.9746/jcmsi.10.297.

5 Piao, M., Jin, D., Jung, S., Kang, H., Park, S., Kim, M. (2021). Effects of dietary glycerol inclusion on growth performance, carcass and meat quality characteristics, glycogen content, and meat volatile compounds in Korean cattle steers. *Anim. Biosci*, 34, 603-612. DOI: 10.5713/ajas.20.0186.

6 Greiner, SP, Rouse, GH, Wilson, DE, Cundiff, LV, Wheeler, TL. (2003). Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. *J Anim Sci.*, 81(2), 466-73. DOI: 10.2527/2003.812466x.

7 Fabbri, G., Ganesella, M., Gallo, L., Morgante, M., Contiero, B., Muraro, M., Boso, M., Fiore, E. (2021). Application of Ultrasound Images Texture Analysis for the Estimation of Intramuscular Fat Content in the Longissimus Thoracis Muscle of Beef Cattle after Slaughter. *Animals*, 11, 1117. DOI: 10.3390/ani11041117.

8 Ugnivenko, A., Getya, A., Nosevych, D., Antoniuk, T., Kruk, O., Slobodyanyuk, N., Ivaniuta, A., Omelian, A., Gryshchenko, S., Israelian, V. (2022). The study of “muscle eye” in bulls of Ukrainian black-spotted dairy-meat breed as a factor in improving the properties of meat products. *Potravinarstvo Slovak J. Food Sci.*, 16, 519-529. DOI:10.5219/1762.

- 9 Jakaria, H., Khasanah, R., Priyanto, M., Baihaqi, UM. (2017). Prediction of meat quality in Bali cattle using ultrasound imaging. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.*, 42, 59-65. DOI: 10.14710/jitaa.42.2.59-65.
- 10 Kruk, O., Ugnivenko, A., Antoniuk, T., Kolisnyk, O., Slobodyanyuk, N., Nosevych, D., Naumenko, T., Gruntkovskiy, M. (2024). Evaluation of beef carcass quality using the muscle eye area *M. longissimus dorsi*. *Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 619-632. DOI:10.5219/1989.
- 11 José, A., Julius, H., Samuel, AC. (2018). Genetic and phenotypic associations of feed efficiency with growth and carcass traits in Australian Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 96(11), 4521-4531. DOI:10.1093/jas/sky325.
- 12 Robinson, D., Cafe, L., McKiernan, W. (2014). Heritability of muscle score in beef cattle and genetic and phenotypic relationships with weight, fatness and rib eye muscle area. *Animal Production Science*, 54(9), 1443-1448. DOI:10.1071/AN14347.
- 13 Beef CRC The Co-operative Research Centre for Cattle and Beef Quality. (2007).
- 14 American Angus Association. (2015). <http://www.angus.org/sireeval/>
- 15 Smith, BF. (2020). Performance and Ultrasound Guided Body Conditioning in Angus Crossbred Steers Following a 12-Hour Shift in Feed Time. *Faculty of California State Polytechnic University*, 72.
- 16 Duff, C., Werf, J., Parnell, J., Clark, S. (2021). Comparison of two live-animal ultrasound systems for genetic evaluation of carcass traits in Angus cattle. *Transl. Anim. Sci.*, 5, txab011. DOI: 10.1093/tas/txab011.
- 17 Fiore, E., Fabbri, G., Luigi, G., Morgante, M., Boso, M., Ganesella, M. (2020). Application of texture analysis of b-mode ultrasound images for the quantification and prediction of intramuscular fat in living beef cattle. *Res. Vet. Sci.*, 131, 254-258. DOI: 10.1016/j.rvsc.2020.04.020.
- 18 Meškinytė, E., Jukna, V., Zigmantaitė, V., Ilina, O., Kučinskas, A. (2025). The Effectiveness of the Use of Ultrasound Methodology (Applied to Live Animals) to Assess the Quality of Meat. *Animals*, 15(6), 872. DOI:10.3390/ani15060872.
- 19 Prikaz Ministra selskogo hoziyastva Respubliki Kazakhstan ot 10 oktyabrya 2014 goda № 3-3/517. «Ob utverzhdenii instrukcii po bonitirovke». [in Russ].
- 20 Prikaz Ministra selskogo hoziyastva Respubliki Kazakhstan ot 25 yanvarya 2023 goda № 27. «Ob utverzhdenii Pravil provedeniya ocenki plemennykh zhivotnykh po sobstvennoi produktivnosti». [in Russ].
- 21 Lineinyi koeffitsient korrelyatsii Pirsona. <https://statanaliz.info/statistica/korrelyatsiya-i-regressiya/linejnyj-koeffitsient-korrelyatsii-pirsona>. [in Russ].
- 22 Konstandoglo, A., Foksha, V., Gorea, F. (2018). Genetic characteristics of the cattle population of the Aberdeen-Angus breed. *Sci. Pap. Anim. Sci.*, 1, 41-45.
- 23 Arthur, PF, Hearnshaw, H., Johnston, D., Stephenson, PD, Pardo, AM, Colatto, E., Villarreal, EL. (1995). Evaluation of Angus, Charolais and Hereford as terminal sire breeds on Hereford and first-cross cows. I. Carcass characteristics and retail yield of progeny. *Australian Journal of Agricultural Research*, 46, 1245-1258.
- 24 Mezghosudarstvennyy standart GOSTR 57784-2017 – Zhivotnyeplemennyyeselskohozyajstvennyye. Metody opredeleniya parametrov produktivnosti krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya. (2017). M.: Standartinform. [in Russ].
- 25 Beriain, MJ, Insausti, K., Valera, M., Indurain, G., Purroy, A., Carr, TR, Horcada, A. (2021). Effectiveness of using ultrasound readings to predict carcass traits and sensory quality in young bulls. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183, 106060.

Қазақтың ақбас және әуликөл тұқымды бұқашықтарының тірі салмағы мен бұлшық ет көзі ауданы және теріасты майының қалыңдығы арасындағы өзара байланысты зерттеу нәтижелері

Сайлаубек П.Ж., Карымсаков Т.Н., Кожемжаров Е.С., Халыкова Г.Г., Байсабырова А.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Сапалы сиыр етіне деген сұраныстың артуы жағдайында Қазақстанда етті ірі қара мал шаруашылығын дамыту ерекше маңызға ие болып отыр. Отандық мамандандырылған етті тұқымдар – қазақтың ақбас және әуликөл тұқымдары – қатаң климаттық жағдайларға жоғары бейімделгіштігімен, қарқынды бордақылауға және энергия қорын жинақтауға қабілеттілігімен ерекшеленеді. Олардың генетикалық әлеуетін, әсіресе ерте жаста толыққанды азықтандыру жағдайында, тиімді іске асыру малдың өнімділігі мен ет сапасына оң әсер етеді. Зерттеудің мақсаты аталған тұқымдағы бұқашықтардың тірі салмағы мен бұлшық ет «көзшесінің» ауданы және тері астындағы май қалыңдығы арасындағы өзара байланысты анықтау, сондай-ақ тірі салмағы жоғары әрі өнім сапасы көрсеткіштері жақсы генетикалық тұрғыдан негізделген жануарларды іріктеу болды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу нысаны ретінде 8-12 айлық жастағы қазақтың ақбас және әуликөл тұқымды бұқашықтар алынды. Олар Абай облысындағы «Дәурен» шаруа қожалығында және Қостанай облысындағы «Диевская» агрофирмасы ЖШС-да өз өнімділігі бойынша сынақтан өтті. Тірі салмақ, орташа тәуліктік өсім, ультрадыбыстық әдіспен анықталған бұлшық ет «көзшесінің» ауданы мен тері астындағы май қалыңдығы көрсеткіштері зерттеліп, алынған деректер статистикалық өңдеуден өткізілді.

Нәтижелер. Әуликөл тұқымды бұқашықтардың тірі салмағы I класс тұқым стандартымен салыстырғанда орта есеппен 38 кг-ға (12,2%) жоғары болды, ал қазақтың ақбас тұқымды бұқашықтар элита-рекорд класына сәйкес келді. Қазақтың ақбас тұқымы жоғары ерте жетілуімен ерекшеленді: 1 кг тірі салмақ өсіміне 6,9 азық бірлігі жұмсалған жағдайда орташа тәуліктік өсім 1475 г құрады. Қазақтың ақбас тұқымында тірі салмақ артқан сайын бұлшық ет «көзшесінің» ауданы мен тері астындағы май қалыңдығы пропорционалды түрде ұлғайғаны анықталды, ал әуликөл тұқымында бұлшық ет «көзшесінің» ауданының өсуі салыстырмалы түрде әлсіз байқалды.

Қорытынды. Бұқашықтардың өсу қарқындылығы мен ұзақтығында тұқымдық, биологиялық тұрғыдан негізделген айырмашылықтар анықталды. Бұл ерекшеліктерді селекциялық жұмыстарды жүргізу барысында және етті ірі қара малдың жоғары өнімді топтарын қалыптастыру кезінде ескеру қажет.

Кілт сөздер: етті ірі қара мал шаруашылығы; бұлшық ет көзінің ауданы; тері астындағы май; мәрмәрлік; сапа; тұқым қуалаушылық.

Results of studies on the correlation between ribeye area and backfat thickness with live weight in kazakh white-headed and auliekol bull calves

Pernebek Zh. Sailaubek, Talgat N. Karymsakov, Ertai S. Kozhemzharov,
Gulim G. Khalykova, Aizhan A. Baisabyrova

Abstract

Background and Aim. In the context of the growing demand for high-quality beef, the development of beef cattle breeding in Kazakhstan is becoming increasingly important. Domestic specialized beef breeds, the Kazakh White-Headed and Auliekol, are characterized by high adaptability to harsh climatic conditions, the ability for intensive fattening, and the accumulation of energy reserves. The realization of their genetic potential, especially under adequate nutrition at an early age, has a positive effect on productivity and meat quality. The aim of this study was to determine the relationship between ribeye muscle area and subcutaneous fat thickness with live weight in bulls of these breeds, and to identify

animals with a genetically determined combination of high live weight and favorable product quality traits.

Materials and Methods. The objects of the study were Kazakh White-Headed and Auliekol bulls aged 8 to 12 months that underwent performance testing at the base farms of Dauren Farm (Abai Region) and Dievskaya Agrofirma LLP (Kostanay Region). Indicators of live weight, average daily gain, ribeye muscle area, and subcutaneous fat thickness were studied. The latter two parameters were measured using ultrasonography, followed by statistical processing of the obtained data.

Results. The live weight of Auliekol bulls exceeded the breed standard of Class I by an average of 38 kg (12.2%), whereas Kazakh White-Headed bulls corresponded to the elite-record class. The Kazakh White-Headed breed was characterized by greater early maturity: with a feed conversion of 6.9 feed units per 1 kg of weight gain, the average daily gain reached 1,475 g. It was established that, in the Kazakh White-Headed breed, as live weight increased, both ribeye muscle area and subcutaneous fat thickness increased proportionally, whereas in the Auliekol breed, the increase in ribeye muscle area was less pronounced.

Conclusion. Breed-specific, biologically determined differences in the intensity and duration of growth of bulls were identified. These differences should be taken into account in breeding programs and in the formation of productive groups of beef cattle.

Keywords: beef cattle breeding; ribeye area; subcutaneous fat; marbling; quality; heritability.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 4 (128). - Р.139-147. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2081

УДК 631.416:631.95:631.452

Исследовательская статья

Интенсивные методы борьбы с деградацией сероземной почвы

Атакулов Т.А.¹ , Тагаев А.М.² , Сманов А.Ж.¹ 

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

²Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства

Атакент, Казахстан

Корреспондент-автор: Атакулов Т.А.: atakulov44@mail.ru

Соавторы: (1: АТ) t.asanbai@mail.ru; (2: АС) sso-kz@mail.ru

Получено: 4.11.2025 **Принято:** 22.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В условиях усиливающегося влияния антропогенных факторов и изменения климата проблема деградации сероземных почв становится одной из ключевых для засушливых регионов земледелия. Для системы хлопководства Туркестанской области особенно актуальным является предотвращение ухудшения состояния орошаемых земель и восстановление их мелиоративных свойств. Цель данного исследования - разработка и обоснование методов улучшения агромелиоративных характеристик орошаемых сероземных почв с использованием органо-биологических удобрений и мелиорантов.

Материалы и методы. Исследования проводились в условиях орошаемых сероземных почв Туркестанской области. В работе использовались современные органо-биологические удобрения и мелиоранты, применяемые под основную обработку почвы и при чизелевании. Для оценки эффективности проводилось измерение содержания гумуса как ключевого показателя изменения плодородия почвы и эффективности мелиоративных мероприятий.

Результаты. Установлено, что внесение органо-биологических удобрений в комплексе с мероприятиями по рекультивации способствует улучшению гумусного состояния сероземных почв. Использование органических мелиорантов активизировало процесс накопления гумуса. Наиболее эффективным оказалось применение биомелиоранта под основную обработку почвы в дозе 3,5 т/га и при чизелевании - 0,5 т/га, что обеспечило повышение содержания гумуса в верхнем (0-20 см) слое почвы до 0,825%. Другие агрохимические показатели в рамках данного исследования не анализировались, поэтому выводы ограничиваются именно изменением содержания гумуса. Такой подход позволяет объективно оценивать эффективность применённых мелиоративных мероприятий и избежать необоснованных обобщений.

Закключение. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность органо-биологических удобрений и мелиорантов в улучшении агромелиоративных свойств орошаемых сероземных почв. Применение данных технологий способствует замедлению деградационных процессов, восстановлению гумусного состояния и достижению бездефицитного баланса органического вещества, что имеет важное значение для устойчивого развития хлопководства в условиях Туркестанской области.

