

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ:
пәнаралық

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина:
междисциплинарный

№ 3 (127)

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 Адинеевич – 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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ 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 Инь 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. - № 3 (127). - Р.4-13. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1939

УДК 631.5:633.521(574.2) (045)

Исследовательская статья

Математическое обоснование влияния агротехнических приёмов на урожайность масличного льна в условиях Северного Казахстана

Тезекбаева А.Е. , Шестакова Н.А. 

Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Тезекбаева А.Е.: ainash_25.08@mail.ru

Соавтор: (1: НИИ) ninakul23@mail.ru

Получено: 15.04.2025 Принято: 26.09.2025 Опубликовано: 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В условиях Северного Казахстана эффективность возделывания масличного льна во многом зависит от агротехнологических факторов, таких как система минерального питания, сроки посева и другие. Математическое обоснование, отражающее влияние этих факторов на урожайность, позволит оптимизировать технологию возделывания культуры и повысить продуктивность агроценоза в конкретных агроклиматических условиях. Целью исследования является математический и статистический анализ, описывающий зависимость урожайности масличного льна от ключевых агротехнологических параметров.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» (далее - СК СХОС) в 2023-2024 гг. Эксперимент включал различные варианты минерального питания и два варианта сроков посева. В качестве метода обработки данных применялся дисперсионный анализ (ANOVA) и многомерная регрессионная модель. Построение тепловой карты корреляции позволит наиболее точно указать, какие элементы структуры вносят наибольший вклад в формирование конечного урожая.

Результаты. Оптимальный уровень питания в сочетании с ранним посевом обеспечил наибольшую урожайность до 16,2 ц/га. Математический анализ позволил с высокой точностью показать зависимость урожайности от условий выращивания, коэффициент детерминации $R^2=0,692$ показал, что модель объясняет около 69% изменчивости урожайности от применения удобрений. Наибольшую связь с урожайностью имеют масса семян с 1 м² ($r=0,76$) и масса 1000 семян ($r=0,72$).

Закключение. Математическое обоснование опытов может быть использовано для выявления связей влияния конкретных агротехнических приёмов на урожайность при возделывании масличного льна в Северном Казахстане. Полученные результаты способствуют повышению эффективности возделывания культуры и позволяют рекомендовать фермерам наиболее продуктивные стратегии ведения хозяйства.

Ключевые слова: лен масличный; срок посева; минеральные удобрения; математическое моделирование; статистическая обработка.

Введение

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.) является одной из перспективных культур для сельского хозяйства Северного Казахстана благодаря своей устойчивости к засушливым условиям

и высокой ценности масла [1]. В промышленном направлении применение масличного льна разнообразно, например, в производстве напольного покрытия, красок, мыловарении, чернил для принтеров и др. По этой причине промышленное использование льняного масла потенциально привело к его дорожанию [2]. Несмотря на то, что лён приспосабливается к неблагоприятным условиям окружающей среды и низкой потребности в азоте, что позволяет ему расширять посевные площади в различных агроэкологических условиях, урожайность данной культуры в среднем невысокая [3]. Оптимизация приемов агротехники позволяет повысить урожайность и улучшить качественные показатели продукции. Традиционные методы оценки эффективности агротехнологий часто основаны на эмпирических данных и полевых экспериментах, однако без математического и статистического анализа это лишь набор информации. Математическая обработка полученных многопараметрических данных позволяет научно-обосновать значимость тех или иных приемов, что делает процесс принятия решений более эффективным.

В данном исследовании рассматривается влияние агротехнических приемов на урожайность масличного льна с использованием математического анализа. Применение корреляционно-регрессионного и многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) позволило выявить значимость отдельных агротехнологических факторов и определить их оптимальные комбинации.

Цель исследования при помощи математических расчетов оценить влияние сроков посева и удобрений на урожайность масличного льна в условиях Северного Казахстана. Задачи исследования включали проведение анализа влияния сроков посева, удобрений на урожайность масличного льна, построение тепловой карты корреляции зависимости урожайности от элементов структуры урожая, а также выявление комбинаций оптимальных агротехнических приемов для получения высокой продуктивности льна масличного в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Материалы и методы

Исследование проводилось в условиях Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции (СК СХОС), находящейся в Аккайынском районе Северо-Казахстанской области в 2023-2024 годах. Объект исследования – лён масличный, сорт Кустанайский янтарь. Исследование включало два основных фактора: сроки посева (начало и конец оптимальных для льна масличного) и система удобрений: контроль (без удобрений), P_{90} (аммофос, P_2O_5 52% и N 12%), $P_{90}+NPKS$, $P_{90}+NPKS$ +карбамид. Дополнительно учитывались метеорологические условия (температура воздуха, осадки) в течение вегетационного периода за два года. Полевой эксперимент закладывался в трехкратной повторности по методике *Б.А. Доспехова* (1965) [4]. Учетные площади делянок составляли 40 м². Аммофос вносился с осени под основную обработку почвы, все мероприятия проводились согласно зональной агротехнике. Посев осуществлялся с помощью сеялки СС-11 Альфа с нормой высева 6 млн всхожих семян на га. Учеты и наблюдения проводились по фазам всходов, елочка, бутонизация, цветение и созревание.

Методы математического анализа включали корреляционно-регрессионный анализ, многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Статистическая обработка данных проводилась в программах MS Excel и Statistica. Визуализация данных выполнялась с помощью корреляционных графиков и тепловых карт.

Результаты и обсуждение

СК СХОС расположена в степной зоне Северо-Казахстанской области. Климат зоны резко континентальный, засушливый, среднеобеспеченный теплом. Среднегодовое количество осадков 240-330 мм.

Почва опытного участка – обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый чернозем с нейтральной и слабощелочной реакцией, pH водной вытяжки 7,8-8,1. Содержание гумуса 4,5-5,0%, нитратного азота (определение дисульфифеноловым методом по Грандваль-Ляжу) в слое почвы 0-40 см 16,6 мг/кг почвы, подвижного фосфора по методу *Б.П. Мачигина* в слое 0-20 см 10,0 мг/кг почвы, калия по методу *Б.П. Мачигина* 630 мг/кг почвы.

Метеоусловия 2023 года характеризовались как засушливые, с приходом поздних осадков в августе. В летний период выпало всего 37,4% от среднегодовой нормы (56,0мм) 66,8%, тогда как температурный режим был выше нормы на 1,6 °С. Условия увлажнения 2024 года имели

некоторые особенности по сравнению с предыдущим. Май выдался влажным и прохладным. Сумма атмосферных осадков достигала 62,2 мм, что при многолетней норме 28,0 мм составляет 222% нормы. В то же время, температура воздуха - 10,7 °С, ниже нормы на 2,0 °С. Значительное количество осадков в течение зимы и начала весеннего периода привело к содержанию влаги в почве, к моменту посева на уровне высокого и хорошего увлажнения. Несмотря на хорошую влагообеспеченность посевные работы по области из-за частых осадков вышли за рамки оптимальных рекомендованных сроков на 5-7 дней. В июне, июле и августе также отмечено превышение многолетней нормы выпадения атмосферных осадков соответственно на: 6,4 мм, 42,1 мм, 23,8 мм, за лето +72,3 мм или в процентном выражении 115%, 159%, 148% (таблица 1).

Таблица 1 – Осадки за вегетационный период, мм (м/п Шагалалы), 2023-2024 гг.

Месяцы		По декадам			За месяц
		I	II	III	
Май	2023 г	3,3	17,7	1,3	22,3
	2024 г.	20,2	30,9	11,1	62,2
	ср. мног.	8,0	8,0	12,0	28,0
Июнь	2023 г	1,4	15,8	23,9	41,1
	2024 г.	31,5	16,7	2,2	50,4
	ср. мног.	13,0	11,0	20,0	44,0
Июль	2023 г	0	11,9	10,8	22,7
	2024 г.	45,4	36,5	31,2	113,1
	ср. мног.	20,0	25,0	26,0	71,0
Август	2023 г	1,9	1,5	55,9	59,3
	2024 г.	26,2	14,9	32,7	73,8
	ср.мног.	19,0	14,0	17,0	50,0
За лето	2023 г	147,3			
	2024 г.	237,3			
	ср. мног.	193,0			

Данные температурного режима свидетельствуют о заметной вариабельности между годами. В 2023 году средняя температура мая составила 14,1 °С, что выше среднемноголетнего значения на 1,4 °С, а в июне – 19,1 °С, также превышая норму на 0,6 °С. Особенно жарким оказался июль (24,1 °С против нормы 20 °С), что вкупе с дефицитом влаги усиливало засушливые условия. Температурный фон в 2024 году в июне был 21,1 °С, что выше нормы на 2,6 °С, в июле – 20,0 °С, в августе – 17,2 °С на уровне нормы (таблица 2).

Таблица 2 – Температура воздуха за вегетационный период, °С (м/п Шагалалы), 2023-2024 гг.

Месяцы		По декадам			За месяц
		I	II	III	
Май	2023 г.	12,0	11,0	19,1	14,1
	2024 г.	8,8	13,8	9,6	10,7
	ср.мног.	10,5	13,0	14,6	12,7
Июнь	2023 г.	25,4	16,6	15,2	19,1
	2024 г.	19,0	22,6	21,7	21,1
	ср.мног.	16,6	19,0	20,0	18,5
Июль	2023 г.	25,3	25,0	22,1	24,1
	2024 г.	18,9	22,0	19,3	20,0
	ср.мног.	20,3	20,2	19,5	20,0

Продолжение таблицы 2

Август	2023 г.	22,5	17,4	15,5	18,4
	2024 г.	19,4	17,2	15,3	17,2
	ср.много.	18,3	17,8	15,5	17,2
Сумма активных температур	2023 г.	2529			
	2024 г.	2117,9			
	ср.много.	2184			

Исследования *М.Н. Носевич* и *И.З. Айисомеде* установили, что оптимальными метеорологическими условиями для льна масличного являются, когда гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетацию находится на уровне 1,1-1,3 при сумме активных температур от 1600 до 1963 °С [5]. Также известно, что этот показатель имеет наибольшее влияние на урожай, высоту растений, число коробочек и сбор масла растений льна [6, 7]. Анализируя данные по ГТК в условиях СК СХОС видно, что 2023 год выдался остро засушливым, когда как в 2024 году гидротермический коэффициент за вегетационный период был на уровне 1,3-1,5, что весьма нехарактерно для условий области (рисунок 1).

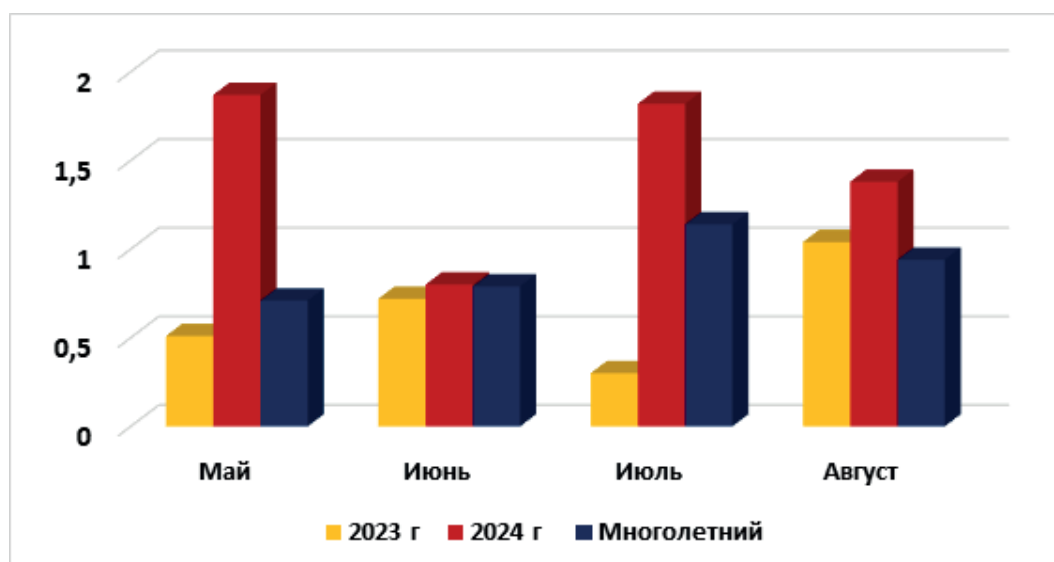


Рисунок 1 – Гидротермический коэффициент

Регрессионный анализ зависимости урожайности льна масличного от осадков и температурного режима показал, что увеличение осадков на 1 мм повышает урожайность в среднем на 0,054 ц/га, а повышение температуры на 1 °С увеличивает урожайность на 0,0043 ц/га. Коэффициент детерминации $R^2=0,546$, который показывает, что 54,6% изменений в урожайности зависит от погодных условий.

По данным *П.Ю. Латарцева*, при применении аммиачной селитры лен масличный обеспечивал получение более высокой прибавки урожая -2-2,2 ц/га, или прирост в 20,5-25,3% по сравнению с контролем при густоте 293-400 шт./м² и количестве коробочек в пределах 5,9-12,3 шт. [8]. Применение сульфата аммония приводило к увеличению числа коробочек и составляло 9,95-10,35 шт., против 19,5-19,6 шт., что обусловлено прежде всего влиянием серы на завязываемость цветков растений льна [9]. Так в нашем исследовании, согласно средним данным за 2023-2024 года, применение NPKS и NPKS + карбамид также увеличило количество коробочек, число семян и массу семян с растения. Вариант NPKS + карбамид даёт более высокие показатели по сравнению с контролем. Масса 1000 семян выше на фоне Р90, что может свидетельствовать о лучшей выполненности семян (таблица 3).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая льна масличного в зависимости от сроков посева и элементов питания, среднее за 2023-2024 гг.

Фон	Срок посева	Вид удобрения	Высота растений, см	В расчете на 1 растение			Масса семян с 1 м ² , г	Масса 1000 семян, г
				число коробочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г		
без удобрений	10.05	контроль	39,6	8,1	37,3	0,35	106,6	5,8
		NPKS	41,9	14,7	73,5	0,43	168,9	5,9
		NPKS+карбамид	42,4	14,4	86,1	0,39	154,4	6,1
	20.05	контроль	38,7	9,3	55,1	0,29	95,4	4,8
		NPKS	40,8	11,9	71,9	0,37	154,3	5,2
		NPKS+карбамид	41,4	10,3	58,1	0,36	154,1	5,6
Р ₉₀	10.05	контроль	37,8	11,6	59,3	0,49	159,7	5,8
		NPKS	43,3	12,3	63,4	0,57	229,7	5,9
		NPKS+ карбамид	44,7	11,6	68,0	0,60	247,2	6,5
	20.05	контроль	40,4	10,4	53,0	0,44	138,2	5,8
		NPKS	42,5	14,2	71,2	0,55	195,3	6,0
		NPKS+карбамид	43,1	13,3	78,2	0,57	206,9	6,1

Результаты регрессионного анализа показали, что коэффициент детерминации $R^2=0,692$, который объясняет что, около 69% изменчивости урожайности зависит от применения удобрений. Согласно средним данным за 2023-2024 гг., наибольший вклад в урожайность вносили такие показатели как число коробочек и число семян с коробочки. Высота растений показала тенденцию к положительному влиянию, но без высокой значимости ($p=0,217$). Для графического представления коэффициентов корреляции между переменными в виде матрицы была использована тепловая карта корреляции, где значения показаны с помощью цветовой шкалы, теплые тона указывают на сильную положительную корреляцию, а холодные на отрицательную, нейтральный цвет – на отсутствие корреляции. Корреляционная матрица показала, что наибольшую связь с урожайностью имеют масса семян с 1 м² ($r=0,76$) и масса 1000 семян ($r=0,72$) (рисунок 2).

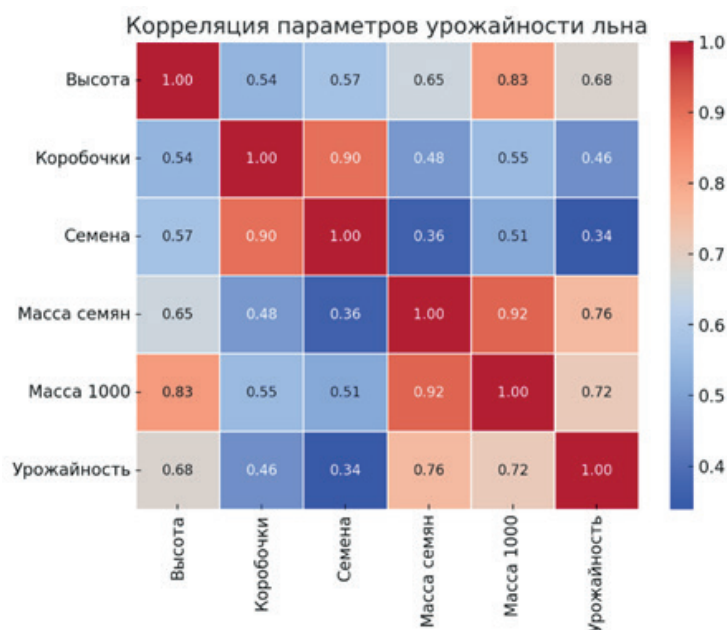


Рисунок 2 – Корреляционная матрица зависимости элементов структуры урожая и урожайности льна масличного Кустанайский янтарь

Согласно полученным данным за 2023-2024 года максимальная урожайность 16,2 ц/га была получена на фоне P_{90} при раннем оптимальном сроке посева (10 мая), минимальная урожайность 9,3 ц/га получена на фоне без удобрений при позднем сроке посева (20 мая). Самая высокая масличность 41,2% получена на втором сроке посева на контрольном варианте с применением аммофоса, самая низкая масличность 35,1% при применении NPKS. Внесение NPKS и карбамида снизило масличность по сравнению с контрольными вариантами, однако это компенсируется большим выходом масла с 1 га. Максимальный выход масла 6,3 ц/га был получен на фоне P_{90} при первом сроке посева на варианте с применением NPKS+карбамид. Оптимальный баланс между урожайностью и масличностью даёт фон P_{90} (рисунок 3).

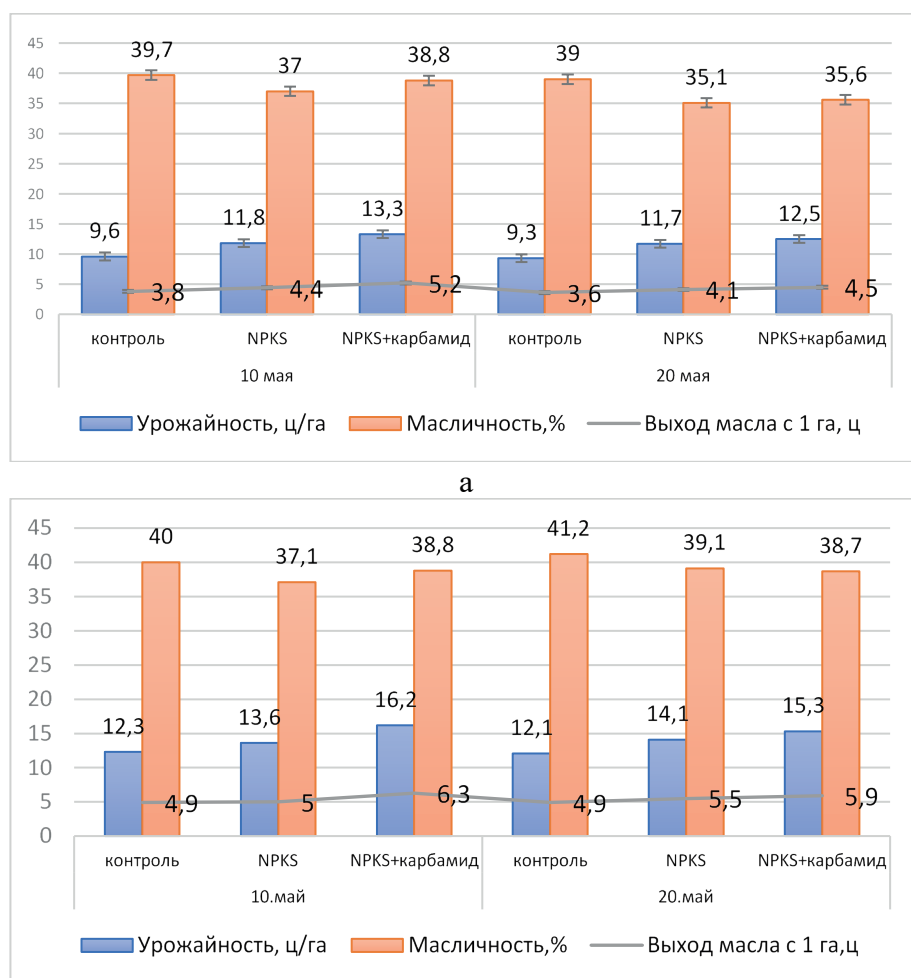


Рисунок 3 – Урожайность, масличность и выход масла льна масличного
Кустанайский янтарь, средние данные за 2023-2024 гг.
(а – фон без удобрений, б – фон P_{90})

Оценить влияние трёх независимых факторов на урожайность льна масличного позволил дисперсионный анализ, который поможет оптимизировать агротехнику, выявив наиболее эффективные комбинации факторов. Для оценки использовались показатели критерия Фишера (F-значение) и p – значение (P-value). Критерий Фишера отношение дисперсии, обусловленное действием фактора к дисперсии случайной ошибки. Высокое значение F набл. указывает на то, что различия между группами значительно превышают случайные колебания, что говорит о статистической значимости влияния фактора, если $F_{набл.} > F_{крит.}$ – фактор статистически значим (или смотрят на p-value (обычно 0,05), если $p < \alpha$ – значимо. Дисперсионный анализ трехфакторного полевого опыта показал, что наибольшее влияние на урожайность льна оказывал фактор «удобрение» ($F = 94,81$; $p = 0,01$), за ним следовали «фон» ($F = 170,76$; $p = 0,01$) и «срок

посева» ($F = 21,67$; $p = 0,04$). Взаимодействие между факторами не достигло статистической значимости, однако наблюдалась тенденция при сочетании фона и срока посева ($p = 0,12$) (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты трёхфакторного дисперсионного анализа влияния агротехнических приемов на урожайность льна масличного

Факторы (А, Б, В)	Сумма квадратов (Sum Sq)	F набл.	p-значение (P-value)
Фон (P_0 / P_{90}) (А)	9821,24	70,76	0,01
Срок посева (Б)	1246,44	21,67	0,04
Удобрение (В)	10905,96	94,81	0,01
Взаимодействие (АБВ)	409,50	7,12	0,12
Взаимодействие Фон $\times$ Удобрения (АВ)	368,61	3,20	0,24
Взаимодействие Срок $\times$ Удобрения (БВ)	33,22	0,29	0,78

Таким образом, посев льна масличного в оптимальные сроки совместно с применением удобрений имеют большое значение в технологии возделывания льна. Однако, эффективность действия данных приемов обусловлены влиянием генотипа и условий среды. Есть сведения, что урожайность семян льна масличного в большей степени зависит от метеорологических условий вегетационного периода и фонов минеральных удобрений и в меньшей степени определялась сортовыми особенностями [10].

Некоторые исследования также подчеркивают, что применение минеральных удобрений, особенно азотных, способствует незначительному снижению содержания сырого жира в семенах льна, что может быть связано с избыточным азотным питанием, нарушением баланса элементов питания и изменениями в метаболических процессах [11, 12]. В нашем исследовании применение минеральных удобрений оказало значительное влияние на продуктивность льна масличного. В условиях Северного Казахстана, увеличение дозы удобрений приводит к улучшению роста растения и повышению урожайности, однако, в то же время, этот прием требует тщательного подхода для оптимизации доз удобрений, чтобы минимизировать негативное воздействие на качество семян и масличность, сохраняя при этом высокие показатели урожайности.

Закключение

Исследования, проведенные в 2023-2024 гг. в условиях Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции, показали, что применение минеральных удобрений совместно с оптимальными сроками посева оказывают значительное влияние на продуктивность масличного льна. Максимальная урожайность достигнута при внесении NPKS+карбамида на фоне P_{90} при раннем сроке посева (10.05)-16,2 ц/га. Поздний посев приводил к снижению урожайности во всех вариантах. Также следует отметить, что применение удобрений снижало масличность, но увеличивало абсолютный выход масла с 1 га. Корреляционный анализ выявил тесную взаимосвязь между урожайностью, масличностью и применяемыми агротехническими приёмами. Регрессионный анализ позволил установить статистически значимые зависимости, подтверждающие влияние удобрений и сроков посева на продуктивность льна.

Таким образом, оптимальной стратегией для максимального выхода масла с 1 га является применение минерального питания (NPKS+карбамид) на фоне P_{90} с ранним сроком посева. Однако, следует учитывать, что при использовании в агротехнике внесение удобрений для получения большей урожайности культур, главным условием остается достаточное увлажнение, в свою очередь, использование методов математического расчета позволяет более точно анализировать полученные данные и принимать обоснованные агротехнические решения.

Вклад авторов

АТ: Концептуализация и оформление исследования, всесторонний поиск литературы, анализ и обработка данных, подготовка рукописи. НШ: окончательная редакция и вычитка рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Список литературы

- 1 Tavarini, S., Castagna, A., Conte, G., Foschi, L., Sanmartin, C., Incrocci, L., Angelini, L.G. (2019). Evaluation of chemical composition of two linseed varieties as sources of health-beneficial substances. *Molecules*, 24(20), 3729. DOI:10.3390/molecules24203729.
- 2 Warkhade, GS, Babu, AV. (2019). Combustion characteristics of linseed (*Linum usitatissimum*) methyl ester fuelled biodiesel blends in variable compression ratio diesel engine. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 17(1), 38-51. DOI:10.1080/14484846.2018.1525170.
- 3 Mirzaie, A., Mohammadi, K., Parvini, S., Khoramivafa, M., Saeidi, M. (2020). Yield quantity and quality of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by sowing date. *Industrial Crops and Products*, 158, 112947. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112947.
- 4 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. М.: Агропромиздат. 416.
- 5 Носевич, МА, Айсоотоде, ЙЗ. (2016). Семенная продуктивность различных сортов льна масличного в зависимости от площади питания. *Известия Санкт-Петербургского аграрного университета*, 45, 40-44.
- 6 Колотов, АП. (2021). Реакция льна масличного на условия внешней среды Среднего Урала. *Достижения науки и технологии АПК*, 35(6), 20-24.
- 7 Косых, ЛА, Казарина, АВ. (2020). Влияние агрометеорологических условий Среднего Поволжья на формирование продуктивности льна масличного. *Вестник КрасГАУ*, 11, 45-54.
- 8 Латарцев, ПЮ. (2022). Сравнительная оценка действия разных видов и доз минеральных удобрений на элементы структуры, урожайность и качество семян льна масличного. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9(215), 5-11.
- 9 Гребенникова, ТВ, Аканова, НИ, Визирская, ММ. (2023). Эффективность серосодержащих удобрений в сочетании с КАС-32 в формировании продуктивности различных сельскохозяйственных культур. *Плодородие*, 2(131), 37-43.
- 10 Першаков, АЮ, Белкина, РИ, Рамазанова, ВС. (2020). Элементы технологии возделывания льна масличного в Северном Зауралье. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. ВР Филиппова*, 2, 29-35.
- 11 Першаков, АЮ, Белкина, РИ, Сулейменова, АК. (2021). Отзывчивость сортов льна масличного на возрастающие нормы минеральных удобрений. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 6 (171), 11-17.
- 12 Тимохин, АЮ, Бойко, ВС, Михайлов, ВВ. (2024). Отзывчивость льна масличного на различный уровень минерального питания в лесостепи Западной Сибири. *Аграрная наука*, 1(8), 168-172.

References

- 1 Tavarini, S., Castagna, A., Conte, G., Foschi, L., Sanmartin, C., Incrocci, L., Angelini, L.G. (2019). Evaluation of chemical composition of two linseed varieties as sources of health-beneficial substances. *Molecules*, 24(20), 3729. DOI:10.3390/molecules24203729.
- 2 Warkhade, GS, Babu, AV. (2019). Combustion characteristics of linseed (*Linum usitatissimum*) methyl ester fuelled biodiesel blends in variable compression ratio diesel engine. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 17(1), 38-51. DOI:10.1080/14484846.2018.1525170.
- 3 Mirzaie, A., Mohammadi, K., Parvini, S., Khoramivafa, M., Saeidi, M. (2020). Yield quantity and quality of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by sowing date. *Industrial Crops and Products*, 158, 112947. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112947.

4 Dosphekov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. M.: Agropromizdat.

5 Nosevich, MA, Ayisootode, YZ. (2016). Semennaya produktivnost' razlichnykh sortov l'na maslichnogo v zavisimosti ot ploshchadi pitaniya. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo agrarnogo universiteta*, 45, 40-44.

6 Kolotov, AP. (2021). Reaktsiya l'na maslichnogo na usloviya vneshney sredy Srednego Urala. *Dostizheniya nauki i tekhnologii APK*, 35(6), 20-24.

7 Kosykh, LA, Kazarina, AV. (2020). Vliyanie agrometeorologicheskikh usloviy Srednego Povolzh'ya na formirovanie produktivnosti l'na maslichnogo. *Vestnik KrasGAU*, 11, 45-54.

8 Latarcev, PY. (2022). Sravnitel'naya otsenka deystviya raznykh vidov i doz mineral'nykh udobreniy na elementy struktury, urozhaynost' i kachestvo semyan l'na maslichnogo. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 9(215), 5-11.

9 Grebennikova, TV, Akanova, NI, Vizirskaya, MM. (2023). Effektivnost' serosoderzhashchikh udobreniy v sochetanii s KAS-32 v formirovanii produktivnosti razlichnykh sel'skokho-zyaystvennykh kultur. *Plodorodie*, 2(131), 37-43.

10 Pershakov, AYU, Belkina, RI, Ramazanova, VS. (2020). Elementy tekhnologii vozde-lyvaniya l'na maslichnogo v Severnom Zaural'e. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokho-zyaystvennoy akademii im. VR Filippova*, 2, 29-35.

11 Pershakov, AYU, Belkina, RI, Suleimenova, AK. (2021). Otklichivost' sortov l'na maslichnogo na vozrastayushchie normy mineral'nykh udobreniy. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 6(171), 11-17.

12 Timokhin, AYU, Boyko, VS, Mikhaylov, VV. (2024). Otklichivost' l'na maslichnogo na razlichnyy uroven' mineral'nogo pitaniya v lesostepi Zapadnoy Sibiri. *Agrarnaya nauka*, 1(8), 168-172.

Солтүстік Қазақстан жағдайында майлы зығырдың өнімділігіне агротехникалық әдістердің әсерін математикалық негіздемесі

Тезекбаева А.Е., Шестакова Н.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Солтүстік Қазақстан жағдайында майлы зығыр өсірудің тиімділігі көбінесе агротехнологиялық факторларға, атап айтқанда минералды қоректендіру жүйесі, себу мерзімі және басқа факторларға байланысты. Осы факторлардың өнімділікке әсерін көрсететін математикалық талдау құрастыру өсіру технологияларын оңтайландыруға және нақты агроклиматтық жағдайларда агроценоздың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеудің мақсаты – майлы зығыр өнімділігінің негізгі агротехнологиялық параметрлерге тәуелділігін сипаттайтын математикалық және статистикалық талдау жасау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу «Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС 2023-2024 жылдары жүргізілді. Эксперимент минералды тыңайтқыштардың әртүрлі нұсқаларын және егу мерзімдерінің екі нұсқасын қамтыды. Деректерді өңдеу әдісі ретінде дисперсиялық талдау (ANOVA) және регрессиялық модель қолданылды. Корреляцияның жылу карталарын құру өнімділікке әсер ететін ең маңызды факторларды анықтауға мүмкіндік берді.

Нәтиже. Математикалық модель өсу жағдайларына байланысты өнімділікті жоғары дәлдікпен болжауға мүмкіндік берді, анықтау коэффициенті $R^2=0.692$ модель тыңайтқыштарды қолданудан алынған өнімділіктің шамамен 69% өзгергіштігін түсіндіретінін көрсетті. Өнімділікпен ең үлкен байланыс 1 м² тұқым массасы ($r=0,76$) және 1000 тұқым массасы ($r=0,72$) анықталды.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстанда майлы зығыр өсіру кезінде агротехнологиялық әдістерді оңтайландыру үшін математикалық талдау қолдануға болады. Алынған нәтижелер егін өсірудің тиімділігін арттыруға ықпал етеді және фермерлерге шаруашылық жүргізудің ең өнімді стратегияларын ұсынуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: майлы зығыр; себу мерзімі; минералды тыңайтқыштар; математикалық модельдеу; статистикалық өңдеу.

Mathematical justification of the influence of agrotechnical practices on oilseed flax yield under the conditions of Northern Kazakhstan

Ainash Tezekbayeva, Nina Shestakova

Abstract

Background and Aim. In Northern Kazakhstan, the productivity of oilseed flax is significantly influenced by agronomic factors, including mineral nutrition and sowing date. A mathematical model quantifying the impact of these factors on crop yield can optimize agronomic practices and enhance agroecosystem productivity under specific agroclimatic conditions. This study aimed to develop a mathematical and statistical model describing the relationship between oilseed flax yield and key agronomic parameters.

Materials and Methods. The study was conducted at the North Kazakhstan Agricultural Experimental Station in 2023-2024. The experiment included various mineral nutrition regimes and two sowing dates. Analysis of variance (ANOVA) and multivariate regression modeling were used for data processing. Correlation heatmaps were generated to identify the most influential factors affecting yield.

Results. The highest yield (up to 16.2 c/ha) was achieved with optimal mineral nutrition combined with early sowing. The developed mathematical model accurately predicted yield based on growing conditions. The coefficient of determination ($R^2=0,692$) indicated that the model explains approximately 69% of the yield variability associated with fertilizer application. Seed mass per square meter (m^2) ($r=0,76$) and thousand seed weight ($r=0,72$) contributed most significantly to yield..

Conclusion. Mathematical modeling can effectively optimize agronomic practices for oilseed flax cultivation in Northern Kazakhstan. These findings contribute to improved crop production efficiency and provide a basis for recommending optimal farming strategies for growers.

Keywords: oilseed flax; sowing date; mineral fertilizer; mathematical modeling; statistical analysis.

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. -№ 3 (127). - Р.14-24. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1944

UDC 623.2.03.528

Research article

Using irrigated multispecies pasture systems for sustainable horse grazing on degraded lands

Kanysh I. Kushenov¹ , Meruyert B. Tastybay² , Nurgul A. Meldebekova¹ ,
Kanat B. Shanbayev¹ , Ainur I. Seitbattalova¹ 

¹LLP «Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production»
Almaty, Kazakhstan,

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Corresponding author: Meruyert B. Tastybay: meruert.tastybai@mail.ru

Co-authors: (1: KK) kushenov.kanysh@mail.ru; (2: NM) nurgul78mel@mail.ru;
(3: KSh) kanat.shanbaev@mail.ru; (4: AS) aika2006_81@mail.ru

Received: 16.04.2025 **Accepted:** 18.08.2025 **Published:** 30.09.2025

Abstract

Background and Aim. In southern Kazakhstan, pasture degradation and limited natural forage threaten sustainable horse breeding. The development of irrigated multicomponent pastures presents a potential solution. This study aims to evaluate the effectiveness of such pastures and rotational grazing systems in restoring forage productivity on degraded lands.

Materials and Methods. Research was conducted on 192,5 ha of farmland in the Kazygurt district, with 60 ha allocated for irrigated multicomponent pastures. These were seeded with a mixture of alfalfa, melilot, and cereals and divided into four rotational grazing fields. Electric fencing was used to implement a multi-cycle grazing system. Field productivity, grazing duration, and feed availability were monitored from March to December.

Results. The new system doubled forage productivity, producing over 200,000 centners of feed, enough to sustain 70 horses during the grazing season. The approach also improved soil conditions and provided jobs for 25 local workers. The seasonal net income reached approximately 15 million tenge, supported by the production of fermented mare's milk (kumys and saumal) and improved livestock health.

Conclusion. Irrigated multicomponent pastures combined with controlled multicycle grazing can significantly increase forage availability and economic returns. This method supports ecological rehabilitation and offers a scalable model for sustainable pasture use in arid and semi-arid regions.

Keywords: irrigated multicomponent pastures; forage capacity of pastures; multicycle pasture rotation; electric fence.

Introduction

Pastures cover 67% of Kazakhstan's territory. These lands encompassing 184.2 Mha, also significantly influence the ecological state of the republic as a whole. As Karynbaev et al. (2020) discovered, this vast natural pasture zone annually renews free and highly valuable fodder plant products, providing up to 28 Mt of feed units. The condition of these pastures directly impacts ecology and health of the population, as well as the state and development of animal husbandry [1].

Kazakhstan's pastures are characterized by heterogeneous landscapes, resulting in sustainable differences in their sustainable management [2]. For example, approaches suitable for the rational use of pasturelands in steppe, desert, and semi-desert zones are often unsuitable unacceptable for the foothill territory of South Kazakhstan. This region has a higher population density, hilly terrain and local water

sources. Areas of pastures suitable for plowing and irrigation have been converted into arable land. More than 80 percent of livestock are kept in small and medium-sized agricultural operations and private farms. The limited size and low productivity of current pasture territories cannot fully satisfy the need for pasture feed. Opportunities to expand pasture lands through unused lands or transport livestock to remote pastures in the summer are also limited. Currently, the development of horse breeding is gaining significant importance in the agro-industrial complex. Effective use of natural pastures can help reduce animal feeding costs, increase productivity, and improve horse health. However, traditional methods of pasture use often lead to their degradation, necessitating the search for new approaches to managing pasturelands. Land degradation has been and remains a crucial issue for many researchers and organizations involved in the development of mountainous regions. As noted in the review by *Kerven et al* (2012) [3], this is evidenced by the proportion of reports and projects focused on this issue in the total volume of existing project documentation [4]. The rational development of the agricultural sector is a fundamental achievement of economically developed countries; however, this problem has not been fully resolved in developing and post-Soviet countries [5].

The aim of this study was to develop and test effective methods for restoring the productivity of degraded pastures and ensuring sustainable horse grazing by establishing irrigated multicomponent pastures combined with a multicycle grazing system.

Materials and Methods

The article is based on the results of the project "Accelerated Increase of Productivity of Degraded Pastures to Improve the Well-Being of Local Communities," implemented jointly by the Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production and the Small Grants Program of the United Nations Development Programme in Kazakhstan (GEF) on the territory of "Karasha-Agro" LLP in the Kazygurt District of the Turkestan Region. The seeds of forage crops necessary for creating multicomponent pastures, materials for fencing pastures, and electric fence equipment required for multicycle grazing of horses were provided by GEF. "Karasha-Agro" LLP, using its own funds, carried out all fieldwork in timely manner.

"Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production" LLP conducts geobotanical surveys of pasturelands in accordance with the requirements of Article 9 of the RK Law "On Pastures" [6] and the order of the Deputy Prime Minister of the Republic of Kazakhstan – Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated April 24, 2017 No. 173 "On Approval of the Rules for the Rational Use of Pastures" [7]. These surveys determined pasture productivity and carrying capacity, and developed a digital program for calculating actual loads and standards for horses.

The research was conducted on the eastern side of the 70th km of the Shymkent-Tashkent highway in the Kyzylkiya rural district of the Kazygurt district in the Turkestan region, 12 km from the district center of the village of "Kazygurt" and 72 km south of the city of Shymkent, in the irrigation zone of the Ulken Keles canal (Figure 1). The experimental design included four fields with varying initial conditions. Pastures on a neighboring farm managed under traditional practices served as a control. The study complied with the requirements of the Law of the Republic of Kazakhstan 'On Pastures' and Order No. 173 (2017), with mandatory geobotanical and soil surveys. The coordinates of the study area are N 43°21'57", E 69°22'43".

The relief is characterized by a wide strip of sloping plains in the hilly foothills of the Western Tien Shan. The soil is gray-brown carbonate, with humus content ranging from 1,2% to 1,7% depending on the degree of degradation.

The climate in the area is sharply continental, with a mild, short winter that often warms up, and a hot, prolonged summer. The annual precipitation amounts to 400-500 mm, with up to 80% of it falling during the winter-spring period. The grazing period lasts 240-280 days, and the average duration of the frost season is 150-190 days. The snow cover is unstable, and soil freezing occurs only on the surface, which quickly melts with the onset of warm weather. In recent years, a vegetative winter has been observed due to global warming. In this case, pasture plants will continue to grow, albeit slowly, without ceasing to sprout. As a result, the grazing period here is extended in some years, and livestock can be grazed even in the winter months.

Methods included visual sward assessments, yield measurements, laboratory analyses, forage mass calculations, and the use of a digital grazing management program. The selection of perennial legumes (alfalfa, melilot) and cereals for establishing multicomponent pastures was based on their high forage value, ability to form dense swards, improvement of soil structure and fertility through nitrogen fixation, and their resilience to arid climatic conditions combined with responsiveness to irrigation. Laboratory analyses of forage samples revealed that the average crude protein content ranged from approximately 12.4% to 15.1% across pasture fields, with dry matter content between 25.8% and 29.3%. Fiber content (ADF) was estimated at 28-34%, suitable for horse nutrition. These values represent typical ranges for irrigated multispecies pastures under semi-arid conditions and are consistent with published estimates [8, 9]. These results confirm the high nutritional quality of the multispecies forage system.

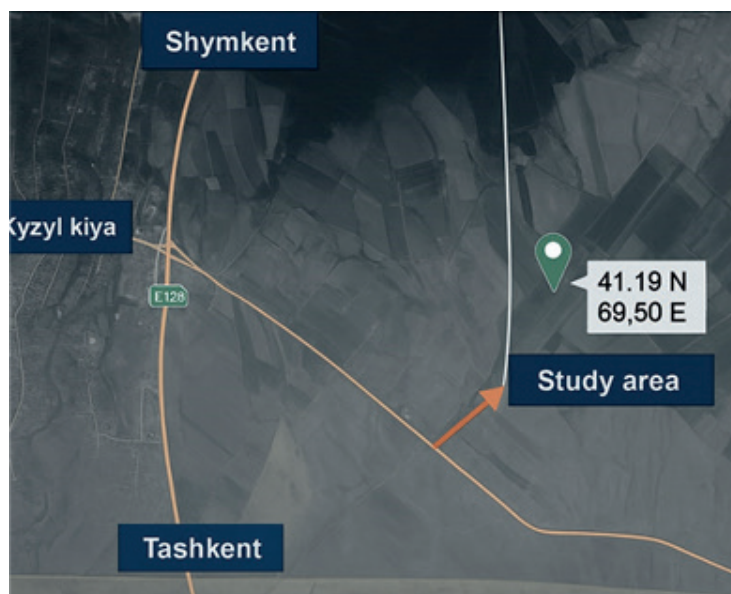


Figure 1 – Location of the study area

To determine irrigation norms for irrigated pastures, the widely used formula by *A.N. Kostyakov* was applied:

$$N = 100 \times \rho \times h \times (FMC - PWP)$$

where N is the irrigation norm (m^3/ha), ρ – bulk density of the soil (g/cm^3), h – soil depth (m), FMC – field moisture capacity (% by weight), and PWP – pre-irrigation moisture (% by weight).

Based on this formula and actual data for light sierozem soils with a bulk density of $1.3 g/cm^3$, irrigation norms were calculated depending on moisture levels. For practical use at "Karasha Agro" LLP pastures, recommended irrigation volumes are presented in Table 1.

Table 1 – Recommended irrigation norms based on soil moisture levels for light sierozem soils (Karasha Agro LLP)

Soil moisture condition	Soil moisture (% of oven-dry weight)	Pre-irrigation soil moisture reserve (m^3/ha)	Irrigation norm (m^3/ha)
Dry	10%	390	1100
Slightly dry	17%	660	830
Moderately moist	19%	740	750
Moist	60%	900	590
Very moist	80%	1200	290
Fully saturated (field capacity)	100%	1490	—

It is important to note that when applying high irrigation rates (above 350 m³/ha) using drum-type sprinkler machines, water runoff or surface pooling may occur, especially on hilly terrain. This can lead to water erosion and negatively impact pasture vegetation. To avoid this, a split irrigation strategy is recommended: two applications of 200–250 m³/ha with a 7-day interval (Figure 2)



Figure 2 – Irrigation using a drum-type sprinkler machine on cultivated pastures

Pressurized water sources, such as the hydrants of the Big Keles Irrigation Massif, are the most suitable for irrigation. Their utilization enables pasture irrigation without the use of pumping equipment, thereby substantially reducing material and financial expenditures and facilitating the production of pasture forage with low production costs.

Results and Discussion

The total area of the land managed by Karasha Agro LLP is 192.5 hectares, including 67.8 hectares of irrigated land and 124.7 hectares of low-productive hayfields and pastures. Due to irregular grazing practices, approximately 50% of these lands have been subjected to plant and soil degradation, with a significant portion of the area impacted by livestock trails. The seasonal pastures currently produce no more than 90,000 kg of feed units, which is sufficient forage for 70 horses for only 112 days. This supply covers just half of the annual feeding requirements of the company's livestock. To rapidly increase the productivity of degraded lands, 60 hectares were allocated for establishing irrigated multicomponent pastures (Figure 3). These areas were divided into four pasture plots based on soil and geobotanical surveys. Each plot was treated and sown according to its specific conditions: the first field was former cropland unused for 8 years, sown after double soil treatment with a heavy disc; the second field had been plowed two years ago and recently used for grazing, and was sown using a chisel seeder without additional soil treatment; the third field was a sloped pasture suitable for irrigation, treated with disc harrows and sown with a chisel seeder to preserve natural grasses; the fourth field was a severely degraded sloped pasture, treated with a disc plow along contour lines to prevent erosion, and then sown with a chisel seeder. Water for these pastures is supplied from the Big Keles Main Canal via underground pipelines, ensuring reliable irrigation.

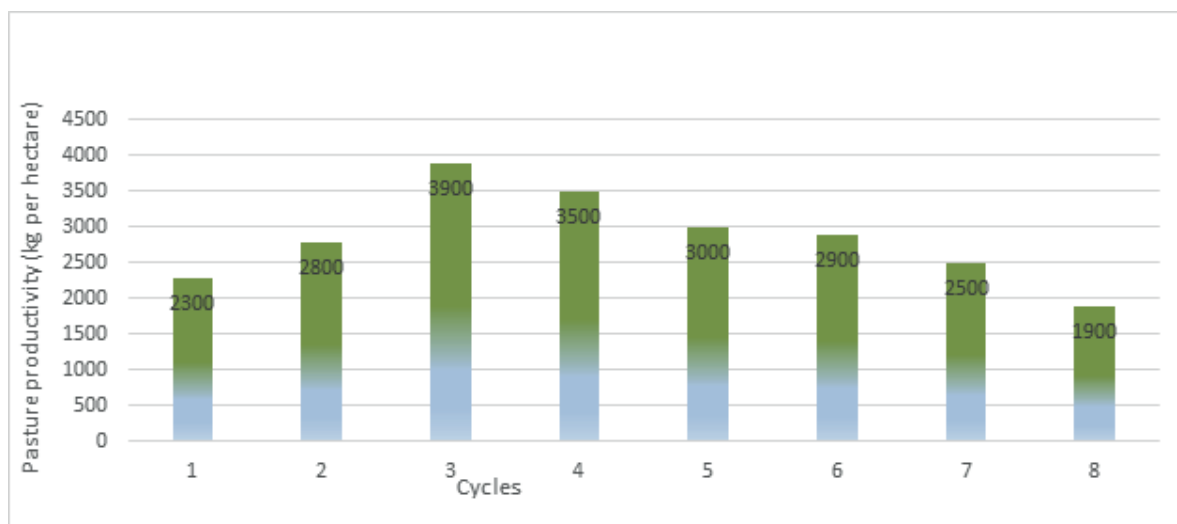


Figure 3 – Dynamics of forage mass production on irrigated pastures

The high-yield forage mass from these pastures enabled the development of a multicycle rotational grazing system using electric fencing (Figure 4a, 4b) Irrigation was applied 8-9 times between April and November through high-pressure drum irrigation systems. This approach provided 2.300-3.900 kg/ha of green mass during various seasons, accumulating over 200,000 kg of feed units across the grazing season.



Figure 4a – Electrified fencing for livestock control

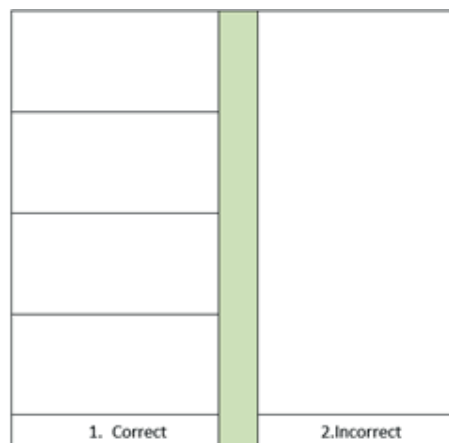


Figure 4b – Layouts of Portable Electric Fencing within the Grazing Paddock

A quantitative grazing program was designed to match seasonal productivity, allowing 70 horses to be grazed for 22-46 days per cycle over eight cycles within a 267-day grazing period. Electric fencing ensured uniform grazing, efficient pasture use, and facilitated animal movement between plots while enabling rest and regrowth phases between cycles (Table 1, Figure 5).



Figure 5 – Irrigated pastures

Table 1 – Quantitative Program for Organizing Multi-Cycle Grazing Rotation

Cycles	60% of gross forage and livestock production per cycle, kg/ha		Feed units obtained per cycle from 60 ha of pasture, kg	Daily feed unit requirement for 70 horses, kg	Standard grazing period on 60 ha of pasture, days	Standard grazing period per 15 ha, days			
			(c*0.25*60)	(0.11*70)	(d/e)				
a	b	c	d	e	f	1	2	3	4
1 st cycle 23.03.-14.04.	2300	1380	20700	770	27	7	6	7	7
2 nd cycle 14.04.-16.05.	2800	1680	25200	770	33	8	8	9	8
3 rd cycle 16.05.-30.06.	3900	2340	35100	770	46	12	11	11	12
4 th cycle 30.06.-09.08.	3500	2100	31500	770	41	10	10	10	11
5 th cycle 09.08.-12.09.	3000	1800	27000	770	35	8	9	9	9
6 th cycle 12.09.-15.10.	2900	1740	26100	770	34	9	9	8	8
7 th cycle 15.10.-12.11.	2500	1500	22500	770	29	7	7	8	7
8 th cycle 12.11.-03.12.	1900	11400	17100	770	22	5	6	6	5
Total			205200		267	67	66	68	67

Descriptive statistics revealed a substantial variation in forage yield across grazing cycles, ranging from 1,900 to 3,900 kg/ha with a mean of $2,850 \pm 641$ kg/ha. Similarly, feed unit availability ranged from 1,140 to 2,340 kg per 60 ha, with an average of $1,710 \pm 385$ kg (Figure 6)

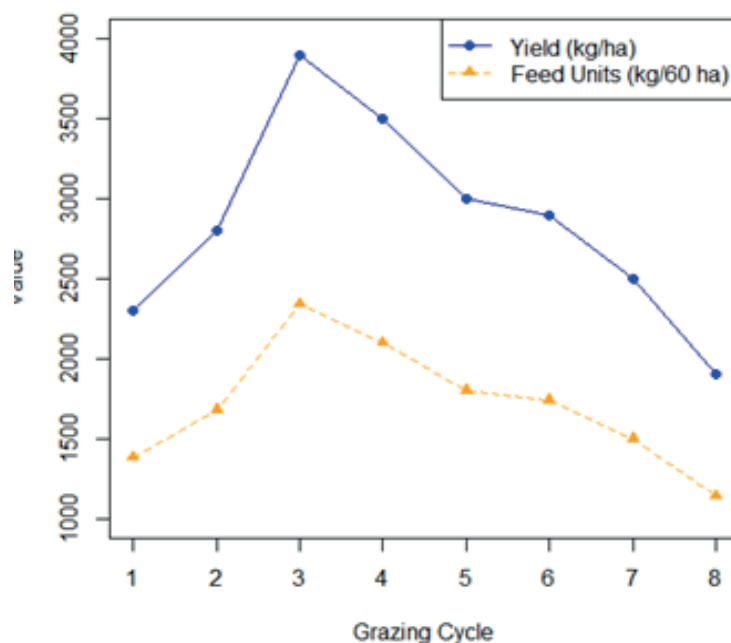


Figure 6 – Seasonal dynamics of forage yield and feed units

In figure 6, forage productivity peaked in the third cycle (mid-May to late June) and declined steadily toward late autumn. This seasonal trend reflects the natural growth pattern of forage crops and their response to climatic conditions. Feed unit availability followed a similar pattern, showing a strong dependence on biomass yield.

A linear regression analysis was conducted to explore the trend in forage yield across grazing cycles. The model suggested a decreasing trend in yield of approximately 92.86 kg/ha per cycle, the relationship was not statistically significant ($p = 0.39$, $R^2 = 0.13$). This indicates that factors other than the grazing cycle number, such as weather conditions or irrigation efficiency, may have influenced yield variability.

In contrast, a Pearson correlation analysis revealed a strong positive linear relationship between forage yield and feed unit production per 60 ha ($r = 1.00$, $p < 0.001$). This strong association confirms the internal consistency of the dataset and supports the use of feed units as a reliable proxy for assessing pasture productivity in the multicycle system.

The system resulted in additional weight gains of up to 50 kg (25 kg of pure meat) per horse and the production of 27,000 liters of saumal from 30 milking mares. The estimated net income from this system reached 15 million tenge per season. Furthermore, the project created 25 jobs related to pasture management and the production of therapeutic dairy products such as kumys and saumal. The approach contributed to soil fertility restoration through nitrogen fixation and improved soil structure. These findings align with international studies that emphasize the ecological and economic benefits of rotational grazing and modern pasture management [10, 11, 12, 13]. In addition, meta-analytical reviews highlight the high productivity of multispecies rotational grazing systems [14]. The integration of digital tools and precision grazing practices corresponds to best practices in sustainable rangeland management [15, 16]. The model supports regional strategies for addressing pasture degradation and improving resilience to climate change impacts, consistent with the recommendations of *Kerven et al.* (2012) [3] and *Tokbergenova et al.* (2018) [5]. The new approaches outlined in this study form the basis for the development of a pasture management and utilization plan for Karasha Agro LLP in the Kazygurt District of Turkestan Region for the years 2021-2022 [17]. Their broad implementation represents a technological breakthrough in pasture use practices in the southern region, contributing to increased livestock production and enabling a twofold increase in income. Future research should focus on long-term soil monitoring, biodiversity impacts, and cost-benefit analyses to enhance understanding of these systems and facilitate broader adoption.

Conclusion

The findings from these extensive studies conclusively indicate that employing contemporary scientific and technological methods in the development and management of multi-component irrigated pastures on degraded lands results in over a twofold enhancement in forage productivity. This technique also enables the establishment of a seasonal feed reserve, essential for the sustainable and long-term advancement of horse breeding in areas with restricted natural grazing supplies. Similar approaches using legume–cereal mixtures have demonstrated significant improvements in pasture productivity in northern Kazakhstan [18].

The incorporation of digital technology, specifically the implementation of the Multicyclic Grazing system, has the potential to improve the agrotechnical industry. This innovative approach corresponds with the goals of the national initiative "Digital Kazakhstan," which seeks to modernize and enhance the efficiency of the nation's economy through digital transformation. This grazing format is characterized by its adaptability and ease of use: it can be stored and accessed on a mobile device, enabling users to precisely ascertain and oversee the standard grazing period in any field location based on real-time conditions and data.

The regulated implementation of electric fence systems, designed based on scientifically established quantitative criteria, guarantees the efficient and recurring (multi-cycle) utilization of irrigated pasture areas. This approach markedly enhances the economic yield from horse breeding by producing a net seasonal income surpassing 215,000 tenge per horse.

Statistical analysis confirmed a consistent pattern of forage production across cycles and revealed a strong correlation ($r = 1.00$) between forage yield and feed unit availability, validating the internal consistency and reliability of the multicycle grazing system.

In conclusion, the implementation of novel techniques for the creation and maintenance of horse pastures enhances the effective and judicious use of natural resources while alleviating ecological stress on vulnerable ecosystems. Simultaneously, these strategies enhance the total productivity and profitability of equine breeding operations. Ongoing scientific inquiry and the customization of pasture management strategies to the unique climatic, soil, and topographical characteristics of various regions are crucial for guaranteeing the enduring success and sustainability of these methods.

Authors' contributions

KK, KSh, and NM: Conceptualized and designed the study. MT, KK: Conducted a comprehensive literature search, analyzed the collected data, and drafted the manuscript. AS, NM: Conducted the literature search and proofread the manuscript. All authors read, reviewed, and approved the final version of the manuscript.

References

- 1 Karynbaev, AK, Li, M., Yuldashbaev, YA, Chuykov, RYa. (2020). Monitoring of pasture conditions in Kazakhstan using satellite and ground data. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*, 3(57), 112-116. DOI:10.36698/2304-5957-2020-19-3-112-116.
- 2 Алимаев, ИИ, и др. (2008). *Производство луговых и сенокосных кормов*. Алматы: Наука, 45-57.
- 3 Kerven, C. (2012). Researching the future of pastoralism in Central Asia's mountains: Examining dominant development narratives. *Mountain Research and Development*, 32(3), 368-377.
- 4 Kerven, C., Steimann, B., Ashley, A., Dear, C., ur-Rahim, I. (2011). *Pastoralism and farming in Central Asia's mountains: A research review*. Bishkek: University of Central Asia, Mountain Societies Research Centre.
- 5 Tokbergenova, A., Kiyassova, L., Kairova, S. (2018). Sustainable development agriculture in the Republic of Kazakhstan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 1923-1933. DOI:10.15244/pjoes/78617.
- 6 Закон Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года № 47-VI ЗРК «О пастбищах».

7 Правила рационального использования пастбищ, Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан – Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 24 апреля 2017 года №173.

8 Davis, R., Jenkins, L., McAllister, T. (2022). Economic assessment of irrigated legume pastures in semi-arid zones. *Journal of Arid Agriculture*, 38(2), 145-154.

9 FAO. (2021). *Pasture Intensification for Climate Resilience*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/climate-resilient-pastures>

10 Teague, WR, Dowhower, SL, Baker, SA. (2011). Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141(3-4), 310-322. DOI: 10.1016/j.agee.2011.03.009.

11 Briske, DD, Derner, JD, Brown, JR, et al. (2008). Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 3-17. DOI:10.2111/06-159R.1.

12 Smart, AJ, Derner, JD, Hendrickson, JR, et al. (2010). Effects of grazing pressure on efficiency of cattle production in the Northern Great Plains. *Rangeland Ecology & Management*, 63(4), 397-406. DOI:10.2111/REM-D-09-00046.1.

13 Hiernaux, P., Turner, MD. (2002). *The influence of grazing on vegetation dynamics in Sahelian rangelands*. In Ecological Studies Springer, 149, 229-250. DOI:10.1007/978-3-642-55994-7_10.

14 Thomson, L., Patel, D., Muller, J. (2022). Productivity of rotational grazing with multispecies herbal leys: A meta-analysis. *Grassland Science*, 68(1), 32-47.

15 Holechek, JL, Gomez, H., Molinar, F., Galt, D. (1999). Grazing studies: What we've learned. *Rangelands*, 21(2), 12-16.

16 FAO. (2013). *Pasture and forage resource profiles: Kazakhstan*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/Counprof/Kazakhstan/kazak.htm>

17 Садык, Б., Балтаев, ЖТ. (2021). *План управления пастбищами и их использования ТОО Карауша Агро Казыгуртского района Туркестанской области на 2021–2022 годы*. ШЫМКЕНТ: Издание ГЭФ.

18 Nugmanov, B., Esenov, K., Saparov, A. (2023). Restoration of degraded pasture productivity using cereal–legume mixtures in northern Kazakhstan. *Eurasian Journal of Rangeland Studies*, 5(1), 55-63.

References

1 Karynbaev, AK, Li, M., Yuldashbaev, YA, Chuykov, RYa. (2020). Monitoring of pasture conditions in Kazakhstan using satellite and ground data. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*, 3(57), 112-116. DOI: 10.36698/2304-5957-2020-19-3-112-116.

2 Alimaev, II, i dr. (2008). *Proizvodstvo lugovyh i senokosnyh kormov*. Almaty: Nauka, 45-57.

3 Kerven, C. (2012). Researching the future of pastoralism in Central Asia's mountains: Examining dominant development narratives. *Mountain Research and Development*, 32(3), 368-377.

4 Kerven, C., Steimann, B., Ashley, A., Dear, C., ur-Rahim, I. (2011). *Pastoralism and farming in Central Asia's mountains: A research review*. Bishkek, Kyrgyzstan: University of Central Asia, Mountain Societies Research.

5 Tokbergenova, A., Kiyassova, L., Kairova, S. (2018). Sustainable development agriculture in the Republic of Kazakhstan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 1923-1933. DOI: 10.15244/pjoes/78617.

6 Закон Республики Казахстан от 20 февраля 2017 года № 47-VI ZRK «О пастбищчак».

7 Pravila racional'nogo ispol'zovaniya pastbishch, Prikaz Zamestitelya Prem'er-Ministra Respubliki Kazakhstan - Ministra sel'skogo hozyayistva Respubliki Kazakhstan ot 24 aprelya 2017 goda №173.

8 Davis, R., Jenkins, L., McAllister, T. (2022). Economic assessment of irrigated legume pastures in semi-arid zones. *Journal of Arid Agriculture*, 38(2), 145-154.

9 FAO. (2021). *Pasture Intensification for Climate Resilience*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/climate-resilient-pastures>

- 10 Teague, WR, Dowhower, SL, Baker, SA. (2011). Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141(3-4), 310-322. DOI: 10.1016/j.agee.2011.03.009.
- 11 Briske, DD, Derner, JD, Brown, JR, et al. (2008). Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 3-17. DOI: 10.2111/06-159R.1.
- 12 Smart, AJ, Derner, JD, Hendrickson, JR, et al. (2010). Effects of grazing pressure on efficiency of cattle production in the Northern Great Plains. *Rangeland Ecology & Management*, 63(4), 397-406. DOI: 10.2111/REM-D-09-00046.1.
- 13 Hiernaux, P., Turner, MD. (2002). *The influence of grazing on vegetation dynamics in Sahelian rangelands*. In Ecological Studies. Springer, 149, 229-250. DOI: 10.1007/978-3-642-55994-7_10
- 14 Thomson, L., Patel, D., Muller, J. (2022). Productivity of rotational grazing with multispecies herbal leys: A meta-analysis. *Grassland Science*, 68(1), 32-47.
- 15 Holechek, JL, Gomez, H., Molinar, F., Galt, D. (1999). Grazing studies: What we've learned. *Rangelands*, 21(2), 12-16.
- 16 FAO. (2013). *Pasture and forage resource profiles: Kazakhstan*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/Counprof/Kazakhstan/kazak.htm>
- 17 Sadyk, B., Baltaev, ZHT. (2021). *Plan upravleniya pastbishchami i ih ispol'zovaniya TOO noyabr'skoe agro Kazygurtskogo raiona Turkestanskoi oblasti na 2021-2022 gody*. Shymkent: Izdanie GEF,
- 18 Nugmanov, B., Esenov, K., Saparov, A. (2023). Restoration of degraded pasture productivity using cereal – legume mixtures in northern Kazakhstan. *Eurasian Journal of Rangeland Studies*, 5(1), 55-63.

Тозған жерлерде жылқыларды тұрақты жайылыммен қамтитын суармалы көп компонентті жайылым жүйелерін қолдану

Кушенов К.И., Тастыбай М.Б., Мелдебекова Н.А., Шанбаев К.Б.,
Сейтбатталова А.И.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстанның оңтүстігінде жайылымдардың тозуы мен табиғи жайылымдардың жетіспеушілігі жылқы шаруашылығының тұрақты дамуына қауіп төндіруде. Соңғы жылдары суармалы көп компонентті жайылымдарды құру перспективалық шешім ретінде қарастырылуда. Зерттеудің мақсаты – тозған жерлерде жылқылар үшін тиімді жайылымды ұйымдастырудың заманауи тәсілдерін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстары Түркістан облысы Қазығұрт ауданындағы «Караша-Агро» ЖШС 192,5 га жерінде жүргізілді. Оның 60 га жоңышқа, түйежоңышқа және астық дақылдарының қоспалары себілді. Төрт учаскеде жоғары қысымды барабанды суару және электр қоршауларымен көп циклді жайылым жүйесі енгізілді. Бақылау наурыздан желтоқсанға дейін жүргізілді.

Нәтижелер. Көп циклді жайылым және суармалы жайылымдарды қолдану арқылы өнімділік екі есеге артты. Маусым барысында 200 000 кг астам мал азығы өндіріліп, 70 бас жылқы толық қамтылды. Шамамен 15 млн теңге таза пайда алынды. Жердің құнарлылығы жақсарды, 25 жұмыс орны ашылды.

Қорытынды. Көп компонентті суармалы жайылымдар мен ротациялық жайылым жүйесі жайылым өнімділігін арттырып, тұрақты жылқы шаруашылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл құрғақ аймақтарда да тиімді және кеңінен қолдануға жарамды.

Кілт сөздер: суармалы көп компонентті жайылымдар; жайылымның малазықтық сыйымдылығы; мультициклді жайылым айналымы; электрленген қоршау.

Использование орошаемых многокомпонентных пастбищных систем для устойчивого выпаса лошадей на деградированных землях

Кушенов К.И., Тастыбай М.Б., Мелдебекова Н.А., Шанбаев К.Б.,
Сейтбатталова А.И.

Аннотация

Предпосылки и цель. Деградация пастбищ и нехватка естественных угодий являются актуальными проблемами устойчивого коневодства на юге Казахстана. В последние годы перспективным решением стало создание орошаемых многокомпонентных пастбищ. Цель настоящего исследования – оценить эффективность современных методов создания и использования таких пастбищ на деградированных землях для повышения продуктивности кормовых угодий и устойчивого выпаса лошадей.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории площадью 192,5 га, принадлежащей ТОО «Караша-Агро» в Казыгуртском районе Туркестанской области. На 60 га деградированных земель были засеяны многокомпонентные смеси люцерны, донника и злаков. Были организованы четыре опытных участка с капельным и барабанным орошением. Система многоциклового выпаса с электроизгородями позволила контролировать нагрузку и периоды восстановления угодий. Наблюдения велись с марта по декабрь.

Результаты. Внедрение многоциклового выпаса и орошаемых пастбищ позволило более чем в два раза увеличить продуктивность. Было получено свыше 200 000 кг кормовых единиц, обеспечено кормление 70 голов лошадей, чистый доход составил около 15 млн тенге за сезон. Улучшилось состояние почвы, создано 25 рабочих мест.

Закключение. Орошаемые многокомпонентные пастбища и ротационный выпас значительно повышают продуктивность и устойчивость пастбищного хозяйства. Этот подход может быть масштабирован и применён в засушливых регионах для экологически устойчивого коневодства.

Ключевые слова: поливные многокомпонентные пастбища; кормовая емкость пастбищ; мультицикловой пастбищный оборот; электроизгородь.

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. -№ 3 (127). - Р.25-35. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1963

ЭОЖ 636.1:636.082.1(045)

Зерттеу мақаласы

Қазақтың Мұғалжар жылқы тұқымының дене тұрқының өзгерісіне LCORL генінің әсері

Нұргүлсім Қ.¹ , Смакова А.К.¹ , Ускенов Р.Б.¹ , Исхан Қ.Ж.² ,
Бостанова С.К.¹ , Жумалин А.К.¹ 

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

Корреспондент-автор: Нұргүлсім Қ.: kacter-83@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АС) nelli_92@mail.ru; (2: РҮ) ruskenov@mail.ru;
(3: ҚИ) kayrat_ishan@mail.ru; (4: СБ) Bostanova_sk@mail.ru; (5: АЖ) zhumalin88@gmail.com

Қабылданған күні: 25.08.2025 **Қабылданды:** 26.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстанда жылқы шаруашылығы – дәстүрлі әрі маңызды сала. Алайда оны дамыту барысында бірқатар кемшіліктер мен мәселелер кездеседі. Мысалы тұқымды асылдандыру жұмысында генетикалық селекция сирек қолданылады. Сондықтан зерттеу Ligand dependent nuclear receptor corepressor like (бұдан әрі - LCORL) генінің Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған ұрпақтарының дене тұрқы мен өнімділік көрсеткіштеріне әсерін зерттеп, асыл тұқымды аталықтарды сұрыптауға генетикалық материал жаақтауға бағытталған.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуге Абай облысында орналасқан «Азамат 2» Шаруа қожалығындағы Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған 15 пен 18 ай аралығындағы 52 аталық жылқылардан жүн үлгілері алынып, гентикалық зерттеулер үшін үлгілерден ДНҚ бөлініп, бір нуклеотидті полиморфизм (SNP) әдісі арқылы LCORL геніне ассоциациялық талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде өнімділік қасиеттерімен байланысты ген полиморфизмдері анықталды.

Нәтижелер. Біз бір нуклеотидті полиморфизм (SNP) зерттеу нәтижесі бойынша LCORL генінің Мұғалжар жылқы тұқымының геномындағы жалпы ген тізбектерінің g.228 орынындағы С>Т гетерозигота мутациясын байқадық яғни SNP C>T, осы SNP мынадай әлелдерге жіктелді: СС, СТ және ТТ болды, аллельдік және генотиптік жиіліктерді талдау g.228 C>T SNP-і HWE-көрсеткішінен ауытқығанын көрсетті ($p < 0,05$). Ал SNP-ді қалпына келтіру көрсеткіші орташа полиморфизмді көрсетті ($0,25 < PIC < 0,50$), генотиптік жиілік бойынша СТ генотипінің жиілігі СС, ТТ генотиптеріне қарағанда жоғары болды, LCORL генінің g.228 C>T SNP-індегі генотиптер бойынша Мұғалжар жылқы тұқымының дене өлшемдерімен байланысты СТ генотипі СС, ТТ генотиптеріне қарағанда дене өлшемдерінің бойынша биіктігі, денесінің қиғаш ұзындығы, кеуде орамы, жіліншік орамы, дене салмағы қатарлы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды. Ал ТТ генотипі СС генотипіне қарағанда бойынша биіктігі, жіліншік орамы, дене салмағы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды.

Қорытынды. Жоғарыда аталған SNP талдау нәтижелеріне сүйене отырып, LCORL гені Қазақтың Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған ұрпақтарының асыл тұқымдық қасиеттерін одан әрі жақсарту үшін молекулалық маркер ретінде қолданылуы мүмкін. Алайда, бұл геннің жылқы тұқымдарының өнімділік қасиеттеріне әсері әлі де қосымша зерттеуді қажет етеді.

Кіліт сөздер: LCORL; ген; SNP; генотип; TPM.

Кіріспе

Мұғалжар жылқы тұқымы Қазақстанның Ақтөбе, Қарағанды және Қызылорда облыстарының базалық шаруашылықтарындағы қазақтың жәбе жылқыларын асыл тұқымды өсіру, іріктеу-жұптау және жетілдіру негізінде шығарылды [1]. Мұғалжар жылқысы ет-сүт өнімділігі бағытындағы жылқы тұқымы. Аталған жылқының фенотиптік көрсеткіштеріне негізделсек, айғырлардың орташа биіктігі – 145,5 см, дененің қиғаш ұзындығы – 159,1 см, кеуде шеңбері – 185,8 см, жіліншік орамы – 19,9 см, тірі салмағы – 553,0 кг мөлшерінде, биелері сәйкесінше орташа биіктігі – 144,5 см, дененің қиғаш ұзындығы – 154,0 см, кеуде шеңбері – 179,5 см, жіліншік орамы – 18,8 см және 480,2 кг мөлшерінде, биелері тәулігіне 16-17 л сүт береді. Аталған жылқы тұқымы дене пішінінің массивтілігі, үйлесімділігі, күшті тығыз дене бітіміне ие болуы, жеткілікті сүйектігі, аяқ-қолдарының қалыпты орналасуы мен құрылымымен ерекшеленеді. Мұғалжар жылқы тұқымының өнімділік ерекшеліктерін жақсартуға бағытталған селекция жұмысының маңызды бағыты – олардың тұқымдық және өнімділік қасиеттерін жетілдіру әдістерін дамыту. Бұл міндетті сәтті шешу көбінесе популяциялық генетика жетістіктерін кеңінен қолдану және жылқылардың өнімділік генетикалық әлеуетін толық пайдалану арқылы селекция жұмысының тиімділігін арттыруға байланысты болады [2].

Жылқыларда дене өлшемі әртүрлі тұқымдарды сыртқы келбеті мен функциясына байланысты бағалау маңызды критерийі болып табылады және жылқыларды сұрыптау үшін өте маңызды. Жануарлардың дене тұрқының қалыптасуы организмнің даму сатысында көптеген гендер мен қоршаған орта факторлары әсер ететіндігі белгілі [3-7].

Бұл зерттеуде LCORL генінің Мұғалжар жылқы тұқымының дене құрылысының дамуына әсері зерттелді, LCORL гені жылқыда 3 хромосомада орналасқан, бұл геннің жылқылардың өсіуіне әсері туралы зерттеулер өте аз, негізінен басқа сүтқоректілер бойынша мәліметтер көп кездеседі, мысалға ірі қара малда. *Доротея Линдтке* қатарлы ғалымдардың зерттеулерінде етті және сүтті бағыттағы ірі қара малдарын салыстыра зерттеу нәтижесінде сиырлардан алынған F1 ұрпақтарында LCORL гені сиырлардың тірі салмағы мен ақуыздың түзілуіне тікелей әсер ететіндігі анықталған [8]. Сонымен қатар, ірі қара малдарда LCORL гені бірнеше өндірістік белгілерге, мысалы, орташа тәуліктік салмақ қосылуы, морфологиялық жағынан бой мен дене құрылымы және ет пен ет құрамының сипаттамалары, мысалы, арқа майы қалыңдығы, қабырға етінің ауданы бойынша бірнеше зерттеулерде және әртүрлі сиыр тұқымдарында белгілі бір плейотропты QTL ретінде белгілі [9-11]. *Сунирмал Шит* қатарлы ғалымдар LCORL генінің иттердің маңызды морфологиялық фенотиптеріне, мысалы, биіктік, ұзындық, ұзындық пен биіктік арақатынасы (LHR) және дене салмағына әсері туралы зерттеулерінде ген иттердің дене салмағы мен бойының биіктігіне әсері жоғары болғанын байқаған [12]. Сонымен қатар, кейбір зерттеулерде LCORL гені сперматогенез және жасуша циклін реттеуге қатысатыны және адамдарда бойдың биіктігіне де әсер ететіндігі дәлелденген [13-14]. *Мартин Симон* қатарлы ғалымдар жылқыларда толық генеодық зерттеу жүргізіп онда жылқылардың дене тұрқының өсіуіне әсер етуші гендерді іріктеген. Зерттеу нәтижесі бойынша LCORL гені организм дамуында остеогенезге қатысып сүйектің дамуына жақсы әсер ететіндігін байқаған [15]. Адам геномындағы бойшандық бойынша жүргізілген кең ауқымды зерттеулер LCORL генін дене ұзындығы мен жамбас осінің ұзындығына байланысты деп көрсетеді [16]. Адам мен жылқы хромосомаларының 53% - сақталған синтении бойынша жылқылардың өлшемдері ұқсас геномдық аймақтармен әсер етуі мүмкін [17]. Тағы бір зерттеулерде зерттеушілер аласа бойлы пони жылқыларына зерттеу жүргізіп LCORL генінің T>C мутациясын анықтап, осы мутация пони жылқы тұқымдарының дене тұрқына айтарлықтай әсер ететіндігін байқаған [18]. *Д. Кабылбекова* қатарлы ғалымдардың зерттеулері бойынша LCORL генінің C>T мутациясы қазақтың жәбе жылқы тұқымында бұлшықет массасына және дене тұрқының кеуде орамына әсер ететіндігін байқаған [19].

Жоғарыдағы айтылған зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе LCORL гені жылқы тұқымының дамуында, олардың өнімділігін арттыруда айтарлықтай әсері бар екенін аңғартады, біздің зерттеу нәтижемінде LCORL генінің кодтау аймағындағы g.228 C>T SNP-нің генотиптерінің жиілігін (CC, CT, TT) салыстыру нәтижесінде CT генотипінің жиілігі жоғары болды, сонымен қатар CT генотипі Мұғалжар жылқы тұқымының дене өлшемдерімен байланысын талдауда бойының биіктігі, денесінің қиғаш ұзындығы, кеуде орамы, жіліншік орамы, дене салмағы қатарлы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды.