Ключевые слова: хлопчатник; почва; рекультивация земель; мелиоранты; органическое вещество почвы.

Введение

Недостаточное и несистемное использование биомелиорантов на орошаемых землях в течение длительного времени привело к постепенному снижению их природного плодородия, ухудшению агрофизических свойств и существенному уменьшению содержания гумуса в пахотном горизонте. Нарушение баланса питательных веществ в почве стало одной из основных причин снижения эффективности сельскохозяйственного производства и деградации почвенного покрова. Одним из ключевых факторов дефицита питательных элементов является недостаточное возвращение в почву органического вещества, выносимого при возделывании сельскохозяйственных культур [1].

В результате указанных процессов в сероземных почвах усиливается дегумификация, что приводит к ухудшению их структуры, снижению влагоудерживающей способности и общей биологической активности. Постепенная потеря гумуса и питательных элементов ускоряет процессы деградации, делая агроэкосистемы менее устойчивыми к антропогенному воздействию и климатическим изменениям.

На фоне активизации деградационных и эрозионных процессов в сероземных почвах особую актуальность приобретает внедрение в практику земледелия инновационных почвенно-ресурсосберегающих технологий, основанных на применении органо- биомелиорантов в комплексе с мероприятиями по рекультивации и восстановлению плодородного слоя. Использование таких технологий способствует не только стабилизации агроэкологического состояния почв, но и повышению их производительного потенциала. Эффективное развитие современного сельскохозяйственного производства невозможно без системного подхода к сохранению и воспроизводству почвенного плодородия. Научно-обоснованное применение мелиорантов, органических удобрений и биопрепаратов должно рассматриваться, как важнейшее направление повышения устойчивости агроландшафтов и экономической отдачи земледелия в условиях орошаемого земледелия [2, 3].

Многолетнее интенсивное использование почв в аграрной отрасли стало одной из основных причин деградации почвенного покрова. На значительных площадях наблюдаются процессы эрозии, ухудшение физико-химических свойств и нарушение баланса между органическим веществом и элементами минерального питания. В южных регионах страны особенно остро стоит проблема засоления почв, которая негативно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур, снижает их урожайность и представляет угрозу экологической устойчивости и продовольственной безопасности. Засоление рассматривается как один из наиболее разрушительных абиотических стрессов, препятствующих нормальному функционированию агроэкосистем.

В условиях засоленных земель важное значение приобретают мероприятия по их рекультивации, направленные на предупреждение деградации и восстановление продуктивности почв. Одним из эффективных направлений рекультивации является глубокая обработка почвы. Применение технологии глубокого рыхления до 60 см способствует снижению объемной массы на 13-15% и увеличению влажности почвы на 20-25% [4].

Рекультивация орошаемых земель с использованием технологии лазерного выравнивания поверхности почвы рассматривается, как одно из эффективных направлений повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий. Применение лазерной планировки позволяет оптимизировать процесс возделывания и уборки урожая, сокращая при этом производственные затраты. Точная нивелировка поля способствует более рациональному распределению влаги и питательных веществ в почвенном профиле, что, в свою очередь, повышает коэффициент использования удобрений и снижает необходимость в избыточном применении пестицидов и химических средств защиты растений.

В условиях ограниченных водных ресурсов лазерная планировка обеспечивает равномерное орошение, уменьшает общий объем водопотребления и способствует эффективному внесению минеральных удобрений и семян. Кроме того, такая технология способствует увеличению полезной обрабатываемой площади за счёт улучшения водообеспечения и сокращения затрат ручного труда и количества агротехнических операций [5].

Засоление почв оказывает комплексное негативное воздействие на их физические, химические и биохимические свойства, что, в конечном итоге, отражается на росте, развитии и продуктивности сельскохозяйственных культур. Растения, произрастающие в условиях повышенной солёности, нередко страдают от дефицита элементов питания. Для компенсации этого дефицита аграрии вынуждены увеличивать дозы минеральных удобрений, что приводит к росту затрат на производство и дополнительному загрязнению окружающей среды. Нарушение питания растений при засолении часто связано с процессами ощелачивания почвенного раствора и ионной конкуренцией, что ограничивает усвоение необходимых микро- и макроэлементов. Вследствие этого снижается биологическая активность почвенной микрофлоры, ухудшаются процессы минерализации и снижается урожайность сельскохозяйственных культур.

Внесение органических веществ способствует уменьшению концентрации солей в почве, повышает влагоудерживающую способность и улучшает усвоение питательных элементов растениями. Биомелиоранты, полученные из компоста, оказывают комплексное положительное влияние на агрохимические свойства почвы, способствуют восстановлению её плодородия и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Разработка и внедрение усовершенствованных либо альтернативных способов получения доступных по стоимости и одновременно качественных органических удобрений имеет ключевое значение для обеспечения экологически сбалансированного и устойчивого агропроизводства [6]. С этой позиции процесс биогумусообразования рассматривается как эффективная и экологически безопасная технология переработки органических остатков в высококачественное органическое удобрение-биогумус.

Материалы и методы

Исследования проводились в условиях орошаемых сероземных почв Туркестанской области. В работе использовались современные органо-биологические удобрения и мелиоранты, применяемые под основную обработку почвы и при чизелевании. Применяемый биомелиорант представлял собой смесь органических компонентов с микроэлементами, полученную по методике, предназначенную для активизации биологических процессов и улучшения структурного состояния почвы [7].

Для реализации поставленных целей проводились комплексные научные исследования, направленные на оценку мелиоративного эффекта почвенно-ресурсосберегающих технологий с использованием органо-биологических мелиорантов. Поскольку в рамках настоящего исследования агрохимические показатели, кроме содержания гумуса, не измерялись (подвижный фосфор, обменный калий, pH, подвижная сера и нитратный азот не учитывались), анализ и выводы ограничены только показателем содержания гумуса, который фактически представлен. Для оценки эффективности использовались показатели агрофизических свойств, содержания гумуса, а также мелиоративные характеристики почвенного профиля. [8]. В рамках эксперимента осуществлялся контроль климатических условий, включающий регистрацию температуры воздуха и почвы, осадков, относительной влажности и скорости ветра на опытных участках. Данные метеорологических наблюдений собирались ежедневно в течение вегетационного периода с использованием автоматических метеостанций, что обеспечивало точность учета природных факторов при оценке эффективности применения органо-биологических средств.

Местоположение и условия проведения опыта: опытный участок располагался в предгорной зоне Алматинской области, Енбекшиказахский район, село Саймасай, координаты: 43°15' с.ш., 77°00' в.д. Общая площадь участка составляла 2 га. Местоположение выбрано с учётом типичных природно-климатических условий региона, что обеспечивает репрезентативность полученных данных [9].

Исходные свойства почвы: гранулометрический состав - 45% песка, 30% супеси, 25% суглинка; степень засоления - 0,3%; содержание подвижных форм NPK: N - 25 мг/100 г, P - 15 мг/100 г, K - 120 мг/100 г; pH - 7,5.

Орошение: полив проводился с использованием капельной системы с расходом воды 150-160 м³/га и увлажнением 200-300 м³/га для поддержания оптимального водного режима. Такой режим способствовал поддержанию гумуса, структуры и биологической активности почвы.

Методика и статистическая обработка: полевые наблюдения и экспериментальные испытания проводились в соответствии с требованиями классической методологии агрохимических и мелиоративных исследований. Все данные подвергались статистической обработке: дисперсионный анализ (ANOVA), расчет стандартного отклонения (SD) и стандартной ошибки среднего (SE). Статистическая значимость различий оценивалась с использованием р-значений ($p < 0,05$). Каждый вариант опыта выполнялся в трёх повторностях для обеспечения достоверности и воспроизводимости результатов [10].

Экспериментальная часть работы выполнялась на основе методических рекомендаций «Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения» (5-е дополненное издание, Ташкент, 1981) [11]. Особое внимание уделялось контролю агрометеорологических факторов и агротехнических мероприятий, влияющих на эффективность мелиорантов. Определение содержания органического вещества: проводилось в начале и по завершении вегетационного периода в горизонтах 0-20, 20-40 и 40-60 см методом Тюрина [12].

Схема полевого опыта (каждый вариант с тройной повторностью):

Контроль – традиционная технология возделывания без применения органо-биологических удобрений.

Фон 1 – рекультивация почвы с внесением биомелиоранта в дозе 2,5/1,5 т/га. Состав биомелиоранта: органическое вещество – 45%, N - 2,0%, P - 1,5%, K - 1,2%, влажность - 12%. Дополнительно вносилось биоорганическое удобрение для повышения биологической активности почвы, усиления доступности элементов питания и улучшения условий начального роста растений.

Фон 2 – рекультивация почвы с применением биомелиоранта в дозе 3,0/1,0 т/га с аналогичным составом (органическое вещество - 45%, N - 2,0%, P - 1,5%, K - 1,2%, влажность - 12%). Этот вариант позволял оценить влияние биомелиоранта на структурное состояние почвы, динамику агрофизических свойств и усиление биогенного цикла элементов питания.

Фон 3 – рекультивационные мероприятия с внесением биомелиоранта в максимальной дозе 3,5/0,5 т/га. Состав биомелиоранта аналогичен предыдущим вариантам. Совместное применение биомелиоранта и биоорганического удобрения усиливало положительный эффект на водно-воздушный режим, структуру и биологическую активность почвы.

Результаты и обсуждение

Гумус – это «хлеб для растений». В нём сосредоточено 98% запасов почвенного азота, 60% фосфора, 80% калия и содержатся все другие минеральные элементы питания растений в сбалансированном состоянии, по природной технологии. В инертном гумусе пахотного слоя заключено до 87,5% энергии.

Гумус не только участвует в снабжении растений азотом, фосфором, калием и другими важными макро- и микроэлементами питания. Неоспорима его роль и в других важнейших процессах почвообразования и обеспечения плодородия почв, таких как предохранение почв от выветривания, создание их гранулярной структуры, снабжение растений необходимой для фотосинтеза углекислотой, биологически активными ростовыми веществами. Поэтому сохранение и приумножение запасов гумуса - одна из первоочередных задач земледельцев [13].

Как показали результаты исследований, внесение биомелиорантов на фоне рекультивации земель заметно повлияло на изменение показателей плодородия светлых сероземов, в частности на содержание гумуса (таблица 1). В исследованиях по традиционной технологии возделывания хлопчатника (контрольный вариант), при которой органические удобрения не применялись, т.е. применялись к хлопчатнику только азотные удобрения в норме 140 кг/га в действующих веществах, определялось уменьшение состава органического вещества почвы.

В пахотном 0-20 см слое почвы на посевах хлопчатника за период с момента закладки опыта и до его окончания содержание гумуса снизилось. Так, если в начале вегетации его содержание было в слое 0-20 см 0,756%, в слое 20-40 см - 0,715% и в слое 40-60 см – 0,408%.

Таблица 1 – Влияние органо-биологических мелиорантов на содержание гумуса в почвенном профиле (0-60 см), %

№	Варианты опыта	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		Откл. от контр, 0-60 см, %	
			весна	осень	весна	осень
1	Традиционная технология (без органо-биолог. удобр)	0-20 20-40 40-60 0-60	0,756 0,715 0,408 0,626	0,754 0,703 0,391 0,616	±	±
2	Фон - Рекультивация земель. Применение биомелиорант 2,5/1,5 т/га	0-20 20-40 40-60 0-60	0,776 0,736 0,427 0,646	0,773 0,723 0,402 0,632	3,0%	2,5%
3	Фон - Рекультивация земель. Применение биомелиорант 3,0/1,0 т/га	0-20 20-40 40-60 0-60	0,805 0,746 0,437 0,662	0,764 0,733 0,422 0,639	5,4%	3,1%
4	Фон - Рекультивация земель. Применение биомелиорант 3,5/0,5 т/га	0-20 20-40 40-60 0-60	0,825 0,765 0,452 0,680	0,804 0,753 0,422 0,660	7,9%	6,6%

Показатели по слою 0-60 см представлены как среднее значение содержания гумуса по почвенному профилю. В целях повышения наглядности и исключения дублирования результатов данные по содержанию гумуса в статье приведены только в табличной форме.

Анализ данных таблицы 1 показал, что наибольшее увеличение содержания гумуса в среднем по профилю почвы (0-60 см) отмечено при применении биомелиоранта в дозе 3,5/0,5 т/га. В вариантах с применением биомелиорантов наблюдалось заметное увеличение содержания органического вещества в почве по сравнению с контрольным вариантом. При этом уровень гумуса изменялся в зависимости от дозировки и способа внесения органики.

Наибольшее накопление органических веществ было зафиксировано в варианте 4. Процесс гумусообразования протекал наиболее интенсивно уже в начале вегетационного периода при внесении биомелиоранта под основную обработку в дозе 3,5 т/га и чизелевании весной в норме 0,5 т/га.

Наибольшие показатели содержания гумуса в верхнем слое 0-20 см достигали 0,825%, в слое 20-40 см - 0,765%, а в горизонте 40-60 см - 0,452%. По завершении вегетационного периода уровень гумуса составил соответственно 0,804%, 0,753% и 0,422% в тех же горизонтах.

Анализ данных показал выраженные сезонные колебания содержания органического вещества в почве в пределах слоя 0-60 см.

Проведённые исследования показали, что внесение биомелиорантов на фоне мероприятий по рекультивации земель оказало положительное влияние на накопление гумуса во всех исследуемых вариантах опытов. Повышение содержания органического вещества свидетельствует о постепенном восстановлении биологической активности почвы и улучшении её агрохимических свойств. Наиболее выраженный эффект отмечен в варианте 4, где в качестве мелиоранта применялся биогумус в дозе 3,5 т/га под основную обработку и дополнительно проводилось весеннее чизелевание с внесением 0,5 т/га биогумуса. В результате содержание гумуса в пахотном слое (0-60 см) составило 0,680% весной и 0,660% осенью, что превышало показатели контрольного варианта на 7,9% и 6,6% соответственно. Эти данные указывают на устойчивое повышение гумусного состояния почвы в течение вегетационного периода, что связано с

активизацией микробиологических процессов минерализации и гумификации органического вещества.

При внесении биогумуса под основную обработку в дозе 3,0 т/га и последующем чизелевании весной в норме 1,0 т/га также наблюдалась положительная динамика содержания гумуса. В этом варианте значение данного показателя в слое 0-60 см составило 0,662% весной и 0,639% осенью, что на 5,4% и 3,1% выше контрольного уровня соответственно. Хотя эффект оказался несколько ниже, чем в варианте с повышенной дозой мелиоранта, тенденция к накоплению гумуса остаётся очевидной, что подтверждает высокую эффективность органо-биологических удобрений при их комплексном использовании с агротехническими приёмами.

Таким образом, результаты опытов свидетельствуют о том, что применение биогумуса в системе рекультивационных мероприятий способствует не только повышению содержания гумуса, но и стабилизации процессов почвообразования. Это, в свою очередь, обеспечивает постепенное восстановление структуры сероземных почв и их плодородного потенциала, что является важным направлением для повышения устойчивости земледелия в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства.

Заключение

По результатам проведённых исследований наибольшее накопление органических веществ в почве было зафиксировано в варианте 4 (фон - рекультивация земель с применением биомелиоранта в дозе 3,5/0,5 т/га). Процесс гумусообразования протекал наиболее интенсивно в начале вегетационного периода при внесении биомелиоранта под основную обработку в норме 3,5 т/га и при весеннем чизелевании в норме 0,5 т/га.

Максимальное содержание гумуса в верхнем слое 0-20 см достигало 0,825%, в слое 20 -40 см - 0,765%, а в горизонте 40 - 60 см - 0,452%. По завершении вегетации показатели составили соответственно 0,804%, 0,753% и 0,422%.

Применение органо-биологических мелиорантов в условиях орошаемых сероземных почв способствует повышению содержания гумуса в почвенном профиле, что подтверждается результатами полевых исследований. Увеличение гумусного состояния свидетельствует о стабилизации органического вещества почвы и замедлении процессов дегумификации при использовании биомелиорантов. Полученные данные позволяют рассматривать органо-биологические мелиоранты как эффективный агротехнический приём, направленный на улучшение гумусного состояния орошаемых сероземных почв.

Вклад авторов

АТ, ТА и СА: разработка и оформление исследования, поиск литературы, анализ собранных данных, подготовка рукописи. АТ, ТА и СА: окончательная редакция и корректура рукописи. Все авторы ознакомились с рукописью и одобрили её финальную версию.

Информация о финансировании

Исследование выполнено в рамках научно-технической программы BR24992799 «Разработка и совершенствование новых технологий интенсивного и высокопродуктивного производства различных объектов аквакультуры с использованием закрытых систем водоснабжения» на 2024-2026 годы, при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

1 Kutymbek, N., Yestaev, K., Rustem, E., Musabekov, K., Tursunbayev, Kh. (2025). Justification of the impact of complex melioration on the fertility of compacted sierozem soils of irrigated lands of the Zhambyl region. *Scientific Horizons*, 28(3), 68-79. DOI:10.48077/scihor3.2025.68.

- 2 Мирдадаев, МС, Дюсейхан, АА, Е.Алдиярова, А., Басманов, АВ, Жапаркулова, ЕД. (2024) Оптимизация технологии химической мелиорации земель в Республике Казахстан. *Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты*, 1(101), 253-263. DOI:10.37884/1-2024/25.
- 3 Айдарова, АА, Джангарашева, НВ, Қалиева, МС, Омарбекова, АД, Феррух, Й., (2024). Деградація жағдайында жерді ұтымды пайдаланудың әдіснамалық тәсілдері. *Ізденістер, нәтижелер-Исследования, результаты*, 3(103), 348-361. DOI:10.37884/3-2024/39.
- 4 Токбергенова, АА, Каирова, ШГ, Киясова, ЛШ. (2016). Причины и последствия деградации земель и опустынивания: на примере Республики Казахстан. *Вестник КазНУ. Серия географическая*, 2(43), 1-12.
- 5 Байшанова, АЕ, Кедельбаев, БШ. (2016). Проблемы деградации почв. Анализ современного состояния плодородия орошаемых почв республики Казахстан. *Научное обозрение. Биологические науки*, 2, 5-13.
- 6 Фаиз, КШ, Уразалиев, РА, Иорганский, АИ. (2007). *Почвы Республики Казахстан*. Алматы: 328.
- 7 Нургазиев, Р., Ирмулатов, БР, Шегенов, СТ, Саттыбаева, ЗЖ. (2024). Влияние методов поверхностного улучшения деградированных пастбищ на их продуктивность в степной зоне Северного Казахстана. *Ғылым және білім*, 3(1), 40-50. DOI:10.52578/2305-9397-2023-1-3-40-50.
- 8 Бельгибаев, МЕ, Бельгибаев, АМ. (2025). Деградація почв: состояния и проблемы. *Гидрометеорология и экология*, 161-174.
- 9 Панкова, ЕИ, Назарова, ЛФ. (2012). Роль Почвенного института им. В.В. Докучаева в становлении почвоведения в России (к 85-летию института). *Почвоведение*, 9, 997-1007.
- 10 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта*. Москва: Агропромиздат,
- 11 *Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения*. (1981). Ташкент: СоюзНИХИ 225.
- 12 Сейтказиев, АС, Мусаев, АИ. (2010). Методы улучшения продуктивности засоленных земель. *Гидрометеорология и экология*, 3, 163-173.
- 13 Розметов, КС. (2011). Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения. *Молодой учёный*, 3(26), 201-205.

References

- 1 Kutymbek, N., Yestaev, K., Rustem, E., Musabekov, K., Tursunbayev, Kh. (2025). Justification of the impact of complex melioration on the fertility of compacted sierozem soils of irrigated lands of the Zhambyl region. *Scientific Horizons*, 28(3), 68-79. DOI:10.48077/scihor3.2025.68.
- 2 Mirdadaev, MS, Dyuseihan, AA, E.Aldizharova, A., Basmanov, AV, Zhaparkulova, ED. (2024) Optimizaciya tehnologii himicheskoi melioracii zemel' v Respublike Kazahstan. *Izdenister, natiyeler-Issledovaniya, rezul'taty*, 1(101), 253-263. DOI:10.37884/1-2024/25.
- 3 Aidarova, AA, Djangarasheva, NV, Qalieva, MS, Omarbekova, AD, Ferryh, I., (2024). Degradacia jaǵdaynda jerdi utymdy paidalanýdyń ádisnamalyq tásilderi. *Izdenister, natiyeler-Issledovaniya, rezul'taty*, 3(103), 348-361. DOI:10.37884/3-2024/39.
- 4 Tokbergenova, AA, Kairova, ShG, Kijasova, LSh. (2016). Prichiny i posledstviya degradacii zemel' i opustynivaniya: na primere Respubliki Kazahstan. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*, 2(43), 1-12.
- 5 Bajshanova, AE, Kedel'baev, BSh. (2016). Problemy degradacii pochv. analiz sovremennogo sostojaniya plodorodiya oroshaemyh pochv respublik Kazahstan. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, 2, 5-13.
- 6 Faiz, KSh, Urazaliev, RA, Iorganskij, AI. (2007). *Pochvy Respubliki Kazahstan*. Almaty: 328.
- 7 Nurgaziev, R., Irmulatov, BR, Shegenov, ST, Sattybaeva, ZZh. (2024). Vliyanie metodov poverhnostnogo uluchsheniya degradirovannyh pastbishh na ih produktivnost' v stepnoi zone Severnogo Kazahstana. *Gylym jáne bilim*, 3(1), 40-50. DOI:10.52578/2305-9397-2023-1-3-40-50.
- 8 Bel'gibaev, ME, Bel'gibaev, AM. (2025). Degradacija pochv: sostoyaniya i problemy. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 161-174.

9 Pankova, EI, Nazarova, LF. (2012). Rol' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva v stanovlenii pochvovedeniya v Rossii (k 85-letiju instituta). *Pochvovedenie*, 9, 997-1007.

10 Dospheov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Agropromizdat.

11 *Metodika polevyh i vegetacionnyh opytov s hlochatnikom v usloviyah orosheniya*. (1981). Tashkent: SoyuzNIHI 225.

12 Seitkaziev, AS, Musaev, AI. (2010). Metody uluchsheniya produktivnosti zasolennyh zemel'. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 3, 163-173.

13 Rozmetov, KS. (2011). Metodika polevyh opytov s hlochatnikom v usloviyah orosheniya. *Molodoi uchenyi*, 3(26), 201-205.

Сұртопырақтың деградациясымен күресудің қарқынды әдістері

Атақұлов Т.А., Тағаев А.М., Сманов А.Ж.

Аңдатпа

Алғышарттар мен мақсат. Антропогендік факторлардың күшеюі мен климаттың өзгеруі жағдайында сұр топырақтардың деградациясы мәселесі құрғақ аймақтардағы егіншілік үшін өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Түркістан облысының мақташаруашылығы жүйесінде суармалы жерлердің жағдайының нашарлауын болдырмау және олардың мелиоративтік қасиеттерін қалпына келтіру ерекше маңызға ие. Осы зерттеудің мақсаты – орғано-биологиялық тыңайтқыштар мен мелиоранттарды қолдану арқылы суармалы сұр топырақтардың агро-мелиоративтік қасиеттерін жақсарту әдістерін әзірлеу және ғылыми тұрғыдан негіздеу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстары Түркістан облысының суармалы серозем топырақтары жағдайында жүргізілді. Зерттеуде негізгі топырақ өңдеу және қолданылатын заманауи орғано-биологиялық тыңайтқыштар мен мелиоранттар пайдаланылды. Тиімділікті бағалау мақсатында топырақ құнарлылығының өзгерісін және мелиорациялық шаралардың әсерін сипаттайтын негізгі көрсеткіш ретінде гумус мөлшері анықталды. Аннотацияда көрсетілген басқа агрохимиялық көрсеткіштер (қозғалмалы фосфор, алмаспалы калий, рН, қозғалмалы күкірт, нитратты немесе жеңіл гидролизденетін азот) осы зерттеу аясында талданған жоқ. Мұндай нақтылау зерттеудің айқындылығын арттырып, алынған нәтижелерді дұрыс интерпретациялауға мүмкіндік береді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері орғано-биологиялық тыңайтқыштарды рекультивациялық шаралармен кешенді түрде қолдану серозем топырақтарының гумустық жағдайын жақсартуға ықпал ететінін көрсетті. Органикалық мелиоранттарды пайдалану гумус жинақталу үдерісін белсендендірді. Ең жоғары тиімділік негізгі топырақ өңдеу кезінде биомелиорантты 3,5 т/га мөлшерінде және чизельдеу барысында 0,5 т/га дозасында енгізу нұсқасында байқалды, бұл топырақтың жоғарғы (0-20 см) қабатындағы гумус мөлшерінің 0,825% дейін артуын қамтамасыз етті.

Осы зерттеу аясында басқа агрохимиялық көрсеткіштер талданбағандықтан, қорытындылар тек гумус мөлшерінің өзгеруімен шектеледі. Мұндай тәсіл қолданылған мелиорациялық шаралардың тиімділігін объективті бағалауға және негізсіз жалпылаулардан аулақ болуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері орғано-биологиялық тыңайтқыштар мен мелиоранттардың суармалы сұр топырақтардың агро-мелиоративтік қасиеттерін жақсартудағы жоғары тиімділігін көрсетті. Бұл технологияларды қолдану деградациялық процестердің бәсеңдеуіне, гумустық тепе-теңдіктің қалпына келуіне және топырақтың органикалық құрамының тұрақтануына ықпал етеді. Зерттеу нәтижелері Түркістан облысының мақташаруашылығын тұрақты дамыту үшін маңызды ғылыми және өндірістік негіз бола алады.

Кілтті сөздер: мақта; топырақ; жерді рекультивациялау; мелиоранттар; топырақтың органикалық заттары.

Intensive methods of combating the degradation of gray soil

Tastanbek A. Atakulov, Asanbay M. Tagaev, Ashirali Zh. Smanov

Abstract

Background and Aim. Under the increasing impact of anthropogenic factors and climate change, the problem of gray soil degradation has become one of the major challenges for agriculture in arid regions. In the cotton-growing system of the Turkestan region, the prevention of the deterioration of irrigated lands and the restoration of their reclamation properties are particularly relevant. The aim of this study was to develop and scientifically substantiate methods for improving the agromeliorative characteristics of irrigated gray soils through the use of organo-biological fertilizers and ameliorants.

Materials and Methods. The research was conducted under conditions of irrigated gray (serozem) soils of the Turkestan region. Modern organo-biological fertilizers and ameliorants were applied during primary tillage and chiseling. To assess the effectiveness of the applied reclamation practices, the content of soil humus was measured as a key indicator of changes in soil fertility and the effectiveness of ameliorative measures. Other agrochemical parameters mentioned in the abstract (available phosphorus, exchangeable potassium, soil pH, mobile sulfur, nitrate or easily hydrolysable nitrogen) were not analyzed within the framework of this study. This clarification enhances the transparency of the research and allows for a correct interpretation of the obtained results.