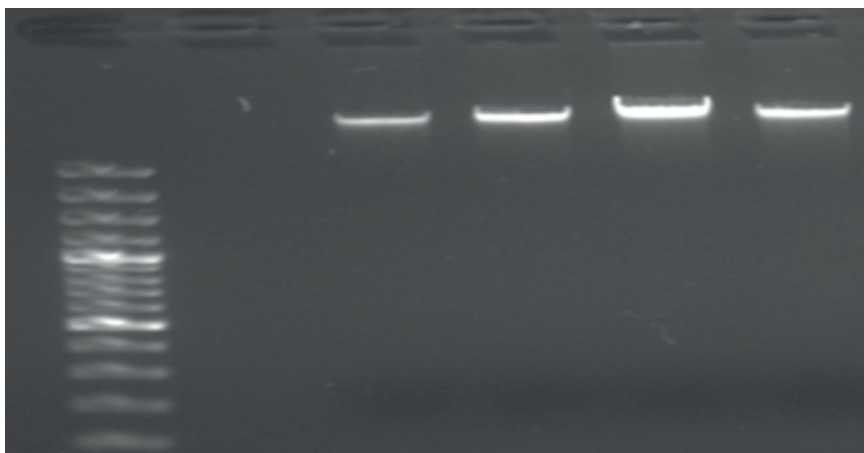
Материалдар мен әдістер

Биологиялық материалдарды жинау және зертханалық жағдайлар

Зерттеуге Абай облысында орналасқан «Азамат 2» шаруа қожалығындағы Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған 15 пен 18 ай аралығындағы 52 аталық жылқылардан зерттеуге қажетті биологиялық материал ретінде ДНҚ бөліп алуға жүн үлгілері және фенотиптік байланыстарды анықтау үшін бойының биіктігі, денесінің қиғаш ұзындығы, кеуде орамы, жіліншік орамы, дене салмағы қатарлы 5 түрлі дене өлшемдері алынды. Алынған жүн үлгілері зертханаға жіберілді. Зерттеу жұмысы Астана қаласында орналасқан С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ауыл шаруашылығы биотехнологиясы зерттеу орталығында жүргізілді.

Фенотиптік талдау үшін ДНҚ үлгілерін алу

Жылқылардың жүн ұлпаларынан ДНҚ бөліп алу GeneJET™ Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific, Lithuania) реагентінің көмегімен алынды, жұмыс барысы реагент протоколы бойынша жүргізілді, бөліп алынған ДНҚ-ның концентрациясы қаралып, сапасы электрофарезда тексерілді, алынған ДНҚ үлгісінің сапасы жақсы, полиомеразды тізбекті реакцияға дайын (ПТР) (1-сурет).



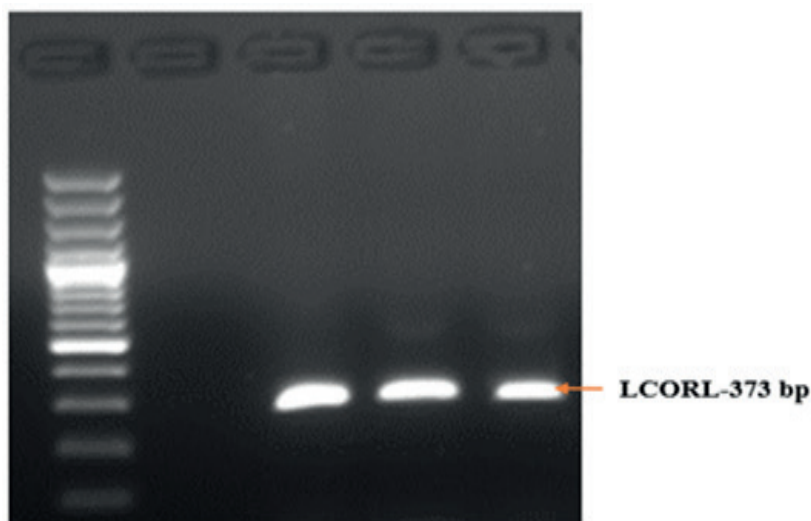
1-сурет – Жылқы жалынан алынған геномдық ДНҚ-ның сапа көрсеткіші, электрофарезде

Полимеразалық тізбекті реакция (ПТР)

NCBI генодік базасынан LCORL (XM_023638297.1) генінің mRNA аймағынан Primer-BLAST бағдарламасы арқылы 373 bp нуклеотид ұзындығындағы бір жұп праймер дайындалды (1-кесте). Полимеразалық тізбекті реакция (ПТР) DreamTaq Hot Start PCR Master Mix (2X) реагентінің көмегімен жасалды, ПТР процесі реагент протоколы бойынша: ПТР компоненттер қосындысы – DreamTaq Hot Start PCR Master Mix (2X) 12.5µl, Forward primer 1µl, Reverse primer 1µl, Template DNA 3µl, Water, nuclease-free 7.5 µl. ПТР термиялық цикл шарттары - бастапқы денатурация 95 °C – 1 минут, 95 °C – 30 секунд, жабысу температурасы $T_m \times C$ үшін 30 секунд, 72 °C – 1 мин., 72 °C – 5 мин., процесс 34 рет қайталанылады, полиомеразды тізбекті реакция сәтті жүргізілді, ПТР өнімі ары қарай генотиптеуге жіберілді (2-сурет).

1-кесте – LCORL генінің праймер тізбектері

Праймер	Тізбек (5'-3')	Фрагмент өлшемі	ЖТ/°C
LCORL F	AGAATCGAGGCGCTTTACCT	373 нж	58,93
LCORL R	GGCAACTTGCTGTATTCCCAC		



2-сурет – LCORL гені ПТР реакциясы көрсеткіші, электрофарезде

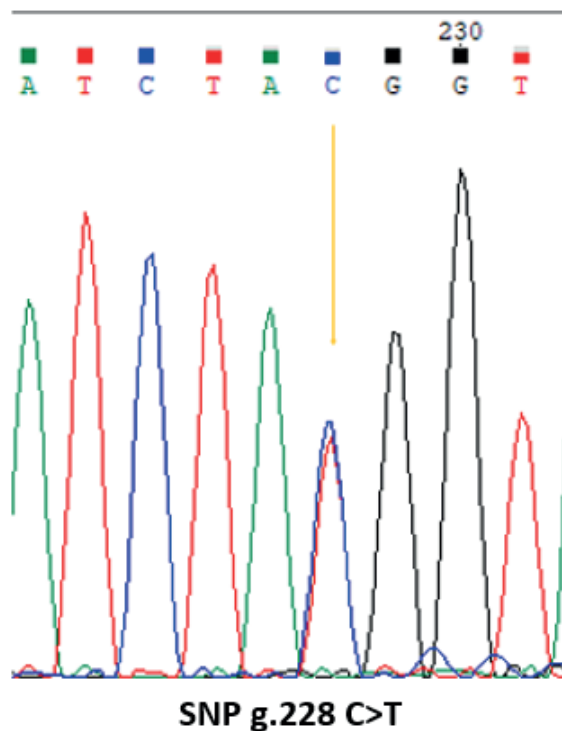
ПТР өнімін генотиптеу

ПТР өнімін генотиптеу 3 кезең бойынша жүргізілді:

1) PCR өнімін тазарту – ExoSAP-IT™ PCR Product Cleanup (Thermo Scientific, Lithuania) реагентінің көмегімен жасалды, жұмыс барысы протокол бойынша жүргізілді;

2) тізбектік ПТР (sequen PCR) жүргізу жұмыс BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit реагентінің көмегімен секвенерлеу құрылғысында дайындалды, жұмыс барысы BigDye реагентінің протоколы бойынша жүрілді;

3) секвенерлеу құрылғысына ПТР өнімін қою, дайын болған ПТР өнімі 3 сағатқа секвенерлеу құрылғысына (NGS Thermo Fisher Scientific) қойылды. Генотиптеу нәтижесі бойынша LCORL генінің кодтау аймағында бір SNP g.228 C>T байқалды (3-сурет).



3-сурет – LCORL генінің Мұғалжар жылқы тұқымындағы, геномындағы SNP

Нәтижелер және талқылау

SNP талдауы

Зерттеу нәтижелері негізінде жылқылардың LCORL генінің кодтау аймағындағы бір SNP g.228 C>T локустарында анықталды. Осы SNP арқылы жасалған генотиптер CC, CT және TT болды. Аллельдік және генотиптік жиіліктерді талдауда CT генотипінің жиілігі жоғары болып, g.228 C>T SNP-і HWE-көрсеткішінен ауытқығанын көрсетті, $p < 0,05$, ал SNP-ді қалпына келтіру көрсеткіші орташа полиморфизмді көрсетті ($0,25 < PIC < 0,50$) (2-кесте, 3-сурет).

2-кесте – LCORL генінің генотиптік және аллельдік жиілігі

SNP	Саны	Генотип жиілігі			Аллель жиілігі		X ²	PIC	Ne
g.228 C>T	52	CC 0,2667 (07)	CT 0,4000 (15)	TT 0,3333 (09)	C 0,4667	T 0,5333	0,6490	0,3739	1,1944

Генотиптің дене өлшемдері және сапалық белгілерімен байланысы

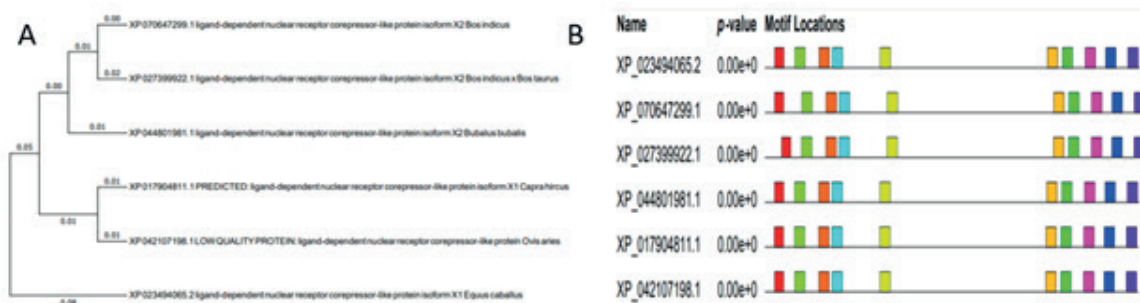
LCORL генінің g.228 C>T SNP-індегі генотиптер бойынша Мұғалжар жылқы тұқымының дене өлшемдерімен байланысы 3-кестеде көрсетілген. g.228 C>T SNP-індегі CT генотипі CC, TT генотиптеріне қарағанда дене өлшемдерінің бойынша биіктігі, денесінің қиғаш ұзындығы, кеуде орамы, жіліншік орамы, дене салмағы қатарлы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды. Ал TT генотипі CC генотипіне қарағанда бойынша биіктігі, жіліншік орамы, дене салмағы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды (3-кесте).

3-кесте – LCORL гені генотиптерінің жылқылардың дене өлшемдерімен байланысы

Генотип	Шоктық биіктігі, см	Дененің қиғаш ұзындығы, см	Кеуде орамы, см	Жіліншік орамы, см	Дене салмағы, кг
CC	141,5±4.59 ^a	149,5±2.44 ^a	178,5±2,77 ^a	18,0±1,06 ^a	453,6±3,29 ^a
CT	149,6±1.54 ^c	152,17±3.04 ^b	181,33±1,37 ^b	20,2±1,20 ^b	462,6±3,55 ^b
TT	146,2±1.39 ^b	148,9±2.51 ^a	178,3±3,74 ^a	19,±1,13 ^b	461,6±3,94 ^b
P-Value	0,0001	0,021	0,026	0,001	0,0001

LCORL генінің филогенетикалық ағашы мен мотив (қайталанатын тізбек) позициясының сақталуын талдау

Әртүрлі сүтқоректі жануарлардың эволюциялық даму процесінде LCORL генінің өзгерістерін түсіну үшін бұл зерттеу NCBI дерекқорынан зебу (XP 070647299,1), ірі қара (XP 027399922,1), азиялық буйвол (XP 044801981,1), үй ешкісі (XP 017904811,1), қой (XP 042107198,1) және жылқы (XP 023494065,2) сияқты түрдің LCORL аминқышқылдарының тізбегін жүктеп алып, MEGA7 бағдарламалық құралын пайдаланып тізбектерге филогенетикалық ағаш талдауы жүргізілді (4А-сурет), және мотив (қайталанатын тізбек) позицияларының сақталуы MEME онлайн талдау бағдарламасының көмегімен талданды (4В-сурет). Филогенетикалық ағаш – бұл ағзалардың немесе организмдер тобының эволюциялық қарым-қатынасын көрсету үшін қолданылатын диаграмма немесе модель [20]. Motif position conservation analysis – бұл биологиялық деректерді талдаудың әдісі, оның мақсаты – белгілі бір мотивтерді (яғни, ДНҚ, РНҚ немесе ақуыздағы ықтимал функционалды белсенді аймақтарды) әртүрлі түрлер немесе популяциялар арасында салыстыру және олардың сақталуын зерттеу [21]. Талдау нәтижесі бойынша аталған жануарлардың эволюциялық процесінде филогенетикалық ағаш байланысында қатты алшақтақ жоқ, байланыстың жақын екендігін көруге болады, сонымен қатар 6 түрлі жануардың LCORL протеиндік тізбегі арасындағы мотив орындарында айтарлықтай сақталғанын көруге болады.

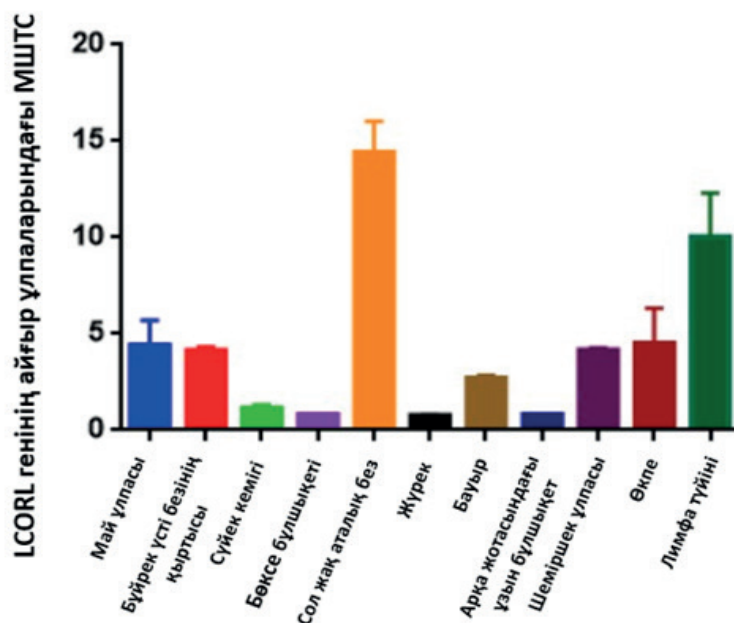


4-сурет – LCORL генінің филогенетикалық ағашы және мотивтердің (қайталанатын тізбек) орнының сақталуын талдау

Түрлердің эволюциялық тарихы көршілес біріктіру әдісі арқылы құрылған филогенетикалық ағаш арқылы көрсетіледі (А). Сегіз түрдің LCORL ақуыз тізбегіндегі мотивтердің орналасуы (В). Р-мәні мотив орнының маңыздылығын көрсетеді. Түсті блоқтың ұзындығы белгілі бір мотив орнының орналасуын, күшін және маңыздылығын білдіреді. Мотив орындарының ұзындығы оның Р-мәнінің теріс логарифміне пропорционалды. Бұл түстер MEME бағдарламалық жүйесі арқылы жүргізілген мотивтік талдау нәтижесінде берілген.

Миллионға шаққандағы транскрипттер (TPM) экспрессиясы

Біз бұл зерттеуде LCORL генінің Айғырдың әртүрлі ұлпаларындағы экспрессия деңгейлеріне Миллион транскриптке бөліу (TPM) әдісі арқылы талдау жасадық, бұл әдіс РНҚ секвенерлеу деректерін өлшеудің бір әдісі, ол геннің немесе транскриптің салыстырмалы экспрессия деңгейін анықтауға мүмкіндік береді [22, 23]. TPM арқылы өлшенген деректер NCBI мәліметтер базасынан алынды. Талдауға сол жақ аталық безде, лимфа түйіні, май ұлпасы, бүйрек үсті безінің қыртысы, бауыр, шеміршек ұлпасы, өкпеде, сүйек кемігі, бөксе бұлшық еті, жүрек және ұзын талшықты бұлшық еттер қатарлы 11 ұлпа алынды. Талдау нәтижесі бойынша ең жоғары экспрессия деңгейі сол жақ жыныс безінде ($14,414 \pm 1,624$ TPM) байқалады. Орташа деңгейлер лимфа түйінінде ($10,02 \pm 2,281$ TPM), өкпеде ($4,503 \pm 1,839$ TPM) және май ұлпасынан ($4,406 \pm 1,304$ TPM) байқалған. Ең төменгі экспрессия деңгейі жүрек ұлпасынан ($0,757 \pm 0,022$ TPM) табылған (5-сурет). Бұл нәтижелер LCORL генінің pre-mRNA экспрессиясының ұлпалар арасында әртүрлі деңгейде болатынын және осы геннің жылқыда белгілі бір ұлпаларда, мысалы, жыныс безі функциясында, иммундық жүйе органдарында, тыныс алу және май ұлпаларында маңызды рөл атқаратынын көрсетеді.



5-сурет – LCORL генін жылқының әртүрлі ұлпаларындағы экспрессиясын талдау

Жылқылардың дене өлшемдері мен ұша сипаттамаларына жануарлардың жасы, қоршаған орта факторлары, өсіру жағдайлары, қоректену және генетикалық тұқым қуалау сияқты әртүрлі факторлар әсер етеді. Селекциялық өсіру осы экономикалық маңызды белгілерді тұрақты жақсартуға қол жеткізудің тиімді стратегиясы болып табылады, бірақ ұрпақ аралығының ұзағырақ болуына байланысты ұтымды генетикалық нәтижелерге қол жеткізу уақытты қажет етеді. Геномдық іріктеу белгілердің жақсару жылдамдығын арттыруға көмектеседі және ұрпақтарды сұрыптау шығындарын азайтады. SNP генотиптеріне негізделген анализ аталық және аналық малдарды ерте сұрыптауға мүмкіндік беріп, сапалы белгілерді генетикалық тәсілдер арқылы нақты анықтауға жол ашады.

Осы зерттеуде LCORL генінің ген тізбектерінің кодталған аймағында g.228 C>T SNP анықталды. SNP генотиптер бойынша Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған 15 пен 18 ай аралығындағы 52 бас аталық жылқыларының дене өлшемдерімен байланысы талданып, жылқыларда СТ генотипі CC, TT генотиптеріне қарағанда қайталану жиілігі жоғары болып, дене өлшемдерінің бойының биіктігі, денесінің қиғаш ұзындығы, кеуде орамы, жіліншік орамы, дене салмағы қатарлы көрсеткіштерінде байланысы жоғары болды. g.228 C>T SNP-ін талдау нәтижелері бойынша СТ генотипі Мұғалжар жылқы тұқымын асылдандыру жұмысында дене тұрқының өзгерістерін жақсарту бойынша генетикалық материал болады деп айтуға негіз бар, алайда бұл әлі де зерттеуді қажет етеді.

LCORL генінің аминқышқылы тізбегіндегі (XR_011437179,1) әртүрлі сүтқоректі жануарлардағы эволюциялық қатынастары және мотивтерінің сақталуын талдауға жалпы 6 жануардың ірі қара (XP 027399922,1), азиялық буйвол (XP 044801981,1), үй ешкісі (XP 017904811,1), қой (XP 042107198,1), жылқы (XP 023494065,2) аминқышқылы тізбегі талданып, талдау нәтижесі бойынша жануарлардың эволюциялық процесінде филогенетикалық ағаш байланысында қатты алшақтақ жоқ, тық қатынастары жақын екендігі, сонымен қатар мотив орындарында айтарлықтай сақталғанын көріуге болады.

LCORL генінің Айғырдың әртүрлі ұлпаларындағы экспрессия деңгейлеріне Миллион транскриптке бөліу (TPM) әдісі арқылы талдау нәтижесі бойынша аталған 11 ұлпада ең жоғары экспрессия деңгейі сол жақ жыныс безінде ($14,414 \pm 1,624$ TPM) байқалды. Орташа деңгейлер лимфа түйінінде ($10,02 \pm 2,281$ TPM), өкпеде ($4,503 \pm 1,839$ TPM) және май ұлпасынан ($4,406 \pm 1,304$ TPM) байқалған. Ең төменгі экспрессия деңгейі жүрек ұлпасынан ($0,757 \pm 0,022$ TPM) табылған. Бұл нәтижелер LCORL генінің pre-mRNA экспрессиясының ұлпалар арасында әртүрлі деңгейде болатынын және осы геннің жылқыда белгілі бір ұлпаларда, мысалы, жыныс безі функциясында, иммундық жүйе органдарында, тыныс алу және май ұлпаларында маңызды рөл атқаратынын көрсетеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелеріне негізделе келіп Мұғалжар жылқы тұқымының Ертіс зауыттық типіне жататын «Заман» және «Бақай» аталық іздерінен тараған 52 аталық жылқының СТ генотипті көрсеткен жылқыларды өнімділікті арттыруда генетикалық қор ретінде қолдануға болады, себебі ассоциациялық талдау нәтижелері бойынша СТ генотипі жылқылардың дене тұрқының өзгерісіне айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті, сондықтан осы мутация кейінгі ұрпақта тұқым қуалауы әбден мүмкін, бұл мал өнімін арттырып, табынды жақсартуға көмектеседі, сонымен қатар LCORL генін маркер ген деп санауға болады деп есептейміз.

Авторлардың үлесі

ҚН және АС: зерттеуді тұжырымдап, ресімдеді, жан-жақты әдебиеттерге шолу жасап, жиналған деректерді талдап, мақала мәтінін дайындады. РУ, ҚИ, СБ және АЖ: мақала мәтінін соңғы редакциялап, түзетулер енгізді. Барлық авторлар мақаланың соңғы нұсқасын оқып шығып, қарап, мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс 2023-2026 жылдарға арналған бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру аясында №BR21882327 «Ауыл шаруашылығы өнімдерін органикалық өндіру мен өңдеудің жаңа технологияларын дамыту» ғылыми зерттеу шеңберінде қаржылық қолдауымен орындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Исхан, К., Ускенов, Р., Акимбеков, А., Баймуканов, Д., Юлдашбаев, Ю., Орыналиев, К. (2024). Иртышский заводской тип мугалжарской породы и линии замана, бакайя. *Исследования, результаты*, 4(104), 16-24. DOI:10.37884/4-2024/02.
- 2 Бейшова, И., Гриценко, Д., Шаменова, М., Пожарский, А., Ульянова, Т., Ковальчук, А. (2023). Полногеномный поиск ассоциаций с продуктивными качествами у отечественных пород лошадей. *Исследования, результаты*, 4(100), 11-19. DOI:10.37884/4-2023/02.
- 3 Signer-Hasler, H., Flury, C., Haase, B., Burger, D., Simianer, H., Leeb, T., Rieder, S. (2012). A Genome-Wide Association Study Reveals Loci Influencing Height and Other Conformation Traits in Horses. *PLoS One*, 7(5), e37282. DOI:10.1371/journal.pone.0037282.
- 4 Shokouh, M-N, Hoffman, GE, Allen, JJ, Chu, E., Gu, E., Chandler, AM, Lored, AI, Bellone, RR, Mezey, JG, Brooks, SA, Sutter NB. (2012). Four Loci Explain 83% of Size Variation in the Horse. *PLoS One*. DOI:10.1371/journal.pone.0039929.
- 5 Gudbjartsson, DF, Walters, GB, Thorleifsson, G., Stefansson, H, Halldorsson, BV. (2008) Many sequence variants affecting diversity of adult human height. *Nat Genet.*, 40, 609-615. DOI: 10.1038/ng.122.
- 6 Lindholm-Perry, AK, Sexten, AK, Kuehn, LA, Smith, TP, King, DA. (2011). Association, effects and validation of polymorphisms within the NCAPG -LCORL locus located on BTA6 with feed intake, gain, meat and carcass traits in beef cattle. *BMC Genet.*, 12, 103.
- 7 Shriner, D., Adeyemo, A., Gerry, NP, Herbert, A., Chen, G. (2009). Transferability and fine-mapping of genome-wide associated loci for adult height across human populations. *PLoS One*, 4, e8398. DOI: 10.1186/1471-2350-13-88.
- 8 Lindtke, D., Lerch, S., Morel, I., Neuditschko, M. (2024). Assessment of genome complementarity in three beef-on-dairy crossbreds reveals sire-specific effects on production traits with comparable rates of genomic inbreeding reduction. *BMC Genomics*, 25(1), 1118. DOI:10.1186/s12864-024-11029-z.
- 9 Akanno, EC, Chen, L., Abo-Ismael, MK, Crowley, JJ, Wang, Z., Li, C. (2018). Genome-wide association scan for heterotic quantitative trait loci in multi-breed and crossbred beef cattle. *Genet Sel Evol.*, 50(1), 48. DOI: 10.1186/s12711-018-0405-y.
- 10 Bouwman, AC, Daetwyler, HD, Chamberlain, AJ, Ponce, CH, Sargolzaei, M., Schenkel, FS. (2018). Meta-analysis of genome-wide association studies for cattle stature identifies common genes that regulate body size in mammals. *Nat Genet.*, 50(3), 362-7. DOI: 10.1038/s41588-018-0056-5.
- 11 Sahana, G., Höglund, JK, Gulbrandsen, B., Lund, MS. (2015). Loci associated with adult stature also affect calf birth survival in cattle. *BMC Genet.*, 16, 47. DOI: 10.1186/s12863-015-0202-3.
- 12 Sheet, S., Kim, J-S, Ko, M-J, Kim, N-Y, Lim, Y-J, Park, M-R, Lee, S-J, Kim, J-M, Oh, S-I, Choi, B-H. (2021). Insight into the Candidate Genes and Enriched Pathways Associated with Height, Length, Length to Height Ratio and Body-Weight of Korean Indigenous Breed, Jindo Dog Using Gene Set Enrichment-Based GWAS Analysis. *Animals*, 11, 3136. DOI:10.3390/ani11113136.
- 13 Takasuga, A. (2016). PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock. *Anim. Sci. J.*, 87, 159-167.
- 14 Tetens, J., Widmann, P., Kühn, C., Thaller, G. (2013). A genome-wide association study indicates LCORL/NCAPG as a candidate locus for withers height in German Warmblood horses. *Anim. Genet.*, 44, 467-471. DOI:10.1111/age.12031.
- 15 Simon, M., Kai, A., Potočník, K. (2024). Unveiling Genetic Potential for Equine Meat Production: A Bioinformatics Approach. *Animals*, 14, 2441. DOI:10.3390/ani14162441.
- 16 Soranzo, N., Rivadeneira, F., Chinappan-Horsley, U., Malkina, I., Richards, JB. (2009). Meta-analysis of genome-wide scans for human adult stature identifies novel loci and associations with measures of skeletal frame size. *PLoS Genet.* DOI:10.1371/journal.pgen.1000445.
- 17 Wade, CM, Giulotto, E., Sigurdsson, S., Zoli, M., Gnerre, S. (2009). Genome sequence, comparative analysis, and population genetics of the domestic horse. *Science*, 326(5954), 865-867. DOI: 10.1126/science.1178158.
- 18 Metzger, J., Schrimpf, R., Philipp, U., Distl, O. (2009). Expression Levels of LCORL Are Associated with Body Size in Horses. *PLoS One*, 8(2), e56497. DOI:10.1371/journal.pone.0056497.

19 Kabylbekova, D., Ussenbekov, Y., Assanbayev, T., Bekmanov, B., Kassymbekova, Sh. (2023). Identification on SNP polymorphisms associated with meat productivity in the local Kazakh horse breed. *Bulletin of the Karaganda*, 4(112), 69-76. DOI:10.31489/2023bmg4/69-76.

20 Saitou, N., Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol Biol Evol.*, 4(4), 406-425. DOI:10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454.

21 Aydinli, M., Liang, Ch., Dandekar, T. (2022). Motif and conserved module analysis in DNA (promoters, enhancers) and RNA (lncRNA, mRNA) using AIModules. *Scientific Reports*, 12, 17588. DOI:10.1038/s41598-022-21732-0.

22 Zhao, Y., Li, M-C, Konaté, MM, Chen, L., Das, B., Karlovich, Ch., Williams, PM, Evrard, YA, Doroshov, JH, McShane, LM. (2021). TPM, FPKM, or Normalized Counts? A Comparative Study of Quantification Measures for the Analysis of RNA-seq Data from the NCI Patient-Derived Models Repository. *Journal of Translational Medicine*, 19, 269. DOI:10.1186/s12967-021-02936-w.

23 Bai, T., Liang, B., Zhao, Y., Han, J., Pu, Y., Wang, C., Ma, Y., Jiang, L. (2022). Transcriptome Analysis Reveals Candidate Genes Regulating the Skin and Hair Diversity of Xinji Fine-Wool Sheep and Tan Sheep. *Agriculture*, 12(1), 15. DOI:10.3390/agriculture12010015.

References

1 Ishan, K., Uskenov, R., Akimbekov, A., Bajmukanov, D., Juldashbaev, Ju., Orynaliyev, K. (2024). Irtyshskii zavodskoi tip Mugalzharskoi porody i linii zamana, bakaia. *Issledovaniya, rezul'taty*, 4(104), 16-24. DOI:10.37884/4-2024/02.

2 Bejshova, I., Gricenko, D., Shamekova, M., Pozharskij, A., Ul'janova, T., Koval'chuk, A. (2023). Polnogenomnyi poisk asociacii s produktivnymi kachestvami u otechestvennyh porod loshadei. *Issledovaniya, rezul'taty*, 4(100), 11-19. DOI:10.37884/4-2023/02.

3 Signer-Hasler, H., Flury, C., Haase, B., Burger, D., Simianer, H., Leeb, T., Rieder, S. (2012). A Genome-Wide Association Study Reveals Loci Influencing Height and Other Conformation Traits in Horses. *PLoS One*, 7(5), e37282. DOI:10.1371/journal.pone.0037282.

4 Shokouh, M-N, Hoffman, GE, Allen, JJ, Chu, E., Gu, E., Chandler, AM, Lored, AI, Bellone, RR, Mezey, JG, Brooks, SA, Sutter NB. (2012). Four Loci Explain 83% of Size Variation in the Horse. *PLoS One*. DOI:10.1371/journal.pone.0039929.

5 Gudbjartsson, DF, Walters, GB, Thorleifsson, G, Stefansson, H, Halldorsson, BV. (2008) Many sequence variants affecting diversity of adult human height. *Nat Genet.*, 40, 609-615. DOI: 10.1038/ng.122.

6 Lindholm-Perry, AK, Sexten, AK, Kuehn, LA, Smith, TP, King, DA. (2011). Association, effects and validation of polymorphisms within the NCAPG -LCORL locus located on BTA6 with feed intake, gain, meat and carcass traits in beef cattle. *BMC Genet.*, 12, 103.

7 Shriner, D., Adeyemo, A., Gerry, NP, Herbert, A., Chen, G. (2009). Transferability and fine-mapping of genome-wide associated loci for adult height across human populations. *PLoS One*, 4, e8398. DOI: 10.1186/1471-2350-13-88.

8 Lindtke, D., Lerch, S., Morel, I., Neuditschko, M. (2024). Assessment of genome complementarity in three beef-on-dairy crossbreds reveals sire-specific effects on production traits with comparable rates of genomic inbreeding reduction. *BMC Genomics*, 25(1), 1118. DOI:10.1186/s12864-024-11029-z.

9 Akanno, EC, Chen, L., Abo-Ismael, MK, Crowley, JJ, Wang, Z., Li, C. (2018). Genome-wide association scan for heterotic quantitative trait loci in multi-breed and crossbred beef cattle. *Genet Sel Evol.*, 50(1), 48. DOI: 10.1186/s12711-018-0405-y.

10 Bouwman, AC, Daetwyler, HD, Chamberlain, AJ, Ponce, CH, Sargolzaei, M., Schenkel, FS. (2018). Meta-analysis of genome-wide association studies for cattle stature identifies common genes that regulate body size in mammals. *Nat Genet.*, 50(3), 362-7. DOI: 10.1038/s41588-018-0056-5.

11 Sahana, G., Höglund, JK, Gulbrandsen, B., Lund, MS. (2015). Loci associated with adult stature also affect calf birth survival in cattle. *BMC Genet.*, 16, 47. DOI: 10.1186/s12863-015-0202-3.

12 Sheet, S., Kim, J-S, Ko, M-J, Kim, N-Y, Lim, Y-J, Park, M-R, Lee, S-J, Kim, J-M, Oh, S-I, Choi, B-H. (2021). Insight into the Candidate Genes and Enriched Pathways Associated with Height, Length,

Length to Height Ratio and Body-Weight of Korean Indigenous Breed, Jindo Dog Using Gene Set Enrichment-Based GWAS Analysis. *Animals*, 11, 3136. DOI:10.3390/ani11113136.

13 Takasuga, A. (2016). PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock. *Anim. Sci. J.*, 87, 159-167.

14 Tetens, J., Widmann, P., Kühn, C., Thaller, G. (2013). A genome-wide association study indicates LCORL/NCAPG as a candidate locus for withers height in German Warmblood horses. *Anim. Genet.*, 44, 467-471. DOI:10.1111/age.12031.

15 Simon, M., Kai, A., Potočnik, K. (2024). Unveiling Genetic Potential for Equine Meat Production: A Bioinformatics Approach. *Animals*, 14, 2441. DOI:10.3390/ani14162441.

16 Soranzo, N., Rivadeneira, F., Chinappen-Horsley, U., Malkina, I., Richards, JB. (2009). Meta-analysis of genome-wide scans for human adult stature identifies novel loci and associations with measures of skeletal frame size. *PLoS Genet.* DOI:10.1371/journal.pgen.1000445.

17 Wade, CM, Giulotto, E., Sigurdsson, S., Zoli, M., Gnerre, S. (2009). Genome sequence, comparative analysis, and population genetics of the domestic horse. *Science*, 326(5954), 865-867. DOI: 10.1126/science.1178158.

18 Metzger, J., Schrimpf, R., Philipp, U., Distl, O. (2009). Expression Levels of LCORL Are Associated with Body Size in Horses. *PLoS ONE*, 8(2), e56497. DOI:10.1371/journal.pone.0056497.

19 Kabylbekova, D., Ussenbekov, Y., Assanbayev, T., Bekmanov, B., Kassymbekova, Sh. (2023). Identification on SNP polymorphisms associated with meat productivity in the local Kazakh horse breed. *Bulletin of the Karaganda*, 4(112), 69-76. DOI:10.31489/2023bmg4/69-76.

20 Saitou, N., Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol Biol Evol.*, 4(4), 406-425. DOI:10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454.

21 Aydinli, M., Liang, Ch., Dandekar, T. (2022). Motif and conserved module analysis in DNA (promoters, enhancers) and RNA (lncRNA, mRNA) using AIModules. *Scientific Reports*, 12, 17588. DOI:10.1038/s41598-022-21732-0.

22 Zhao, Y., Li, M-C, Konaté, MM, Chen, L., Das, B., Karlovich, Ch., Williams, PM, Evrard, YA, Doroshov, JH, McShane, LM. (2021). TPM, FPKM, or Normalized Counts? A Comparative Study of Quantification Measures for the Analysis of RNA-seq Data from the NCI Patient-Derived Models Repository. *Journal of Translational Medicine*, 19, 269. DOI:10.1186/s12967-021-02936-w.

23 Bai, T., Liang, B., Zhao, Y., Han, J., Pu, Y., Wang, C., Ma, Y., Jiang, L. (2022). Transcriptome Analysis Reveals Candidate Genes Regulating the Skin and Hair Diversity of Xinji Fine-Wool Sheep and Tan Sheep. *Agriculture*, 12(1), 15. DOI:10.3390/agriculture12010015.

Влияние гена LCORL на изменение экстерьера Казахской породы лошадей Мугалжар

Нургулсим К., Смакова А.К., Ускенов Р.Б., Исхан К.Ж., Бостанова С.К., Жумалин А.К.

Аннотация

Предпосылки и цель. Коневодство в Казахстане – традиционная и важная отрасль. Однако в процессе её развития возникают ряд недостатков и проблем. Например, в племенной работе по улучшению пород редко используется генетическая селекция. В связи с этим данное исследование направлено на изучение влияния гена LCORL (далее Ligand dependent nuclear receptor corepressor like) на экстерьерные и продуктивные показатели потомства Мугалжарской породы лошадей Ертисского заводского типа, происходящего от линий жеребцов «Заман» и «Бакай». Цель – обоснование использования генетического материала для селекции племенных жеребцов.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны образцы шерсти от 52 жеребцов в возрасте от 15 до 18 месяцев, происходящих от линий жеребцов «Заман» и «Бакай» Мугалжарской породы Ертисского заводского типа, содержащихся в крестьянском хозяйстве «Азамат 2», расположенном в Абайской области. Из образцов была выделена ДНК для проведения генетических исследований, и был выполнен ассоциативный анализ гена LCORL методом однонуклеотидного полиморфизма (SNP). В результате исследования были выявлены полиморфизмы гена, ассоциированные с продуктивными качествами.

Результаты. По результатам исследования однонуклеотидного полиморфизма (SNP) нами была выявлена гетерозиготная мутация C>T в позиции g.228 гена LCORL в геноме лошадей мугалжарской породы, то есть SNP C>T. Данный SNP классифицировался на следующие аллели: CC, CT и TT. Анализ аллельных и генотипических частот показал, что SNP g.228 C>T отклоняется от равновесия Харди – Вайнберга (HWE) ($p < 0.05$). Показатель информативности полиморфизма (PIC) свидетельствовал о среднем уровне полиморфизма ($0.25 < PIC < 0.50$). По генотипическим частотам было установлено, что частота генотипа CT была выше, чем у CC и TT. При анализе связи между генотипами SNP g.228 C>T гена LCORL и промерами тела лошадей мугалжарской породы установлено, что генотип CT показал более высокую связь с такими показателями, как высота в холке, косая длина туловища, обхват груди, обхват пясти и живая масса по сравнению с генотипами CC и TT. В то же время, генотип TT продемонстрировал более высокую ассоциацию с высотой в холке, обхватом пясти и живой массой по сравнению с генотипом CC.

Закключение. На основе вышеуказанных результатов анализа SNP можно предположить, что ген LCORL может быть использован в качестве молекулярного маркера для дальнейшего улучшения племенных качеств потомства линий жеребцов «Заман» и «Бакай» Ертисского заводского типа казахской породы лошадей Мугалжарского типа. Однако влияние данного гена на продуктивные качества лошадей требует дополнительных исследований.

Ключевые слова: LCORL; ген; SNP; генотип; TPM.

The effect of the LCORL gene on the body conformation of the Kazakh Mughaljar horse breed

Kaster Nurgulsim, Anel K. Smakova, Rashit B. Uksenov, Kairat Zh. Iskhan,
Saule K. Bostanova, Aibek K. Zhumalin

Abstract

Background and Aim. Horse breeding in Kazakhstan is a traditional and important sector. However, during its development, several shortcomings and issues arise. For example, genetic selection is rarely applied in the process of breed improvement. Therefore, this study aimed to investigate the effect of the LCORL (ligand-dependent nuclear receptor corepressor-like) gene on the body conformation and performance traits of the offspring descended from the stallion lines “Zaman” and “Bakai” belonging to the Ertis factory type of the Mughalzhar horse breed. The goal is to use the genetic material for the selection of breeding stallions.