Results. The results of the study demonstrated that the combined application of organo-biological fertilizers and reclamation measures contributes to the improvement of the humus status of gray (serozem) soils. The use of organic ameliorants activated the process of humus accumulation. The most effective treatment involved the application of the biomeliorant at a rate of 3.5 t/ha during primary tillage and 0.5 t/ha during chiseling, which resulted in an increase in humus content in the upper soil layer (0-20 cm) up to 0.825%.

Since other agrochemical parameters were not analyzed within the scope of this study, the conclusions are limited exclusively to changes in humus content. This approach ensures an objective assessment of the effectiveness of the applied reclamation measures and avoids unjustified generalizations.

Conclusion. The results confirmed the high efficiency of organo-biological fertilizers and ameliorants in enhancing the agromeliorative properties of irrigated gray soils. The application of these technologies contributes to the mitigation of degradation processes, restoration of humus balance, and stabilization of organic matter content. These findings can serve as a scientific and practical basis for the sustainable development of cotton production in the Turkestan region.

Keywords: cotton; soil; land reclamation; ameliorants; soil organic matter.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 4 (128). - Р.148-158. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.4(128).2058

УДК 636.083:528.9(574)

Переводная расширенная статья

Моделирование пространственно-временного распределения плотности пастбищного скота в Казахстане на основе машинного обучения

Кусаинова М.Д.^{1,2} , Коллуру В.³ , Джон Р.^{3,4} , Чен Дж.^{3,4} , Нұрғали Н.Д.¹ ,
Жаппарова А.А.¹ 

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

²Казахстанско-Немецкий университет, Алматы, Казахстан

³Университет Южной Дакоты, Вермиллион, США

⁴Университет штата Мичиган, Восточный Лансинг, США

Автор-корреспондент: Кусаинова М.Д.: maira.kussainova@kaznaru.edu.kz

Соавторы: (1: ВК) venkatesh.kolluru@coyotes.usd.edu; (2: РД) ranjeet.john@usd.edu
(3: ДЧ) jqchen@msu.edu; (4: НН) nn11@alfred.edu; (5: АА) aigul.zhapparova@kaznaru.edu.kz

Получено: 16.12.2025 **Принято:** 23.12.2025 **Опубликовано:** 30.12.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Казахстан обладает одним из крупнейших пастбищных фондов в Центральной Азии, но эффективное управление этими территориями затруднено из-за нехватки пространственно-детализированных данных о размещении скота. Рост численности мелкого рогатого скота и лошадей, а также давление на пастбищные экосистемы требуют новых подходов к мониторингу. Целью исследования является моделирование пространственно-временного распределения плотности пастбищного скота в Казахстане за 2000-2019 годы с высоким разрешением (1 км²) с использованием алгоритма случайного леса (Random Forest).

Материалы и методы. В качестве исходных данных использовались районные статистические показатели по численности овец, коз и лошадей, а также 13 социально-экологических факторов. Алгоритм Random Forest применялся для построения годовых карт плотности скота. Пространственные переменные включали климатические, вегетационные, демографические и инфраструктурные характеристики. Валидация модели проводилась по метрикам R², RMSE и MAE с различными конфигурациями обучающих и тестовых выборок.

Результаты. Разработаны точные карты плотности скота, выявлены «горячие точки» пастбищной нагрузки на юге и юго-востоке Казахстана. Наибольшую точность показала модель с буфером 10 км и выборкой 90:10. Обнаружены значимые тенденции роста плотности скота по результатам анализа Манна-Кендалла и уклона Сенна.

Закключение. Полученные пространственно-временные данные позволяют применять их в управлении пастбищами, аграрной политике, экологическом мониторинге и зооветеринарном планировании. Разработанная методика может быть адаптирована для других регионов с аналогичными условиями.

Ключевые слова: пространственное моделирование; скотоводство; машинное обучение; Казахстан; пастбища; ГИС.

Введение

Животноводство в Казахстане является одним из ключевых видов землепользования, особенно в засушливых и полузасушливых зонах, охватывающих большую часть территории страны. Отрасль играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, занятости сельского населения и устойчивом использовании природных ресурсов. Согласно последним

данным, в стране насчитывается свыше 20 млн овец и коз, а численность лошадей превышает 3,5 млн голов [4, 5]. Рост спроса на животноводческую продукцию в странах Центральной Азии, включая Казахстан, сопровождается увеличением антропогенной нагрузки на пастбища. Пастбищные экосистемы выполняют критически важные функции – поддержание плодородия почв, накопление органического углерода [1], предотвращение эрозии и обеспечение биоразнообразия. Однако чрезмерный выпас, климатические изменения и фрагментация ландшафтов ведут к деградации земель [2], снижению продуктивности и потере экосистемных услуг [3].

Более 70% земель Казахстана подвержены риску опустынивания. При этом официальная статистика по поголовью скота доступна лишь на уровне районов, что ограничивает возможность пространственно точного мониторинга. Глобальные продукты, такие как Gridded Livestock of the World (GLW), используют агрегированные административные данные и обладают низким пространственным разрешением (10 км), что затрудняет их применение в условиях высокой гетерогенности [6].

В этих условиях особенно актуально создание высокоточных карт плотности скота с разрешением 1 км², которые позволят отслеживать пространственные и временные изменения, идентифицировать зоны перегрузки и оптимизировать управление пастбищами. Для этого целесообразно использовать современные методы машинного обучения и пространственного анализа, интегрируя экологические и социальные факторы.

Целью настоящего исследования является построение пространственно-временной базы данных плотности мелкого рогатого скота и лошадей на территории Казахстана за 2000–2019 годы с применением модели Random Forest (RF) и официальной статистики на уровне районов для поддержки аграрной политики, оценки пастбищной нагрузки и планирования ветеринарных и ресурсных мер. В качестве предикторов использовались климатические, вегетационные, демографические, инфраструктурные и топографические данные.

Предлагаемая работа представляет собой научную адаптацию англоязычной статьи, опубликованной в журнале Scientific Data [6]. В отличие от оригинала, русскоязычная версия дополнена: (1) интерпретацией результатов в контексте аграрной политики Казахстана; (2) уточнением пространственных особенностей пастбищного землепользования в административных границах; (3) адаптацией терминологии и формата к требованиям отечественных изданий. Также представлены предложения по применению модели в зоосанитарном планировании и управлении пастбищами. Публикация осуществляется с согласия правообладателей в рамках лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International.

Материалы и методы

Объектом исследования в данной работе выступают пастбищные угодья Казахстана, которые занимают значительную часть территории страны и играют ключевую роль в обеспечении кормовой базы для животноводства (рисунок 1). В условиях роста поголовья МРС и лошадей, особенно после 2000 года, актуальными становятся вопросы пространственного распределения скота и устойчивого управления пастбищами. В условиях ограниченной доступности открытых данных о размещении скота на уровне сельских населённых пунктов и усиливающегося антропогенного давления на пастбища, особенно важно создание сетевых карт плотности скота с высокой пространственной детализацией. Для построения такой базы использовались официальные статистические данные о численности овец, коз и лошадей по районам за 2000–2019 годы, предоставленные Бюро национальной статистики Республики Казахстан. Модель RF использовалась для того, чтобы распределить данные о численности скота по территории с шагом 1 км², учитывая социальные и экологические условия. В качестве обучающей выборки были выбраны 2000 населённых пунктов (по 10 на каждый район) с наибольшим населением, что позволило использовать их как прокси-точки размещения скота.

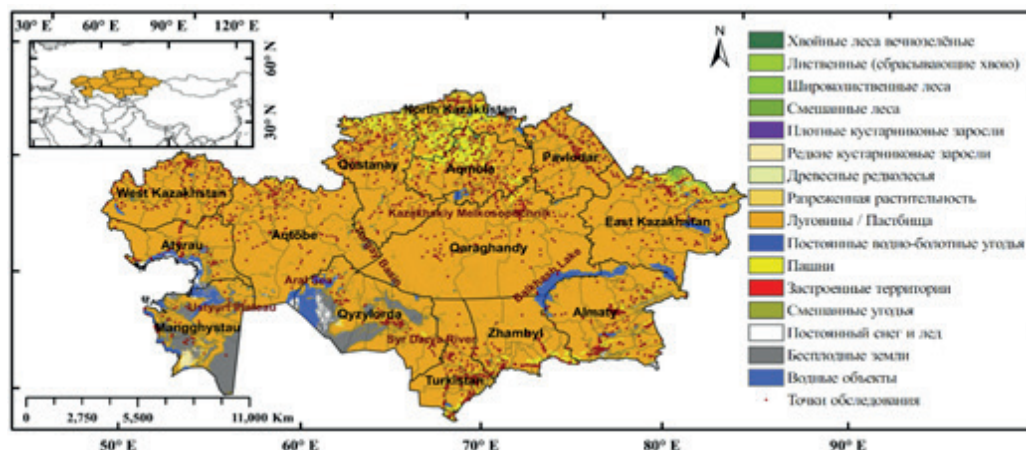


Рисунок 1 – Карта землепользования Казахстана (2020 г.) с точками выборки и границами [6]

Как видно из схемы на рисунке 2 и данных таблиц 1, всего в модели использовались 13 предикторов (переменных), отражающих продуктивность растительности (NPP – чистая первичная продуктивность; LAI - листовой индекс площади), климатические условия (осадки, температура, солнечная радиация), рельеф, плотность населения, ночное освещение и удалённость до воды и поселений.

Таблица 1 – Список предикторов, использованных в модели RF, с указанием источника, пространственного разрешения и единиц измерения

№	Название переменной	Источник данных	Пространственное разрешение	Единицы измерения
1	NPP (чистая первичная продуктивность)	MODIS MOD17A3HGF	1 км	гС/м ² /год
2	LAI (листовой индекс площади)	CHELSA / FLDAS	500 м	м ² /м ²
3	Осадки (Precipitation)	CHELSA / FLDAS	1 км / 10 км	мм/год
4	Температура (Temperature)	CHELSA / FLDAS	1 км / 10 км	°C
5	Радиация (Solar radiation)	FLDAS	10 км	Вт/м ²
6	VPD (дефицит давления пара)	FLDAS	10 км	кПа
7	Влажность почвы (Soil moisture)	FLDAS	10 км	м ³ /м ³
8	Глубина снежного покрова (Snow depth)	FLDAS	10 км	мм
9	Высота (Elevation)	SRTM / GMTED2010	1 км	м
10	Расстояние до поселений	OSM, Bing, Google, Yandex (вручную)	-	км
11	Плотность населения	WorldPop	1 км	чел/км ²
12	Ночное освещение	DMSP/OLS или VIIRS	1 км	световой поток (отн. ед.)
13	Расстояние до воды	JRC Global Surface Water	30 м / 300м	км

Пространственные данные получены из открытых международных источников (MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer; CHELSA – Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas; FLDAS – Famine Early Warning Systems Network Land Data Assimilation System; WorldPop – World Population datasets; DMSP – Defense Meteorological Satellite Program) и агрегированы с использованием платформы Google Earth Engine (GEE). Особое внимание уделялось корректной геолокации населённых пунктов – с верификацией по спутниковым снимкам и национальной переписи.

Модель RF была реализована в программной среде R версии 4.0.3 с использованием следующих библиотек: randomForest, caret, dplyr, mgcv, MLmetrics, trend, Kendall, SpatialEco, iml [7].

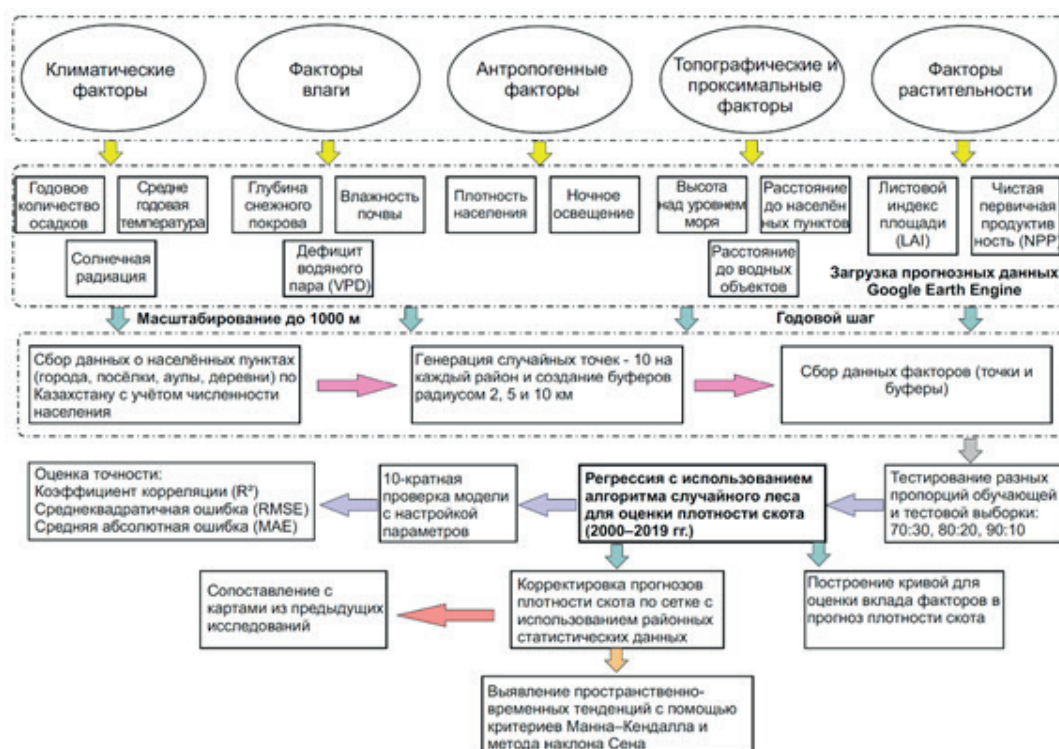


Рисунок 2 – Схема прогнозирования плотности скота в Казахстане (2000-2019 гг.)