Materials and Methods. Wool samples were collected from 52 stallions aged between 15 and 18 months, descended from the stallion lines “Zaman” and “Bakai” of the Ertis factory type of the Mughalzhar horse breed, kept at the “Azamat 2” farm located in Abai region. DNA was extracted from the samples for genetic analysis, and an association study of the LCORL gene was conducted using the single nucleotide polymorphism (SNP) method. As a result of the study, gene polymorphisms associated with productive traits were identified.

Results. Based on the results of the single nucleotide polymorphism (SNP) analysis, we identified a heterozygous C>T mutation at position g.228 of the LCORL gene in the genome of the Mughalzhar horse breed, i.e., the SNP C>T. This SNP was classified into the following genotypes: CC, CT, and TT. Analysis of allele and genotype frequencies showed that the g.228 C>T SNP deviated from Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) ($p < 0.05$). The polymorphism information content (PIC) indicated a moderate level of polymorphism ($0.25 < PIC < 0.50$). The CT genotype was more frequent than the CC and TT genotypes.

Regarding the association between genotypes of the g.228 C>T SNP of the LCORL gene and body measurements of the Mughalzhar horse breed, the CT genotype showed a stronger correlation with traits such as wither height, body diagonal length, chest girth, cannon girth, and body weight compared to the CC and TT genotypes. Additionally, the TT genotype exhibited a stronger association with wither height, cannon girth, and body weight compared to the CC genotype.

Conclusion. Based on the results of the SNP analysis mentioned above, the LCORL gene may be used as a molecular marker to further improve the breeding qualities of the offspring descended from the stallion lines “Zaman” and “Bakai” of the Ertis factory type of the Kazakh Mughalzhar horse breed. However, the effect of this gene on the productive traits of horse breeds still requires additional research.

Keywords: LCORL; gene; SNP; genotype; Mughalzhar horse.

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. -№ 3 (127). - Р.36-44. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1966

ӘОЖ 633.52:631.524. 8 5:631.71

Зерттеу мақаласы

Тұзға төзімді бактериялардың зығыр тұқымының өнгіштігі мен өскінінің дамуына әсері

Максутбекова Г.Т.¹ , Науанова А.П.¹ , Баимбетова Э.М.¹ , Аманжолова А.А.² 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

²«БИО-КАТУ» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент автор: Максутбекова Г.Т.: gulia_80-80@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АН) nauanova@mail.ru; (2: ЭБ) inkar_sulu_1@mail.ru;

(3: АА) ayagoz.amanzholova02@mail.ru

Қабылданған күні: 23.04.2025 **Қабылданды:** 20.08.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Дүниежүзіндегі суармалы жерлердің шамамен 11% тұзданған алқаптар құрайды. Мұндай жерлердің көлемін экологиялық тәсілдер арқылы арттыру – топырақ құнарлылығын сақтай отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін тұрақты деңгейде ұстап тұру жолдарын іздеуді маңызды мәселеге айналдыруда. Соңғы жылдары пайдалы микроағзаларды пайдалану осы саладағы зерттеулердің болашағы зор бағыттарының біріне айналды. Өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін саңырауқұлақтар мен бактериялар сияқты пайдалы микроағзаларды қолдану топырақтың тұздануы жағдайында өсу мен дамуына оң әсер етуі мүмкін, сондай-ақ азотты бекіту процестерін оңтайландыру, өсімдік гормондарын өндіру, түйнектер қалыптастыру, коректік заттарды тұтыну және өсімдіктерді патогендерден қорғау арқылы топырақ құнарлылығының көрсеткіштерін жақсартуға септігін тигізеді. Бұл ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруде маңызды шаралардың бірі болып табылады. Жұмыстың мақсаты Солтүстік Қазақстанның тұзға төзімді өсімдіктерінің ризосферасынан бөліп алынған штамдардың дәнді дақылдар тұқымдарының бастапқы өсу кезеңдеріне әсерін бағалау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Бактериялық штамдардың түрлік идентификациясы 16S rRNA генінің фрагментін ПТР арқылы амплификациялау және секвенирлеу әдістері арқылы жүргізілді. Жұмыс барысында «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыпы тұқымдарының өсуіне тұзға төзімді микроағзалардың әсерін бағалау мақсатында тұқымдар 24 сағат бойы микроағзалардың 10^6 жасуша/мл титрі культуральды сүзінділерімен, ал бақылау үшін алынған тұқымдар дистилденген сумен өңделді. Одан кейін тұқымдар бөлме температурасында қалдырылып, 7 тәуліктен соң өскіндердің санын есептеу арқылы тұқымдардың өнгіштігі анықталды. Тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы формула бойынша есептелді.

Нәтижелер. 2024 жылы «БИО-КАТУ» ЖШС-нің микроағзалар биотехнологиясы зертханасында Солтүстік Қазақстан аймағындағы тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан бөлініп алынған микроағзалардың майлы зығырдың тұқымының өсуін ынталандыру мүмкіндігі зерттеліп, алынған деректер ұсынылды. Зерттеу барысында 7 штамм іріктеліп алынды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде алынған штамдардың өсуді ынталандыру қасиеттері майлы зығыр тұқымдарының сапасына оң әсер еткендігі байқалды. Тұқымды культуралды сүзінділермен өңдеу нәтижесінде тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы 5% - 8,4% дейін, ал тамырларының ұзындығы 50,2% дейін артты. Өсімдіктің өсуі мен дамуына оң ықпал еткен *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P штамдары іріктеліп алынды. Бұл штамдар тұзды топырақтарды қалпына келтіру мақсатында биопрепараттар мен консорциумдар құрастыруда қолданылатын болады.

Кілт сөздер: микроағза; тұзға төзімділік; сұрып; штамм; майлы зығыр; топырақ.

Кіріспе

Әлемде халық саны жыл сайын өсуде. Тұрақты түрде өсіп келе жатқан халықтың азық-түлік қажеттіліктерін қанағаттандыру, азық-түлік тапшылығын болдырмау немесе азайту үшін тұзды топырақты қалпына келтіру және басқару қажет. Топырақ микроағзалары салмағы бойынша топырақ массасының 0,5% аз бөлігін ғана құрайды, алайда олар топырақтың қасиеттері мен ондағы процестерінде шешуші рөл атқарады. Микроағзалар тотығу, нитраттар түзу, топырақта өсімдіктер үшін қолжетімді аммоний иондарын түзу, азотты бекіту және топырақтың органикалық заттарының ыдырауын, қоректік заттардың трансформациясын қамтамасыз ететін басқа да процестерге қатысады. Тұздылық өсімдіктер мен микроағзаларға екі негізгі механизм арқылы әсер етеді: осмотық әсер және ерекше иондық әсерлер. Өсімдіктер мен микробтарға әсер ететін тағы бір фактор – топырақтағы судың мөлшері. Топырақ суының потенциалы ол топырақта судың сақталу деңгейін білдіреді. Суды ұстап тұру қабілеті топырақтың тұздануымен тығыз байланысты, оған топырақ ерітіндісінің осмотық потенциалы әсер етеді. Топырақтағы тұздың жоғары концентрациясы осмотық және иондық стресске, сондай-ақ өсімдіктердің қоректік заттарды сіңіруіндегі теңгерімсіздікке алып келеді. Бұл теңгерімсіздік кейбір қоректік элементтердің жетіспеушілігінен бастап Na немесе Cl деңгейінің жоғары болуына дейін өзгеруі мүмкін. Мұндай өзгерістер өсімдік тамырлары мен топырақтағы микроағзалардың қызметіне тікелей теріс әсер етіп, ақыр соңында ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуі мен дамуына кері ықпалын тигізеді [1, 2].

Топырақтың тұздылығы – ауыл шаруашылығы дақылдарын табысты өсіруге кедергі келтіретін негізгі факторлар. Бұл топырақ микроағзалары арқылы көміртектің минералдану жылдамдығына әсер етуі арқылы топырақтағы органикалық көміртек құрамына елеулі ықпал етеді. Топырақтағы органикалық көміртек әртүрлі функционалдық рөл атқаратын бірнеше қорларға бөлінеді. Жаңа түскен өсімдік қалдықтары бастапқыда бөлшекті органикалық заттардың құрамына кіреді. Ыдырау барысында көміртектің бір бөлігі микроағзалар арқылы минералданады, ал қалған бөлігі сіңіріледі немесе еріген органикалық көміртекке не гумус-көміртекке айналады [3].

Тұзданған топырақта өсімдіктің өсуі шектелетіндіктен көміртек кірісі төмен болуы мүмкін, бұл мұндай топырақтағы органикалық көміртектің құрамының сәйкес тұзсыз топыраққа қарағанда төмен болуына әкеледі. Мұндай топырақта иондық әсерлер, осмотық стресс және топырақ құрылымының нашарлығы салдарынан микроағзалардың белсенділігі төмендеуі мүмкін. Тұздылығы жоғары топырақта мәдени өсімдіктердің дамуы айтарлықтай төмен болады, тіпті зиянсыз болып саналатын тұздың, мысалы, көмірқышқыл, екі көмірқышқыл және күкірт қышқылды кальций тұзының жиналуы топырақ ерітіндісінің осмотық қысымын арттырып, өсудің тежелуіне әкеледі. Топырақта тұздың шамадан тыс жиналуы өсімдіктің улануына және жойылуына себеп болуы мүмкін. Егер қандай да бір тұз басқа тұзға қарағанда артық мөлшерде болса, топырақтың өсімдіктерге зияндылығы артады. Топырақтың жыртылатын қабатындағы тұздың жалпы мөлшері 1,5% және одан жоғары болған жағдайда ауыл шаруашылығы дақылдарының көпшілігі қалыпты дами алмайды. Топырақтың тұздылығын реттеуде микроағзаларды, әсіресе саңырауқұлақтар мен бактерияларды қолдану ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасы мен өнімділігіне оң әсер етеді, сондай-ақ олардың стресске төзімділігін арттырады [4-6].

Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны – «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыбы. Штамдарды түрлік идентификациялау үшін 16S rRNA генінің фрагменті амплификацияланып, секвенирлеу жүргізілді. ПТР реакциясы үшін универсалды праймерлер 27F және 1492R қолданылды. Алынған тізбектер NCBI GenBank мәліметтер базасымен BLAST бағдарламасы арқылы салыстырылды. Сәйкестігі жоғары тізбектер GenBank-ке тіркеліп, инвентарлық нөмірлер (Accession numbers) берілді. Тәжірибе барысында хлорлы натрийдің әртүрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, 10%) концентрацияларында тұрақты өсу қабілетіне ие штамдар азотсыз сұйық Бёрк қоректік ортасында өсірілді. Бёрк қоректік ортасының құрамы: NaCl – 0,2 г; сахароза – 20 г; K_2HPO_4 – 0,64 г; KH_2PO_4 – 0,16 г; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – 0,05 г; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2 г; $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ (0,05%) – 5 мл; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,3%) – 5 мл; дистилденген су – 1000 мл; pH – 7,3. Бұл ортада микроағзалар 3 тәулік бойы 28-30 °C температурада термостатта өсірілді [7-9].

Зертханалық тәжірибелер микробиологиялық тазалық (стерильдік) талаптарын сақтай отырып орындалды. ГОСТ 12036–85 стандартына сәйкес бүтін 100 дана тұқым іріктеліп, алдын ала зарарсыздандырылған ламинар бокс ішіне *Whatman* қағазы төселген Петри табақшаларына әр табақшаға 100 тұқымнан орналастырылды. Тәжірибе төрт қайталаныммен жүргізілді. Тұқымдар алдымен құбыр суымен жуылып, кейін 0,05% калий перманганаты ерітіндісімен өңделіп залалсыздандырылды. Тұқымдар 10^6 жасуша/мл титрлі микроағза културальды сүзінділерімен 24 сағат бойы өңделді, ал бақылау нұсқасында дистилденген су қолданылды. Тұқымның өсу қарқындылығын анықтау үшін дәндер 48 сағат бойы 28°C температурада сақталды, ал өнгіштікті анықтау үшін бөлме температурасында 24 сағат бойы сақталды. Өнгіштік көрсеткіші қалыпты өскіндер санын санын есептеу арқылы нақты уақытта бағаланды, тұқымның өнгіштігі төмендегі формула бойынша анықталды (1):

$$\text{Өнгіштік (\%)} = (n \div N) \times 100 \quad (1)$$

мұндағы: n – өнген тұқымдар саны,

N – Петри табақшасындағы барлық тұқым саны.

Ал тұқымның өсу қарқындылығын анықтау мақсатында 3-ші күні өнген тұқымдар санын есептеу үшін келесі формула қолданылды (2):

$$\text{Э} = n/N \times 100 \quad (2)$$

мұндағы: Э – өсу қарқындылығы (%), яғни 3-ші күні өскен тұқымдардың жалпы тұқым санына шаққандағы пайыздық үлесі;

n – белгілі бір кезеңде өнген тұқымдардың саны;

N – Петри табақшасындағы барлық тұқымдардың саны.

Нәтижелер және талқылау

Өсімдіктер мен микроағзалар табиғи және агроэкожүйелерде күрделі симбиотикалық және ассоциативті қатынастарды қалыптастыратын тығыз байланыста. Өсімдіктердің тамыр аймағында – ризосферада қоректік заттардың алмасуын, өсуін реттеуде және өсімдіктерді патогендерден қорғауда шешуші рөл атқаратын әртүрлі бактериялар мен саңырауқұлақтар бар. Ал өсімдіктер өз кезегінде топыраққа тамыр экссудаттарын – пайдалы микроағзалардың өсуі мен белсенділігін ынталандыратын көміртегі көздерін шығарады. Тамыр экссудаттарының құрамына амин қышқылдары, қанттар, органикалық қышқылдар, фенолдар мен ферменттер, сигналдық молекулалар кіреді және қоректік заттарды еріту, қорғаныш, топырақ құрылымын жақсарту қызметтерін атқарады. *М. Аширбеков, Н. Малицкая, Д. Такенова, С. Пучкова, М. Аужанова* жұмысында Солтүстік Қазақстанның егістіктеріне бактериялық препараттар қолданудың әсерін зерттеген. Топырақ құнарлылығын арттыруда бактериялық препараттарды қолдану өсімдіктің өнгіштігіне, өсімдіктердің өсу динамикасына, массасының жиналуына оң әсер етеді [10].

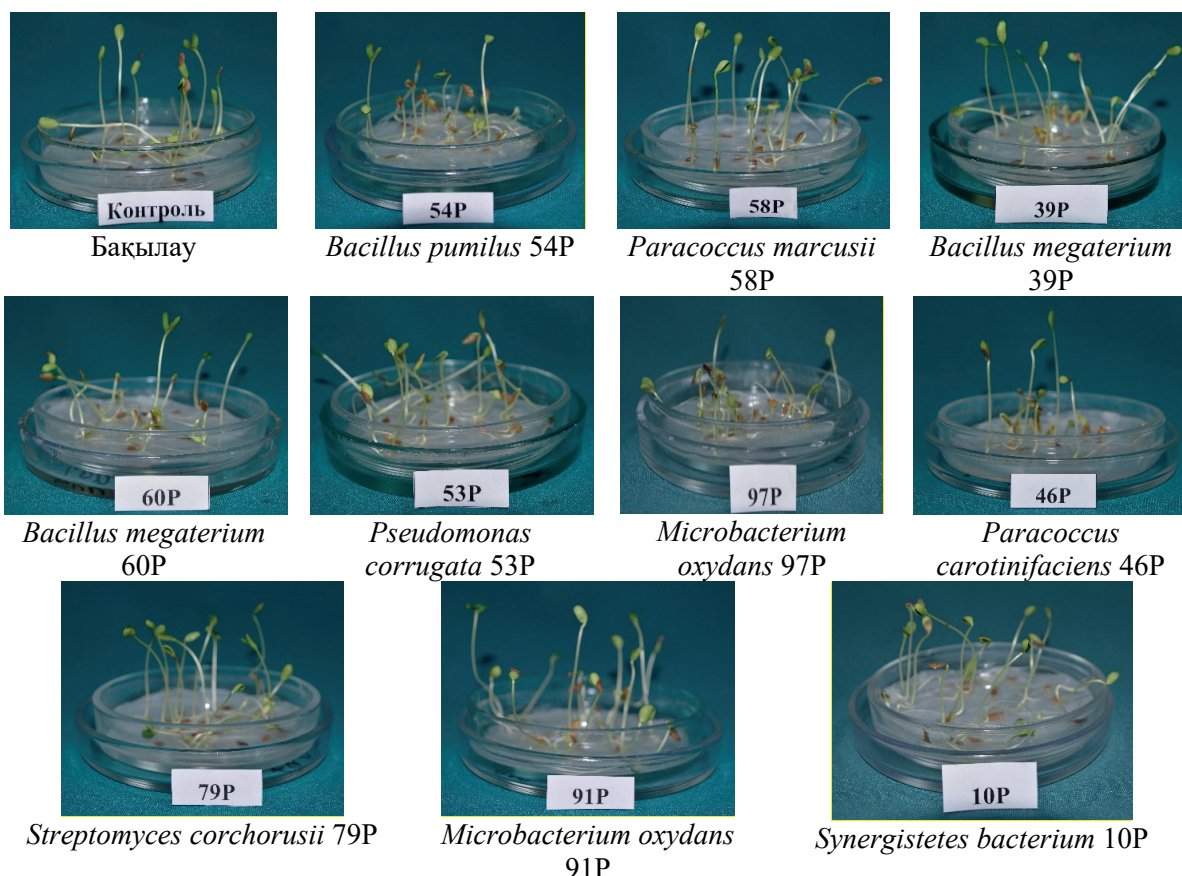
Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының сортаң жерлерде өскен тұзға төзімді өсімдіктерінің ризосферасынан алынған топыраққа микробиологиялық талдау жасау бұл өсімдіктердің тамыр аймағы микроағзаларға бай екенін және оның топырақ түзу процесі мен өсімдіктерге тыңайтқыш ретінде қолдануда маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Бөлініп алынған 149 штамның ішінен тұзға төзімді микроағзалар таңдап алынды.

Штамдар 16S rRNA генінің секвенирлеу нәтижелері бойынша анықталып, *Bacillus*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Microbacterium* және *Synergistetes* туыстарына жатқызылды. Әрбір тізбек GenBank базасына жүктеліп, жеке инвентарлық нөмірлермен тіркелді. Екі штамм (91P және 97P) *Microbacterium oxydans* түріне сәйкес келді, ал *Bacillus megaterium* екі түрлі үлгіде (39P және 60P) анықталды (1-кесте).

1-кесте – 16S rRNA секвенирлеу нәтижесінде анықталған бактериялық штаммдардың түрлік сәйкестігі

№	Штамм коды	GenBank №	Анықталған бактерия түрі
1	10P	PV382178	<i>Synergistetes bacterium</i>
2	39P	PV382293	<i>Bacillus megaterium</i>
3	46P	PV382275	<i>Paracoccus carotinifaciens</i>
4	53P	PV382281	<i>Pseudomonas corrugata</i>
5	54P	PV382282	<i>Bacillus pumilus</i>
6	58P	PV382299	<i>Paracoccus marcusii</i>
7	60P	PV382200	<i>Bacillus megaterium</i>
8	79P	PV382206	<i>Streptomyces corchorusii</i>
9	91P	PV382314	<i>Microbacterium oxydans</i>
10	97P	PV382318	<i>Microbacterium oxydans</i>

Тұзға төзімділікті анықтау үшін өсімдіктердің ризосферасынан бөлініп алынған аталған микроағзалар зертханалық жағдайда хлорлы натрийдің түрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10%) концентрациясында өсірілді және өлшемдері алынды. Зерттеу нәтижесінде тұзды ортада ең жоғары төзімділік көрсеткен штамдардың ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне әсері зерттелді. Ол үшін майлы зығырдың «Кустанайский янтарь» сұрыбы алынды және in vitro жағдайында штамдардың культуралды сүзінділерінің әсері зерттелді (1-сурет).



1-сурет – In vitro жағдайында майлы зығырдың өсуі мен дамуына микроағзалардың әсері

Paracoccus carotinifaciens 46P, *Pseudomonas corrugata* 53P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 97P штамдарының культуралды сүзінділерімен тұқымдарды өңдеу бақылаумен салыстырғанда майлы зығыр тұқымдарының

өсу қарқындылығын 5% - 8,4% дейін арттырды. Аталған штамдардың метаболиттері зығыр тұқымдарының өнгіштігін орта есеппен 8,4% дейін көтерді, *Paracoccus marcusii* 58P нұсқасында майлы зығыр тұқымдарының өнгіштігі 98,3% дейін жетті. *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Pseudomonas corrugata* 53P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P штамдарының культуральды сүзінділерімен өндегенде ауксин түзуші әсер байқалды, мұнда эксперименттік нұсқалардағы майлы зығыр тамырларының ұзындығы бақылаудан орта есеппен 50,2% артық болды (2-кесте).

2-кесте – «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыбының өсуі мен дамуына микроағзалардың культуральды сүзінділерінің әсері

Штамм	Өсу қарқындылығы, % (3 тәулік)	Өнгіштік, % (7 тәулік)	Өскіндердің ұзындығы, см	Тамырдың ұзындығы, см	Тамыршалар саны, дана
Бақылау	86,6	86,6	4,0±0,1	4,5±0,3	1,0
<i>Synergistetes bacterium</i> 10P	88,3	88,3	4,3±0,2	5,7±0,3	1,0
<i>Bacillus megaterium</i> 39P	86,6	88,3	2,6±0,1	5,5±0,4	1,0
<i>Paracoccus carotinifaciens</i> 46P	95,0	96,7	4,6±0,0	6,1±0,1	1,0
<i>Pseudomonas corrugata</i> 53P	91,6	93,3	4,0±0,1	6,4±0,5	1,0
<i>Bacillus pumilus</i> 54P	93,3	93,3	4,0±0,4	6,7±0,2	1,0
<i>Paracoccus marcusii</i> 58P	95,0	98,3	3,3±0,3	5,4±0,1	1,0
<i>Bacillus megaterium</i> 60P	88,3	90,0	2,7±0,2	4,7±0,4	1,0
<i>Streptomyces corchorusii</i> 79P	93,3	93,3	4,5±0,4	7,3±0,1	1,0
<i>Microbacterium oxydans</i> 91P	90,0	95,0	4,7±0,2	7,3±0,3	1,0
<i>Microbacterium oxydans</i> 97P	91,6	95,0	2,2±0,1	4,7±0,2	1,0
ETAA0,5	1,3	1,1			

Микроағзалардың культуральды сұйықтығы «Кустанайский янтарь» зығыр сұрыбының өсуі мен дамуына кешенді оң әсер етеді, өсімдіктердің қолайсыз жағдайларға төзімділігін арттырады және тұқымның сапасын жақсартуға ықпал етеді. Зерттеу нәтижесінде майлы зығыр тұқымын окшауланған изоляттардың суспензиясымен өндеу өсу энергиясының, зертханалық жағдайдағы өнгіштіктің, сондай-ақ тамыр ұзындығының айтарлықтай өсуіне әкелетіні анықталды. Бактериялармен өзара әрекеттесуге және түрленуге қатысатын барлық қоректік заттар мен элементтер ферменттердің қатысуымен әртүрлі реакциялардан өтеді. Зерттеу үшін алынған микроағзалар түрлері өсімдіктерге түрліше әсер етеді. Мысалы, *Bacillus*, *Pseudomonas* – өсу гормондарын бөледі, ал *Synergistetes* бактериялары анаэробты ортада әрекет етеді, органикалық заттарды ыдыратып, топырақтағы микробиологиялық тепе-теңдікті қолдауға көмектеседі. *Bacillus* туысының микроағзалары сонымен қатар фосфорды еритін формаға айналдырады, құрғақшылыққа және тұзға төзімділікті арттырады. *Paracoccus* бактериялары антиоксиданттарды өндіретін қасиетке ие, сонымен қатар өсімдікті тотығу стресінен қорғайды. *Pseudomonas* туысына жататын бактериялардың белсенділігі оның антагонистік белсенділігіне немесе өсімдіктің қоректенуін жақсартатын қасиетіне байланысты болуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады. *Streptomyces* туысына антибиотиктер мен ферменттер өндіру, патогендерді басу қасиеттері тән, сонымен қатар тамыр маңындағы микробиотаның құрамын оңтайландырады. *Microbacterium* кейбір түрлері ауксиндер сияқты өсімдік өсу гормондарын бөледі. Бұл – тамыр жүйесінің дамуын, тұқымның өнуін және вегетативтік массаның артуын ынталандырады. Зығыр дақылы талшық пен май үшін өсіріледі және оның тамыр жүйесі пайдалы микробтармен симбиозға жақсы түседі. Сондықтан микроағзалар майлы зығырдың өсуін күшейтіп, өнім сапасына оң әсер етуі мүмкін [11].

Жалпы алғанда микроағзалар топырақта органикалық заттарды ыдыратып, қоректік элементтерді айналымға түсіру арқылы топырақтың құрылымын жақсартады. Қоректік заттардың

өсімдікке сіңімділігін арттырып, пайдалы микроағзалар популяциясын тұрақтандыра отырып, топырақтың пайдалы микробиота құрамын қалыптастырады. Пайдалы микроорганизмдердің осындай кешенді әрекеті экожүйе тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде майлы зығырдың «Кустанайский янтарь» сұрыпының өсуі мен дамуына микроағзалардың культуралды сүзінділерінің кешенді әсері анықталды. Микробтық метаболиттер өсімдіктің өсу қарқындылығы мен тұқымның өнгіштігін арттырып, өскіндердің, сондай-ақ тамыр жүйесінің қарқынды дамуына ықпал етті. Нәтижесінде, осы сұрыптың бастапқы өсу кезеңдерінде оң әсер көрсеткен тиімді штамдар: *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P іріктеліп алынды. Бұл микробтық штамдар зығырдың тамыр жүйесімен симбиоздық әрекетке түсе отырып өсімдіктің физиологиялық процестерін белсендіреді. Бұл өз кезегінде өсімдіктің тұзға төзімділігін арттырып, қоректік заттарды сіңіруін жеңілдетеді. Зерттеу нәтижесінде таңдалған штамдар майлы зығырдың тұқым сапасына және майлылығының көрсеткіштеріне оң әсер етіп, болашақта оларды биопрепараттар жасау мақсатында пайдаланудың мүмкіндігін көрсетті.

Қорыта айтқанда, тұзға төзімді өсімдіктер тамыр аймағынан алынған іріктелген микроағзалардың культуралды сүзінділері майлы зығыр өсімдігінің бастапқы өсу кезеңдерін белсендіруге, оның морфофизиологиялық көрсеткіштерін жақсартуға, экологиялық таза ауыл шаруашылық технологияларын дамытуға негіз бола алады. Осыған байланысты агроэкожүйелерде пайдалы микроағзаларға негізделген биопрепараттарды пайдалану – топырақтың құнарлылығын сақтау, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз өнім өндіру және ауыл шаруашылығын орнықты дамыту жолындағы маңызды шешімдердің бірі болып саналады.

Авторлардың қосқан үлесі

ГМ, АН, ЭБ, АА: зерттеуді жүргізді және рәсімдеді, әдеби дереккөздерді іздеді, жиналған деректерді талдады, қолжазба дайындады. АН: қолжазбаны түпкілікті редакциялау жүргізді. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқыды және мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Алғыс айту. Бұл мақала Қазақстан Республикасы Жоғары білім және ғылым министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған ЖТН № BR 24992961 «Ауыл шаруашылығы дақылдары мен топырақ құнарлығын арттыру үшін биоәуірелерді қолдана отырып көмір қалдықтарын органоминералды тыңайтқыштарға қайта өңдеудің жаңа технологияларын жасау» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында шығарылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Oren, A. (2001). The bioenergetic basis for the decrease in metabolic diversity at increasing salt concentrations: implications for the functioning of salt lake ecosystems. *Hydrobiologia*. 466, 61-72.
- 2 Panneerselvam, P., Selvakumar, G., Saritha, B., Ganeshamurthy AN. (2015). *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as a Tool to Combat Plant Pathogenic Bacteria*. Sustainable Approaches to Controlling Plant Pathogenic Bacteria. DOI:10.1201/b18892-15.
- 3 Когут, БМ, Семенов, ВМ. (2020). Оценка насыщенности почвы органическим углеродом. *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 102, 103-124. DOI:10.1201/b18892-15.
- 4 Wong, VNL, Dalal, RC, Greene, RSB. (2009). Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: a laboratory incubation. *Applied Soil Ecology*, 41(1), 29-40.
- 5 Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., Pinzari, F. (2020). When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant Sci.*, 11. DOI:10.3389/fpls.2020.553087.

6 Воеводина, ЛА, Балакай, ГТ. (2017). Обзор новых направлений исследований по использованию микроорганизмов для повышения биопродуктивности засоленных земель. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, 4(28), 154-169.

7 Халилов, ИМ, Кадырова, ГХ, Шакиров, ЗС. (2019). Изучение ростостимулирующих свойств местных штаммов *Bacillus thuringiensis* на различных питательных средах. ДАН РУЗ, 4, 64-67.

8 Ившина, И. (2014). Большой практикум «Микробиология». *Перспектив науки*, 112.

9 Stell, M., Suhaimi, M. (2010). Selection of suitable growth medium for free-living diazotrophs isolated from compost. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, 38(2), 211-219.

10 Аширбеков, М., Малицкая, Н., Такенова, Д., Пучкова, С., Аужанова, М. (2023). Применение бактериальных препаратов на посевах сои в Северном Казахстане. *Исследования, результаты*, 2(98). DOI: 10.37884/2-2023/12.

11 Agha, MS, Haroun, SA, Abbas, MA, Sofy MR, Mowafy, AM. (2023). Growth and Metabolic Response of Glycine max to the Plant Growth-Promoting Enterobacter Delta PSK and Bradyrhizobium japonicum Under Salinity Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42, 5816-5830.

References

1 Oren, A. (2001). The bioenergetic basis for the decrease in metabolic diversity at increasing salt concentrations: implications for the functioning of salt lake ecosystems. *Hydrobiologia*, 466, 61-72.

2 Panneerselvam, P., Selvakumar, G., Saritha, B., Ganeshamurthy AN. (2015). *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as a Tool to Combat Plant Pathogenic Bacteria*. Sustainable Approaches to Controlling Plant Pathogenic Bacteria. DOI:10.1201/b18892-15.

3 Kogut, BM, Semenov, VM. (2020). Ocenka nasyschennosti pochvy organicheskim uglerodom. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*, 102, 103-124. DOI:10.1201/b18892-15.

4 Wong, VNL, Dalal, RC, Greene, RSB. (2009). Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: a laboratory incubation. *Applied Soil Ecology*, 41(1), 29-40.

5 Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., Pinzari, F. (2020). When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant Sci.*, 11. DOI:10.3389/fpls.2020.553087.

6 Voevodina, LA, Balakaj, GT. (2017). Obzor novyh napravlenii issledovaniy po ispol'zovaniyu mikroorganizmov dlya povysheniya bioproduktivnosti zasolennyh zemel'. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioracii*, 4(28), 154-169.

7 Halilov, IM, Kadyrova, GH, SHakirov, ZS. (2019). Izuchenie rostostimuliruyushchih svoistv mestnyh shtammov *Bacillus thuringiensis* na razlichnyh pitatel'nyh sredah. ДАН РУЗ, 4, 64-67.

8 Ivshina, I. (2014). Bol'shoi praktikum «Mikrobiologiya». *Prospekt nauki*, 112.

9 Stell, M., Suhaimi, M. (2010). Selection of suitable growth medium for free-living diazotrophs isolated from compost. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, 38(2), 211-219.

10 Ashirbekov, M., Malickaya, N., Takenova, D., Puchkova, S., Auzhanova, M. (2023). Primenenie bakterial'nyh preparatov na posevah soi v Severnom Kazahstane. *Issledovaniya, rezul'taty*, 2(98). DOI: DOI:10.37884/2-2023/12.

11 Agha, MS, Haroun, SA, Abbas, MA, Sofy, MR, Mowafy, AM. (2023). Growth and Metabolic Response of Glycine max to the Plant Growth-Promoting Enterobacter Delta PSK and Bradyrhizobium japonicum Under Salinity Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42, 5816-5830.

Влияние солеустойчивых бактерий на всхожесть и развитие проростков семян льна

Максутбекова Г.Т., Науанова А.П., Баимбетова Э.М., Аманжолова А.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Около 11% орошаемых земель в мире составляют засоленные поля. Улучшение таких земель экологическими подходами делает важным поиск путей поддержания урожайности сельскохозяйственных культур на стабильном уровне при сохранении плодородия почв. В последние годы использование полезных микроорганизмов стало одной из обнадёживающих областей исследований в этой области. Использование полезных микроорганизмов, таких как грибы и бактерии, которые способствуют росту растений, может положительно повлиять на рост и развитие в условиях засоления почвы, а также способствовать улучшению показателей плодородия почвы за счёт оптимизации процессов азотфиксации, производства растительных гормонов, образования клубней, потребления питательных веществ и защиты растений от патогенов. Создание благоприятных условий для различных групп микроорганизмов, с целью оптимизации процессов повышения плодородия почвы и улучшения ее свойств - одно из важнейших условий при выращивании сельскохозяйственных культур. Целью данной работы является оценка влияния выделенных штаммов микрофлоры солончаков Северного Казахстана на всхожесть семян зерновых культур.

Материалы и методы. Видовая идентификация бактериальных штаммов проводилась с помощью методов амплификации и секвенирования фрагмента гена 16S рРНК с помощью ПЦР. В ходе работы с целью оценки влияния солеустойчивых микроорганизмов на рост семян масличного сорта льна «Кустанайский янтарь» семена в течение 24 ч. обрабатывали культуральными фильтрами титром 10 кл/мл микроорганизмов, а полученные для контроля семена-дистиллированной водой. Семена оставляли при комнатной температуре и через 7 суток определяли всхожесть семян путем подсчета количества всходов. Всхожесть и интенсивность роста семян рассчитывали по формуле.

Результаты. В 2024 году в лаборатории биотехнологии микроорганизмов ТОО «БИО-КАТУ» была исследована способность микроорганизмов, выделенных из ризосферы солеустойчивых растений Северо-Казахстанского региона, стимулировать рост семян масличного льна и представлены полученные данные. В ходе исследования было отобрано 7 штаммов.

Вывод. В ходе исследования установлено, что стимуляторные свойства отобранных штаммов положительно влияют на качество семян масличного льна. Обработка семян культуральными фильтрами способствовала увеличению их всхожести и энергии прорастания на 5-8,4%, а длина корней увеличилась до 50,2%. Были выделены штаммы *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P, которые оказали положительное влияние на рост и развитие растений. Данные штаммы планируется использовать для создания биопрепаратов и микробных консорциумов, направленных на восстановление засоленных почв.

Ключевые слова: микроорганизм; солеустойчивость; сорт; штамм; лён масличный; почва.

The effect of salt-resistant bacteria on germination and development of flax seed seedlings

Gulzhanat T. Maxutbekova, Ainash P. Nauanova, Elmira M. Baimbetova,
Ayagoz A. Amanzholova

Abstract

Background and Aim. Approximately 11% of the world's irrigated land consists of saline soils. The ecological rehabilitation of such lands highlights the importance of developing strategies to maintain stable crop yields while preserving soil fertility. In recent years, the use of beneficial microorganisms has become one of the most promising areas of research in this field. Beneficial microorganisms, such as fungi and bacteria that promote plant growth, can positively influence plant development under soil

salinity conditions and contribute to improved soil fertility by optimizing processes such as nitrogen fixation, phytohormone production, nodule formation, nutrient uptake, and plant protection against pathogens. Creating favorable conditions for various groups of microorganisms to optimize processes that enhance soil fertility and improve its properties is one of the key prerequisites for successful cultivation of agricultural crops. The aim of this study is to assess the effect of microbial strains isolated from the saline soils of Northern Kazakhstan on the germination of cereal crop seeds.

Materials and Methods. The species identification of bacterial strains was carried out through PCR amplification and sequencing techniques of the 16S rRNA gene fragment. To assess the effect of salt-resistant microorganisms on the growth of seeds of the oil flax variety "Kostanay Amber", the seeds were treated with culture filters with a titer of 10^6 CFU/mL of microorganisms for 24 hours, while the control seeds were treated with distilled water.

Seeds were kept at room temperature, and after seven days, germination was assessed by counting the number of emerged seedlings. The seeds were then kept at room temperature, and after seven days, germination was assessed by counting the number of emerged seedlings.

Results. In 2024, the ability of microorganisms isolated from the rhizosphere of salt-resistant plants in the North Kazakhstan region to stimulate the growth of oil flax seeds was studied in the laboratory of microbial biotechnology of 'BIO-KATU' LLP and the data obtained were presented. During the study, seven strains were selected.

Conclusion. The study found that the stimulant properties of the selected strains had a positive effect on the quality of oil flax seeds. Treatment of seeds with culture filtrates increased their germination and growth rate by 5-8.4%, and the root length increased by up to 50.2%. Strains of *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P were isolated, which had a positive impact on plant growth and development. These strains are planned to be used to create biological products and microbial consortia aimed at restoring saline soils.

Keywords: microorganisms; salt tolerance; variety; strain; oil flax; soil.

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. - № 3 (127). - Р.45-54. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1987

УДК 633.36

Исследовательская статья

Оценка засухоустойчивости гибридных линий нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях Акмолинской области

Ғабдола Ә.Ж.^{1,2} , Хасанова Г.Ж.² , Джатаев С.А.² 

¹РГУ «Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур»
МСХ РК

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Ғабдола Ә.Ж.: for_work_15@mail.ru

Соавторы: (1: ГХ) khasanova-gulmira@mail.ru; (2: СД) satidjo@gmail.com

Получено: 21.05.2025 Принято: 03.09.2025 Опубликовано: 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Нут (*Cicer arietinum* L.) относится к засухоустойчивым культурам, однако дефицит влаги может существенно снижать его продуктивность. В связи с этим, актуальной задачей является создание засухоустойчивых сортов, адаптированных к условиям Северного Казахстана. Цель данного исследования – оценка гибридных линий нута на засухоустойчивость с применением лабораторных и полевых методов.

Материалы и методы. Полевые испытания проводились в условиях Акмолинской области. Для определения засухоустойчивости использовались методы проращивания семян в растворе сахарозы, оценка выживаемости растений после воздействия стрессовых условий, а также расчёт индекса засухоустойчивости гибридных линий.

Результаты. По данным полевых испытаний, наибольшей засухоустойчивостью отличались гибридные линии 18/3-1-1 и 18/3-1-2-2. В условиях осмотического стресса, вызванного проращиванием в растворе сахарозы, высокую устойчивость продемонстрировали гибридные линии 36/3-3, 35-15 и 35-3. Наиболее выносливым в тесте на выживаемость оказалась гибридная линия 18/3-1-1, сохранивший жизнеспособность и способность к восстановлению после стрессового воздействия.

Закключение. Полученные данные могут быть использованы в дальнейших селекционных программах и послужить основой для создания нового засухоустойчивого сорта нута, адаптированного к условиям Северного Казахстана.

Ключевые слова: нут; селекция; засухоустойчивость; гибридная линия.

Введение

Нут благодаря своей питательной ценности считается одной из важных и универсальных зернобобовых культур. В семенах нута содержится от 15 до 25% белка [1]. В основном это незаменимый белок и незаменимые аминокислоты (лизин, метионин и триптофан), которые имеют важную роль в рационе человека. Кроме пищевых качеств, нут также имеет и агрономическое преимущество. Он является отличным «санитаром», который борется с сорняками и предотвращает вспышки заболеваний, а способность фиксировать атмосферный азот повышает плодородие почвы, что благоприятно сказывается на последующих зерновых культурах [2].

Абиотические стрессы сдерживают рост бобовых культур, которые являются частью устойчивых сельскохозяйственных растений, которые могут улучшить плодородие почвы через эффективный симбиоз с ризобиями. Эти культуры, при правильной оптимизации в севооборотах и сельскохозяйственных системах, могут приносить доход фермерам и быть ценным продуктом питания для потребителей. Продовольственные бобовые или зернобобовые культуры занимают 80,3 млн га. Зернобобовые играют ключевую роль в устойчивом земледелии, так как способствуют более эффективному использованию воды в агроэкосистемах, снижают влияние антропогенных факторов, поддерживают высокий уровень почвенного плодородия, способствуют сохранению экологического баланса флоры и фауны и положительно влияют на сохранение диких экосистем.

Засуха представляет собой серьезную проблему для сельского хозяйства в условиях изменения климата и растущего населения планеты. Экстремальные засушливые условия оказывают отрицательное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, нарушая их рост, физиологию и размножение.

В глобальном масштабе засуха снижает урожайность нута примерно на 45-50%. Проведено множество исследований, направленных на изучение влияния засухи на различные характеристики нута, включая раннюю спелость, особенности корней, содержание углеродных изотопов, биомассу побегов, а также морфологические, физиологические, биохимические и молекулярные особенности. Засухоустойчивость нута (*Cicer arietinum L.*) является важным фактором для его выращивания в условиях ограниченного водоснабжения. По биологическим особенностям нут считается самой засухоустойчивой и жаростойкой культурой среди зернобобовых культур, кроме того нут устойчив к холоду. Это связано с тем, что в листьях нута содержится высокое количество связанной воды и органических кислот [3].

У нута есть ряд преимуществ перед другими зернобобовыми культурами, к которым относятся неприхотливость к почвам и питанию, не полегает, не растрескивается при созревании и не осыпается [4].

На оптимальный рост, развитие и размножение растений влияют разные биотические и абиотические стрессы. Засуха относится к одной из основных абиотических факторов, которая негативно влияет на развитие и урожайность растений. Последствия засухи будут возрастать по мере изменения климата и дефицита воды. Способность растений переносить стресс от засухи зависит от их способности воспринимать и передавать стрессовый стимул, а также инициировать передачу сигнала и проявлять различные морфологические, физиологические, биохимические и молекулярные изменения на разных уровнях. Реакция и выносливость растений на тот или иной стресс варьирует в зависимости от генотипа и окружающей среды, что может быть обусловлено биологическими различиями между генотипами, ростом растений и условиями стресса [5].

Растения считаются засухоустойчивыми, если в процессе онтогенеза они могут адаптироваться к кратковременному водному дефициту и дать сравнительно высокий урожай в таких условиях. Устойчивость растений к конкретному абиотическому стрессу характеризуется как высокая, средняя и слабая. Исследования показывают, что на засухоустойчивость сорта влияют генетика и факторы окружающей среды [6].

Существуют разные методы определения относительной засухоустойчивости сельскохозяйственных культур. В основном используется метод проращивания семян в осмотических растворах с повышенным давлением [6]. Целью исследования было определение засухоустойчивости семян нута в лабораторных и полевых условиях. В нашей работе мы провели оценку относительной и полевой засухоустойчивости гибридных линий нута.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2022-2024 гг. в сухо-степной зоне на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (Акмолинская область, Шортандинский район, п. Научный). Объектами исследования являлись гибридные линии поколения F4, F5, F6 и родительские формы. Посев проводился в оптимальные сроки, то есть во второй декаде мая, сеялкой ССФК-7. Размер делянки - 2 м². Полевые эксперименты закладывались на обыкновенном черноземе, относящиеся по механическому составу к тяжелосуглинистым почвам. Погодные данные были получены с метеостанции НПЦЗХ им. А.И. Бараева.

В эксперименте семена нута проращивались в растворе сахарозы, который имитирует дефицит почвенной влаги. Использовался метод проращивания семян в растворе сахарозы, предложенный *Н.Н. Кожушко* [7]. Для определения засухоустойчивости в лабораторных условиях использовали 10,8% раствор сахарозы, осмотическое давление в котором составляло 9 атмосфер. Раствор сахарозы кипятили в течение 5 мин. на водяной бане, затем охладили до комнатной температуры. В растворе сахарозы семена проращивали в 3-х кратной, а в качестве контроля в дистиллированной воде в 2-х кратной повторности. Семена проращивали в автоклавированных чашках Петри в климокамере (Growth Chamber System, Lab Companion) при температуре 20-21 °C в течение 6 суток (рисунок 1). В зависимости от процента прорастания семян в растворе сахарозы засухоустойчивость оценивали по 4 группам: 1 – высокоустойчивые, проросло 85-100% семян; 2 – устойчивость выше средней, 75-84%; 3 – среднеустойчивые, проросло 51-74%; 4 – слабо- и неустойчивые, проросло 0-50% семян. Число проросших семян в опыте и в контроле оценивали на седьмой день и вычисляли процент прорастания семян (P%) по следующей формуле:

$$P = \frac{a}{b} * 100\%, \quad (1)$$

где, а - среднее число семян, проросших в растворе сахарозы;
b - среднее число семян, проросших в контроле.

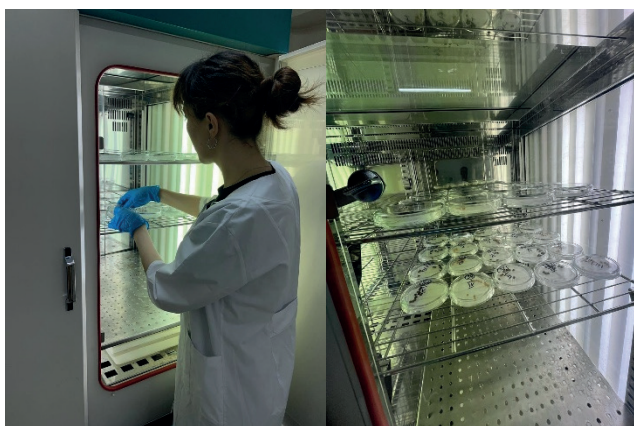


Рисунок 1 – Выращивание образцов нута в климокамере (Growth Chamber System, Lab Companion)

Для визуальной оценки засухоустойчивости был проведен тест на выживаемость растений при засухе. Для этого нут выращивали в контролируемых условиях в климатических камерах ECON при температуре 23-24 °C. В течение первых двух недель растения находились в камерах с регулярным поливом, после чего их не поливали еще две недели. По истечении этого срока все горшки были обильно политы водой, и через пять дней была проведена оценка выживаемости. Выжившими считались растения, сохранившие зеленую окраску листьев и признаки регенерации. Коэффициент выживаемости рассчитывали по формуле [8, 9]:

$$SR (\%) = (\text{число зелёных растений} / \text{общее число растений}) \times 100, \quad (2)$$

Полевые наблюдения проводились в условиях естественного увлажнения. В процессе вегетации отмечались фенологические фазы развития, биометрические показатели растений, а также параметры урожайности и её структурные элементы. Для определения засухоустойчивости в полевых условиях использовали индекс устойчивости к засухе (DSI), который рассчитывается по формуле *Фишера* и *Маурера* [10]:

$$DSI = \frac{1 - \frac{Y}{Y_p}}{1 - \frac{X}{X_p}}, \quad (3)$$

DSI - индекс засухоустойчивости;

Y - урожайность сорта в условиях стресса;

Y_p - урожайность сорта без стресса;

X - средняя урожайность по всем сортам при стрессе;

X_p - средняя урожайность по всем сортам без стресса.

Чем ниже значение индекса, тем выше засухоустойчивость сорта [11].

Статистический анализ был проведен в программе Excel, вычислили средние значения, стандартное отклонение (SD), стандартная ошибка среднего (SE), а также относительная всхожесть при осмотическом стрессе (% от контроля).

Результаты и обсуждение

В течение всего исследуемого периода (2022-2024 гг.), по данным метеостанции НПЦЗХ им. А.И.Бараева, погодные условия Акмолинской области существенно отличались от среднестатистических многолетних показателей. Так, в 2022 году отмечалось отклонение температуры воздуха в сторону повышения, особенно в мае, когда среднее значение превысило норму на 3,2 °С. Подобная тенденция сохранялась и в июне–июле, в то время как август оказался немного прохладнее обычного (- 0,2 °С). Самым теплым за все три года стал 2023 год. В отличие от него, май 2024 года выдался холоднее, чем в предыдущие годы и в среднем по многолетним данным, хотя июнь и июль, напротив, характеризовались повышенными температурами.

Осадки в разные годы распределялись крайне неравномерно (рисунок 2). В 2022 году за период вегетации выпало 117,2 мм осадков. Несмотря на это, май оказался засушливым, хотя по суммарному количеству осадков он превзошёл аналогичный период последующих лет. Значение гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) составило 0,4, что указывает на выраженные признаки засухи [12]. В 2023 году дефицит влаги стал ещё более выраженным – за весь вегетационный сезон выпало лишь 39 мм осадков, при этом в мае зарегистрировано всего 2,5 мм. ГТК снизился до критического уровня 0,1, что существенно ухудшило водный режим для растений. В 2024 году метеорологическая обстановка была более благоприятной: за вегетационный период зарегистрировано 237,9 мм осадков, а ГТК достиг 1,1, что свидетельствует об улучшении влагообеспеченности. Однако, май по-прежнему оставался сухим (всего 5,66 мм осадков), а основной объём атмосферной влаги пришёлся на август. Это привело к затруднениям при проведении уборки урожая из-за того, что почва была слишком увлажненной.

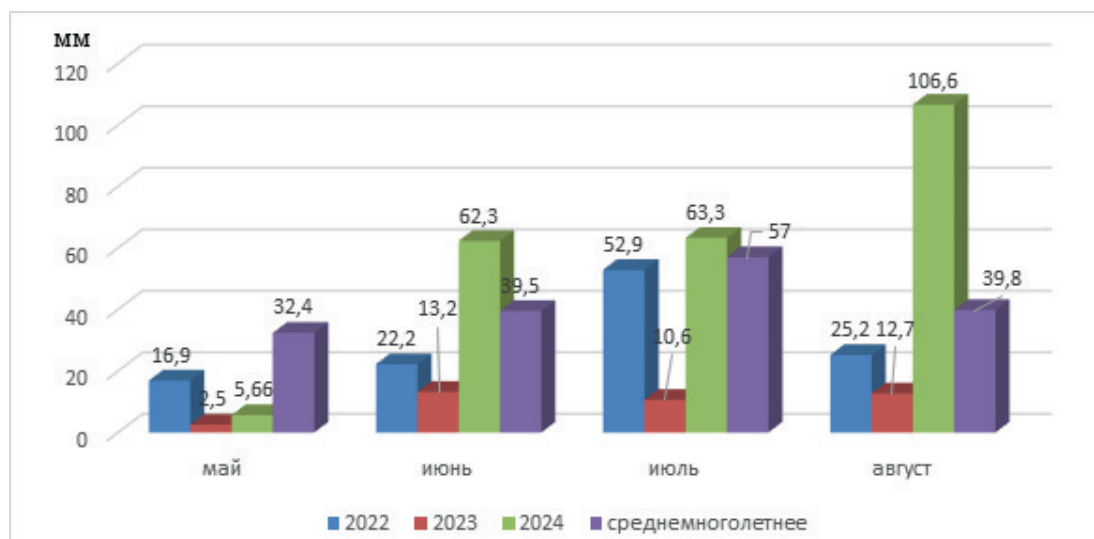


Рисунок 2 – Количество осадков за вегетационный период (2022-2024 гг.)

Для комплексной оценки исследуемых гибридных линий был проведен анализ урожайности и массы 1000 семян за 2022-2024 гг. Эти показатели позволяют объективно охарактеризовать продуктивность растений и качество формируемого семенного материала в условиях засухи. Итоговые данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность и масса 1000 семян гибридных линий нута (2022-2024 гг.)

П/н	Гибридная линия	урожайность, г/м ²				масса 1000 семян, г			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Ср.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Ср.
1	35-15	77,9	138,0	280,4	165,4	128,2	134,3	172,0	144,8
2	36/3-3	77,5	97,0	259,3	144,6	163,0	157,5	195,5	172,0
3	35-19-4	151,5	72,0	229,7	151,1	219,5	199,4	231,8	216,9
4	35-3	70,5	77,0	219,2	122,2	221,4	158,8	218,0	199,4
5	18/3-1-1	210,5	157	186,4	184,6	297,7	194,2	238,0	243,3
6	23 /2 - 13	48,5	85,0	156,3	96,6	185,7	147,6	212,2	181,8
7	18/3-1-2-2	206,0	138,0	146,4	163,5	226,2	202,2	305,7	244,7
8	40-1-2	158,5	63,0	155,7	125,7	89,0	164,1	182,1	145,1
9	41-2	128,5	45,0	181,4	118,3	175,4	210,8	265,7	217,3

Согласно данным таблицы 1, урожайность по гибридным линиям существенно варьировала как по годам, так и в среднем за исследуемый период. Наиболее высокие средние значения отмечены у гибридной линии 18/3-1-1 (184,6 г/м²) и 18/3-1-2-2 (163,5 г/м²), что указывает на их относительную стабильность и продуктивность в условиях засухи. В то же время гибридная линия 23/2-13 имела наименьший средний показатель (96,6 г/м²). По массе 1000 семян также выделились линии 18/3-1-2-2 (244,7 г) и 18/3-1-1 (243,3 г), что свидетельствует о формировании более выполненного семенного материала. Линии 35-3 и 35-19-4, несмотря на средние показатели урожайности, отличались высоким весом 1000 семян (199,4 и 216,9 г соответственно).

Засухоустойчивость гибридных линий оценивалась по индексу засухоустойчивости, который колебался в пределах 0,1-1 баллов (рисунок 3), что указывает на различную степень их чувствительности к засухе.

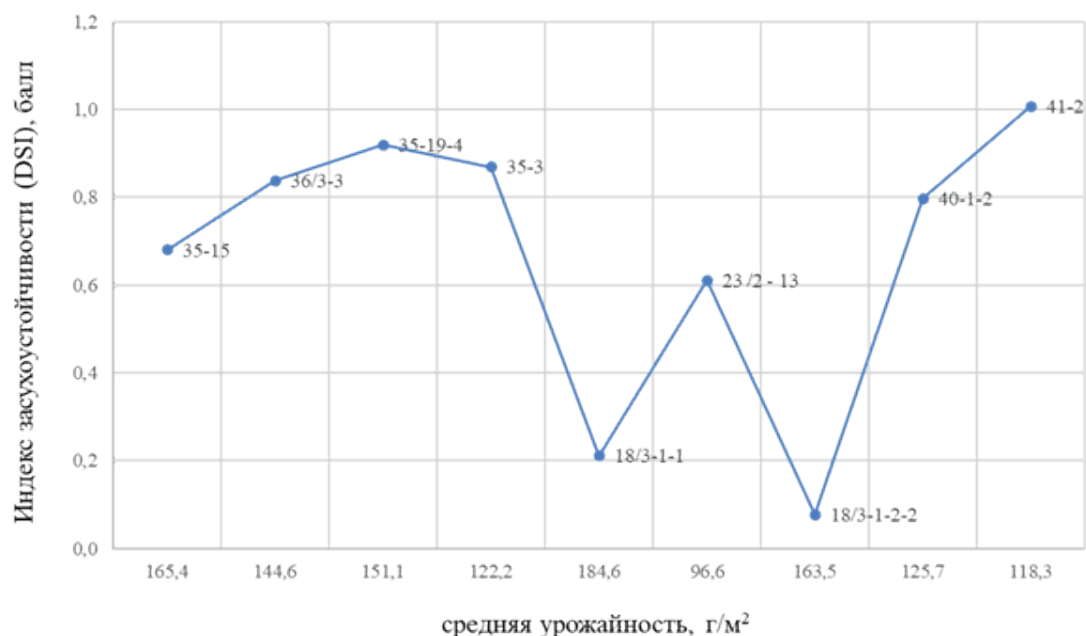


Рисунок 3 – Индекс засухоустойчивости нута, среднее за 2022-2024 гг.

Данные, представленные на рисунке 3, демонстрируют выраженные различия между гибридными линиями нута по индексу засухоустойчивости и средней урожайности. Можно предположить, что гибридная линия 18/3-1-1, имея высокую урожайность (184,6 г/м²), обладает также высокой устойчивостью к засухе, поскольку его индекс засухоустойчивости составляет 0,2 балла. Похожее наблюдается и у гибридной линии 18/3-1-2-2, у которого при урожайности 163,5

г/м² индекс устойчивости был 0,1 балла. Это делает данные гибридные линии перспективными для использования в дальнейших исследованиях в условиях засухи. У других гибридных линий индекс засухоустойчивости был в диапазоне от 0,6 до 1,0 балла, что указывает на менее низкую адаптацию к условиям засухи. Среди всех образцов наименьшая урожайность (96,6 г/м²) отмечена у линии 23/2-13, которая при индексе 0,6 балла характеризуется как слабоустойчивая к засухе. Для линий 35-19-4 и 41-2 значения индекса составили 0,9 и 1,0, что указывает на их чувствительность к засушливым условиям.

Гибридные линии нута по проценту прорастания в сахарозе можно разделить на три группы: 1 - высокоустойчивые к ним отнесли гибридные линии 36/3-3, 35-15, 35-3; 2 - среднеустойчивые 18/3-1-1, 35-19-4; все остальные были слабоустойчивые (рисунок 4).

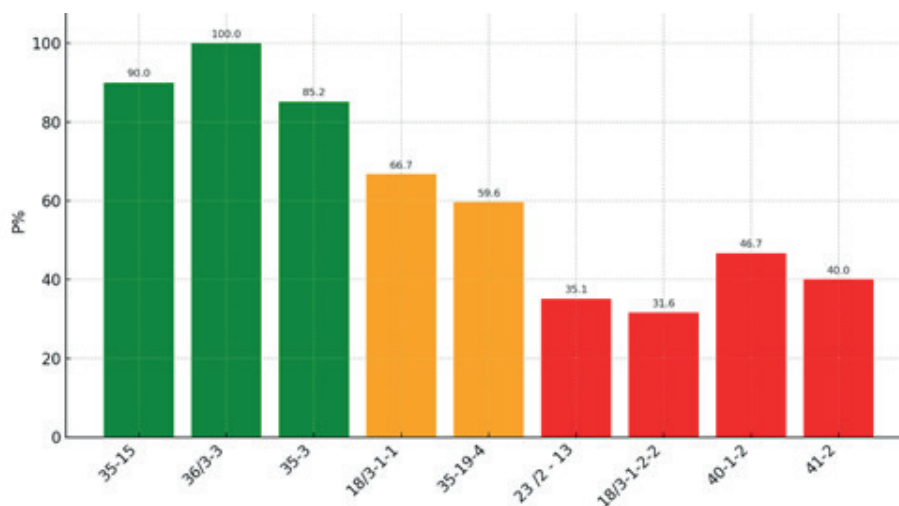


Рисунок 4 – Процент прорастания семян нута в растворе сахарозы. Зеленым цветом обозначены - высокоустойчивые; желтым - среднеустойчивые и красным – слабоустойчивые, среднее за 2022-2024 гг.

Результаты определения засухоустойчивости гибридных линий нута в лабораторных условиях представлены на рисунке 4, согласно которым, гибридные линии были условно разделены на три группы. Высокий процент прорастания был у гибридной линии 36/3-3, что показывает его устойчивость к осмотическому давлению. Также высокие показатели были у гибридных линий 18/3-1-1 (66,7%) и 35-19-4 (59,6%), данные гибридные линии показали средний уровень устойчивости, показывая наличие умеренной адаптации к водному дефициту. Остальные гибриды показали слабое прорастание в растворе сахарозы, что свидетельствует о их чувствительности к осмотическому стрессу.

В исследованиях *A. Muscolo* и др. отмечено [13], что генотип, проявляющий устойчивость к засолению или засухе на стадии семян, со временем может изменять степень своей толерантности: становиться более чувствительным при длительном воздействии стрессовых факторов либо, напротив, формировать адаптивную систему защиты и повышать устойчивость. В связи с этим полученные результаты подтверждают, что гибридные линии, показавшие низкий уровень прорастания в условиях осмотического стресса, в полевых условиях отличались высокой урожайностью и засухоустойчивостью.

Результаты теста на выживаемость растений в условиях засухи представлены на рисунке 5. Для проведения испытания семена растений проращивали в течение 5 суток в стерильных чашках Петри, увлажняли дистиллированной водой, после чего проростки переносили в питательный универсальный грунт и выращивали в контролируемых условиях климатической камеры ECON при температуре 22 °С, фотопериоде 16/8 ч (день/ночь) и интенсивности освещения около 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. В течение двух недель растения выращивались при регулярном поливе, затем в течение последующих двух недель полив полностью прекращался, что моделировало стресс засухи. После восстановления полива выживаемость растений оценивали через 5 суток по

наличию признаков регенерации. Устойчивые растения демонстрировали сохранение зеленой окраски листьев и здорового внешнего вида. Напротив, растения, не перенёвшие стресс, находились в угнетенном состоянии - их стебли лежали на поверхности почвы, а листья были сухими и пожелтевшими.

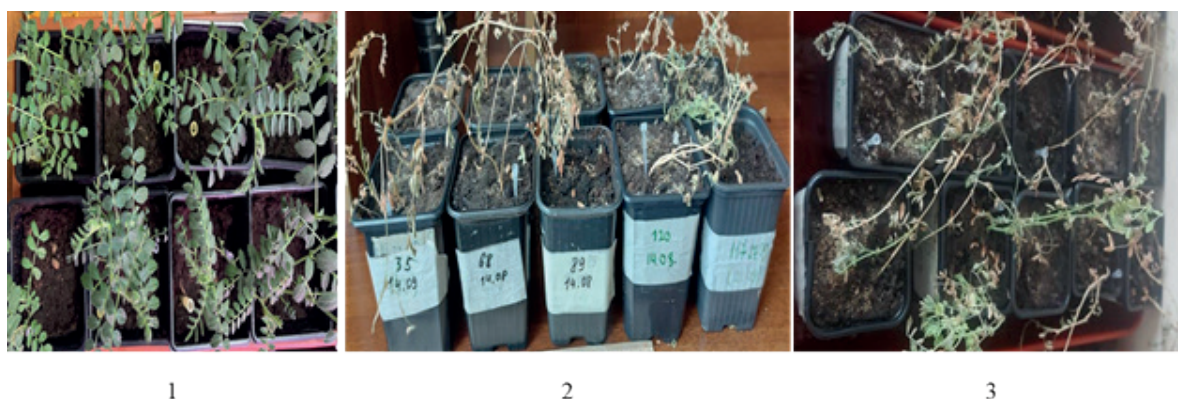


Рисунок 5 – Тест на выживаемость растений нута при засухе:
1 - растения без стресса; 2 - растения под стрессом; 3 - выжившие растения

Тест на выживаемость показал, что гибридная линия 18/3-1-1 характеризуется коэффициентом выживаемости 50%, что может свидетельствовать о её засухоустойчивости. После периода стрессовых условий растения сохраняли тургор, их листья оставались зелеными и не демонстрировали выраженных признаков увядания. Эти наблюдения указывают на возможную способность данной гибридной линии адаптироваться к водному дефициту. Вместе с тем результаты отражают реакцию растений только в условиях проведенного эксперимента и требуют подтверждения в полевых испытаниях.

Заключение

В результате комплексного исследования засухоустойчивости гибридных линий нута, включающего проращивание в растворе сахарозы, тест на выживаемость и полевые испытания, были выявлены перспективные генотипы с высокой степенью адаптации к водному стрессу. По результатам полевых испытаний, наибольшую устойчивость к засухе продемонстрировали гибридные линии 18/3-1-1 и 18/3-1-2-2. На этапе проращивания в условиях осмотического стресса (сахарозный раствор) выделились гибридные линии 36/3-3, 35-15 и 35-3. При проведении теста на выживаемость наиболее устойчивой оказалась гибридная линия 18/3-1-1, сохранивший жизнеспособность и способность к восстановлению после стрессового воздействия.

Сопоставление данных, полученных на основании лабораторных и полевых исследований, позволило выделить гибридную линию 18/3-1-1 как наиболее стабильную и универсальную по показателям засухоустойчивости. Его высокая адаптивность как на ранних этапах онтогенеза, так и в полевых условиях позволяет рекомендовать данную гибридную линию для последующего включения в селекционные программы, направленные на создание засухоустойчивых сортов нута.

Вклад авторов

ӨҒ: проведение полевых опытов, проведение лабораторных испытаний, анализ полученных данных и написание основной части текста статьи. ГХ: консультирование по вопросам проведения исследований, помощь в постановке опытов, проверка и редакция текста. СД: консультирование по вопросам обработки данных, проверка.

Список литературы

- 1 Richards, MF, Maphosa, L., Preston, AL. (2022). Impact of sowing time on chickpea (*Cicer arietinum* L.) biomass accumulation and yield. *Agronomy*, 12(1), 160. DOI:10.3390/agronomy12010160.
- 2 Sajjad, M., Rashid, K., Shah, J., Hassan, F., Asadullah, HM, Mahmood, N., Ghuffar, S., Sabtain, U., Hassan, A., Qayyum, A. (2021). Assessment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on physiomorphic attributes under water deficit conditions at seedling stage. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(51-52), 1-7.
- 3 Rani, A., Devi, P., Jha, UC, Sharma, KD, Siddique, KHM, Nayyar, H. (2020). Developing climate-resilient chickpea involving physiological and molecular approaches with a focus on temperature and drought stresses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1759. DOI:10.3389/fpls.2019.01759.
- 4 Varshney, RK, Thudi, M., Nayak, SN, Gaur, PM, Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Jaganathan, D., Koppolu, J., Bohra, A., Tripathi, S., Rathore, A., Jukanti, AK, Jayalakshmi, V., Vemula, A., Singh, S., Yasin, M., Sheshshayee, MS, Viswanatha, KP. (2013). Genetic dissection of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 126(6), 1619-1639. DOI: 10.1007/s00122-013-2230-6.
- 5 Shivhare, R., Lata, C. (2019). Assessment of pearl millet genotypes for drought stress tolerance at early and late seedling stages. *Biologia Plantarum*, 41(3), 39. DOI:10.1007/s11738-019-2831-z.
- 6 Любимова, АВ, Мамаева, ВС, Менщикова, АА. (2022). Генетическая засухоустойчивость современных сортов овса посевного как ответ глобальному изменению климата. *Аграрный вестник Урала*, 6, 49-59. DOI:10.32417/1997-4868-2022-221-06-49-59.
- 7 Кожушко, НН. (Сост.). (1978). *Методические указания по определению относительной засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением (горох, вика, фасоль, соя, чечевица, нут, чина, бобы, люпин)*. Ленинград: ВИР.
- 8 Dubrovina, AS, Kiselev, KV, Khristenko, VS, Aleynova, OA. (2015). VaCPK20, a calcium-dependent protein kinase gene of wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr, mediates cold and drought stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 185, 1-12. DOI: 10.1016/j.jplph.2015.05.020.
- 9 Rico-Cambron, TY, Bello-Bello, E., Martínez, O., Sánchez-González, JJ, Vázquez-Pardo, FM, Ayala-Garay, AV. (2023). A non-invasive method to predict drought survival in *Arabidopsis* using quantum yield under light conditions. *Plant Methods*, 19, 127. DOI: 10.1186/s13007-023-01107-w.
- 10 Fischer, RA, Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5), 897-912. DOI: 10.1071/AR9780897.
- 11 Щенникова, ИН, Панихина, ЛВ. (2024). Влияние засухи на развитие элементов структуры урожайности сортов ярового ячменя. *Известия ТСХА*, 3, 111-121. DOI:10.26897/0021-342X-2024-3-111-121.
- 12 Ионова, ЕВ, Лиховидова, ВА, Лобунская, ИА. (2019). Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы). *Зерновое хозяйство России*, 6, 18-22. DOI:10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
- 13 Muscolo, A., Junker, A., Klukas, C., Weigelt-Fischer, K., Riewe, D., Altmann, T. (2015). Phenotypic and metabolic responses to drought and salinity of four contrasting lentil accessions. *Journal of Experimental Botany*, 66(18), 5467-5480. DOI: 10.1093/jxb/erv208.

References

- 1 Richards, MF, Maphosa, L., Preston, AL. (2022). Impact of sowing time on chickpea (*Cicer arietinum* L.) biomass accumulation and yield. *Agronomy*, 12(1), 160. DOI:10.3390/agronomy12010160.
- 2 Sajjad, M., Rashid, K., Shah, J., Hassan, F., Asadullah, HM, Mahmood, N., Ghuffar, S., Sabtain, U., Hassan, A., Qayyum, A. (2021). Assessment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on physiomorphic attributes under water deficit conditions at seedling stage. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(51-52), 1-7.
- 3 Rani, A., Devi, P., Jha, UC, Sharma, KD, Siddique, KHM, Nayyar, H. (2020). Developing climate-resilient chickpea involving physiological and molecular approaches with a focus on temperature and drought stresses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1759. DOI:10.3389/fpls.2019.01759.

- 4 Varshney, RK, Thudi, M., Nayak, SN, Gaur, PM, Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Jaganathan, D., Koppolu, J., Bohra, A., Tripathi, S., Rathore, A., Jukanti, AK, Jayalakshmi, V., Vemula, A., Singh, S., Yasin, M., Sheshshayee, MS, Viswanatha, KP. (2013). Genetic dissection of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 126(6), 1619-1639. DOI: 10.1007/s00122-013-2230-6.
- 5 Shivhare, R., Lata, C. (2019). Assessment of pearl millet genotypes for drought stress tolerance at early and late seedling stages. *Biologia Plantarum*, 41(3), 39. DOI:10.1007/s11738-019-2831-z.
- 6 Lyubimova, AV, Mamaeva, VS, Menshchikova, AA. (2022). Geneticheskaya zasuhoustojchivost' sovremennyh sortov ovsa posevnogo kak otvet global'nomu izmeneniyu klimata. *Agrarnyj vestnik Urala*, 6, 49-59. DOI:10.32417/1997-4868-2022-221-06-49-59 [in Russ].
- 7 Kozhushko, NN. (Sost.). (1978). *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu odnositel'noj zasuhoustojchivosti obrazcov zernobobovyh kul'tur sposobom prorashchivaniya semyan v rastvorah saharozy s vysokim osmoticheskim davleniem (goroh, vika, fasol', soya, chechevica, nut, china, boby, lyupin)*. Leningrad: VIR. [in Russ].
- 8 Dubrovina, AS, Kiselev, KV, Khristenko, VS, Aleynova, OA. (2015). VaCPK20, a calcium-dependent protein kinase gene of wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr, mediates cold and drought stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 185, 1-12. DOI: 10.1016/j.jplph.2015.05.020.
- 9 Rico-Cambron, TY, Bello-Bello, E., Martínez, O., Sánchez-González, JJ, Vázquez-Pardo, FM, Ayala-Garay, AV. (2023). A non-invasive method to predict drought survival in *Arabidopsis* using quantum yield under light conditions. *Plant Methods*, 19, 127. DOI: 10.1186/s13007-023-01107-w.
- 10 Fischer, RA, Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5), 897-912. DOI: 10.1071/AR9780897.
- 11 Shchennikova, IN, Panikhina, LV. (2024). Vliyanie zasukhi na razvitie elementov struktury urozhaynosti sortov yarovogo yachmenya. *Izvestiya TSKhA*, 3, 111-121. DOI:10.26897/0021-342X-2024-3-111-121 [in Russ].
- 12 Ionova, EV, Likhovidova, VA, Lobunskaya, IA. (2019). Zasukha i gidrotermicheskiy koeffitsient uvlazhneniya kak odin iz kriteriev otsenki stepeni ee intensivnosti (obzor literatury). *Zernovoe khozyaystvo Rossii*, 6, 18-22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22 [in Russ].
- 13 Muscolo, A., Junker, A., Klukas, C., Weigelt-Fischer, K., Riewe, D., Altmann, T. (2015). Phenotypic and metabolic responses to drought and salinity of four contrasting lentil accessions. *Journal of Experimental Botany*, 66(18), 5467-5480. DOI: 10.1093/jxb/erv208.

Ақмола облысы жағдайында ноқат (*Cicer arietinum* L.) буданды линияларының құрғақшылыққа төзімділігін бағалау

Ғабдола Ә.Ж., Хасанова Г.Ж., Джатаев С.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ноқат (*Cicer arietinum* L.) құрғақшылыққа төзімді дақылдарға жатады, алайда ылғалдың жетіспеушілігі оның өнімділігін айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Осыған байланысты Солтүстік Қазақстан жағдайына бейімделген құрғақшылыққа төзімді сорттарды өсіру өзекті. Бұл зерттеудің мақсаты - зертханалық және танаптық әдістерді пайдалана отырып, ноқат буданды линияларының құрғақшылыққа төзімділігін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Далалық сынақтар Ақмола облысы жағдайында жүргізілді. Құрғақшылыққа төзімділікті анықтау үшін сахароза ерітіндісінде тұқымның өну әдістері, стрестік жағдайларға ұшырағаннан кейін өсімдіктердің өмір сүруін бағалау және буданды линиялардың құрғақшылыққа төзімділік индексын есептеу қолданылды.

Нәтижелер. Танаптық сынақтарға сәйкес, 18/3-1-1 және 18/3-1-2-2 буданды линиялары құрғақшылыққа төзімділігімен ерекшеленді. Сахароза ерітіндісінде өнуден туындаған осмостық стресс жағдайында 36/3-3, 35-15 және 35-3 буданды линиялары жоғары төзімділікті көрсетті. 18/3-1-1 буданы өмір сүру сынағында ең төзімді болып шықты, стрестік әсерден кейін өміршеңдік пен қалпына келтіру қабілетін сақтап қалды.

Қорытынды. Алынған деректер одан әрі селекциялық бағдарламаларда пайдаланылуы мүмкін және Солтүстік Қазақстанның жағдайына бейімделген ноқаттың құрғақшылыққа төзімді жаңа сортын жасау үшін негіз болады.

Кілт сөздер: ноқат; селекция; құрғақшылыққа төзімділік; буданды линия.

Evaluation of drought tolerance of chickpea hybrid lines (*Cicer arietinum* L.) under the conditions of the Akmola region

Ademi Zh. Gabdola, Gulmira Zh. Khassanova, Satyvaldy A. Jatayev

Abstract

Background and Aim. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is considered a drought-resistant crop, however moisture deficit can significantly reduce its productivity. Therefore, developing drought-resistant varieties adapted to the conditions of Northern Kazakhstan is a relevant task. The aim of this study was to evaluate chickpea hybrid lines for drought tolerance using both laboratory and field methods.

Materials and Methods. Field trials were conducted in the Akmola region. Drought tolerance was determined using methods including seed germination in sucrose solution, evaluation of plant survival after exposure to stress conditions, and calculation of drought tolerance index for the hybrid lines.

Results. According to the field trial data, hybrids 18/3-1-1 and 18/3-1-2-2 demonstrated the highest drought tolerance. Under conditions of osmotic stress induced by germination in sucrose solution, hybrid lines 36/3-3, 35-15 and 35-3 showed high resistance. Hybrid line 18/3-1-1-1 proved to be the most resistant in the survival test, maintaining viability and ability to recover after stress exposure.

Conclusion. The obtained results can be used in further breeding programs and may serve as a basis for the development of new drought-resistant chickpea variety adapted to the conditions of Northern Kazakhstan.

Keywords: chickpea; breeding; drought tolerance; hybrid line.

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. - № 3 (127). - Р.55-70. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1992

ӘОЖ 635.656(045)

Зерттеу мақаласы

Асбұршақтың жапырылуға төзімділігін зерттеу

Аринов Б.К.¹ , Мусынов К.М.¹, Хасанова Г.Ж.¹ , Кипшакбаева А.А.¹,
Кузбакова М.М.¹ , Зайлашева А.А.^{1,2}

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
Астана, Қазақстан

²Ұлттық биотехнология орталығы, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Хасанова Г.Ж. khasanova-gulmira@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: БА) arinov_1982@mail.ru, (2: КМ) kazeke1963@mail.ru,
(3: АА) kiras78@mail.ru, (4: ММ) happy.end777@mail.ru (5: АА) azailashova@gmail.com

Қабылданған күні: 09.06.2025 **Қабылданды:** 26.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Аннотация

Қазіргі уақытта біздің елімізде асбұршақтың жоғары технологиялық сорттарын өсіруге қызығушылық артып келеді, олар біркелкі пісумен, жоғары өнімділікпен және жапырылуға төзімділікпен сипатталады. Сөйтіп, жапырылуға төзімділік селекциясы – асбұршақ селекциялар бағдарламаларындағы – ең маңызды критерийлердің бірі болып табылады.

Алайда, бұл дақыл жапырылуға бейім, өйткені сабақтың негізі бастапқыда жіңішкертілген және әлсіз, ал ас бұршақ сабағының беріктігінің генетикалық өзгергіштігі өте шектеулі. Селекцияның баяу қарқынына қарамастан, соңғы жылдары ас бұршақтың жаңа формаларының жапырылуға төзімділік көрсеткіштерін жақсартуда маңызды жетістіктерге қол жеткізілді.

Елімізде көптеген өндірушілер детерминантты жартылай жапырағысыз қысқа сабақты сорттарды жоғары бағалайды. Мұндай асбұршақ өсімдіктері әдеттегі ауа-райы жағдайында піскенге дейін тік өседі, бұл өнім жинауды тезірек жүргізуге, жабдықты минималды бейімдеуге және тұқымның жоғары сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Детерминантты емес сорттар, арамшөптермен жақсы бәсекелестікке және жылу стрестері бар қолайсыз жағдайларда тұқымның тұрақты өнімділігіне қарамастан, әдетте өнім жинау кезінде қатты жапырылады және арнайы жинау процедураларын қажет етеді.

Егістік асбұршақтың гендік қоры (*Pisum sativum* L.) морфологиялық формалардың көп санымен ұсынылған, сонымен сорттары негізінен жапырақты және мұртты (жапырақсыз) морфотиптерге жатады. Жапырылуға төзімді болғандықтан, ең үлкен аумақтарды мұртты морфотиптің сорттары алады. Сонымен қатар, олардың жапырақ бетінің азаюы бірқатар жағымсыз салдарға әкеледі.