Основные гиперпараметры модели: количество деревьев (ntree) варьировалось от 1000 до 3000 с шагом 500, в результате чего была выбрана наилучшая конфигурация по минимальному значению RMSE (среднеквадратичная ошибка); максимальная глубина – не ограничена (default); критерий разбиения – средняя абсолютная ошибка (MAE).

Для оценки качества модели использовалась 5-кратная кросс-валидация (k-fold cross-validation) с перемешиванием данных и фиксированным seed для воспроизводимости результатов. Модель изучалась и тестировалась с использованием буферных зон (2 км, 5 км и 10 км) и разных соотношений обучающей и тестовой выборки (70:30, 80:20, 90:10). Оптимальные параметры (буфер 5 км и 80:20) определялись по значениям R^2 (коэффициент детерминации), RMSE и MAE. Анализ тенденций изменения плотности скота проводился на уровне пикселей с применением критерия Манна-Кендалла и уклона Сenna, а также с использованием анализа значимости переменных. Финальные карты Livestock Density Maps – карты плотности скота (LSKD) были откорректированы в пределах каждого района, чтобы обеспечить соответствие суммарных значений официальной статистике.

После получения предсказанных карт плотности MPC и лошадей на основе модели RF была выполнена корректировка этих данных для согласования с официальной статистикой. Необходимость этой процедуры обусловлена тем, что алгоритмы машинного обучения могут давать расхождения между суммарной плотностью скота на уровне района и фактическими значениями, представленными в сельскохозяйственной переписи. Корректировка осуществлялась

путём масштабирования значений на уровне каждого пикселя по следующей формуле: $Adj_i = P_i \times \left(\frac{O_j}{\sum P_j}\right)$.
Где: Adj_i – скорректированное значение плотности для пикселя i ; P_i – исходное предсказанное значение для пикселя i ; O_j - общее количество голов скота, зафиксированное в официальной статистике для района j ; $\sum P_j$ -сумма всех предсказанных значений пикселей внутри района j . Масштабирование обеспечивает согласование суммарных значений модели с официальной статистикой по каждому району. Некорректные значения, возникающие при масштабировании, были приведены к нулю. Значения, превышающие верхний квартиль распределения в пределах района (экстремальные выбросы), были обрезаны (обрезка по пороговому значению). Это обеспечило реалистичное пространственное распределение, исключило искажения, связанные с переобучением модели, и повысило достоверность карт для прикладного использования.

Данные значения, полученные в результате моделирования, были приведены в соответствие с официальными данными, что обеспечило точность распределения скота в пространственном выражении и возможность дальнейшего анализа тенденций.

Все результаты представлены в виде растров с пространственным разрешением 1 км² и временным охватом 2000-2019 гг. База данных доступна для свободного скачивания в репозитории figshare, что делает её полезной для дальнейших исследований, планирования пастбищной нагрузки и оценки устойчивости агроэкосистем.

Результаты и обсуждение

В результате применения модели RF были получены высокоточные оценки пространственно-временного распределения плотности овцы и козы (МРС) и лошадей по территории Казахстана с пространственным разрешением 1 км² за период 2000-2019 гг. На этапе валидации модели использовались различные сочетания пропорций обучающей и тестовой выборок (70:30, 80:20, 90:10), а также буферные расстояния от населённых пунктов (0, 2, 5 и 10 км).

Таблица 2 – Оценка точности модели RF при прогнозировании плотности МРС в 2015 году

Расстояние буфера	Кросс-валидация			Независимое тестирование		
	RMSE	R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE
Те же точки						
70–30	70	0.49	17.29	84.17	0.48	20.93
80–20	65.3	0.59	16.74	87.21	0.29	19.29
90–10	68.96	0.63	17.08	50.29	0.21	14
Буфер 2 км						
70–30	52.22	0.51	13.4	62.96	0.7	12.35
80–20	61.09	0.51	14.46	22.98	0.59	8.65
90–10	57.13	0.54	13.13	20.33	0.68	8.38
Буфер 5 км						
70–30	49.55	0.6	11.26	30.2	0.33	7.09
80–20	45.63	0.62	9.9	35.77	0.25	7.9
90–10	44.07	0.6	9.3	35.67	0.38	7.22
Буфер 10 км						
70–30	21.11	0.62	5.84	11.13	0.79	4.74
80–20	19.45	0.67	5.4	12.68	0.73	4.94
90–10	17.53	0.76	4.87	11.75	0.82	4.74

Оценка точности проводилась с использованием метрик RMSE, MAE и R² – как для независимого теста, так и для кросс-валидации. Наилучшие результаты были достигнуты при буферном расстоянии 10 км и соотношении обучающей и тестовой выборок 90:10: в этом случае наблюдались минимальные значения RMSE и MAE, а также максимальное значение

R2, что указывает на высокую достоверность модели (таблица 2). Данные параметры были использованы для последующего моделирования плотности скота по всей территории страны во всех исследуемых годах.

Построенные карты показали устойчивые пространственные различия в размещении скота. Наибольшие значения плотности как мелкого рогатого скота, так и лошадей приходится на юг и юго-восток страны, в частности на Туркестанскую, Жамбылскую и Алматинскую области. Средняя плотность отмечена в Северо-Казахстанской, Акмолинской и Западно-Казахстанской областях. Эти данные визуализированы на рисунке 3, где отчётливо видно, что плотность животных тесно связана с размещением населённых пунктов. На рисунке 4 представлена карта плотности МРС за 2015 год, рассчитанная на основе модели RF с оптимальными параметрами. Чёрные рамки обозначают шесть демонстрационных зон с увеличенными участками, отражающими характерные пространственные закономерности.

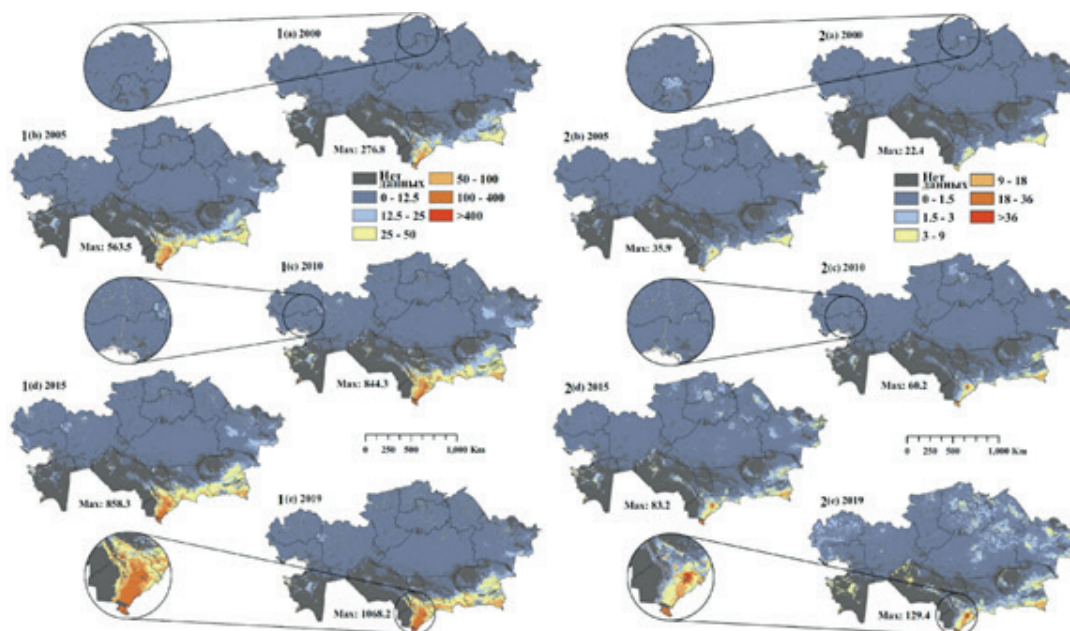


Рисунок 3 – Пространственное распределение оценочной плотности МРС (1а–1е) и лошадей (2а–2е) в Казахстане за 2000-2019 гг.

Красные рамки демонстрируют положение 7234 населённых пунктов, данные о которых были получены и откорректированы на основе различных геоинформационных источников – OSM, Bing, Google, Yandex, национальных переписей, административных карт и Wikipedia.

Анализ пространственно-временных тенденций с использованием критерия Манна–Кендалла и наклона Сенна выявил устойчивый рост плотности скота на большей части территории Казахстана в период с 2000 по 2019 год, особенно в южных (Туркестанская, Жамбылская) и северо-восточных (Павлодарская, Северо-Казахстанская, Акмолинская) областях. На рисунке 5 показаны значения коэффициента Тау Кендалла и уклона Сенна для МРС и лошадей. Отдельные локальные участки со слабо выраженными отрицательными трендами были зафиксированы в Карагандинской, Кызылординской, Алматинской и Актюбинской областях.

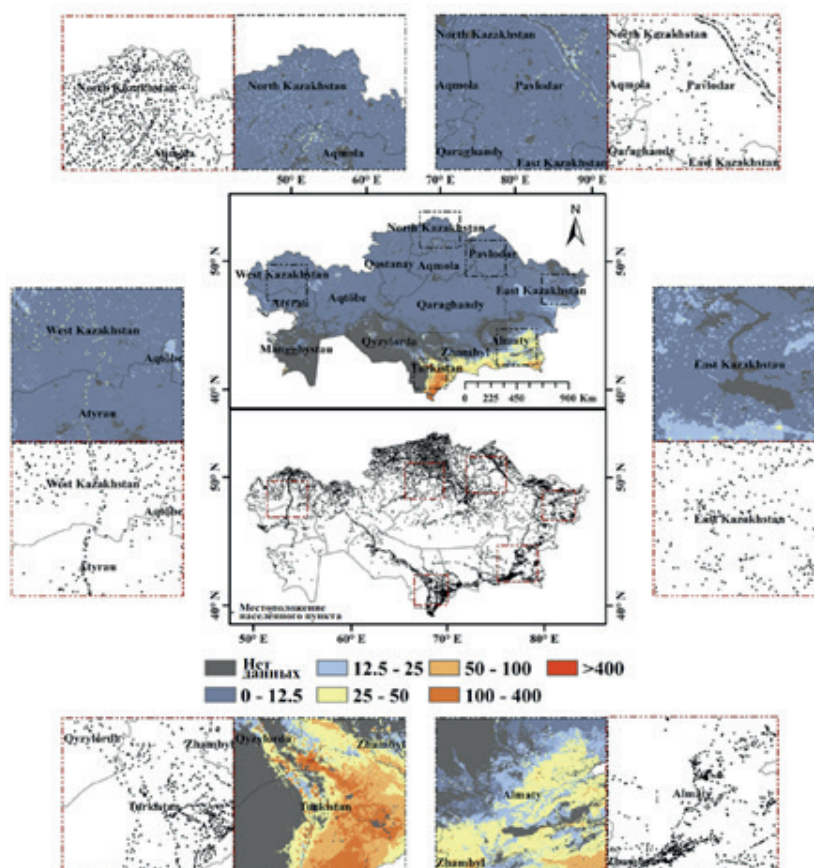


Рисунок 4 –Пространственное распределение оценочной плотности MPC в Казахстане за 2015 год по модели RF (вариант 90:10, буфер 10 км)

Такие зоны могут указывать на локальное сокращение пастбищной нагрузки или особенности ведения хозяйства. Для проверки достоверности полученных результатов модели плотности скота (LSKD) были сопоставлены с данными GLW за 2010 и 2015 годы, а также с картами интенсивности выпаса (off-take rate). Несмотря на совпадение общей пространственной структуры (с наибольшей плотностью в южных и юго-восточных регионах), модель продемонстрировала значительно более высокие значения плотности скота по сравнению с GLW. Например, максимальная плотность MPC по нашей модели составила 844,3 голов/км² (2010) и 858,3 голов/км² (2015), тогда как в GLW эти значения составили всего 167,5 и 164,6 голов/км² соответственно. Аналогично, для лошадей предельные значения в нашей модели достигали 60,2 (2010) и 83,2 (2015) голов/км², в то время как в GLW – только 7,4 и 6,6 голов/км² соответственно.