Мақалада, соңғы 20 жылдағы, ғылыми еңбектерге әдеби шолу жасалды. Асбұршақ өнімділігін арттыру әдістеріне қатысты неғұрлым заманауи мәселелер бойынша дәлелді эксперименталдық базаны қамтитын өзекті ғылыми деректерге жүйелі шолу жүргізілді, олардың ішінде ең тиімдісі өндіріске жаңа жоғары өнімді технологиялық сорттарды шығару және енгізу болып табылады.

Кілт сөздер: ас бұршақ; жапырылғыштық; төзімділік; селекция; мұртты (жапырақсыз) морфотип; өнімділік.

Кіріспе

Ас бұршақ (*Pisum sativum* L.) – әлемдегі ең маңызды бұршақ дақылдарының бірі. И.В. Савченконың және басқалардың деректері бойынша, ас бұршақ өндірісіндегі көшбасшылар Канада, Франция, Қытай, Ресей, сондай-ақ Үндістан, Украина, Германия. Бұл дақыл ерте көктемгі

мерзімде себіледі, ол топырақтағы күзгі-қысқы ылғал қорын жақсы пайдаланады, аурулар мен зиянкестерден аз зардап шегеді, ерте піседі [1].

Ауыл шаруашылығының қарқындылығына байланысты жоғары ақуызды бұршақ дақылдарының өндірісін ұлғайту қажеттілігі артып келеді, олардың негізгісі біздің елімізде ас бұршақ болып табылады. 2021-2030 жылдарға арналған «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың тұжырымдамасында» өсімдік шаруашылығын дамыту проблемаларының бірі – селекциялық жұмыстың және тұқым шаруашылығы жүйесінің артта қалғандығы, отандық селекциясының тұқымдарымен қамтамасыз етілмеуі болып табылатыны көрсетілді [2].

Сондықтан, қоршаған ортаның стресс факторларына қарсы тұра алатын, тұрақты түрде жоғары сапалы өнімді қалыптастыратын жаңа жоғары өнімді сорттарды шығару және антропогендік және табиғи ресурстарды қолдану өзекті болып табылады.

Стрестік абиотикалық және биотикалық факторлардың әсерімен қатар, ас бұршақ өнімділігін төмендететін негізгі шектеу факторларының бірі, өсімдіктердің жапырылуға төзімділігінің төмендігі, әсіресе жоғары өнімділікті қалыптастыру үшін қолайлы жағдайларда қатты көрінеді [3-5]. Сонымен қатар, едәуір жапырақтылығы бар және үлкен вегетативті массаны құрайтын өсімдіктер гүлдену кезінде жапырыла бастайды [6-11]. Өсімдіктердің жапырылу нәтижесінде фотосинтетикалық әрекеттіліктің ерте төмендеуі, төменгі қабатындағы жапырақтар мен бұршаққаптардың бөртуі және шіруі байқалады [12-14].

Жапырылу - техникалық пісу кезеңінде жасыл асбұршақ дақылдарының айтарлықтай көп шығындарына әкеледі, ал өсімдіктердің толық пісуі кезінде механикаландырылған жинау үлкен қиындықтармен байланысты және тұқымның үлкен шашылуымен қоса жүреді. Мол ылғалданған жылдары астық өнімділігі биологиялық әлеуетпен салыстырғанда 25-60% төмендеуі мүмкін [15-18]. Асбұршақтың биологиялық өнімділігі өсімдіктегі қалыптасқан өнімді түйіндердің саны, түйінге байланған бұршаққаптардың саны, бұршаққаптағы тұқымдар саны және 1000 тұқымның массасы сияқты көрсеткіштерден құрылады [4, 19].

Көбінесе асбұршақ тұқымдарының барлық қалыптасқан өнімі өсімдіктердің жапырылғыштығына байланысты толығымен жинау мүмкін болмайды. Жапырылу әдетте асбұршақ өсімдіктерінің күйі деп айтады, онда сабақтар иіліп, ал өсімдіктің өнімді бөлігі топырақ бетінен жоғары емес орналасқан.

Өсімдіктердің жапырылуына көптеген факторлар себеп болуы мүмкін, соның ішінде: сабақтың және өсімдік массасының қарқынды өсуіне, саңырауқұлақ ауруларының дамуына әкелетін вегетация кезеңдегі өте мол ылғалдандыру, бұл сабақтың механикалық беріктігін әлсіретеді және тұқым сапасын төмендетеді. Сондықтан асбұршақ селекциясындағы бағдарламаларында басты критерийлердің бірі - оның жапырылуға төзімділігі [20].

Қазіргі уақытта тұқымның шашылуға және жапырылуға төзімді қасиеті бар бірқатар сорттар шығарылды. Дегенмен, мұндай сорттарды өндіріске сәтті енгізуге олардың қазіргі өсіріп жатқандармен салыстырғанда біршама төмен өнімділігі кедергі келтіреді. Жоғары технологиялық сорттарды шығару асбұршақ өсімдігінің кемшіліктерін (сабақтың жапырылғыштығы және тұқымның шашылуы) жоюды болжайды, ол үшін жоғары өнімді генотиптерге жабыса өскен тұқымның гүл табаны, жапырақтың мұртты түрі, сабақтың шектелген өсу типі және т.б. белгілерді енгізу қажет [21].

Сондықтан зерттеудің заманауи әдістерін, биоинженерияны, тиімді донорларды және құнды белгілердің көздерін тарта отырып, селекциялық процестің қолданыстағы технологияларын жетілдіру және жаңа технологияларын жасау өте өзекті болып табылады.

Жапырылуға төзімділігін зерттеу

Бұршақ екі негізгі бағытта қолданылады: ауыл шаруашылығы малдары мен құстарға ақуызды жем азық ингредиенті ретінде және тамақ өнімі ретінде [22-24]. Біздің елімізде өсірілетін астық бағытындағы асбұршақ сорттары жеткілікті технологиялық емес. Бұл мәселені шешу үшін асбұршақ селекциясында генофондты зерттеу, оларды асбұршақ селекциясына тарту үшін шаруашылық құнды белгілердің көздерін мақсатты іздеу өзекті болып табылады. Селекциялық процесті жетілдірудің ең қиын кезеңі, ол будандастыру, іріктеу және гибриді материалды тандау және зерттеу болып табылады. Бұл асбұршақ будандарындағы шаруашылық құнды белгілердің тұқым қуалауын жеткілікті зерттемеуге байланысты.

Асбұршақ өнімділігін арттыру үшін жаңа жоғары өнімді технологиялық сорттарды шығару және өндіріске енгізу ең тиімді болып табылады. Жаңа селекциялық жетістіктерді енгізудің қарқынын жылдамдату және шаруашылықтарды тұқымдық материалдың қажетті көлемімен қамтамасыз ету тұқым алу технологиясының жақсаруымен, сондай-ақ микротиңайтқыштарды, өсу реттегіштерін және стимуляторларды пайдалану кезінде танаптық дақылдарының сорттарының өнімділігін арттырумен байланысты [25-28].

Нарықтық экономика жағдайында әлеуетті өнімділігі 5-6 т/га ғана емес, сонымен қатар тікелей комбайнмен жинауға жарамды жоғары технологиялық сорттар қажет. *И.В. Кондыковтың* пікірінше, селекция максималды өнімділікке қол жеткізуге емес, өнімділік пен ауруға төзімділіктің салыстырмалы түрде жоғары деңгейін тұрақтандыру аясында, астықтың сапа көрсеткіштерін жақсартуға бағытталуы керек [29].

Айқын артықшылықтардан басқа, асбұршақты механикаландырылған өсіру және жинау танапта өнімнің айтарлықтай шығындалуына байланысты болуы мүмкін. Машинамен жинау тиімдірек және аз шығынмен болуы үшін асбұршақтың заманауи сорттары қолданыстағы технологияларға бейімделіп, бірқатар технологиялық көрсеткіштерге ие болуы керек. Тікелей комбайнмен жинау асбұршақ сорттарына қойылатын талаптарды қатайтады және оларда, ең алдымен, бір мерзімде пісетін, өсімдіктердің оңтайлы биіктігі және төменгі бұршаққаптардың тіркелуі, өсімдіктердің жапырылуға және пісіп жетілу кезінде бұршаққаптардың жарылуына төзімділігі сияқты белгілердің болуын қамтамасыз етеді [30].

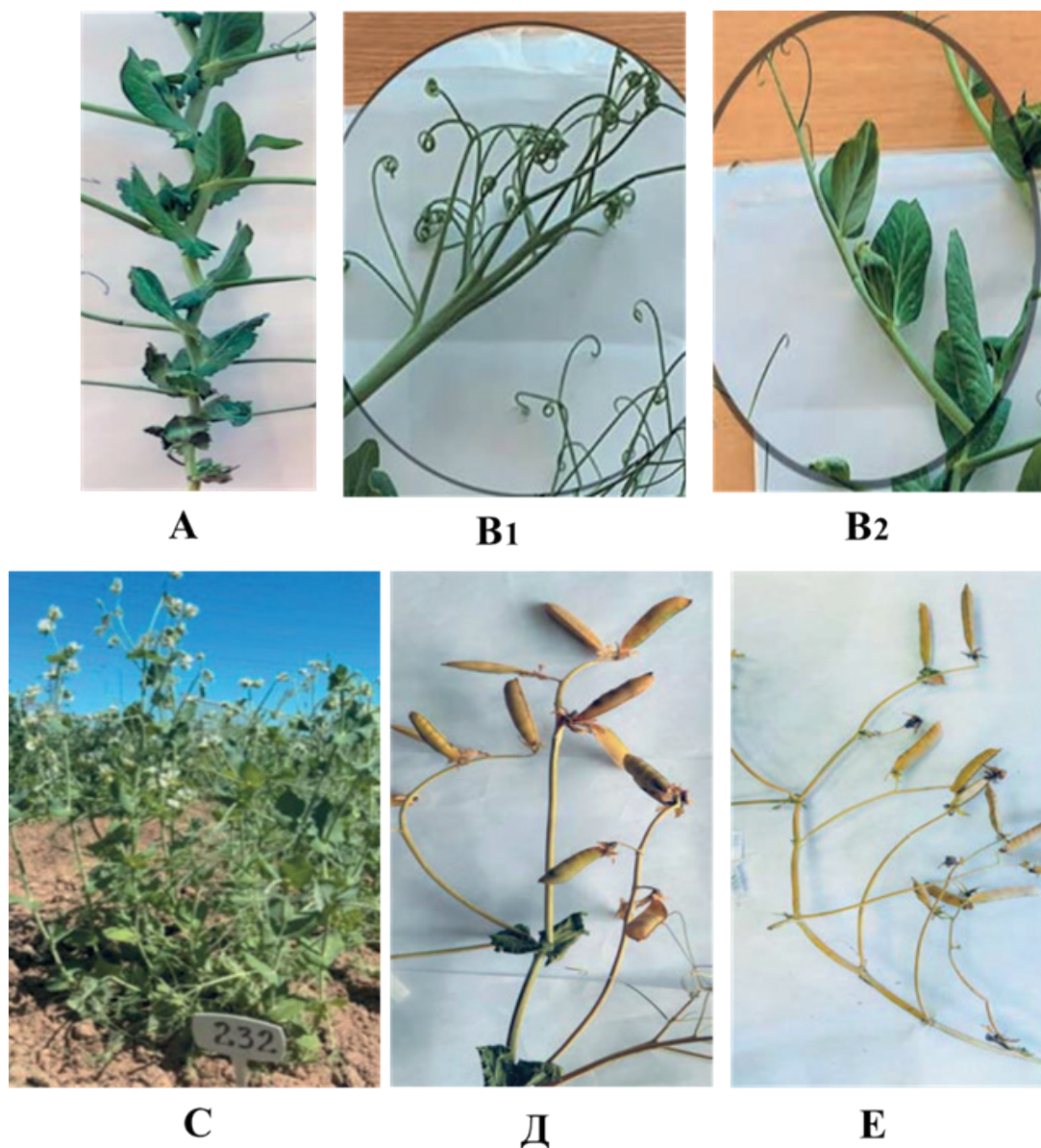
Соңғы кездері тұқымның шашылмаушылық белгісі ерекше маңызды емес, өйткені соңғы астық жинау комбайндары өнімді уақытында жинау кезінде кәдімгі және шашылмайтын тұқымдары бар асбұршақ сорттарында астықтың шығындары бойынша айтарлықтай айырмашылықтары жоқ. Сонымен қатар, шашылатын тұқымдары бар егістік және далалық асбұршақ үлгілері шашылмайтын түрлерімен салыстырғанда тұқымның жоғары өнімділігін қалыптастырды [4].

Асбұршақ сорттарының технологиялық қасиеттерін шектейтін белгілерге - төменгі бұршаққаптардың тіркелу биіктігі және өсімдіктердің биіктігі жатады. Алайда, асбұршақ сорттарының өсуінің және механикалық жинау әдісіне жарамдылығының ең өзекті критерийі - олардың жапырылуға төзімділігі болып қала береді. Шамадан тыс ылғалданған жылдары, жапырылу себебінен, астық өнімділігі, биологиялық әлеуетпен салыстырғанда, 25-60% төмендеді. Ұзындығы 50-70 см біркелкі қалыңдатылған сабағы, қысқартылған түйін аралығы, 30-40 см және одан жоғары биіктікте бұршаққаптардың тіркелуі бар үлгілер салыстырмалы түрде жапырылуға төзімді болды. Өсудің детерминантты түрі бар сорттар тым перспективалы болды, ал бұршаққаптардың жоғары тіркелуі, механикаландырылған өнім жинау кезінде, төменгі қабаттағы тұқымның шығынын азайтты [31, 32].

Асбұршақ сорттарының жапырылуға төзімділік мәселесі көп қырлы екенін атап өткен жөн және жапырылу сипаты мен дәрежесіне, сондай-ақ егістік бітіктігінің биіктігіне әсер ететін, сабақтың ұзындығына және оның морфо-анатомиялық ерекшеліктеріне, жапырақ морфотипіне байланысты, көптеген сұрақтарды қамтиды [33-35].

Ресей Федерациясының көкөніс шаруашылығы федералды ғылыми орталығының селекционерлері сабақтың жапырылу мәселесін, берік сабақтарды, қысқартылған буынаралықтарды (1А-сурет), жапырақтың мұртты түрін (1В-сурет), сабақтың өсуінің детерминантты түрін (1С-сурет) қолданып, жаңа морфотиптерді шығару арқылы шешеді.

Ғылыми орталығы бұршақ дақылдарының селекциясы және тұқым шаруашылығы зертханасында селекцияның классикалық әдістерін қолдану нәтижесінде осындай белгілердің үйлесімі бар формалар алынды. Бірақ, жұмыс барысында мұндай формалар негізінен төменөнімділікпен сипатталып, бір өсімдікте 1,5-тен 2,5-ке дейін өнімді буындар пайда болатындығы анықталды (1Д-сурет) [16].



1-сурет – Көкөніс бағытындағы асбұршақ морфотипінің белгілері:

А-қысқартылған буынаралықтар, В1- қарапайым және В2 мұртты жапырақ түрі, С-сабақтың өсуінің детерминантты түрі және жапырақтың мұртты типі бар үлгі, Д- 2,5 өнімді буыны бар детерминантты үлгі, Е- 6,5 өнімді буындары бар детерминантты үлгі

Өнімділікті арттыру бойынша бағытталған селекция – қанықтыратын будандастыруларды қолдану нәтижесінде - осындай өсімдіктердің өнімді буындарының санын 4,5-6,5-ке дейін арттыруға мүмкіндік берді (1Е-сурет). Мұндай морфотиптің үлгілері дақылды механикаландырылған өнім жинау мәселесін шешуде - перспективалы болып табылады.

Соңғы уақытта, өндірушілер, асбұршақтың сабағы жапырылмайтын сорттарына көп назар аударады [36]. Дәнді бұршақ дақылдардың жапырылуға төзімділігін далалық бағалау - басым әдістердің бірі болып табылады, бірақ жазғы кезеңде жауын-шашын мол болған жылдары - белгінің көрінісі өте әлсіз және бағалау тиімсіз болады [37, 38].

Ас бұршақ өсімдіктерінің жапырылуға төзімділігін зертханалық бағалау дәнді дақылдар сабағының анатомиялық құрылымы бойынша төзімділікті бағалаудың өзгертілген әдістемесін пайдалана отырып жүргізілді [39].

Сабақтың анатомиялық құрылымын зерттеу өсімдіктің жапырылуға төзімділігін дәлірек анықтауға мүмкіндік береді. Асбұршақ өсімдіктерінің жапырылуға төзімділігі склеренхиманың

перифериялық қабатының сабақтың қалыңдығына жақсы дамуымен және склеренхималық шоқтардың көп болуына байланысты. Хлорофиллтасушы паренхимасында орналасқан өткізгіш шоқтар-тяждар сабаққа беріктілік беретін механикалық ұлпалардың тяждарын құрайды. Склеренхима - қалыңдатылған қабырғалары бар жасушалардан тұратын механикалық ұлпа (қаңқаны құрайды) сабаққа күш береді, оның иілуіне жол бермейді [40, 41].

Соңғы 20-30 жыл бойында дақыл селекциясы өсімдіктердің морфологиясын сапалы қайта құру өркен басында бұршаққаптардың тығыз орналасуы, сабақтарының ұзындығын азайту, жапырақ пішіні, мұртты жапырақ жасау бағытында жүрді, бұл жапырылуға төзімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік берді, нәтижесінде өнім жинау кезінде сорттардың өнімділігі мен технологиялық қасиеттерін арттырды. Асбұршақ сорттарының өнімділік деңгейі мен тұрақтылығы көбінесе морфологиялық адаптациялауымен, қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына бейімделуімен анықталады. Сортты дұрыс тандағанда, оның өнімділік әлеуетін барынша пайдалану мүмкіндігі пайда болады және осының арқасында өндіріс шығындарын арттырмай, нақты астық жинауды арттыруға болады [42]. Қазіргі уақытта селекция асбұршақты өсіруін жетілдіруде үлкен жетістіктерге жетті. Түбегейлі жаңа морфотиптер жасалды, мысалы, фасцияланған сабағымен және апикальды бөліміне ауысқан бұршаққаптары бар люпиноид.

Бүгінгі таңда әлемдік селекцияда мұртты типі жапырағы бар асбұршақ түрі кеңінен қолданылады. Табиғаты бойынша бұл жапырақсыздықтың мутациясы болып табылады. Алғаш рет мұртты жапырақ типі бар жапырақсыз пішінді *В.К. Соловьева* 1949 жылы ашты.

Жапырылу көбінесе жапырақшалы ұзын сабақты формаларға тән, мұртты формалары жапырылуға едәуір төзімді болды [43-45]. Алайда, мұртты карликтармен мен жартылай ергежейлілермен жапырақшалы ұзын сабақты асбұршақ сорттарын алмастыру жапырылу мәселесін толығымен шешуге мүмкіндік бермеді [46, 47].

Батыс Сібірде де үлкен селекциялық жұмыстары жүргізілуде. Омбы мемлекеттік аграрлық университетінің ғалымдарының көпжылдық зерттеулерінің нәтижесінде келесі деректер анықталды «... көкөніс асбұршақтарының мұртты формалары биологиялық пісу кезеңінде жапырылуға үлкен төзімділікке ие». Мұртты морфотипі бар үлгілердің төзімділік коэффициенті, орта есеппен - 0,85; жапырақшаларда - 0,64 құрады [48].

Асбұршақтың оригиналды формасы – хамелеон алынды, оның айрықша ерекшелігі ярусты гетерофиллия болады [49]. Жарылған-жапырақты морфотип қазіргі уақытта асбұршақ селекциясында - фотосинтездің жоғары қарқындылығына ие перспективалы жапырақ варианттарының бірі ретінде қарастырылады [50]. Өндірісте, қазіргі кезде, мұртты жапырақ түрі бар сорттар өсіріледі, онда, аф 1а мутациясы, жапырақтарды, қалыпты жапырақтың терминалдық домендеріне сәйкес келетін бұтақталған мұртшаларға ауыстырады [51].

Әртүрлі аймақтардан эндемикалық формаларды селекцияда қолдану Ресейде өсірілетін негізгі бұршақ дақылдарының бірі ретінде асбұршақтың биоалуантүрлілігін едәуір кеңейтуге мүмкіндік береді [52]. Бірақ, ғалымдардың өсімдіктің өзгертілген габитусымен сорттарға қатынасы әртүрлі. Бірқатар зерттеушілер, осы формалар өздерінің артықшылықтарын қолайлы ауа-райы жағдайында ғана көрсетеді және стрестік факторлардың әсеріне осал деп санайды. Осыған байланысты, тұқым өнімділігінің барлық элементтерінің параметрлерін жақсарту арқылы өнімділіктің тұрақтылығын арттыруға бағытталған селекция өзекті болып табылады.

Соңғы 20 жылда асбұршақ өнімділігі 15-20% өсті, бұл ауылшаруашылық өндірісіне, машинамен жинауға қолайлы сорттарды шығару және енгізу арқылы [53-55]. Селекцияда әртүрлі әдістерін (будандастыру, мутагенез) қолдана отырып, селекционерлер жоғары өнімді асбұршақ сорттарына, өсімдіктің буынаралық қысқаруын, тұқымның шашылу еместігін, сабақ өсуінің детерминантты түрін, мұртты жапырақ түрін бақылайтын гендерді (def, le, deh, af) енгізе алды [54].

Самара ғылыми-зерттеу институтының ғалымдарының пікірінше, асбұршақ жинау кезінде тұқымның шығындары 60% және одан да көп болуы мүмкін. Жапырылуға төзімділігі жыл жағдайына да, және линиялар өсімдіктерінің ұзындығына да байланысты (1-кесте).

Самара ғылыми-зерттеу институтының тәжірибелік танабында жүргізілген зерттеулерге сәйкес, құрғақ жылдары жапырылуға төзімділігі, ылғалды жылдарға қарағанда жоғары екендігі анықталды. Мысалы, аз құрғақшылық жылдары линиялардың жапырылуға минималды төзімділігі 52%-дан 74%-ға дейін және өсімдіктің максималды ұзындығы 76,5 см 96,5 см дейін болды. Құрғақ жылдары линиялардың жапырылуға төзімділігі 90-дан 100% - ға дейін, ал өсімдіктің ұзындығы 45,6-дан 53,5 см дейін өзгерді [57].

1-кесте – Асбұршақ линияларының өсімдік ұзындығы мен жапырылуға төзімділігі, конкурстық сортсынау 2016-2020 жж.

Сорт, линия	min/max		2016-2020 жж орташа есеппен	
	өсімдік ұзындығы, см	жапырылуға төзімділігі, %	өсімдік ұзындығы, см	жапырылуға төзімділігі, %
Самариус	61,3-125,2	38-72	80,0	57
Б3583/11	47,5-95,7	63-100	64,6	82
Б3729/12	45,6-96,5	52-100	62,3	87
Б3737/2-2	45,6-76,5	74-99	55,4	89
Кт6358	53,5-80,5	57-100	62,6	86

Асбұршақ селекциясында Краснодар, Самара, Алтай, Татар, Башқұрт, Красноярск, Воронеж Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институтында, Донской аймақтық Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институты), Бүкілресейлік дәнді бұршақ дақылдар ғылыми зерттеу институты, Мәскеудегі «Немчиновка» Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Урал, Ульяновск Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Фаленск Мемлекеттік селекциялық станциясы, Солтүстік Урал Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институты маңызды нәтижелерге жетті [56]. Бүкілресейлік дәнді бұршақ дақылдары ғылыми зерттеу институтында асбұршақтың жаңа жапырақ мутанттары алынды және генетикалық зерттелді: хамелеон, А-агримут, В-агримут, бөлінген жапырақты, баттерфляй. Бағалы қасиеттері мен белгілері бар Донской аймақтық Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институтының сорттары да үлкен қызығушылық тудырады: Аксайский усатый 5, Усатый кормовой, Ростовский мелкосемянный. Башқұрт ғылыми-зерттеу институтында жоғары өнімді дәнді асбұршақтың жаңа сорттарын жасау үшін ұзақ уақыт бойы үлкен селекциялық жұмыстар жүргізілді. Жарықшақталатын гибридті популяциялардан өсімдіктерді бірнеше рет жеке сұрыптау әдісімен ерте пісетін сорттар шығарылды-Чишминский 39, Чишминский 210. Күрделі сатылы будандастыру әдісін қолдана отырып, Чишминский 75, Чишминский 95, Чишминский 80 және Чишминский 229 шашылмайтын тұқымдары бар жапырақты морфотипті асбұршақтың жоғары өнімді сорттары жасалды. Татар ғылыми-зерттеу институтында пайдалану түрі бойынша өндіріс қажеттіліктерін ескере отырып, тікелей жинауға жарамды және құнды шаруашылық қасиеттері бар, жапырылуға төзімділігі жоғары мұртты жапырақ түрі бар сорттар тобы құрылды). Н.М. Тулайков атындағы Самара Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институты Самариус және Флагман 12 асбұршақтың жаңа сорттарын белгілердің үйлесімімен алды: жапырақсыздық, қысқартылған сабақ, шашылмайтын тұқымдар, өсудің детерминантты түрі, сабақтың жоғарғы бөлігіндегі бұршаққаптардың тығыз орналасуы [57].

Заманауи селекциясында бастапқы материалдың жаңа генетикалық әртүрлілігін зерттеу және бағалау қажет. Осыған байланысты үлгілерді ДНҚ-типтілеу әдістерін қолдану өзекті болып табылады. Генофондты морфобиологиялық белгілері бойынша, экологиялық географиялық зерттеуде анықталған бейімделу қабілеттері бойынша жіктеуге әртүрлі тәсілдердің үйлесімділігін анықтау ерекше қызығушылық тудырады. Асбұршақтың селекциясын дамытудағы прогресс - маңызды белгілері бар жаңа морфотиптерді шығару, жеке құнды генотиптер мен будандарды ұзақ уақыт сақтау, сондай-ақ қажетті сорттар мен сызықтарды тез көбейту арқылы селекцияның кейбір кезеңдерін жеделдету арқылы селекциялық процестің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін биотехнологияның жаңа әдістерін енгізуді талап етеді. Биотехнологиялық әдістерді қолдану қарқынды дамып келе жатқан бағыт болып табылады, оның нәтижесінде ұлпалар мен жасушаларды өсіру (дақылдандыру) технологиялары жасалды, кейін фертилді өсімдіктерден регенерация жүргізіледі. Осындай әдістерді қолдана отырып - негативты факторларға (құрғақшылық, тұздану) төзімділікті зерттеу, бұршақ дақылдарын клондау техникасы мен шарттарын зерттеу, бастапқы формалардың әртүрлілігін қамтамасыз ете алатын каллустардан регенеранттарды алу және асбұршақ өсімдіктерінде генетикалық түрлендірулерді қолдану

бойынша - жұмыстар жүргізілуде. Дәнді бұршақ дақылдар ғылыми зерттеу институтында асбұршақ генотиптерінің су тапшылығына төзімділігінің *in vitro* жасушалық селекциясы бойынша инновациялық зерттеулер жүргізілуде [57].

Асбұршақтың мақсаттылық селекциясы бүкіл әлемде кем дегенде екі ғасыр бойы жүргізіліп келеді. Дақылдың әлеуетін арттыру бойынша әлемдік жетістіктер өсімдіктердің морфологиялық ерекшеліктерімен байланыс мәселелерді шешудің жаңа бағыттарының ашылуымен байланысты. Соңғы кезеңдегі селекцияның нәтижелері жапырақтың (af, af unitac), сабақтың (det, deh, lm, le), тұқымдардың (def) мутантты белгілерін пайдалана отырып, жапырылуға төзімділігін, тұқымның шашылуын, бірден пісіп-жетілуін жақсарту үшін - асбұршақтың фенотиптік әртүрлі селекциялық жетістіктерін шығарумен сипатталады [58, 59].

Лигнин қалыптасуының деформациясымен бұршақтаптың мутациясының селекциялық белгісі ретінде қолдана отырып, жарғақтардың ашылу және тұқымдардың шашылу мәселесін шешуде жаңа бағыт алғаш рет дамытылған [60]. Селекция нәтижесінде қолайлы ауа-райы және агротехникалық жағдайларда дәнді мақсаттарға арналған асбұршақ өнімділігінің әлеуеті сорттың 60%- үлесінде 6,0 т/га жетуі мүмкін [61]. Бірақ сорттардың әлеуетін іске асыру қоршаған ортаның стресстік факторларының әсеріне қатты тәуелді, бұл селекциялық жетістіктердің төзімділігіне өзгеріп жатқан өсіру жағдайларына жоғары талаптар қояды [62, 63].

Жоғары өнімді және тұрақты агробιοценоздың негізі болып қауіпсіз өнім алуды қамтамасыз ететін қабілетті бар экологиялық тұрақты сорттар табылады.

Абиотикалық, биотикалық факторлардың әсеріне реакциясы бойынша генотиптерді бағалау олардың бейімделу қабілеттігін – «генотип × орта» өзара әрекеттесуін статистикалық талдаудың әртүрлі әдістерін қолдана отырып, ортаның белгілі бір жағдайларында өзіне тән белгінің фенотиптік мәнін қолдау қабілеттігін анықтауға мүмкіндік береді [64-66].

Қазақстанда асбұршақ селекциясы толық селекциялық схемасы бойынша Қарабалық АШТС (Қостанай), А.И. Бараев атындағы Астық шарашылығы ғылыми өндірістік орталығы (Астана) және Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институтында (Алматы) жүргізіледі. Оңтүстік-шығыста Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ-де асбұршақ селекциясы бойынша зерттеулер, үзіліспен, 1971 жылдан бастап жүргізіліп келеді және бұл мекеме асбұршақ селекциясы және тұқым шаруашылығы бойынша ғылыми зерттеулердің үйлестірушісі болып табылады. Коллекциялық питомникке 113-тен астам сорт үлгілері кіреді, олардың арасында Ресей өсімдік шаруашылығы институтынан (ВИР), дәнді-бұршақты дақылдар институтынан (Орел, Ресей), Красноярск Ауыл шаруашылығы ғылыми зерттеу институтының селекциялық орталығынан үлгілері бар.

Асбұршақ селекциясының нәтижелерін және асбұршақтың әртүрлі геофикалық шығу коллекциясының шаруашылық-құнды белгілері мен қасиеттерін зерттеуді ескере отырып, селекция процесінің барлық кезеңдерінде сұрыптау мен ақауды ескере отырып және белгілері мен қасиеттердің тұқым қуалау және корреляциялық тәуелділігін біле отырып, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының ғалымдары, Қазақстанның әртүрлі аймақтары үшін асбұршақтың перспективті сорттарының моделінің параметрлері, аудандастырылған сорттармен салыстырғанда, анықталды (2-кесте).

Қазіргі уақытта асбұршақ селекциясында приоритеттік бағыты – жапырақсыз дәнді-жемазық дақылдардың сорттарын шығару болып табылады. Мұндай сорттар жапырылуға жоғары төзімділігін қамтамасыз ету үшін берік, қысқа сабаққа және мұртты жапырағының түріне ие болуы керек. Асбұршақтың әр жақты пайдаланылуын ескере отырып, өндірісте жапырақшалы ұзын сабақты және мұртты қысқа сабақты сорттардың болғаны жөн [67].

Солтүстік Қазақстанда, пайдалануға аусынылған сорттар, құрғақшылық жылдары ылғалдандыру бойынша оңтайлы жылдарымен салыстырғанда 30-50% төмен өнім қалыптастырады, сонымен ылғалды жылдары тұқымның сапасы ГОСТ талаптарына сәйкес келмейді.

2-кесте – Асбұршақ сорттар моделдерінің параметрлері және жеке сипаттамаларының көздері

Сипаттамалар	Аудандастырылған сорт Аксары	Болашақ сорттың моделі	Генетикалық көздері
Вегетациялық кезеңі, тәулік	70-78	70-80	Зима, Чика, Фрагмент, Онвард, Сахарный, Ofelia, Arousel shoag Ji -194, Сахарная принцесса, Амброзия, Виола, Лянквин
Өсімдіктің биіктігі, см	55-60	>50	Руслан, Фрагмент, 3391, 8418, Xinjiang log wani, Аннушка, Мигелла, Яхонт, Софья, Дезире
Жапырылуға төзімділігі, балл	5	5	Спартак
Шашылуға төзімділігі, балл	5	5	Батрак, Спартак

Алға қойылған міндеттерді іске асыру барысында «А.И. Бараев атындағы Астық шарашылығы ғылыми өндірістік орталығы» ЖШС орташа мерзімде пісетін «Өріс» асбұршақтың жаңа сорты шығарылды. «Өріс» сорты ОКП 308/98 х Омский неосыпающий гибридті линиясынан жеке сұрыптау әдісімен шығарылды. «Өріс» асбұршақ сорты бойынша селекциялық жұмыс 2004 жылы басталды. Танаптық байқаулар мен зертханалық талдаулар нәтижесінде 145-04-3 линиясы бөлінді, ол селекциялық сынаулардың барлық кезеңдерінен сәтті өтті және 2017 жылы жаңа сорты ретінде мемлекеттік сортсынауға берілді.

Жапырақ түрі дарақауырсынды, акация тәрізді, жапырақ ұзынша - жұмыртқа тәрізді. 1000 тұқымның массасы орташа (210,5-220,5 г). Сорттың ең маңызды биологиялық және шаруашылық ерекшеліктері: орташа мерзімде пісуі, жапырылуға төзімділігі.

Стандартты «Омский неосыпающий» сортпен салыстырғанда, ауа райы жағдайлары және алғы дақылға байланысты, 3 күн кеш піседі. Сорт тұқымның шашылмау белгісіне ие, жапырылуға жоғары төзімділікпен сипатталады, бір мерзімде піседі, механикалық жинауға жарамды. Солтүстік Қазақстан жағдайында өнімділігі бойынша ол «Омский неосыпающий» стандартты сортынан 4,9 ц/га артық [68].

Қорытынды

Қазіргі уақытта молекулалық-генетикалық маркерлерді қолдану өсімдіктердің селекциялық-құнды белгілерін және жаңа сорттардың генетикалық құрастыруын қамтасасыз ететін - хромосомаларды карттауға, гендерді идентификациялауға, сонымен бірге жекелеген түрлер арасындағы таксономиялық өзара қатынастарды анықтау үшін үлкен перспективаларды ашады. Толық генетикалық карта - генотиптің құрылымы, мутациялардың табиғаты, мутагендердің әсер ету механизмдері және жеке белгілердің генетикалық бақылауы туралы терең білім алуға мүмкіндік береді.

Авторлардың үлесі

Барлық авторлар зерттеулерді жүргізуге қатысты. Нәтижелерді тұжырымдады, әдеби шолуды жүзеге асырды, деректерді талдады, мақала дайындады, сонымен қатар түзетуді және оқып шығуды жүзеге асырды. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, қарап, мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл зерттеулер Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыру шеңберінде жүргізілді. ҚР ҒжЖББМ ҒК ЖТН: АР23489305 "Солтүстік және Орталық Қазақстанда қарқынды өсімдік шаруашылығы үшін маркер-жанама түрдегі селекция әдісімен асбұршақтың жапырылуға төзімділігін агрономиялық зерттеулер және молекулалық-генетикалық зерттеу".

Әдебиеттер тізімі

- 1 Вербицкий, НМ, Шурупов, ВГ, Илюшечкин, АВ. (2007). Горох – высокобелковая культура. *Главный агроном*, 2, 24-27.
- 2 Правительство Республики Казахстан. (2021). Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021-2030 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000960>
- 3 Beeck, CP, Wroth, JM, Cowling, WA. (2008). Additive genetic variance for stem strength in field pea (*Pisum sativum*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 59, 80-85. DOI:10.1071/AR07069.
- 4 Пономарева, СВ. (2018). Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 63(2), 23-28.
- 5 Самарин, НА. (2021). *Селекция и семеноводство гороха овощного использования*. Краснодар: Издательство.
- 6 Жогалева, ОС, Стрельцова, ЛГ. (2021). Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений. *Аграрный вестник Урала*, 5, 31-39.
- 7 Кузьмина, СП, Казыдуб, НГ, Бондаренко, ЕВ. (2018). Применение кластерного анализа в селекции гороха овощного. *Вестник НГАУ*, 1, 35-42.
- 8 Семенова, ЕВ, Шолухова, ТА, Бойко, АП. (2020). *Горох: агробиологическая характеристика сортов разных направлений использования в условиях Краснодарского края*. Санкт-Петербург: ВИР им. Н.И. Вавилова.
- 9 Семенова, ЕВ, Проскурякова, ГИ. (2021). Результаты изучения образцов гороха (*Pisum sativum* L.) из коллекции ВИР в Тамбовской области в 1995–2017 гг. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 1, 5-13.
- 10 Браилова, ИС, Филатова, ИА. (2019). Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 3, 27-33.
- 11 Катюк, АИ, Майстренко, ОА. (2018). Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 20(2), 641-645.
- 12 Давлетов, ФА, Гайнуллина, КП, Магафурова, ФФ. (2020). Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 4, 72-77.
- 13 Кайгородова, ИМ, Ушаков, ВА, Голубкина, НА, и др. (2022). Пищевая ценность, качество сырья и продовольственное значение культуры гороха овощного (*Pisum sativum* L.). *Овощи России*, 3, 16-32.
- 14 Кайгородова, ИМ, Котляр, ИП, Ушаков, ВА, и др. (2023). Приоритетные направления современной селекции гороха овощного (*Pisum sativum* L.). *Овощи России*, 4, 5-12.
- 15 Омелянюк, ЛВ, Асанов, АМ, Кармазина, АЮ. (2021). Доноры признаков структуры стебля в селекции гороха усатого морфотипа для Сибирского региона. *Вестник Омского ГАУ*, 4, 25-34.
- 16 Skubisz, G., Kravtsova, TI, Velikanov, LP. (2007). Analysis of the strength properties of pea stems. *International Agrophysics*, 21, 189-197.
- 17 Котляр, ИП, и др. (2018). Изменчивость признака «масса 1000 семян» как основного элемента продуктивности у гороха овощного. *Овощи России*, 2, 2123.
- 18 Самарин, НА, Самарин, СН. (2013). Возможные пути сохранения семеноводства отечественных сортов гороха овощного в современных условиях. *Овощи России*, 1, 76-78.
- 19 Ashiev, AR, Habibullin, KN, Skulova, MV, Pakhomov, VI. (2024). *Assessment of adaptability parameters of zoned pea varieties*. In book *Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East (AFE-2022) Agricultural Cyber-Physical Systems*, 733(1), 1079-1085.
- 20 Газе, ВЛ, Лобунская, ИА, Яновская, НВ, Черпакова, ЕЮ, Ашиев, АР. (2024). Влияние анатомического строения стебля на полегаемость гороха. *Зерновое хозяйство России*, 16(3), 47-52.
- 21 Амелин, АВ, Парахин, НВ. (2003). К научному обоснованию селекции гороха на кормовые цели. *Кормопроизводство*, 2, 20-25.
- 22 Kasakova, AS, Yudaev, IV, Fedorishchenko, MG, et al. (2018). New approach to study stimulating effect of the presowing barley seeds treatment in the electromagnetic field. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 18(2).