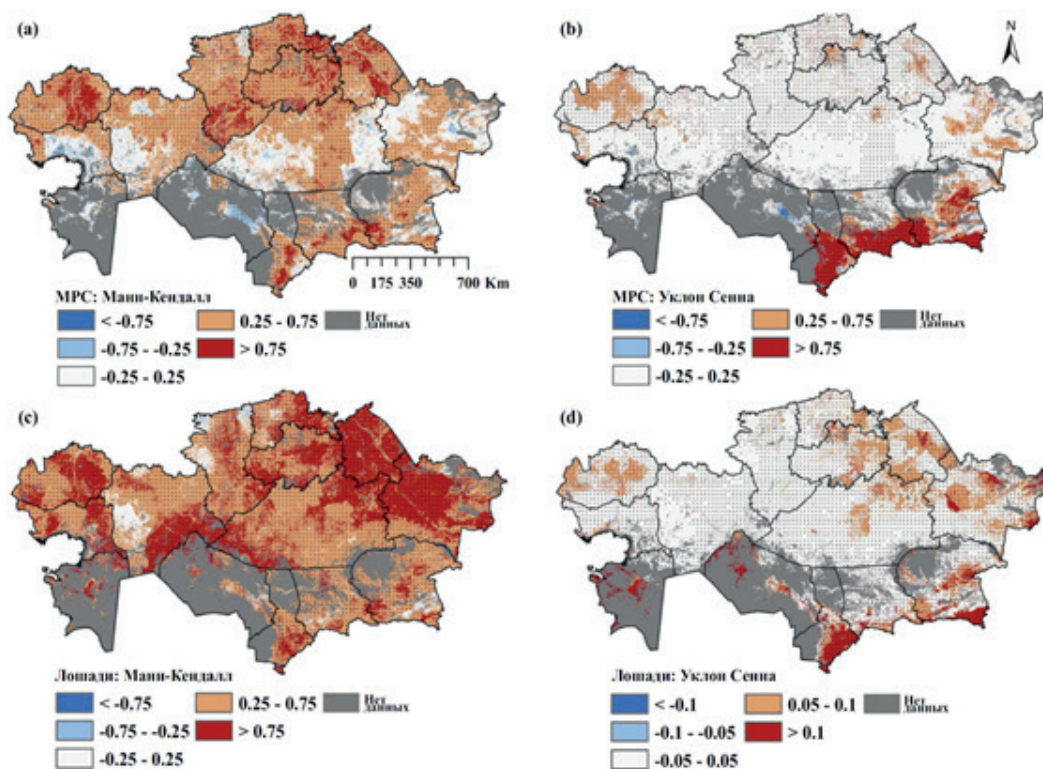


Рисунок 5 – Пространственное распределение коэффициента Тау Кендалла и уклон Сенна для MPC (a, b) и лошадей (c, d) за 2000–2019 гг. Точки показывают статистически значимые изменения ($p < 0.05$)

Это различие связано с тем, что в GLW использовались агрегированные данные первого уровня (областного), что ограничивает пространственную точность и приводит к заниженной оценке в условиях высокой неоднородности размещения скота. В отличие от GLW, предложенная модель учитывает районные данные и пространственные особенности на основе социально-экологических факторов, что обеспечивает более точное и детализированное распределение. Дополнительная валидация с помощью карт относительной нагрузки на пастбища (RSD) и данных о размещении ферм [7] подтверждает достоверность модели. Выявленные кластеры высокой плотности совпадают с регионами интенсивного животноводства и агропастбищной системы, тогда как зоны со средней плотностью соответствуют обработанным землям на севере и юге страны.

Особое внимание уделено влиянию социально-экологических факторов (SES). Наибольший вклад в прогнозирование плотности скота внесли: температура, плотность населения, расстояние до поселений, дефицит парциального давления пара, солнечная радиация и ночное освещение. Модель показала, что увеличение плотности населения и уменьшение расстояния до населённых пунктов коррелируют с ростом плотности скота. Кроме того, высокие уровни осадков и снежного покрова, наряду с умеренными температурами, способствуют лучшему обеспечению кормами.

Несмотря на высокую точность, модель имеет ряд ограничений: использовались усреднённые годовые данные без учёта сезонных миграций; местоположение скотоводческих хозяйств аппроксимировано по населённым пунктам; и не учитывались рабочие колодцы и временные базы, которые активно использовались в советский период.

Тем не менее, предложенный подход и разработанная база данных имеют значительный потенциал. Они могут быть использованы в целях устойчивого управления пастбищами, планирования водных и кормовых ресурсов, прогнозирования экологических рисков, а также при разработке национальных стратегий по сельскому хозяйству. В будущем рекомендуется расширить использование других алгоритмов машинного обучения, учитывать сезонность и различать типы хозяйств (аграрные, частные, личные), что позволит получить более полную картину плотности и распределения скота по стране.

Заключение

Настоящее исследование представляет собой первую попытку построения высокоточной, пространственно-временной базы данных плотности МРС и лошадей (LSKD) в Казахстане с разрешением 1 км² за период 2000-2019 годов. Используя модель RF и 13 социально-экологических предикторов, авторам удалось смоделировать и валидировать годовые карты плотности скота, отражающие реальную динамику животноводства в стране.

Результаты показали устойчивый рост численности скота по всей территории Казахстана, особенно в южных и юго-восточных регионах (Туркестанская, Жамбылская, Алматинская области), а также в ряде северных и западных регионов. Выявлены пространственные «горячие точки» высокой плотности скота, как правило, приуроченные к населенным пунктам, что подтверждает связь между плотностью населения, инфраструктурой и размещением скотоводческих хозяйств.

Трендовый анализ (Mann-Kendall и уклон Сенна) подтвердил значимые положительные тенденции в распределении плотности скота, а важнейшими факторами, влияющими на распределение LSKD, оказались температура, плотность населения, расстояние до населённых пунктов, уровень освещённости в ночное время и дефицит парциального давления пара.

Несмотря на определённые ограничения – отсутствие сезонной детализации, недоступность данных по фермам и колодцам, использование поселений в качестве прокси – полученные карты и методика являются важным вкладом в устойчивое управление пастбищными ресурсами Казахстана. Они могут быть использованы для оценки кормовой нагрузки, планирования водопользования, расчёта выбросов парниковых газов, зоосанитарного анализа и выработки государственной аграрной политики.

Дополнительно следует отметить, что дальнейшее улучшение точности пространственного моделирования может быть достигнуто за счёт использования официальных национальных источников данных. В частности, в Республике Казахстан накапливаются архивные материалы спутникового мониторинга пастбищ, проводимого АО НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», а также функционирует информационная система «Идентификация сельскохозяйственных животных» (ИС ИСЖ), администрируемая Министерством сельского хозяйства. Подключение этих ресурсов - при наличии доступа - позволит значительно повысить пространственную детализацию и актуальность моделей.

Таким образом, предложенная база данных и методологический подход обладают высокой воспроизводимостью и могут быть адаптированы для других регионов с аналогичной агроэкологической структурой. Они также обеспечивают научную основу для дальнейших междисциплинарных исследований в области сельского хозяйства, экологии, геоинформатики и продовольственной безопасности, а также могут быть полезны ветеринарным службам, сотрудникам научных институтов и специалистам в области дистанционного зондирования Земли.

Вклад авторов

МК: инициация исследования, адаптация оригинальной англоязычной статьи, подготовка русскоязычного текста, редактирование рукописи. ВК: разработка методологии, построение модели Random Forest, анализ данных, создание карт плотности. РД: пространственный анализ, статистическая обработка данных, участие в написании оригинальной версии статьи. ДЧ: интерпретация результатов, участие в обсуждении, проверка корректности расчетов. НН: картографическая визуализация и геоданные. АА: редакторская помощь, оформление статьи в соответствии с требованиями журнала.

Список литературы

1 1 Zhu, S., Chen, X., Zhang, C., Fang, X., Cao, L. (2022). Carbon variation of dry grasslands in Central Asia in response to climate controls and grazing appropriation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(21), 32205-32219. DOI: 10.1007/s11356-022-18542-2.

- 2 Муталипова, КК. (2024). Деградация пастбищных угодий в Республике Казахстан: причины и последствия. *Проблемы агрорынка*, 4, 245-254. DOI: 10.46666/2024-4.2708-9991.22.
- 3 Akhmedenov, K., Sergaliev, N., Makhambetov, M., Sergeyeva, A., Saparov, K., Izimova, R., Turgumbaev, A., Iskaliev, D. (2025). Integrated assessment of pasture ecosystem degradation processes in arid zones: A case study of Atyrau Region, Kazakhstan. *Sustainability*, 17(19), 8869. DOI: 10.3390/su17198869.
- 4 Бюро национальной статистики. (н.д.). (2024). *Публикации о сельском, лесном, охотничьем и рыбном хозяйстве*. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/340937/>
- 5 Inform.kz. (н.д.). (2024). *Казахстанское коневодство зашло в тупик*. <https://www.inform.kz/ru/kazahstanskoe-konevodstvo-zashlo-vtupik-3f4ad1>
- 6 Kolluru, V., John, R., Saraf, S., Chen, J., Hankerson, B., Robinson, S., Kussainova, M., Jain, H. (2023). Gridded livestock density database and spatial trends for Kazakhstan. *Scientific Data*, 10(1), 839. DOI:10.1038/s41597-023-02736-5.
- 7 Figshare. (2023). *Livestock density modeling code and data repository*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23528232>
- 8 Schettino, DN, Giannelli, C., Bosco-Lauth, AM, et al. (2021). Risk for African swine fever introduction into Kazakhstan. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1-11. DOI:10.3389/fvets.2021.755558.

References

- 1 Zhu, S., Chen, X., Zhang, C., Fang, X., Cao, L. (2022). Carbon variation of dry grasslands in Central Asia in response to climate controls and grazing appropriation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(21), 32205-32219. DOI:10.1007/s11356-022-18542-2.
- 2 Mutalipova, KK. (2024). Degradaciya pastbishchnykh ugodiy v Respublike Kazakhstan: prichiny i posledstviya. *Problemy agrorynka*, 4, 245-254. DOI:10.46666/2024-4.2708-9991.22.
- 3 Akhmedenov, K., Sergaliev, N., Makhambetov, M., Sergeyeva, A., Saparov, K., Izimova, R., Turgumbaev, A., Iskaliev, D. (2025). Integrated assessment of pasture ecosystem degradation processes in arid zones: A case study of Atyrau Region, Kazakhstan. *Sustainability*, 17(19), 8869. DOI:10.3390/su17198869.
- 4 Byuro natsionalnoy statistiki. (n.d.). (2024). *Publikatsii o selskom, lesnom, okhotniche i rybnom khozyaystve*. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/340937/>
- 5 Inform.kz. (c.d.). (2024). *Kazahstanskoe konevodstvo zashlo v tupik*. <https://www.inform.kz/ru/kazahstanskoe-konevodstvo-zashlo-vtupik-3f4ad1>
- 6 Kolluru, V., John, R., Saraf, S., Chen, J., Hankerson, B., Robinson, S., Kussainova, M., Jain, H. (2023). Gridded livestock density database and spatial trends for Kazakhstan. *Scientific Data*, 10(1), 839. DOI:10.1038/s41597-023-02736-5.
- 7 Figshare. (2023). *Livestock density modeling code and data repository*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23528232>
- 8 Schettino, DN, Giannelli, C., Bosco-Lauth, AM, et al. (2021). Risk for African swine fever introduction into Kazakhstan. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1-11. DOI:10.3389/fvets.2021.755558.

Машиналық оқыту негізінде Қазақстандағы жайылымдық мал тығыздығының кеңістіктік-уақыттық таралуын модельдеу

Кусаинова М.Д., Коллуру В., Джон Р., Чен Дж., Нұрғали Н.Д., Жаппарова А.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстан – Орталық Азиядағы ең ірі жайылымдық қорлардың біріне ие ел, алайда бұл аумақтарды тиімді басқару малдың орналасуына қатысты кеңістіктік тұрғыда нақтыланған деректердің жетіспеушілігінен қиындық туғызуда. Ұсақ мүйізді мал мен

жылқылар санының өсуі, сондай-ақ жайылым экожүйелеріне түсетін қысым мониторингтің жаңа тәсілдерін талап етеді. Зерттеудің мақсаты – 2000-2019 жылдар аралығында Қазақстан аумағында жайылымдық мал тығыздығының кеңістіктік-уақыттық таралуын 1 км² жоғары ажыратымдылықпен Random Forest алгоритмін қолдана отырып модельдеу.

Материалдар мен әдістер. Бастапқы дерек ретінде қой, ешкі және жылқылардың аудандық деңгейдегі ресми статистикалық көрсеткіштері, сондай-ақ 13 әлеуметтік-экологиялық фактор пайдаланылды. Random Forest алгоритмі жыл сайынғы мал тығыздығы карталарын құру үшін қолданылды. Кеңістіктік айнымалылар климаттық, өсімдік жамылғысы, демографиялық және инфрақұрылымдық сипаттамаларды қамтыды. Модельді валидациялау үшін R², RMSE және MAE көрсеткіштері әртүрлі оқыту және тестілеу жиынтықтары конфигурацияларымен есептелді.

Нәтижелер. Мал тығыздығының дәл карталары әзірленіп, жайылымдық жүктеменің «ыстық нүктелері» Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында анықталды. Ең жоғары дәлдік 10 км буфер мен 90:10 пропорциялы үлгілеу кезінде байқалды. Манн-Кендалл және Сен еңістігі әдістері бойынша мал тығыздығының өсу үрдістері анықталды.

Қорытынды. Алынған кеңістіктік-уақыттық деректер жайылымдарды басқару, аграрлық саясат, экологиялық мониторинг және ветеринарлық жоспарлау салаларында қолдануға жарамды. Өзірленген әдістеме ұқсас жағдайдағы басқа аймақтарға бейімделе алады.

Кілт сөздер: кеңістіктік модельдеу; мал шаруашылығы; машиналық оқыту; Қазақстан; жайылымдар; ГИС.

Modeling the Spatiotemporal Distribution of Livestock Grazing Density in Kazakhstan Using Machine Learning

Maira D. Kussainova, Venkatesh Kolluru, Ranjeet John, Jiquan Chen, Nursultan D. Nurgali,
Aigul A. Zhapparova

Abstract

Background and Aim. Kazakhstan possesses one of the largest pasture resources in Central Asia, yet effective management of these lands is hindered by the lack of spatially detailed livestock distribution data. The growth in the number of small ruminants and horses, along with increased pressure on pasture ecosystems, necessitates new monitoring approaches. The objective of this study is to model the spatiotemporal distribution of pasture livestock density in Kazakhstan from 2000 to 2019 at a high spatial resolution (1 km²) using the Random Forest algorithm.

Materials and Methods. District-level livestock statistics for sheep, goats, and horses were used along with 13 socio-ecological variables. The Random Forest algorithm was applied to generate annual livestock density maps. Spatial variables include climatic, vegetative, demographic, and infrastructural factors. Model validation was performed using R², RMSE, and MAE metrics with various training and testing sample configurations.

Results. Accurate livestock density maps were developed, and “hotspots” of pasture pressure were identified in the southern and southeastern regions of Kazakhstan. The model with a 10 km buffer and 90:10 data split showed the highest accuracy. Significant increasing trends in livestock density were revealed using Mann-Kendall trend test and Sen’s slope.

Conclusion. The resulting spatiotemporal data can be applied in pasture management, agricultural policy, ecological monitoring, and veterinary planning. The developed methodology can be adapted for other regions with similar conditions.

Keywords: spatial modeling; livestock; machine learning; Kazakhstan; pastures; GIS.

**С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ғылым жаршысы: пәнаралық
(С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық)**

АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НҰСҚАУЛЫҚ

ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы рецензияланған түпнұсқа мақалалар мен тақырыптық шолуларды келесі бағыттар бойынша жариялайды:

- Ауыл шаруашылығы ғылымдары;
- Биология ғылымдары;
- Техника ғылымдары;
- Гуманитария ғылымдары;
- Экономика ғылымдары.

Журнал Ғылыми қызметтің нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын басылымдар тізбесіне ауыл шаруашылығы ғылымдары бойынша екінші деңгейлі ғылыми басылым болып енгізілген.

Басылым тілі – қазақ, орыс, ағылшын тілі.

Мақалаларды жариялау ақылы негізде жүзеге асырылады. Төлем бірінші (корреспондент) автордың жұмыс орны бойынша есептеледі.

Қолжазбаны тапсыру Open Journal System онлайн платформасы арқылы жүзеге асырылады.

Қолжазбаны жібермес бұрын <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сілтемесі арқылы автор ретінде тіркеліп, қолжазбаны жүктеп салу қажет.

Авторды тіркеуге арналған бейне-нұсқаулық қосымшада берілген <https://www.youtube.com/watch?v=UeZlKY4bozg>.

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы екі рет беймәлім (жасырын) рецензияны пайдаланады, яғни рецензия беруші мен автордың жеке басы барлық рецензиялау процесінің кезеңдері аяқталғанға дейін әшкерленбейтін болады. Рецензенттерге жіберер алдында қолжазбалар журнал талаптарына сәйкестігін тексеру үшін редакцияның алдын ала тексеруінен өтеді.

Қолжазбалар плагиатқа қарсы Антиплагиат лицензиялық жүйесінде тексеріледі және мәтіннің 70%-дан кем емес түпнұсқалығымен қабылданады. Әрі қарай зерттеудің жаңалығы, зерттеу нәтижелерінің жаңғыртылатындығы, нәтижелердің түпнұсқалығы, қолжазбаның құрылымы мен форматына сәйкестігі, қорытындылардың маңыздылығы сияқты критерийлер тексеріледі.

Көрсетілген критерийлерге сәйкес келмейтін қолжазбалар бұл кезеңде қараусыз қабылданбайды.

АВТОРЛАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналына қолжазбаны ұсыну арқылы автор(лар) қолжазбаның түпнұсқа жұмыс екеніне және оның бұрын жарияланбағанына немесе қазіргі уақытта басқа журналдарда жариялау қарастырылмағанына кепілдік береді. Сондай-ақ авторлар басқалардың идеялары мен сөздерінің тиісті атрибуция және/немесе тиісті дәйексөз арқылы дұрыс мойындалуын қамтамасыз етеді. Нәтижелерді бұрмалауға және қолжазбаны қабылдамауға немесе жарияланған мақаланы қайтарып алуға әкелетін қасақана дәйексіз мәлімдемелерге жол берілмейді.

Авторлардың аты-жөні қолжазбада мақалаға қосқан үлестерінің ретімен көрсетілуі керек. Тек қолжазбаны зерттеуге және дайындауға елеулі үлес қосқан тұлғалар авторлар қатарына қосылуы керек. Мақаланың соңындағы «Алғыс» бөлімінде жұмысты аяқтауға көмектескендерге, сондай-ақ зерттеуді қаржыландырған ұйымдарға алғыс айтылады.

Тиісті автор барлық бірлескен авторлардың мақаланың соңғы нұсқасын оқып, мақұлдағанын және оны жариялауға келісімін беруі керек. Қолжазбаның барлық авторлары жіберілген ақпарат үшін жауапты. Журнал алдын ала қабылданғаннан кейін авторлық өзгерістер енгізуге жол бермейді.

РЕЦЕНЗЕНТТЕРДІҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

Рецензенттер келесі сілтеме арқылы журналдың веб-сайтында рецензент ретінде тіркелуі керек:

<http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register>.

Рецензия екі апта ішінде тапсырылуы керек. Қолжазбада сипатталған идеялар мен гипотезалар құпия сақталуы керек және жеке мақсаттарда пайдаланылмауы қажет.

Жұмыстың нәтижелерін басқа әріптестермен талқылауға немесе ғылыми семинарларды өткізуде, дәрістер оқығанда немесе ғылыми конференцияларда баяндамалар жасағанда пайдалануға болмайды.

Рецензенттер өз пікірлерін анық білдіріп, өз пікірлерін түсіндіре отырып, негіздеп, қолжазбаны бағалауда мүмкіндігінше әділетті болуы талап етіледі. Рецензенттің жұмысты жақсарту бойынша ұсыныстары мен кеңестері, егер ол жариялаудан бас тарту туралы шешім қабылдаса да құпталады.

Рецензенттер жұмыстың жаңалығына және/немесе өзіндік ерекшелігіне, қолжазба мен жарияланған басқа мақалалардың ұқсастығының жоқтығына, қарастырылып отырған тақырыпқа (мәселеге) қатысты мақалаларды келтірген автор(лар)дың толықтығы мен дұрыстығына назар аударғаны абзал.

ЭТИКАЛЫҚ БЕКІТУ

Жануарларды пайдалану арқылы іске асырылатын эксперименттер Халықаралық жануарлар этикасы комитеті немесе институционалдық этика комитеті белгілеген қағидаттарға сәйкес және жергілікті заңдар мен ережелерге сәйкес жүргізілуі керек.

Жануарларды пайдаланатын зерттеулер жергілікті этика комитетінің рұқсатын алып, оған «Материалдар мен әдістер» бөлімінде сілтеме жасалуы керек («Мал шаруашылығы» бағыты бойынша берілетін мақалалардың қолжазбалары үшін).

ҚАБЫЛДАНАТЫН ҚОЛЖАЗБА ТҮРЛЕРІ

- Түпнұсқа мақалалар.
- Шолу мақалалары.

Түпнұсқа және шолу мақалаларының көлемі, аннотация мен пайдаланылған әдебиеттер тізімін қоспағанда, бос орынсыз тиісінше 11 000 және 20 000 таңбадан кем болмауы керек. Қолжазбада шығармаға қатысы жоқ мәтін, иллюстрациялар немесе кестелер болмауы керек.

ҚОЛЖАЗБА ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ФОРМАТЫ

Қолжазбаның құрылымы мен пішімін білу үшін <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сайтындағы соңғы мақалалар мен қолжазба үлгілерін қараңыз (қолжазба үлгісін жүктеп алыңыз <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/54>)

- Мәтінді келесі жиектер өлшемдерін сақтай отырып басып шығару керек: жоғарғы және төменгі – 2 см, сол және оң – 2 см. Туралау – ені бойынша (автоматты дефиспен). ЭОЖ парақтың жоғарғы сол жақ бұрышында көрсетілген.

- Қолжазба Times New Roman 12 шрифтпен, бір жарым аралық интервалмен, MS Word 2010 бағдарламасында терілуі керек.

- Бүкіл мәтін бойынша жолдар нөмірленуі керек.

- Тақырып сипаттамалы және тым ұзақ болмауы керек.

Авторлардың толық аты-жөні мен ORCID, ұйымның атауы және электрондық поштасы көрсетілген титулдық парақ бөлек беріледі (**қолжазбаның титулдық үлгісін жүктеп алыңыз**) <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/51>

Аннотацияның құрылымы келесідей болуы керек: «Негізі және мақсаты», «Материалдар мен әдістер», «Нәтиже» және «Қорытынды»; Аннотацияның көлемі 300 сөзден аспауы керек.

- **Кілт сөздер:** нүктелі үтірмен және жекеше түрде беріледі (4-6 сөз және сөз тіркесі). Аннотация мен кілт сөздер мақаланың соңында екі тілде келтіріледі.

- **Кіріспе қазіргі** әдебиеттерге шолу негізінде тақырыптың немесе мәселенің өзектілігін қысқаша сипаттау, жұмыстың жаңалығын көрсете отырып, мақсаттың маңыздылығын негіздеу.

- **Материалдар мен әдістер** ұсынылған әдістер қайталанатын болуы керек; әдістемелік ерекшеліктеріне бармай-ақ әдістерге қысқаша сипаттама беру; стандартты әдістер дереккөздерге сілтеме қажет; жаңа әдісті пайдаланған кезде толық сипаттама қажет.

- **Нәтижелер және талқылау** кестелер, графиктер және/немесе суреттер арқылы алынған нәтижелердің талдауы; алынған мәліметтердің статистикалық өңдеуі; жұмыстың ең маңызды нәтижелерінің қысқаша сипаттамасы және алынған мәліметтерді басқа зерттеулердің нәтижелерімен салыстыруы; үлгілерді және/немесе қайшылықтарды анықтауы бойынша ақпарат беріледі.

- **Қорытынды** зерттелетін тақырып (мәселе) бойынша қорытынды(лар)ды сипаттау және одан әрі зерттеуді анықтау.

- **Автордың үлестері, алғыстары** қолжазбаға ол жариялауға қабылданғаннан кейін қосылады. Авторлық үлестер: әр автордың қосқан үлесі туралы қысқаша мәлімет береді.

Қаржыландыру туралы ақпарат: жұмыстың қаржыландырылғаны туралы ақпарат беріледі.

- **Әдебиеттер тізімі:** түпнұсқа және шолу мақалаларында соңғы 10 жылда жарияланған дереккөздер сәйкесінше кемінде 40% және 50% болуы керек. Әдебиеттер тізімінде **ғылыми баяндамаларға, диссертацияларға және конференция материалдарының жинақтарына сілтемелер болмауы керек.**

- Мәтіндегі сілтемелер төртбұрышты жақшада [1], [1,2,3] берілуі керек. Анықтамалық нөмір 1 санынан басталып, кіріспе бөлімінен жалғасуы керек. Әдебиеттер тізімі APA (<https://www.bibme.org/citation-guide/APA/book/>) бойынша DOI (бар болса) көрсете отырып дайындалуы керек.

Библиография APA бойынша бірінші тізімде түпнұсқадағы түрінде, екінші тізімде сілтеме <http://translit-online.ru/> бойынша транслитерацияланған түрінде сипатталады. Транслитерация ақпарат көзі қазақ немесе орыс тілдерінде жазылған кезінде жасалады, ағылшын тілінде жазылған жағдайда транслитерация өзгеріссіз қалады.

Мысалы,

APA бойынша библиографияны рәсімдеу:

1 Степанов, АС, Асеева, ТА, Дубровин, КН. (2020). Влияние климатических

характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края). *Аграрный вестник Урала*, 1 (192), 10-19.

АРА бойынша библиографияны транслитерациялау:

1 Stepanov, AS, Aseeva, TA, Dubrovin, KN. (2020). Vlijanie klimaticheskih harakteristik i znachenij vegetacionnogo indeksa NDVI na urozhajnost' soi (na primere rajonov Primorskogo kraja). *Agrarnyj vestnik Urala* [In Russ], 1 (192), 10-19.

ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ ТЕРМИНДЕР

Қысқартулар қандай да бір терминді алғаш қолданған кезде оның толық атауы көрсетілуі ал жақшаның ішінде аббревиатурасы келтіріледі.

Микроорганизмдер, өсімдіктер және зоологиялық атаулар курсивпен жазылуы қажет.

ӨЛШЕМ БІРЛІКТЕРІ, СИМВОЛДАР, КЕСТЕЛЕР, ИЛЛЮСТРАЦИЯЛАР ЖӘНЕ ФОРМУЛАЛАР

Өлшем бірліктері SI жүйесіне сәйкес көрсетілуі керек. $\times$, μ , η немесе v сияқты белгілер пайдаланылса, оларды Word бағдарламасының Times New Roman тіліндегі таңбалар мәзірі арқылы қосу керек.

Таңбалар ($^{\circ}$) немесе ($\times$) сияқты таңбалар таңбалар мәзірінде қолданылуы керек және үстіңгі әріптермен көрсетілмеуі керек: «о» немесе «х». Сандар мен өлшем бірліктері (мысалы, 3 кг) және сандар мен математикалық таңбалар (+, -, $\times$, =, <, >) арасында бос орындар енгізілуі керек, бірақ сандар мен пайыздық таңбалардың (мысалы, 45%) арасына емес.

Кестені бірінші ескерту мәтінінен кейін бірден орналастыру керек. Қолжазбадағы барлық кестелерде олардың нөмірлерін көрсететін сілтемелер болуы керек (мысалы, 1-кесте; 2-кесте және т.б.). Кестенің тақырыбы оның мазмұнын көрсетуі, дәл және қысқа болуы керек. Атын кестенің үстінде, шегініссіз қою керек (мысалы, 1-кесте – *E. granulosus protoscolex* жұқтырған жануарлардың гематологиялық көрсеткіштері). Кестенің аты соңында нүктесіз беріледі. Егер кесте атауы екі немесе одан да көп жолды алып жатса, онда оны бір жол аралығымен жазу керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Иллюстрациялар (сызбалар, диаграммалар, диаграммалар, фотосуреттер және т.б.) бірінші айтылған кезде мәтіннен кейін бірден орналастырылуы керек. Қолжазбадағы барлық иллюстрацияларға сілтеме болуы керек. Сілтеме жасау кезінде сіз «фигура» сөзін және оның нөмірін жазуыңыз керек, мысалы: «2-суретке сәйкес» және т.б. Фигуралардың тақырыбы суреттің ортасына туралау арқылы тікелей суреттің астына жазылуы керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Формулалар. Қарапайым жолды және бір жолды формулаларды арнайы редакторларды қолданбай таңбалармен теру керек (Symbol, GreekMathSymbols, Math-PS, Math A Mathematica BTT шрифттерінің арнайы таңбаларын пайдалануға рұқсат етіледі). Күрделі және көп жолды формулалар толығымен Microsoft Equation 2.0, 3.0 формула редакторында терілуі керек. Формуланың бір бөлігін таңбалармен, ал бөлігін формула редакторында теруге рұқсат етілмейді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Әрбір мақалада библиографиялық сілтемелер болуы керек. Келтірілген мақала жарияланған журналдың атауы қысқартылған атау ретінде тиісті журналдың мұқабасынан, сондай-ақ сілтеме арқылы көрсетілуі керек: www.journalseek.net немесе басқа расталған тізімнен. Журналдың тақырыбы курсивпен жазылуы керек.