23 Kolesnikov, LE, Novikova, II, Surin, VG, et al. (2018). Estimation of the efficiency of the combined application of chitosan and microbial antagonists for the protection of spring soft wheat from diseases by spectrometric analysis. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 54(5).

24 Kolesnikov, LE, Melnikov, SP, Kiselev, MV, Zuev, EV. (2019). Biological substantiation of application of microfertilizers and organo-mineral preparations for the foliar treatment of wheat. *Russian Agricultural Sciences*, 45(2).

25 Иваненкова, АО, Гейгер, ЕЮ, Кодочилова, НА, и др. (2019). Влияние различных форм микроэлементов и способов их использования на формирование урожая зернобобовых культур. *Международный сельскохозяйственный журнал*, 4, 66-70.

26 Жогалева, ОС, Стрельцова, ЛГ. (2019). Влияние хелатных микроудобрений на элементы структуры урожая гороха. *Зерновое хозяйство России*, 4, 66-71.

27 Гайсин, ИА, Пахомова, ВМ. (2014). *Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия*. Казань: Издательство Казанского университета.

28 Гайсин, ИА, Пахомова, ВМ. (2017). Итоги разработки и изучения механизма действия хелатных микроудобрений марки ЖУСС. *Агрохимический вестник*, 5, 45-47.

29 Кондыков, ИВ. (2011). О приоритетах в селекции гороха. *Вестник ОрелГАУ*, 5, 96-103.

30 Вербицкий, НМ, Осокина, ЕИ. (2003). *Селекция гороха на Дону. В Генетика и селекция гороха на Дону: Сборник научных трудов*. Ростов-на-Дону: 178–213.

31 Асеева, ТА, Шепель, ОЛ. (2017). Изучение перспективных сортообразцов гороха в условиях Приамурья. *Достижения науки и техники АПК*, 31(4), 47-50.

32 Коробова, НА, Коробов, АП, Лысенко, АА, и др. (2019). Сравнительная характеристика районированных сортов гороха донской селекции. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 3, 34-41.

33 Давлетов, ФА, Гайнуллина, КП, Каримов, ИК. (2016). Сравнительное изучение морфобиологических и хозяйственно ценных признаков гороха стародавних и современных сортов. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*, 4, 21-30.

34 Амелин, АВ, Чекалин, ЕИ. (2019). Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2, 4-14.

35 Зеленов, АН, Задорин, АМ, Зеленов, АА. (2018). Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2, 15-21.

36 Котляр, ИП, Ушаков, ВА. (2015). Устойчивость стебля гороха овощного к полеганию. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, 5, 30-32.

37 Пинкаль, АВ, Кривко, ЮВ, Кротова, ЛА, Казыдуб, НГ, Омелянюк, ЛВ. (2012). Оценка устойчивости к полеганию однодольных и двудольных культур на основе изучения анатомического строения стебля. *Омский научный вестник*, 2, 172-175.

38 Karkanis, A., Ntatsi, G., Kontopoulou, CK, Pristeri, A., Bilalis, D., Savvas, D. (2016). Field pea in European cropping systems: Adaptability, biological nitrogen fixation and cultivation practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 325-336.

39 Газе, ВЛ, Яновская, НВ, Лобунская, ИА, Костылев, ПИ, Марченко, ДМ. (2022). Проводящая система флагового листа озимой пшеницы в условиях модельной засухи. *Зерновое хозяйство России*, 14(3), 57-63.

40 Fang, Q., Castro-Urrea, FA, Haederle, F., Sanderson, RW, Silva, DA, Cowling, W., Kennedy, BF. (2023). In vivo characterisation of field pea stem wall thickness using optical coherence tomography. *Plant Methods*, 19(1), 105.

41 El-Okkiah, SA, El-Tahan, AM, Ibrahim, OM, Taha, MA, Korany, SM, Alsherif, EA, Abdelgawad, H., Abo Sen, EZF, Sharaf-Eldin, MA. (2022). Under cadmium stress, silicon has a de-fensive effect on the morphology, physiology, and anatomy of pea (*Pisum sativum* L.) plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 997475.

42 Багиров, ВА, Журавлева, ЕВ. (2015). ВИР: Бюро по прикладной ботанике Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов имени Н.И. Вавилова. *Достижения науки и техники АПК*, 29(7), 5-6.

43 Катюк, АИ, Майстренко, ОА. (2018). Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 20(2), 641-645.

- 44 Зеленов, АА, Задорин, АМ, Зеленов, АН, Кононова, МЕ. (2020). Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 1, 4-10.
- 45 Давлетов, ФА, Гайнуллина, КП, Магафурова, ФФ. (2020). Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 4, 72-77.
- 46 Зеленов, АА, Зеленов, АН, Наумкина, ТС, и др. (2017). Создание и использование в селекции генетического разнообразия рассеченнолисточкового морфотипа гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2, 8-16.
- 47 Браилова, ИС, Филатова, ИА. (2019). Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 3, 27-33.
- 48 Кузьмина, СП, Казыдуб, НГ, Пендер, ПЭ. (2024). Изучение устойчивости к полеганию у образцов гороха овощного разного морфотипа в условиях Западной Сибири. *Вестник НГАУ*, 2, 74-85.
- 49 Алабушев, АВ. (2011). Сорт как фактор инновационного развития зернового производства. *Зерновое хозяйство России*, 3, 8-11.
- 50 Зеленов, АН. (1991). Оригинальный мутант гороха. *Селекция и семеноводство*, 2, 33-35.
- 51 Зеленов, АН, Кондыков, ИВ, Уваров, ВН. (2012). Вавиловские принципы селекции гороха XXI века. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 4, 19-27.
- 52 Костерин, ОЭ. (2015). При царе горохе (*Pisum sativum* L.): непростая судьба первого генетического объекта. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 19(1), 13-26.
- 53 Воскобулова, НИ, Верещагина, АС, Ураскулов, РШ, Курилкина, МЯ. (2019). Аминокислотный состав и биологическая ценность белка гороха в зависимости от приёмов возделывания. *Животноводство и кормопроизводство*, 102(3), 117-125. DOI:10.33284/2658-3135-102-3-117.
- 54 Зотиков, ВИ, Виллонов, СД. (2021). Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 25(4), 381-387. DOI:10.18699/VJ21.041.
- 55 Зубов, АЕ, Катюк, АИ. (2014). Методы и результаты селекции гороха в Самарском НИИСХ. *Известия Самарского научного центра РАН*, 16(5-3), 1127-1130.
- 56 Зотиков, ВИ, Наумкина, ТС, Сидоренко, ВС. (2014). Зернобобовые культуры в экономике России. *Земледелие*, 4, 4-8.
- 57 Майстренко, ОА. (2022). Перспективные селекционные линии зернового гороха как источники новых сортов. *Аграрный научный журнал*, 7, 27-31.
- 58 Зеленов, АН, Задорин, АМ, Зеленов, АА, Кононова, МЕ. (2020). Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 1(33), 4-10. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11147.
- 59 Sinjushin, AA. (2015). Mutations of determinate growth and their application in legume breeding. *Legume Perspectives*, 1, 14-15.
- 60 Фадеева, АН, Шурхаева, КД, Фадеев, ЕА, Абросимова, ТН. (2015). Результаты и перспективы селекции гороха на устойчивость к раскрыванию бобов. *Достижения науки и техники АПК*, 5, 20-22.
- 61 Амелин, АВ, Чекалин, ЕИ. (2019). Адаптивные способности растений гороха в результате селекции (Обзорная статья). *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(30), 4-14.
- 62 Жученко, АА. (1990). Эколого-генетические проблемы селекции растений. *Сельскохозяйственная биология*, 25(3), 3-23.
- 63 Orta, DR, Merchant, SS, Alric, J., Barkan, A., et al. (2015). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8529-8536. DOI:10.1073/pnas.1424031112.
- 64 Кильчевский, АВ. (2005). Генетико-экологические основы селекции растений. *Вестник ВОГиС*, 9(4), 518-526.
- 65 Сапега, ВА, Митриковский, АЯ. (2020). Оценка урожайного и адаптивного потенциала сортов гороха в условиях южной лесостепи Северного Зауралья. *Вестник Казанского ГАУ*, 2(58), 49-52. DOI:10.12737/2073-0462-2020-49-52.
- 66 Пономарева, СВ. (2019). Экологическая пластичность и стабильность по урожайности семян и зеленой массы гороха полевого в условиях Волго-Вятского региона. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(30), 43-48. DOI:10.24411/2309-348X-2019-11086.

67 Канаткызы, М., Бастаубаева, ШО, Кудайбергенов, МС, Абилдаева, ДБ, Сайкнова, АЖ, Байтаракова, КЖ. (2024). Селекционные модели новых сортов гороха для юго-востока Казахстана. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 2(2-1), 172-182.

68 Ошергина, ИП, Тен, ЕА. (2020). Хозяйственно-биологические свойства сорта гороха посевного Өріс. *Молодой ученый*, 32(322), 60-63.

References

1 Verbickij, NM, Shurupov, VG, Ilyushechkin, AV. (2007). Goroh – vysokobelkovaya kultura. *Glavnyi agronom*, 2, 24-27.

2 *Pravitelstvo Respubliki Kazahstan*. (2021). Konceptiya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2021-2030 gody. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000960>

3 Beeck, CP, Wroth, JM, Cowling, WA. (2008). Additive genetic variance for stem strength in field pea (*Pisum sativum*). *Australian Journal of Agricultural Research*, 59, 80-85. DOI:10.1071/AR07069.

4 Ponomareva, SV. (2018). Izuchenie ishodnogo materiala kollektsii goroha v usloviyah Nizhegorodskoi oblasti. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 63(2), 23-28.

5 Samarin, NA. (2021). *Selekciya i semenovodstvo goroha ovoshnogo ispolzovaniya*. Krasnodar.

6 Zhogaleva, OS, Strelcova, LG. (2021). Vysota rastenii i ustojchivost k poleganiyu sortov goroha pod vliyaniem helatnyh mikroudobrenii. *Agrarnyi vestnik Urala*, 5, 31-39.

7 Kuzmina, SP, Kazydub, NG, Bondarenko, EV. (2018). Primenenie klasternogo analiza v selekcii goroha ovoshnogo. *Vestnik NGAU*, 1, 35-42.

8 Semenova, EV, Sholuhova, TA, Bojko, AP. (2020). *Goroh: agrobiologicheskaya harakteristika sortov raznyh napravlenii ispolzovaniya v usloviyah Krasnodarskogo kraya*. Sankt-Peterburg: VIR im. N.I. Vavilova.

9 Semenova, EV, Proskuryakova, GI. (2021). Rezultaty izucheniya obrazcov goroha (*Pisum sativum* L.) iz kollektsii VIR v Tambovskoi oblasti v 1995–2017 gg. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 1, 5-13.

10 Brailova, IS, Filatova, IA. (2019). Kolleksiya goroha – istochnik hozyajstvenno cennykh priznakov. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 3, 27-33.

11 Katyuk, AI, Majstrenko, OA. (2018). Rezultaty selekcii zernovogo goroha na povyshenie urozhajnosti, kachestva zerna i tehnologichnosti k mehanizirovannomu vozdel'yvaniyu. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk*, 20(2), 641-645.

12 Davletov, FA, Gajnullina, KP, Magafurova, FF. (2020). Sravnitel'noe izuchenie hozyajstvenno-biologicheskikh priznakov u sortov goroha, sozdannykh v Respublike Bashkortostan za poslednie 30 let. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4, 72-77.

13 Kajgorodova, IM, Ushakov, VA, Golubkina, NA, i dr. (2022). Pishhevaya cennost, kachestvo syrya i prodovol'stvennoe znachenie kultury goroha ovoshnogo (*Pisum sativum* L.). *Ovoshi Rossii*, 3, 16-32.

14 Kajgorodova, IM, Kotlyar, IP, Ushakov, VA, i dr. (2023). Prioritetnye napravleniya sovremennoj selekcii goroha ovoshnogo (*Pisum sativum* L.). *Ovoshi Rossii*, 4, 512.

15 Omelyanyuk, LV, Asanov, AM, Karmazina, AYU. (2021). Donory priznakov struktury steblya v selekcii goroha usatogo morfotipa dlya Sibirskogo regiona. *Vestnik Omskogo GAU*, 4, 25-34.

16 Skubisz, G., Kravtsova, TI, Velikanov, LP. (2007). Analysis of the strength properties of pea stems. *International Agrophysics*, 21, 189-197.

17 Kotlyar, IP, i dr. (2018). Izmenchivost priznaka «massa 1000 semyan» kak osnovnogo elementa produktivnosti u goroha ovoshnogo. *Ovoshi Rossii*, 2, 21-23.

18 Samarin, NA, Samarin, SN. (2013). Vozmozhnye puti sohraneniya semenovodstva otechestvennykh sortov goroha ovoshnogo v sovremennykh usloviyah. *Ovoshi Rossii*, 1, 76-78.

19 Ashiev, AR, Habibullin, KN, Skulova, MV, Pakhomov, VI. (2024). Assessment of adaptability parameters of zoned pea varieties. In book *Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East (AFE-2022) Agricultural Cyber-Physical Systems*, 733(1), 1079-1085.

20 Gaze, VL, Lobunskaya, IA, Yanovskaya, NV, Cherpakova, EYu, Ashiev, AR. (2024). Vliyanie anatomicheskogo stroeniya steblya na polegaemost goroha. *Zernovoe hozyaystvo Rossii*, 16(3), 47-52.

21 Amelin, AV, Parahin, NV. (2003). K nauchnomu obosnovaniyu selekcii goroha na kormovye celi. *Kormoproizvodstvo*, 2, 20-25.

22 Kasakova, AS, Yudaev, IV Fedorishchenko, MG, et al. (2018). New approach to study stimulating effect of the presowing barley seeds treatment in the electromagnetic field. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 18(2).

23 Kolesnikov, LE, Novikova, II, Surin, VG, et al. (2018). Estimation of the efficiency of the combined application of chitosan and microbial antagonists for the protection of spring soft wheat from diseases by spectrometric analysis. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 54(5).

24 Kolesnikov, LE, Melnikov, SP, Kiselev, MV, Zuev, EV. (2019). Biological substantiation of application of microfertilizers and organo-mineral preparations for the foliar treatment of wheat. *Russian Agricultural Sciences*, 45(2).

25 Ivanenkova, AO, Gejger, EYu, Kodochilova, NA, i dr. (2019). Vliyanie razlichnyh form mikroelementov i sposobov ih ispolzovaniya na formirovanie urozhaya zernobobovyh kultur. *Mezhdunarodnyi selskohozyaistvennyi zhurnal*, 4, 66-70.

26 Zhogaleva, OS, Strelcova, LG. (2019). Vliyanie helatnyh mikroudobrenii na elementy struktury urozhaya goroha. *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 4, 66-71.

27 Gaisin, IA, Pahomova, VM. (2014). *Helatnye mikroudobreniya: praktika primeneniya i mehanizm deistviya*. Kazan: Izdatelstvo Kazanskogo universiteta.

28 Gaisin, IA, Pahomova, VM. (2017). Itogi razrabotki i izucheniya mehanizma deistviya helatnyh mikroudobrenij marki ZhUSS. *Agrohimicheskii vestnik*, 5, 45-47.

29 Kondykov, IV. (2011). O prioritetaх v selekcii goroha. *Vestnik OrelGAU*, 5, 96-103.

30 Verbickii, NM, Osokina, EI. (2003). *Selekciya goroha na Donu. V Genetika i selekciya goroha na Donu: Sbornik nauchnyh trudov*. Rostov-na-Donu: 178-213.

31 Aseeva, TA, Shepel, OL. (2017). Izuchenie perspektivnyh sortootbrazcov goroha v usloviyah Priamurya. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 31(4), 47-50.

32 Korobova, NA, Korobov, AP, Lysenko, AA, i dr. (2019). Sravnitel'naya harakteristika rajonirovannyh sortov goroha donsnoi selekcii. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 3, 34-41.

33 Davletov, FA, Gajnullina, KP, Karimov, IK. (2016). Sravnitel'noe izuchenie morfobiologicheskikh i hozyaistvenno cennyh priznakov goroha starodavnyh i sovremennyh sortov. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4, 21-30.

34 Amelin, AV, Chekalin, EI. (2019). Adaptivnye sposobnosti rastenij goroha i ih izmeneniya v rezultate selekcii. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2, 4-14.

35 Zelenov, AN, Zadorin, AM, Zelenov, AA. (2018). Pervye rezultaty sozdaniya sortov goroha morfotipa hameleon. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2, 15-21.

36 Kotlyar, IP, Ushakov, VA. (2015). Ustoichivost steblya goroha ovoshnogo k poleganiyu. *Vestnik rossiiskoi selskohozyaistvennoi nauki*, 5, 30-32.

37 Pinkal, AV, Krivko, YuV, Krotova, LA, Kazydub, NG, Omelyanyuk, LV. (2012). Ocenka ustoichivosti k poleganiyu odnodolnyh i dvudolnyh kultur na osnove izucheniya anatomicheskogo stroeniya steblya. *Omskii nauchnyi vestnik*, 2, 172-175.

38 Karkanis, A., Ntatsi, G., Kontopoulou, CK, Pristeri, A., Bilalis, D., Savvas, D. (2016). Field pea in European cropping systems: Adaptability, biological nitrogen fixation and cultivation practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 325-336.

39 Gaze, VL, Yanovskaya, NV, Lobunskaya, IA, Kostylev, PI, Marchenko, DM. (2022). Provodyashaya sistema flagovogo lista ozimoi pshenicy v usloviyah modelnoi zasuhi. *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 14(3), 57-63.

40 Fang, Q., Castro-Urrea, FA, Haederle, F., Sanderson, RW, Silva, DA, Cowling, W., Kennedy, BF. (2023). In vivo characterisation of field pea stem wall thickness using optical coherence tomography. *Plant Methods*, 19(1), 105.

41 El-Okkiah, SA, El-Tahan, AM, Ibrahim, OM, Taha, MA, Korany, SM, Alsherif, EA, Abd Elgawad, H., Abo Sen, EZF, Sharaf-Eldin, MA. (2022). Under cadmium stress, silicon has a defensive effect on the morphology, physiology, and anatomy of pea (*Pisum sativum* L.) plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 997475.

42 Bagirov, VA, Zhuravleva, EV. (2015). VIR: Byuro po prikladnoi botanike Federalnyj issledovatel'skij centr Vserossiiskii institut geneticheskikh resursov imeni N.I. Vavilova. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 29(7), 5-6.

- 43 Katyuk, AI, Maistrenko, OA. (2018). Rezultaty selekcii zernovogo goroha na povyszenie urozhajnosti, kachestva zerna i tehnologichnosti k mehanizirovannomu vozdel'yvaniyu. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk*, 20(2), 641-645.
- 44 Zelenov, AA, Zadorin, AM, Zelenov, AN, Kononova, ME. (2020). Selekcija usatyh sortov goroha v FNC zernobobovyh i krupyanyh kultur. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 1, 4-10.
- 45 Davletov, FA, Gajnullina, KP, Magafurova, FF. (2020). Sravnitel'noe izuchenie hozyaistvennobiologicheskikh priznakov u sortov goroha, sozdannyh v Respublike Bashkortostan za poslednie 30 let. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4, 72-77.
- 46 Zelenov, AA, Zelenov, AN, Naumkina, TS, i dr. (2017). Sozdanie i ispolzovanie v selekcii geneticheskogo raznoobraziya rassechennolistochkovogo morfotipa goroha. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2, 8-16.
- 47 Brailova, IS, Filatova, IA. (2019). Kollekcija goroha – istochnik hozyaistvenno cennykh priznakov. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, (3) 27-33.
- 48 Kuzmina, SP, Kazydub, NG, Pender, PE. (2024). Izuchenie ustoichivosti k poleganiyu u obrazcov goroha ovoshnogo raznogo morfotipa v usloviyakh Zapadnoi Sibiri. *Vestnik NGAU*, 2, 74-85.
- 49 Alabushev, AV. (2011). Sort kak faktor innovacionnogo razvitiya zernovogo proizvodstva. *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 3, 8-11.
- 50 Zelenov, AN. (1991). Originalnyi mutant goroha. *Selekcija i semenovodstvo*, 2, 33-35.
- 51 Zelenov, AN, Kondykov, IV, Uvarov, VN. (2012). Vavilovskie principy selekcii goroha XXI veka. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 4, 19-27.
- 52 Kosterin, OE. (2015). Pri care gorohе (Pisum sativum L.): neprostaya sudba pervogo geneticheskogo obekta. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*, 19(1), 13-26.
- 53 Voskobulova, NI, Vereshagina, A, Uraskulov, RSh, Kurilkina, MYa. (2019). Aminokislotnyi sostav i biologicheskaya cennost belka goroha v zavisimosti ot priyomov vozdel'yvaniya. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 102(3), 117-125. DOI:10.33284/2658-3135-102-3-117.
- 54 Zotikov, VI, Vilyunov, SD. (2021). Sovremennaya selekcija zernobobovyh i krupyanyh kultur v Rossii. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*, 25(4), 381-387. DOI:10.18699/VJ21.041.
- 55 Zubov, AE, Katyuk, AI. (2014). Metody i rezultaty selekcii goroha v Samarskom NIISH. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, 16(5-3), 1127-1130.
- 56 Zotikov, VI, Vilyunov, SD. (2021). Sovremennaya selekcija zernobobovyh i krupyanyh kultur v Rossii. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*, 25(4), 381-387. DOI:10.18699/VJ21.041.
- 57 Majstrenko, OA. (2022). Perspektivnye selekcionnye linii zernovogo goroha kak istochniki novykh sortov. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 7, 27-31.
- 58 Zelenov, AN, Zadorin, AM, Zelenov, AA, Kononova, ME. (2020). Selekcija usatyh sortov goroha v FNC zernobobovyh i krupyanyh kultur. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 1(33), 4-10. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11147.
- 59 Sinjushin, AA. (2015). Mutations of determinate growth and their application in legume breeding. *Legume Perspectives*, 1, 14-15.
- 60 Fadeeva, AN, Shurhaeva, KD, Fadeev, EA, Abrosimova, TN. (2015). Rezultaty i perspektivy selekcii goroha na ustojchivost k raskryvaniyu bobov. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 5, 20-22.
- 61 Amelin, AV, Chekalin, EI. (2019). Adaptivnye sposobnosti rasteni goroha v rezultate selekcii (Obzornaia stätä). *Zernobobovye i krupänye kültury*, 2(30), 4-14.
- 62 Zhuchenko, AA. (1990). Ekologo-geneticheskie problemy selekcii rastenii. *Selskohozyaistvennaya biologiya*, 25(3), 3-23.
- 63 Orta, DR, Merchant, SS, Alric, J., Barkan, A., et al. (2015). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8529-8536. DOI: 10.1073/pnas.1424031112.
- 64 Kilchevskii, AV. (2005). Genetiko-ekologicheskie osnovy selekcii rastenii. *Vestnik VOGiS*, 9(4), 518-526.
- 65 Sapega, VA, Mitrikovskii, AYa. (2020). Ocenka urozhnogo i adaptivnogo potentsiala sortov goroha v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Severnogo Zauralya. *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2(58), 49-52. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-49-52.

66 Ponomareva, SV. (2019). Ekologicheskaya plastichnost i stabilnost po urozhainosti semyan i zelenoi massy goroha polevogo v usloviyah Volgo-Vyatskogo regiona. *Zernobobovye i krupnyanye kultury*, 2(30), 43-48. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11086.

67 Kanatkyzy, M., Bastaubayeva, ShO, Kudajbergenov, MS, Abildaeva, DB, Saiknova, AZh, Bajtarakova, KZh. (2024). Selekcionnye modeli novykh sortov goroha dlya yugovostoka Kazakhstana. *Izdenister, nátiyeler – Issledovaniya, rezultaty*, 2(2-1), 172-182.

68 Oshergina, IP, Ten, EA. (2020). Hozyaistvenno-biologicheskie svoistva sorta goroha posevnogo Óris. *Molodoi uchenyi*, 32(322), 60-63.

Изучение устойчивости гороха к полеганию

Аринов Б.К., Мусынов К.М., Хасанова Г.Ж., Кипшакбаева А.А.,
Кузбакова М.М., Зайлашева А.А.

Аннотация

В настоящее время в нашей стране растёт интерес к созданию высокотехнологичных сортов гороха, характеризующихся дружным созреванием, высокой урожайностью и устойчивостью к полеганию. Поэтому отбор на устойчивость к полеганию является одним из важнейших критериев в селекции гороха. Эта культура склонна к полеганию, поскольку основание стебля изначально слабое, а генетическая изменчивость прочности стебля гороха ограничена и, следовательно, селекция в этом направлении идет сравнительно медленно. Тем не менее, достигнуты определенные успехи, в улучшении показателя устойчивости к полеганию у новых форм гороха.

Большинство производителей предпочитают детерминантные полубезлистные сорта с коротким стеблем. Такой горох при нормальных погодных условиях будет стоять вертикально при сборе урожая, что позволяет быстрее проводить уборку, минимально модифицировать оборудование и обеспечивать более высокое качество семян. Индетерминантные сорта, несмотря на лучшую конкуренцию с сорняками, стабильную урожайность семян в неблагоприятных условиях с тепловым стрессом, обычно сильно полегают при сборе урожая и требует специальных процедур уборки.

Генофонд гороха посевного (*Pisum sativum* L.) представлен большим числом морфологических форм, при этом сорта относятся в основном к листочковому и усатому морфотипам. Наибольшие площади занимают сорта усатого морфотипа, благодаря устойчивости к полеганию. В то же время уменьшение листовой поверхности у них имеет ряд нежелательных последствий.

В статье, приведен литературный обзор научных трудов за последние 20 лет, проведен системный обзор актуальных научных данных, включающих доказательную экспериментальную базу по наиболее современным вопросам, касающимся методов повышения урожайности гороха, наиболее эффективным из которых является выведение и внедрение в производство новых высокоурожайных технологических сортов.

Ключевые слова: горох; полегаемость; устойчивость; селекция; усатый (безлисточковый) морфотип; урожайность.

Study of resistance of pea to lodging

Bauyrzhan K. Arinov, Kazhimurat M. Mussynov, Gulmira Zh. Khassanova,
Marzhan M. Kuzbakova, Assemgul A. Kipshakbayeva, Aray A. Zailasheva

Abstract

There is a growing interest in Kazakhstan in developing advanced pea varieties characterized by uniform maturity, high yield and lodging resistance. Lodging resistance is a crucial selecting criterion, as peas are inherently susceptible due to the initially weak stem base. Genetic variability in stem strength

is limited, resulting in slow progress in this area of selection. However, some advancements have been made in improving lodging resistance in new pea lines.

Most of the growers favor determinate semi-leafless varieties with short stems. Under typical weather conditions these peas remain upright during harvest, enabling faster harvesting, minimal equipment modification, and improved seed quality. Indeterminate varieties, while exhibiting better weed competition, and more stable yields under heat stress, tend to lodge severely at harvest, necessitating specialized cleaning procedures.

The *Pisum sativum* L. gene pool encompasses diverse morphological forms, primarily leafy and stipulate morphotypes. Leafless morphotypes are widely cultivated due to their improved standability. However, the reduction in leaf surface area can have undesirable consequences.

This article presents, a review of scientific literary from the past 20 years, systematically examining current research data, including experimental evidence, on methods for enhancing pea yield. One of the most effective strategies is the development and introduction of new high-yielding, technologically advanced varieties.

Keywords: peas; lodging; resistance; selection; whiskered (leafless) morphotype; 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. -№ 3 (127). - Р.71-80. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1996

ӘОЖ 574.5 [595.36: 57.088.1]

Зерттеу мақаласы

Қазақстанның әртүрлі су айдындарындағы гаммарустардан *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda) ДНҚ бөліп алу тиімділігі мен сапасын бағалау

Адырбекова К.Б.¹ , Пангереев Б.С.^{1,2} , Фефелов В.В.¹ , Искеков Қ.Б.¹ 

¹«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан,

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Корреспондент-автор: Пангереев Б.С.: pangereyev.berik@gmail.com

Бірлескен авторлар: (1: КА) adyrbekova@fishrpc.kz; (2: ВФ) fv1980@mail.ru;

(3: ҚБ) isbekov@mail.ru

Қабылданған күні: 01.07.2025 **Қабылданды:** 25.08.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. *Gammarus* spp. туысының амфиподтары Солтүстік жартышардың тұщы су экожүйелерінде кең таралған және экологиялық, токсикологиялық және молекулярлық зерттеулерде модельді организмдер ретінде жиі қолданылады. Алайда, гаммарустарды морфологиялық сәйкестендіру түрішілік өзгергіштіктің жоғары дәрежесіне және криптикалық түрлердің морфологиялық жағынан іс жүзінде ажыратылмайтын, бірақ генетикалық және экологиялық жағынан ерекшеленетін түрлер болуына байланысты қиындық туғызады. Бұл митохондрияльды ДНҚ-ны (мысалы, *COI* генін) талдауға негізделген молекулярлық тәсілдерді таксономиялық тексеру және биоалуантүрлілікті бағалау үшін ерекше маңызды. Бұл жұмыстың мақсаты – Қазақстанның түрлі су қоймаларынан алынған гаммарус түрлерінен (*Gammarus* spp.) ДНҚ алу тиімділігін және оның сапасын бағалау, сондай-ақ, кейіннен үлгілерді генетикалық идентификациялау үшін ПТР әдісімен *COI* генінің амплификациясының қайта өндірілуін тексеру.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында солтүстік, оңтүстік және шығыс Қазақстанның түрлі тұщы су қоймаларынан гаммарус үлгілері (*Gammarus* spp.) жиналды. Бұл зерттеудің мақсаты - Қазақстанның әртүрлі су айдындарындағы гаммарустардан ДНҚ-ны бөлу әдістерінің тиімділігі мен сапасын бағалау. Экстракция әдістемесі амфиподалар ұлпаларының ерекшеліктерін ескере отырып бейімделді.

Нәтижелер. Алынған ДНҚ үлгілері таза және концентрациясы бойынша қанағаттанарлық көрсеткіштерді көрсетті, бұл сәтті ПТР-амплификациясын қамтамасыз етті. Барлық сынамаларда 1,69-дан 2,00-ге дейінгі диапазондағы A260/A280 мәндерімен ДНҚ тазалығының қанағаттанарлық көрсеткіштері байқалды, бұл ақуыздық қоспалардың жоқтығын көрсетеді. Нуклеин қышқылдарының концентрациясы 191,6-дан 232,0 нг/мкл аралығында өзгерді, бұл ПТР-амплификациясы үшін талаптарға сай келеді. Нәтижелер жасалған әдістің Қазақстанның су қоймаларында гаммарус түрлерін молекулярлық-генетикалық талдау және идентификациялау үшін қолайлы екенін растайды.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу Қазақстанның тұщы су қоймаларынан жиналған гаммарустардан ДНҚ экстракциялау әдістемесін оңтайландыруға мүмкіндік берді, бұл ПТР-амплификациясы үшін сәйкес келетін ДНҚ тазалығы мен концентрациясының қанағаттанарлық көрсеткіштерін қамтамасыз етіп, агароздық гельде *COI* генінің амплификацияланған фрагментін сәтті визуализациялауды қамтамасыз етті, бұл өңірдегі амфиподтарды одан әрі популяциялық-генетикалық зерттеу үшін негіз қалады.

Кілт сөздер: ПТР; ДНҚ бөліп алу; гаммарус; агарозды гель; электрофорез.

Кіріспе

Амфиподалар (шаянтәрізділер) – қоңыржай ендіктердегі тұщы су экожүйелерінің ең маңызды организмдер тобының бірі болып табылады. Бұл шаянтәрізділер көбінесе тұщы су ағындарының көптеген экожүйелеріндегі макрозоопланктон биомассасының негізгі бөлігін құрайды [1]. *Gammarus* туысы – амфиподтардың ең бай түрлерінің бірі, олардың көпшілігі тұщы суда мекендейді [2]. Еуразия құрлығында гаммаридтердің филогенетикалық және географиялық жағынан өте алуан топтары таралған [3]. Гаммарус өсімдік қалдықтарының ыдырауына қатысады және екінші реттік тұтынушылар үшін қорек көзі ретінде қызмет етеді. Сонымен қатар, гаммарус су объектілерінің экологиялық жағдайын бағалау үшін пайдалануға мүмкіндік беретін химиялық стресс факторларының әсеріне сезімтал болғандықтан индикатор ретінде қарастырылады [4].

Гаммаридтердің таксономиясы күрделі мәселе болып табылады, өйткені олардың түр деңгейінде морфологиялық идентификациясы жоғары біліктілікті қажет етеді. Дегенмен, қазіргі молекулярлық әдістер морфологиялық кешендердің ішінде жасырын түрлерді анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, бірқатар жағдайларда гаммарус жыныстық диморфизммен және елеулі онтогенетикалық айырмашылықтармен сипатталады, бұл олардың түрін дәл анықтауды қиындатады. Сондықтан экологиялық зерттеулерде нақты түр идентификациясының орнына *Gammarus* spp. белгісі жиі қолданылады [5]. Орталық Азияның амфиподылары туралы генетикалық деректер аз зерттелген; таралуы жайлы үзінді деректер ғана кездеседі [6-8].

Ең танымал әрі кең таралған түрі – *Gammarus lacustris*, ол тұщы және тұзды суда кездеседі. Оның генетикалық алуан түрлілігі экологиялық факторларға, мысалы, судың температурасы, тұздылығы және қоректің қолжетімділігіне, сондай-ақ популяциялардың географиялық оқшаулануына айтарлықтай байланысты. Табиғи тосқауылдар, мысалы, биік таулы су қоймалар мен климаттық өзгерістер, осы популяциялардың генетикалық алуан түрлілігінің құрылымына үлкен әсер етеді, бұл экстремалды жағдайларға бейімделген тұрақты жергілікті генотиптердің пайда болуына әкеледі [9, 10].

Митохондриялық *COI* генінің маркері гидробионттарды идентификациялау үшін әмбебап штрихкод ретінде кеңінен қолданылады [11, 12], сондай-ақ, осы ген арқылы, оның ішінде, гаммарус үшін де белгілі ДНҚ деректері алынады [13-17]. Бұл молекулярлық идентификация әдісі ДНҚ-дағы қысқа нуклеотидтік тізбектер арқылы организмнің белгілі бір таксономиялық топқа жататындығын анықтауға мүмкіндік береді [9]. Омыртқасыз гидробионттарды генетикалық баркодтау үшін митохондрияльды цитохромоксидаза I генінің шамамен 650 негіз жұбынан тұратын учаскесі қолданылады. Молекулярлық маркерлерді қолданудың арқасында популяциялар арасындағы филогенетикалық байланыстарды дәлірек анықтау және тек морфологиялық белгілер негізінде ажырату қиын болатын жасырын түрлерді нақты анықтау мүмкін болды [7, 18].

Бұл жұмыстың мақсаты – Қазақстанның түрлі су қоймаларынан алынған гаммарус түрлерінен (*Gammarus* spp.) ДНҚ алу тиімділігін және оның сапасын бағалау, сондай-ақ, кейіннен үлгілерді генетикалық идентификациялау үшін ПТР әдісімен *COI* генінің амплификациясының қайта өндірілуін тексеру.

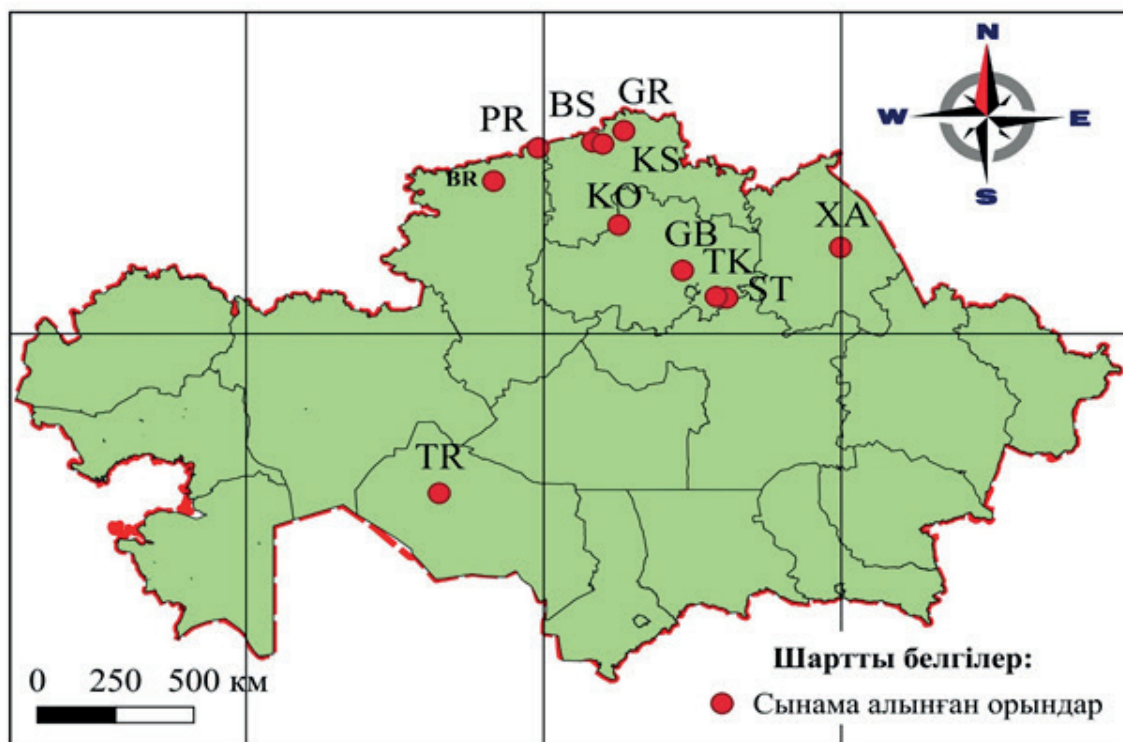
Материалдар мен әдістер

Гаммарус үлгілері (*Gammarus* spp., *Amphipoda*) Ақмола, Қостанай, Қызылорда, Павлодар және Солтүстік Қазақстан облыстарындағы жергілікті маңызы бар су қоймаларынан № 10-12 газды сүзгі көмегімен жиналды. Су қоймалары әртүрлі көлемдегі көлдер мен тоғандар, олардың ауданы 20-1282 га дейінгі аралықта, бұл әртүрлі гидрологиялық және экологиялық сипаттамалары бар әртүрлі экожүйелерді камтуға мүмкіндік береді. Су айдындарына Грунькино болото (20 га) сияқты ұсақ су айдындары да, Горькое көлі (1282 га) сияқты ірі су айдындары да зерттелді. 1-кестеде зерттелген су қоймаларының көрсеткіштері көрсетілген.