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ БАРЫСЫН БАҚЫЛАУ

Корреспондент автор ұсынған қолжазбаның қаралу барысын өз есептік жазбасынан бақылай алады. Сонымен қатар, ол жүйемен жасалған электрондық поштаны алады (Сәйкестігі бар мәтіндік құжатты тексеру нәтижелері туралы анықтама; редакцияның және/немесе рецензенттердің түсініктемелері бар хат; қолжазбаны қабылдау және/немесе қабылдамау туралы журнал редакциясының хаты және т. б.).

ҚОЛЖАЗБАНЫ РЕЦЕНЗИЯЛАУ, МӘТІНДІ ДЕРЕКТЕУ ЖӘНЕ МАҚАЛАЛАРДЫ ЖАРИЯЛАУ

Қолжазба рецензиясы. Сарапшылар *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналы сайтына пікірлерін жібергеннен кейін автор электрондық хат алады. Редактор рецензенттердің пікірлерін тексереді және оларды тиісті авторға қосымша түсініктемелері бар немесе онсыз жібереді. Тиісті автор 4 апта ішінде редакторлардың және/немесе рецензенттердің пікірлері негізінде өңделген қолжазбаны ұсынуы керек. Тиісті авторға көбірек уақыт қажет болса, ол редактордың рұқсатын алуы керек. Егер автор рецензенттің ескертулерімен келіспесе, ол әрбір пікірге негіздеме хат береді. Әрбір қолжазба бойынша соңғы шешімді бас редактор қабылдайды.

Мәтінді түзету. Автор(лар) қолжазбаның мазмұнына өздері жауапты. Мәтінді түзетуді бақылау авторлармен де, редакторлармен де өңдеудің әр кезеңінен кейін жасалып отыру керек. Редактор мен рецензенттердің барлық түсініктемелері/сұрақтары, сондай-ақ корреспондент автордың түзетулері мен жауаптары Word бағдарламасындағы рецензиялау функциясын қолдана отырып, қолжазбаның бір мәтінінде жасалу керек.

Басылым. *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналының онлайн және қағаз нұсқасында жарияланған мақалаларға DOI нөмірі (сандық нысан идентификаторы) беріледі.

Жарияланымды төлеу туралы ақпарат

Төлем редакция мақаланы басылымға қабылдағаннан кейін жасалады. «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің ғылым жаршысы» журналында мақалаларды орналастырғаны үшін төлем мөлшері 2022 жылдың № 53-Н бұйрығымен бекітілген:

Пәнаралық сериясында:

1. «Ауыл шаруашылығы ғылымдары» бөлімінде:

- С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 4 000 (төрт мың) теңге/1бет;

- Басқа тарап/ұйымдары үшін – 8 000 (сегіз мың) теңге/1бет;

- Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.

2. «Биология ғылымдары», «Техника ғылымдары», «Гуманитария ғылымдары» және «Экономика ғылымдары» бөлімдері баспасына мақала жариялауға:

- С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 1 000 (бір мың) теңге/1бет;

- Басқа тарап/ұйымдары үшін – 2 000 (екі мың) теңге/1бет;

- Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.

Төлем «Мақаланы жариялау үшін» деген белгімен Халық банкінің кассаларында жүргізіледі. Мақаланы жариялауға оң қорытынды алған авторлар келесі мәліметтер бойынша ақы төлеуі керек.

«С.Сейфуллин ат. ҚАТЗУ» КеАҚ-ның «Қазақстан Халық Банкі» АҚ-дағы
реквизиттері:

БИН 070740004377

ИИК KZ 446010111000037373 KZT БИК HSBKKZKX

Код 16

КНП: 890

Банк: АРФАО No 119900 «Қазақстан Халық Банкі»

Байланыс телефоны: 8 (7172) 31-02-45;

Электрондық пошта: vestnik_katu@kazatu.kz

Мекен-жайы: 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы,

62

Сондай-ақ Kaspi. kz мобильді қосымшасы арқылы (университеттер мен колледждер).

ҚОЛЖАЗБА ҮЛГІСІ

ӘОЖ

Журналға ұсынылған қолжазбаның атауы
(Қолжазбаның атауы бірінші әріпті қоспағанда, кіші әріппен жазылуы керек)

Түйін

Алғышарттар мен мақсат.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер.....

Қорытынды.....(300 сөзден артық емес)

Кілт сөздер:.....(4-6 сөз)

Кіріспе.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер және талқылау.....

Қорытынды.....

Авторлардың қосқан үлесі.....

Қаржыландыру туралы ақпарат.....

Әдебиеттер тізімі

1 Думова, В.В., Мищенко, А.В., Никешина, Т.Б. (2008). Противовирусные антитела в молозиве и молоке коров. *Российский Ветеринарный журнал*, 49, 40-42.

References

1 Dumova, V.V., Mishchenko, A.V., Nikeshina, T.B. (2008). Protivovirusnye antitela v molozive i moloke korov [Antiviral antibodies in colostrum and cow's milk]. *Rossiyskij Veterinarnyj zhurnal* [Russian Veterinary Journal], 49, 40-42.

Название рукописи, представленной в журнал

Фамилия И.О.

Аннотация

Ключевые слова:(4-6 слов)

Title of the manuscript submitted to the Journal

First name P.(if any) Family

Abstract

Key words:(4-6 words)

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ТИТУЛДЫҚ ҮЛГІСІ

ӘОЖ 631. 46: [631.862:636.2]

Микроағзалардың культуралды сүзіндісінің бидай дәнінің өнгіштігі мен дамуына әсері

Науанова А. П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
2«БИО-KATU» ЖШС

³«Республикалық микроағзалар коллекциясы» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{шы} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Ескерту:** «Авторлардың үлесін» белгілеу үшін авторлардың аты-жөнінің қысқартуларын қолдану керек, мысалы:

Авторлардың қосқан үлесі: АН, НШ және АА зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. ММ, АТ және ЗС: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зертеулер BR18574066 «Биотехнология, экология, ауыл шаруашылығы саласындағы биоқауіпсіздік үшін биотехнологиялық маңызы бар өнеркәсіптік микроорганизмдер биобанкін құру» ғылыми-техникалық бағдарламасының 2022-2024 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржылық қолдаумен орындалды.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

УДК 631. 46: [631.862:636.2]

Влияние культуральной вытяжки из микроорганизмов на всхожесть и развитие пшеницы

Науанова А.П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²ТОО «БИО-КАТУ»

³ТОО «Республиканская коллекция микроорганизмов», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Соавторы: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{ий} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Примечание:** для обозначения «Вклада авторов» следует использовать сокращения имен авторов, например:

Вклад авторов

АН, НШ и АА: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ММ, АТ и ЗС: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках программно-целевого финансирования на 2022-2024 годы научно-технической программы BR18574066 «Создание биобанка промышленных микроорганизмов биотехнологического значения для биобезопасности в области биотехнологии, экологии, сельского хозяйства».

SAMPLE TITLE PAGE

UDC 631.46: [631.862:636.2]

Influence of cultural extract from microorganisms on germination and development of wheat

Ainash P. Nauanova¹, Nazymgul Zh. Shumenova², Meruert M. Makenova²,
Asiya Sh. Algozhina¹, Aslan Zh. Temirkhanov³, Zinigul S. Sarmurzina³

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

²LLP «БИО-KATU»,

³LLP "Republican collection of microorganisms", Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Ainash P. Nauanova, nauanova@mail.ru

Co-authors: (1: NSh) nazym.shumenova@mail.ru; (2: MM) m.makenova89@mail.ru
(3: AA) asya.kz@mail.ru; (4: AT) aszhte@gmail.com; (5: ZS) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1st Author: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2nd Author: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3rd Author: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4th Author: <https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

5th Author: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6th Author: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Note:** Abbreviations of author names should be used for “**Authors’ Contributions**”, e.g.:

Authors’ Contributions

AP, NSh and AA: Conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the gathered data and drafted the manuscript. MM, AT and ZS: Conducted the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have read, reviewed, and approved the final manuscript.

Information on funding

The work was carried out with financial support within the framework of program-targeted financing for 2022-2024 of the scientific and technical program BR18574066 "Creation of a biobank of industrial microorganisms of biotechnological importance for biosafety in the field of biotechnology, ecology, agriculture".

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Әжімахан М.Ә., Сүлейман М. А., Хасанов В. Т., Дулат Б., Даирбекова З. К. Коричнево-мраморный клоп (<i>Halyomorpha halys</i> Stal.) – опасный карантинный объект для территории Казахстана.....	4
Кочоров А. С., Утельбаев Е. А., Базарбаев Б. Б., Алдабергенов А.С. Солтүстік Қазақстан аумағында карантинді арамшөптердің фитосанитарлық мониторингісі мен күресу шаралары.....	16
Шакенова Ж.К., Озеранская Н. Л., Унышева Н. К. Ақмола облысының агроэкожүйелерінде ландшафттық-экологиялық тәсілді қамтамасыз етудегі жерге орналастырудың функциясы.....	24
Канапина М.М., Хасанов В.Т., Әжімахан М.Ә., Бейсембина Б. Создание коллекции основных распространённых вирусов картофеля для изучения эффективности методов оздоровления.....	34
Акимжанов Д.Ш., Буршакбаева Л.М., Байбатшинов М.К., Нургожаева Н.М., Ахметжанова Н.А. Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында мекендейтін қарақұйрықтардың қазіргі жағдайы мен сандық динамикасы.....	44
Федоренко Е.Н., Лутченко Ж.И., Артыс А.Ю., Абдуллина В.Ф. Оценка адаптивности линий яровой мягкой пшеницы в условиях Северо-Казахстанской области.....	53
N. A. Kalieva, B. B. Seidapov, K.E. Magzomov, K.T. Abdraitova, A.K. Ubaydullaeva, A. M. Duisebekova Quantifying photosynthetic O ₂ evolution in woody species: a comparative study using portable gas pressure sensing.....	64
Қуанчәлеев Ж.Б., Аубакирова Г.А., Андрущак А.Г., Мусина А.Д., Кищера V., Бадырзлова Н.С. Опыт искусственного воспроизводства пресноводной креветки Розенберга (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>).....	75
Сманов А.Ж., Атакулов Т.А., Kęstutis Romanekas, Ержанова К. Совершенствование аспектов эффективного использования орошаемых земель юго-востока Казахстана.....	87
Куржыкаев Ж., Казтай Н.К., Барина Г. К., Асылбекова А.С., Ахметдинов С. Н., Оразғалиева К.С. «Қарқаралы» МҮТП су айдындарындағы балықтардың қазіргі жағдайын бағалау.....	98
Артыс А.Ю., Федоренко Е.Н., Есимбекова М.А., Абдуллина В.Ф., Тюлендинова С.Т., Моргунов А.И. Изучение генетических ресурсов яровой мягкой пшеницы международного центра СИММИТ для селекции в условиях Северо-Казахстанской области.....	108
Абылкаирова М.М., Дюсибаева Э.Н., Зейнуллина А.Е., Сарбасова Н.А., Рысбекова А.Б. Расширение генетической изменчивости проса обыкновенного на основе внутрисортной гибридизации.....	119
Сайлаубек П.Ж., Карымсаков Т.Н., Кожемжаров Е.С., Халыкова Г.Г., Байсабырова А.А. Результаты исследований взаимосвязи площади мышечного глазка и толщины подкожного жира с живой массой бычков казахской белоголовой и аулиекольской пород.....	129
Атакулов Т.А., Тагаев А.М., Сманов А.Ж. Интенсивные методы борьбы с деградацией сероземной почвы.....	139
Кусаинова М.Д., Коллур В., Джон Р., Чен Дж., Нұрғали Н.Д., Жаппарова А.А. Моделирование пространственно-временного распределения плотности пастбищного скота в Казахстане на основе машинного обучения.....	148

ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

№ 4 (128) 2025

Журнал Қазақстан Республикасы
Мәдениет, ақпарат және спорт министрлігінің
Ақпарат және мұрағат комитетінде тіркелген
(№ 5770-Ж куәлік)
(№ 13279-Ж куәлік)

Құрастырған: Ғылым және инновациялар департаменті

Редакторы: Кокумбекова Н.К.

Техникалық редакторы: Жумабекова М.М.

Компьютерде беттеген: Романенко С.С.

Теруге берілді 3.10.2025; Басуға қол қойылды 30.12.2025; Пішімі 60 x 84¹/₈;
Times New Roman гарнитурасы; Шартты б.т. 10,63; Есептік б.т. 9,86;
Таралымы 300 дана; Тапсырыс № 25089

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу
университетінің баспасында басылды.
010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62 «а»
Анықтама телефондары: (7172) 31-02-45
e-mail:office@kazatu.kz
vestniknauki@bk.ru