1-кесте – *Gammarus* - ДНҚ үлгілері жиналған орындар

№	Сукойма	Орналасқан облысы	Үлгі атауы	Ауданы, га	Ендік координаттары	Бойлық координаталары
1	Хомутино	Павлодар	ХА	27	52.227064°	76.966817°
2	Большие сливки	Солтүстік Қазақстан	BS	74	54.699632°	67.804946°
3	Козявочное	Солтүстік Қазақстан	КО	57	52.764577°	68.773096°
4	Қосағаш	Солтүстік Қазақстан	KS	102	54.650137°	68.179050°
5	Горькое	Солтүстік Қазақстан	GR	1282	54.948807°	68.955616°
6	Прудок	Қостанай	PR	61	54.559247°	65.792506°
7	Боровское	Қостанай	BR	190	53.796511°	64.142647°
8	Сейтенское	Ақмола	ST	55	50.995735°	72.767090°
9	Тоқсары	Ақмола	TK	326	51.025957°	72.367227°
10	Грунькино болото	Ақмола	GB	20	51.668648°	71.127045°
11	Төртқұлақ	Қызылорда	TR	76	45.906583°	62.131617°

Осы зерттеу жұмысы шеңберінде Қазақстанның түрлі тұщы су қоймаларынан гаммарус (*Gammarus* spp.) үлгілері молекулярлық-генетикалық талдау үшін жиналды. Материалдарды жинау 2024 жылдың жаз-күз айларында, негізінен Қазақстанның солтүстік, оңтүстік және шығыс аймақтарында жүргізілді (1-сурет).



1-сурет – Қазақстан аумағындағы гаммарустың (*Gammarus* spp.) сынамалары алынған орындар

ДНҚ деградациясын болдырмау үшін барлық дарақтар жиналған соң бірден геномдық ДНҚ алынғанға дейін екі рет ауыстырылған 96% этанолға орналастырылды.

Геномдық ДНҚ экстракциясы үшін көлеміне қарай 5-10 мг гаммарус ұлпалары (организмдер толықтай немесе олардың фрагменттері) пайдаланды. Дарақтарды экстракциялау алдында балласт заттарының құрамын азайту және таза ДНҚ-ның шығуын жақсарту үшін сыртқы хитин қабатын қолмен алып тастады. Геномдық ДНҚ алу коммерциялық жинақтаған реагенттер «ДНҚ-Экстран-2» (Синтол, Ресей) арқылы жүргізілді, бұл жиынтық жануарлардың ұлпаларынан ДНҚ экстракциялау үшін арналған. Бұл әдіс клеткаларды тізбектеп лиздеу, ақуыздар мен ДНҚ-ны тұндыру, жуу және ДНҚ элюациялау арқылы жүзеге асырылады, бұл процесте косымша тұндыру ретінде гликоген пайдаланылады.

Нұсқаулықтағы өзгерістерге сәйкес (2-меркаптоэтанол алынып тасталды): 2 мл көлеміндегі түтікке 5-10 мг ұлпа салынып, 300 мкл лизирлеуші ерітінді және 10 мкл протеиназа К қосылды, содан кейін 56 °C температурада түні бойы инкубацияланды. Ақуыздарды тұндыру үшін 100 мкл тұндыру ерітіндісі қосылып, вортесте 20 с. бойы араластырылды, содан соң 13 000 айн/мин жылдамдықпен 5 минут бойы центрифугаланды.

Супернатант құрамында 2 мкл гликоген бар жаңа түтікке ауыстырылды, 300 мкл тұндыру ерітіндісі қосылып, ДНҚ тұнбасын көрінгенше араластырылды. Содан соң 13 000 айн/мин жылдамдықпен 5 минут бойы центрифугаланды, супернатант алып тасталынды, түтік сүзгі қағазбен сүртілді. Кейін 400 мкл жуу ерітіндісі қосылып, 2 мин. бойы центрифугаланды, сұйықтықты алып тастап, түтікті 37 °C температурада 10 мин. бойы кептірді. Осыдан кейін 50 мкл элюациялау ерітіндісі қосылып, 65 °C температурада 5 мин. бойы толық ерігенше қыздырылды.

Бөлінген ДНҚ сапасы мен тазалығы NanoDrop One (Thermo Fisher Scientific, АҚШ) наноспектротометрін пайдалана отырып, 260 және 280 нм толқын ұзындықтарында оптикалық тығыздықтың арақатынасы бойынша спектрофотометриялық бағаланды. Орташа мәні A260/A280 1,9 болды, бұл алынған ДНҚ-ның жақсы сапасын көрсетеді және ақуыздық ластану мөлшерінің аз екенін білдіреді. Омыртқасыз гидробионттар үшін екі арнайы праймер қолданылды (LCO1490 және HCO2198) [19]. Тікелей F (5'-тен 3'-ке): GGTCAACAATCATAAAGATATTGG және кері R (3'-тен 5'-ке): TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAATCA.

ПТР реакциялары 10-100 нг матрициялық ДНҚ (3 µL), 1 µL тұзу және кері праймерлер, 11 µL ионсыздандырылған су және 10 µL коммерциялық ПТР-Микс реагенттер жиынтығын (Синтол, Ресей) қамтитын 25 µL соңғы көлемінде жүргізілді. ПТР-Микс құрамы: дезоксинуклеозидтрифосфаттар, ПТР буфері, MgCl, Тақ ДНҚ полимераза.

Жиналған ПТР-реакциясы 13 000 айн/мин жылдамдықпен 2 минут бойы центрифугаланды, содан кейін түтіктер Bio-Rad T100 Thermal Cycler (Bio-Rad, АҚШ) термоциклеріне, жылыту қақпағымен, орналастырылды (2-кесте).

2-кесте – Гаммарустарда (*Gammarus* spp.) COI гендерінің ПТР-амплификациясының температуралық жағдайлары мен көрсеткіштері

Кезең	Температура (°C)	Уақыт	Циклдар саны
Алдын ала денатурация	96	2 мин	1
Денатурация	96	10 с	35
Праймерлерді күйдіру	54	30 с	35
Тізбектерді ұзарту	72	60 с	35
Соңғы ұзарту	72	5 мин	1
Салқындату	12	үнемі	-

ПТР-дің сәттілігін 1,4% агарозды гельде гель-электрофорез әдісімен бағалады, ол SYBR Green I интеркалirлеуші бояғышымен боялған. Гельге 8 µL амплификат пен молекулалық массалар маркері қолданылды. Визуализацияны УФ-трансиллюминатор Vilber (Vilber Lourmat, Франция) көмегімен жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау

Жүргізілген молекулярлық-генетикалық талдау нәтижелері бойынша гаммарус үлгілерінің ДНҚ/ақуыз қатынасы көрінетін диапозонда наноспектрофотометр көмегімен есептелді, орташа мәні 1,9 болды, бұл ДНҚ-ның жақсы сапасын көрсетеді (3-кесте).

3-кесте – Спектрофотометриялық өлшем деректері және гаммарус үлгілерінің ДНҚ концентрациясы

№	Үлгі атауы	Нуклеин қышқылдары (ng/uL)	A260/A280
1	XA	191,6	1,924
2	BS	218,3	1,692
3	KO	232,0	1,711
4	KS	191,9	1,994
5	GR	200,7	1,986
6	PR	192,6	1,934
7	BR	193,6	1,944
8	ST	201,7	1,976
9	TK	221,4	2,005
10	GB	221,4	2,005
11	TR	194,5	1,964

Барлық үлгілерде ДНҚ тазалығының қанағаттанарлық көрсеткіштері байқалды, A260/A280 қатынасы 1,69 бен 2,00 аралығында болды, бұл ақуыздық қоспалардың айтарлықтай болмағандығын көрсетеді. Нуклеин қышқылдарының концентрациясы 191,6 нг/мкл мен 232,0 нг/мкл аралығында өзгерді, бұл кейінгі ПТР-амплификациясы үшін талаптарға сай келеді. Алынған деректер Қазақстанның түрлі су қоймаларынан алынған гаммарус үлгілерінен ДНҚ экстракциясының бейімделген әдісінің тиімділігін растайды.

Гаммарус үлгілерінен алынған ПТР өнімдерінің болуы мен сапасы гель-электрофорез әдісімен расталды (2-сурет).



2-сурет – 1,4% агарозды геледегі ПТР өнімдерінің электрофореграммасы: М - молекулалық масса маркері (100 б.к. қадаммен 100-800 б.б.); 1-11 - митохондриялық COI генінің амплифицирленген фрагменті бар гаммарус үлгілері

Алынған гаммарус үлгілерінің электрофореграммасы және ПТР өнімдерінің 1,4% агарозды геледе визуализациясы шамамен 600 негіз жұбы ұзындықтағы амплификацияланған фрагменттердің бар екенін растады, бұл фрагменттер 100 негіз жұбы қадаммен маркер арқылы анықталды. Жүргізілген ПТР-амплификация кезеңі реакцияның жоғары тиімділігін көрсетті және зерттелетін үлгілерді одан әрі молекулярлық-генетикалық сәйкестендіруге негіз болды.

Mamos et al. (2014) [20] және Hebert et al. (2003) [21] жүргізген жұмыстары гаммаридтер мен басқа су организмдерін анықтау үшін ДНҚ баркодингі мен ПТР қолдану тиімділігін растайды. Мысалы, Mamos et al. (2014) *Gammarus balcanicus* және басқа амфиподтардағы жасырын түрлерді оқшаулау үшін молекулалық маркерлердің маңыздылығын атап көрсетеді, бұл біздің зерттеуімізде алынған нәтижелерге сәйкес келеді. Біздің зерттеуімізде алынған деректер осындай күрделі үлгілермен жұмыс істеу үшін ДНҚ экстракциясы мен ПТР амплификациясы әдісінің жоғары тиімділігін растайды.

Сонымен қатар, жұмыс нәтижелері Chaumont et al. (2015) [4], олар гаммаридтерді су сапасының көрсеткіштері ретінде қарастырады, экологиялық бақылауда амфиподтардың маңыздылығын көрсетеді. Молекулалық әдістерді қолдану түрлерді дәлірек анықтауға мүмкіндік береді, бұл биоәртүрліліктің өзгеруіне сезімтал экожүйелерді бақылау жүйелерін құру үшін маңызды.

Әртүрлі су қоймаларынан алынған гаммарус үлгілерінің молекулярлық-генетикалық зерттеуі нәтижесінде бөлінген ДНҚ-ның тазалығы мен концентрациясы сәтті анықталды, тұрақты ПТР өнімдері алынды және олар агарозды геледе визуализацияланды. Сонымен қатар, омыртқасыз гидробионттар ұлпаларын еңбекті көп қажет ететін лизисінің ерекшеліктерін ескеретін экстракция әдісі оңтайландырылды, бұл кейінгі талдау кезеңдерінің қайта өндірілуін жақсартады.

Қорытынды

Зерттеу барысында Солтүстік, Шығыс және Оңтүстік Қазақстанның әртүрлі су қоймаларынан (жазық көлдер, жайылмалы қарттар мен тоғандар) гаммарустардың үлгілері жиналды. Токсары көлі (326 га) мен Горький көлі (1282 га) қоспағанда, басқа зерттелген су қоймалардың ауданы 20-102 га аралығында болды.

Жүргізілген зерттеу Қазақстанның тұщы су қоймаларында жиналған гаммарус үлгілерінен ДНҚ бөліп алу әдісін тиімді бейімдеуге мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер Қазақстанның әртүрлі су айдындарында жиналған гаммарус үлгілерінен ДНҚ-ны экстракциялаудың бейімделген әдістемесінің жоғары тиімділігін растады. Барлық сынамалар ДНҚ тазалығының қанағаттанарлық көрсеткіштерін атап өтті (A260/A280 1,69-2,00 диапазонында). Нуклеин қышқылдарының концентрациясы 191,6-дан 232,0 нг/мкл дейін өзгерді, бұл кейінгі ПТР амплификация талаптарына сәйкес келеді. *COI* генінің амплифицирленген фрагменті агарозды геледе сәтті көрінді, бұл алынған материалдың жоғары сапасын көрсетеді. Ұсынылған нәтижелер Қазақстанның су айдындарын мекендейтін амфиподалардың популяциялық-генетикалық зерттеулеріне негіз болады.

Авторлардың қосқан үлесі

АК, ҚИ: зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. БС: жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. ВВ: бастапқы зерттеу материалын жинады және іздестірді. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеу жұмыстары BR23591095 – «Су биологиялық ресурстарын сақтау және орнықты пайдалану үшін су айдындарының әлеуетін бағалау және қордың динамикасын модельдеу негізінде кешенді зерттеу» ғылыми техникалық бағдарламасының 2024-2026 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 MacNeil, C., Prenter, J., Briffa, M., Fielding, N.J., Dick, J.T., Riddell, G.E., Dunn, A.M. (2004). The replacement of a native freshwater amphipod by an invader: roles for environmental degradation and intraguild predation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(9), 1627-1635.
- 2 Costa, F.O., Henzler, C.M., Lunt, D.H., Whiteley, N.M., Rock, J. (2009). Probing marine *Gammarus* (Amphipoda) taxonomy with DNA barcodes. *Systematics and Biodiversity*, 7(4), 365-379. DOI: 10.1017/S1477200009990120.

- 3 Hou, Z., Sket, B. (2016). A review of Gammaridae (Crustacea: Amphipoda): the family extent, its evolutionary history, and taxonomic redefinition of genera. *Zoological journal of the Linnean society*, 176(2), 323-348. DOI:10.1111/zoj.12318.
- 4 Chaumot, A., Geffard, O., Armengaud, J., Maltby, L. (2015). *Gammarids as reference species for freshwater monitoring*. In *Aquatic ecotoxicology*. Academic Press. 253-280.
- 5 Katouzian, AR, Sari, A., Macher, JN, Weiss, M., Saboori, A., Leese, F., Weigand, AM. (2016). Drastic underestimation of amphipod biodiversity in the endangered Irano-Anatolian and Caucasus biodiversity hotspots. *Scientific Reports*, 6(1), 22507.
- 6 Karaman, GS, Pinkster, S. (1977). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part I. Gammarus pilex-group and related species. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 47(1), 1-97.
- 7 Sidorov, D., Hou, Z., Sket, B. (2018). Three new remarkable amphipod species (Crustacea: Gammaridae) from springs and subterranean waters of Central Asia. *Zootaxa*, 4444(4), 437-461.
- 8 Sket, B., Sidorov, D., Hou, Z. (2019). What happened to the genus Gammarus (Crustacea: Amphipoda) in Central Asia. *Acta Biologica Slovenica*, 62(2), 45-66.
- 9 Väinölä, R., Witt, JDS, Grabowski, M., Bradbury, JH, Jazdzewski, K., Sket, B. (2007). Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 241-255. DOI:10.1007/s10750-007-9024-1.
- 10 Alther, R., Fronhofer, EA, Altermatt, F. (2021). Dispersal behaviour and riverine network connectivity shape the genetic diversity of freshwater amphipod metapopulations. *Molecular Ecology*, 30(24), 6551-6565.
- 11 Hebert, PD, Ratnasingham, S., De Waard, JR. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(suppl_1), S96-S99.
- 12 Kress, WJ, Erickson, DL. (2008). DNA barcodes: genes, genomics, and bioinformatics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(8), 2761-2762.
- 13 Kwon, SY, Kim, MS, Heo, JH, Kim, YH. (2020). A new Gammarus species (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) from Northwestern Islands, South Korea. *Zootaxa*, 4896(4), zootaxa-4896.
- 14 Zhao, S., Meng, K., Hou, Z. (2017). Two new Gammarus species and a new name (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Northwest China. *Zootaxa*, 4273(2), 195-215.
- 15 Zhang, K., Wang, J., Ge, Y., Ma, J., Zhou, Q. (2022). A new Gammarus species from Xinjiang Uygur Autonomous Region (China) with a key to Xinjiang freshwater gammarids (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae). *ZooKeys*, 1090, 129.
- 16 Hou, ZE, Li, S., Morino, H. (2002). Three new species of the genus Gammarus (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) from Yunnan, China. *Zoological science*, 19(8), 939-960.
- 17 Baytaşoğlu, H., Aksu, İ., Özbek, M. (2024). Gammarus sezgini sp. nov. (Arthropoda, Amphipoda, Gammaridae), a new amphipod species from the Eastern Black Sea region of Türkiye. *Zoosystematics & Evolution*, 100(3).
- 18 Eme, D., Zgamaister, M., Delić, T., Fišer, C., Flot, JF, Konecny-Dupré, L., Malard, F. (2018). Do cryptic species matter in macroecology? Sequencing European groundwater crustaceans yields smaller ranges but does not challenge biodiversity determinants. *Ecography*, 41(2), 424-436.
- 19 Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 3, 294-299.
- 20 Mamos, T., Wattier, R., Majda, A., Sket, B., Grabowski, M. (2014). Morphological vs. molecular delineation of taxa across montane regions in Europe: The case study of Gammarus balcanicus. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 52, 237-248.
- 21 Hebert, PD, Cywinska, A., Ball, SL, DeWaard, JR. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.

References

- 1 MacNeil, C., Prenter, J., Briffa, M., Fielding, NJ, Dick, JT, Riddell, GE, Dunn, AM. (2004). The replacement of a native freshwater amphipod by an invader: roles for environmental degradation and intraguild predation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(9), 1627-1635.
- 2 Costa, FO, Henzler, CM, Lunt, DH, Whiteley, NM, Rock, J. (2009). Probing marine Gammarus (Amphipoda) taxonomy with DNA barcodes. *Systematics and Biodiversity*, 7(4), 365-379. DOI:10.1017/S1477200009990120.
- 3 Hou, Z., Sket, B. (2016). A review of Gammaridae (Crustacea: Amphipoda): the family extent, its evolutionary history, and taxonomic redefinition of genera. *Zoological journal of the Linnean society*, 176(2), 323-348. DOI:10.1111/zoj.12318.
- 4 Chaumot, A., Geffard, O., Armengaud, J., Maltby, L. (2015). *Gammarids as reference species for freshwater monitoring*. In Aquatic ecotoxicology. Academic Press. 253-280
- 5 Katouzian, AR, Sari, A., Macher, JN, Weiss, M., Saboori, A., Leese, F., Weigand, AM. (2016). Drastic underestimation of amphipod biodiversity in the endangered Irano-Anatolian and Caucasus biodiversity hotspots. *Scientific Reports*, 6(1), 22507.
- 6 Karaman, GS, Pinkster, S. (1977). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part I. Gammarus pilex-group and related species. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 47(1), 1-97.
- 7 Sidorov, D., Hou, Z., Sket, B. (2018). Three new remarkable amphipod species (Crustacea: Gammaridae) from springs and subterranean waters of Central Asia. *Zootaxa*, 4444(4), 437-461.
- 8 Sket, B., Sidorov, D., Hou, Z. (2019). What happened to the genus Gammarus (Crustacea: Amphipoda) in Central Asia. *Acta Biologica Slovenica*, 62(2), 45-66.
- 9 Väinölä, R., Witt, JDS, Grabowski, M., Bradbury, JH, Jazdzewski, K., Sket, B. (2007). Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 241-255. DOI:10.1007/s10750-007-9024-1.
- 10 Alther, R., Fronhofer, EA, Altermatt, F. (2021). Dispersal behaviour and riverine network connectivity shape the genetic diversity of freshwater amphipod metapopulations. *Molecular Ecology*, 30(24), 6551-6565.
- 11 Hebert, PD, Ratnasingham, S., De Waard, JR. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(suppl_1), S96-S99.
- 12 Kress, WJ, Erickson, DL. (2008). DNA barcodes: genes, genomics, and bioinformatics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(8), 2761-2762.
- 13 Kwon, SY, Kim, MS, Heo, JH, Kim, YH. (2020). A new Gammarus species (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) from Northwestern Islands, South Korea. *Zootaxa*, 4896(4), zootaxa-4896.
- 14 Zhao, S., Meng, K., Hou, Z. (2017). Two new Gammarus species and a new name (Crustacea: Amphipoda: Gammaridae) from Northwest China. *Zootaxa*, 4273(2), 195-215.
- 15 Zhang, K., Wang, J., Ge, Y., Ma, J., Zhou, Q. (2022). A new Gammarus species from Xinjiang Uygur Autonomous Region (China) with a key to Xinjiang freshwater gammarids (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae). *ZooKeys*, 1090, 129.
- 16 Hou, ZE, Li, S., Morino, H. (2002). Three new species of the genus Gammarus (Crustacea, Amphipoda, Gammaridae) from Yunnan, China. *Zoological science*, 19(8), 939-960.
- 17 Baytaşoğlu, H., Aksu, İ., Özbek, M. (2024). Gammarus sezgini sp. nov. (Arthropoda, Amphipoda, Gammaridae), a new amphipod species from the Eastern Black Sea region of Türkiye. *Zoosystematics & Evolution*, 100(3).
- 18 Eme, D., Zagmajster, M., Delić, T., Fišer, C., Flot, JF, Konecny-Dupré, L., Malard, F. (2018). Do cryptic species matter in macroecology? Sequencing European groundwater crustaceans yields smaller ranges but does not challenge biodiversity determinants. *Ecography*, 41(2), 424-436.
- 19 Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 3, 294-299.

20 Mamos, T., Wattier, R., Majda, A., Sket, B., Grabowski, M. (2014). Morphological vs. molecular delineation of taxa across montane regions in Europe: The case study of *Gammarus balcanicus*. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 52, 237-248.

21 Hebert, PD, Cywinska, A., Ball, SL, DeWaard, JR. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1512), 313-321.

Оценка эффективности выделения и качества ДНК у гаммарусов *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda) из различных водоёмов Казахстана

Адырбекова К.Б., Пангереев Б.С., Фефелов В.В., Исбеков Қ.Б.

Аннотация

Предпосылки и цель. Амфиподы рода *Gammarus* широко распространены в пресноводных экосистемах Северного полушария и часто используются в качестве модельных организмов в экологических, токсикологических и молекулярных исследованиях. Однако, морфологическая идентификация гаммарусов затруднена из-за высокой степени внутривидовой изменчивости и наличия криптических видов. Это делает молекулярные подходы, основанные на анализе митохондриальной ДНК (например, гена *COI*), особенно важными для таксономической верификации и оценки биоразнообразия. Цель настоящей работы – оценить эффективность выделения ДНК и её качества у гаммарусов (*Gammarus* spp.) из различных водоёмов Казахстана, а также протестировать воспроизводимость амплификации гена *COI* методом ПЦР для последующей генетической идентификации образцов.

Материалы и методы. В ходе работы были собраны образцы гаммарусов (*Gammarus* spp.) из различных пресноводных водоёмов северного, южного и восточного Казахстана. Целью данного исследования является оценка эффективности и качества методов выделения ДНК из гаммарусов в различных водоёмах Казахстана. Методика экстракции была адаптирована с учётом специфики тканей амфипод.

Результаты. Полученные образцы ДНК демонстрировали удовлетворительные показатели чистоты и концентрации, обеспечившие успешную ПЦР-амплификацию. Во всех пробах наблюдались удовлетворительные показатели чистоты ДНК, со значениями A260/A280 в диапазоне от 1,69 до 2,00, что указывает на отсутствие значительных белковых примесей. Концентрация нуклеиновых кислот варьировала от 191,6 до 232,0 нг/мкл, что соответствует требованиям для последующей ПЦР-амплификации. Результаты подтверждают применимость разработанного подхода для последующего молекулярно-генетического анализа и идентификации гаммарусов в водоёмах Казахстана.

Закключение. Проведённое исследование позволило оптимизировать методику экстракции ДНК из гаммарусов, собранных в пресноводных водоёмах Казахстана, обеспечив удовлетворительные показатели чистоты и концентрации ДНК, подходящей для ПЦР-амплификации, с успешной визуализацией амплифицированного фрагмента гена *COI* на агарозном геле, что создаёт основу для дальнейших популяционно-генетических исследований амфипод в регионе.

Ключевые слова: ПЦР; выделение ДНК; гаммарус; агарозный гель; электрофорез.

Assessment of DNA extraction efficiency and quality in *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda) from various water bodies of Kazakhstan

Kamila B. Adyrbekova, Berik S. Pangereyev, Viktor V. Fefelov, Kuanysh B. Isbekov

Abstract

Background and Aim. Amphipods of the genus *Gammarus* are widely distributed in freshwater ecosystems of the Northern Hemisphere and are commonly used as model organisms in ecological, toxicological, and molecular studies. However, morphological identification of *Gammarus* is complicated

due to the high degree of intraspecific variability and the presence of cryptic species. This makes molecular approaches based on mitochondrial DNA analysis (e.g., the *COI* gene) particularly important for taxonomic verification and biodiversity assessment. This study aimed to assess the efficiency of DNA extraction and its quality in *Gammarus* (*Gammarus* spp.) from various water bodies in Kazakhstan, and to test the reproducibility of COI gene amplification using PCR for subsequent genetic identification.

Materials and Methods. *Gammarus* spp. samples (*Gammarus* spp.) were collected from various freshwater bodies in northern, southern, and eastern Kazakhstan.

The DNA extraction protocol was adapted to account for the specific characteristics of amphipod tissues.

Results. The extracted DNA samples demonstrated satisfactory purity and concentration, ensuring successful PCR amplification. All samples showed satisfactory DNA purity, with A260/A280 ratios ranging from 1.69 to 2.00, indicating the absence of significant protein contamination. The nucleic acid concentration varied from 191.6 to 232.0 ng/μL, which meets the requirements for subsequent PCR amplification. The results confirm the applicability of the optimized approach for molecular-genetic analysis and identification of *Gammarus* in the water bodies of Kazakhstan.

Conclusion. This study successfully optimized a DNA extraction protocol for *Gammarus* samples collected from freshwater bodies in Kazakhstan, yielding DNA of satisfactory purity and concentration suitable for PCR amplification. The successful visualization of the amplified *COI* gene fragment on an agarose gel provides a foundation for further population-genetic studies of amphipods in the region.

Keywords: PCR; DNA extraction; *Gammarus*; agarose gel; electrophoresis.

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. - № 3 (127). - Р.81-95. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1997

УДК 504.53.062.4

Исследовательская статья

Влияние диатомита на физико-химические характеристики засоленных каштановых солонцеватых почв Северного Казахстана

Алсар Ж.¹ , Дускинова Б.² , Гаджимурадова А.³ , Киргизова И.⁴ ,
Жагипар Ф.³ , Инсепов З.^{2,5} 

¹Nazarbayev University, Астана, Казахстан

²ТОО «Everest Consulting», Астана, Казахстан

³Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан,

⁴ТОО «Макинская Птицефабрика», Макинск, Северо-Западная промышленная зона

⁵Школа ядерной инженерии, Purdue University, West Lafayette, IN, США

Автор-корреспондент: Жагипар Ф.: zhagipar.fariza@gmail.com

Соавторы: (1: ЖА) j.alsar.979@gmail.com; (2: БД) bagdatduskinova@gmail.com;
(3: АГ) aisarat3878@mail.ru; (4: ИК) irina.kz-89@mail.ru; (5: ЗИ) zinsepov@purdue.edu

Получено: 01.07.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Засоление почвы является основным ограничительным фактором для сельского хозяйства, который изменяет состав почвенной микробиоты, а также усугубляет опустынивание земель и потерю биоразнообразия, особенно в условиях изменения климата. Целью эксперимента является изучение физико-химических свойств диатомита в качестве добавки (мелиоранта) в исходно засоленных почвах для улучшения их химических свойств и плодородия.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись образцы суглинистых солонцеватых каштановых почв (верхние горизонты 0-20 см и 20-30 см) Нурина района Карагандинской области и диатомит Жалпакского месторождения Западно-Казахстанской области, использованный в качестве мелиоранта. Основные методы исследования включали физико-химические, химические и биологические методы. Изучения проводили в трехкратной повторности.

Результаты. В результате эксперимента было выявлено положительное влияние добавок природного диатомита на свойства солонцеватых почв. Благодаря адсорбирующим свойствам диатомита происходит сорбция легкорастворимых солей, по всей исследуемой глубине, особенно токсичных ионов хлора. Наблюдалось уменьшение Na^+ в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и как следствие улучшение структуры исходно слитой плотной почвы. Эксперимент показал максимальное улучшение структуры исходно очень плотной и твердой почвы при внесении максимальной дозы диатомита 12%. Так мы можем предположить, что улучшение структуры почвы под влиянием диатомита связано с изменением состава обменных катионов в ППК.

Закключение. Выявлено уменьшение легкорастворимых солей (ЛРС) в почвах, а также улучшение структуры почв в присутствии диатомита, позволяющее использовать этот минерал в целях введения засоленных земель в севооборот. Уменьшение Na^+ в ППК даст возможность использовать диатомит для улучшения плодородных свойств солонцов.

Ключевые слова: диатомит; засоление; мелиорация; натрий; хлорид.

Введение

Последствия глобального потепления все чаще приводят к разрушительным экологическим стрессам, таким как жара, засоление и засуха. Засоление почв является серьезной экологической проблемой и приводит к пагубному абiotическому стрессу, затрагивая 7% площади земель и 33% орошаемых земель во всем мире [1]. Засоленные почвы в основном содержат растворимые солевые компоненты, включая кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), натрий (Na^+), калий (K^+), хлорид (Cl^-), бикарбонат (HCO_3^-) или сульфат (SO_4^{2-}) [2]. Засоленная натриевая почва с высоким накоплением соли препятствует росту сельскохозяйственных культур. Другие недостатки включают нарушение и дисбаланс в усвоении воды и питательных веществ и неблагоприятные физические свойства [3].

Засоленные почвы с высокой концентрацией соли приводят к неблагоприятным физическим, химическим и биологическим свойствам [4]. Засоленные почвы содержат высокие уровни ионов Na^+ в поглощающем комплексе почвы, что приводит к нарушению и дисбалансу в поглощении воды и питательных веществ для сельскохозяйственных культур и ухудшению физических свойств почвы [5]. Засоление почвы может также косвенно влиять на сельскохозяйственные культуры, вызывая дефицит питательных веществ или дисбаланс питательных веществ в растениях, такой как дисбаланс в соотношении $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ [6] или напрямую оказывать токсичность на растения за счет чрезмерного поглощения ионов, таких как Na^+ , Cl^- , B^+ и SO_4^{2-} [7]. На сельскохозяйственных землях засоление препятствует взаимодействию воды и растений, внося избыток соли в корни, что уменьшает количество воды, доступной растению, и заставляет растение использовать больше энергии для удаления соли и поглощения воды. Стресс засоления определяется как накопление солей в ризосфере, преимущественно ионов натрия (Na^+) и хлорида (Cl^-). Обычно почва считается засоленной, когда электропроводность насыщенной вытяжки в корневой зоне превышает 40 мМ при 25 °C, с 15% несвязанных ионов Na^+ [8]. По данным Министерства сельского хозяйства США, почва считается засоленной, когда электропроводность (ЕС) насыщенной почвенной вытяжки (насыщение ЕС) превышает 4 дСм м⁻¹ при 25 °C. Следовательно, более высокое содержание растворенных солей в почве приведет к более высокой электропроводности [9].

Засоленные почвы в основном распространены в Средней Азии и Казахстане, встречаются они также в Западной Сибири и Западном Китае. Большая часть засоленных почв сосредоточена в Казахстане. На территории Казахстана 111,5 млн га или 41% площади республики занимают засоленные земли, особенно в северной и центральной частях распространены солонцы и солонцоватые почвы [10].

На протяжении многих десятилетий учеными и исследователями проводится большая работа по изучению и динамике свойств засоленных почв Казахстана. Знания свойств засоленных почв и процессов, протекающих в них, позволяют выбрать оптимальные методы обессоливания почв с целью улучшения их плодородия и эффективного использования в севообороте [11].

На сегодняшний день известны различные подходы в борьбе с засолением земель, имеется три основных метода ее мелиорации: удаление солей, накопившихся на поверхности почвы, механическими средствами; смывание поверхностных накопленных солей путем промывки поверхности водой; выщелачивание, чаще всего осуществляется путем накопления пресной воды на поверхности почвы и ее просачивания [12]. Наиболее современные методы включают биобезопасные агенты, и применяют комплексный подход, так, например, китайские ученые изучали влияние биоугля, фульвокислоты и *Bacillus subtilis* на свойства почвы и рост сельскохозяйственных культур в прибрежной засоленной почве. Результаты показали, что внесение большого количества биоугля в 1,75 раз повышают урожайность кукурузы и снижают негативные последствия засоления [13]. Применение штамма *Trichoderma harzianum* ST02 позволил увеличить урожайность сладкого сорго в засоленной почве, за счет повышения доступности питательных веществ для растений, а также изменить состав ризосферного сообщества, повысив обилие *Actinobacter* [14].

Также, особое внимание привлекает кремний, в качестве смягчения засоления и увеличения роста растений и биомассы, что может быть связано с повышенным поглощением и транслокацией K^+ и снижением свободного Na^+ в растениях [15]. Поиск энергосберегающих, доступных, экономически целесообразных и экологически безопасных технологий для обессоливания и ремедиации почв требует новых подходов и решений в данном вопросе.

Диатомиты представляют собой природные структуры, которые имеют 80-90% пористости. Диатомиты представляют собой бесцветные минералы кремнеземного цемента, которые образуются из микроокаменелостей одноклеточных водорослей, называемых диатомовыми, и обычно содержат 86-94% кремнезема [16]. Многие ученые использовали диатомит в качестве адсорбента для удаления цвета из сточных вод и поглощения тяжелых металлов. Также было показано, что функциональная группа SH-SiO_2 может эффективно удалять из окружающей среды тяжелые металлы свинец, никель и ртуть. Многие исследователи считают, что удельная площадь поверхности и размер пор материалов на основе кремния являются эффективными в их способности поглощать металлы. Природный диатомит имеет высокую удельную поверхность, что свидетельствует об их высокой адсорбционной и химической абсорбционной способности. Адсорбционная способность диатомита увеличивается за счет модификации поверхностных слоев и улучшает адсорбционную эффективность диатомита [9]. Диатомит используется как экономически эффективный адсорбент для удаления металлов из сточных вод [17]. Его эффективность в адсорбции ионов металлов обусловлена его отличительными физическими и химическими характеристиками, включая высокопористую структуру, низкую теплопроводность, эффективную сорбционную емкость, инертность, низкую плотность и большую площадь поверхности [18]. Кроме того, диатомит успешно иммобилизовал тяжелые металлы в загрязненных кислых почвах. Значения индекса биодоступности (BI) таких металлов, как Zn, Cu, Cr и Ni, были снижены в кислых почвах, загрязненных тяжелыми металлами, благодаря внесению сепиолита, цеолита и диатомита [13]. Кроме того, модифицированный диатомит может быть эффективным в иммобилизации некоторых металлов в загрязненных почвах [19].

Наши ранние исследования физико-химических свойств диатомита в адсорбции ионов натрия и хлора из водных растворов показали, что максимальная адсорбция составила 50,2 мг/г, а максимальная степень извлечения, соответствующая диапазону концентраций 5-100 мг/л, составила 53,9%. Наблюдаемый эффект применим также для повышения устойчивости растений к солевому стрессу, улучшения прорастания и роста образцов пшеницы [20]. Диатомит используется для снижения максимальной сухой насыпной плотности, а также увеличения оптимального содержания влаги. Исследования показали, что в почвах самая низкая насыпная плотность 9,0% и самое высокое содержание влаги 49,1% достигалось при дозе внесения диатомита в 30% [21].

В данном исследовании изучено влияние диатомита на химические процессы в почвах, в том числе, на содержание легкорастворимых солей и на состав обменных оснований, которое ранее не было исследовано. Положительное влияние диатомита на химические показатели почв позволит использовать этот минерал в качестве недорогого, доступного, эффективного мелиоранта для обессоливания и улучшения качеств засоленных почв.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях коллективного пользования Назарбаев Университета в период 2022-2023 гг.

Объектами исследования стали верхние горизонты 0-20 см и 20-30 см суглинистых солонцеватых каштановых почв Нуринаского района Карагандинской области и природный диатомит с Жалпакского месторождения Западно-Казахстанской области. Образцы почв были отобраны из 4-х разрезов солонцеватых каштановых почв [22]. Для максимальной достоверности результатов все анализы проводились в 4-х повторностях.

Описание почвы. По геологическому строению исследуемый район реки Нура, а значительная часть стока Нуры относится к внутреннему бессточному бассейну, представлен третичными отложениями, представленными песками и глинами, содержащими гипс. Распространены по всей территории района также каменистые суглинки, образовавшиеся в результате выветривания различных изверженных и метаморфических горных пород. Легкие суглинки. pH почвы на момент закладки на глубине 0-20 см составляла 7,46, 20-30 см – 7,55. Средним содержанием обменных соединений кальция (4,8 мг-экв./100 г) и магния (0,7 мг-экв./100 г) [23], низким содержанием гумуса (1,21%), средней обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (1,49 мг/кг) и калия (3,08 мг/кг) – по Кирсанову [24], а также средним уровнем соединений кремния – 80% – по Матыченкову [25].

Диатомит, применяемый в экспериментах, добывали на Жалпакском месторождении Актюбинской области, проведено исследование его химического состава: SiO_2 – 71,48-78,14%, Al_2O_3 – 10,01-15,44%, MgO – 1,32-1,78%, Fe_2O_3 – 2,52-3,98%, K_2O – 1,20-1,36%, CaO – 0,41-0,50%, Na_2O – 1,13-0,26%, MnO – 0,03-0,04%, P_2O_5 – 0,11-0,15%, TiO_2 – 0,54-0,65%.

pH водной вытяжки определяли потенциометрическим методом (ГОСТ 17.5.4.01-84) [26] на приборах pH метр SevenEasyMettlerToledo. Вкратце, метод основан на измерении величины pH водной вытяжки пород электродной системой, состоящей из индикаторного стеклянного электрода, потенциал которого определяется активностью водородных ионов в растворе, и вспомогательного проточного электрода сравнения с известным потенциалом [27].

Электропроводность определяли с помощью кондуктометра OmniCon (ГОСТ 26423-85). Для этого пробы почвы массой 30 г помещали в емкости в конические колбы. К пробам приливали по 150 см³ дистиллированной воды. Почву с водой перемешивали в течение 3 мин на мешалки и отстаивали 5 мин. После этого с помощью кондуктометра определяли электропроводность подготовленных образцов [27].

Подготовка образцов почв. Образцы почвы верхних горизонтов были высушены, измельчены и просеяны через сито диаметром 4 мм. Высушенный диатомит просеивали через сито 2 мм. Почва с диатомитом тщательно перемешиваются. В образцы почвы добавляли диатомит в размере 1%, 3%, 6%, 9%, 12% по массе. Навески почвы, диатомита и почвы+диатомита массой 200 г помещали в пластиковые контейнеры, тщательно перемешивались, и инкубировали в течение 3 месяцев. В первый день опыта, почву увлажняли чистой водой до полного увлажнения, перемешивали, и контейнер закрывали на 1 неделю (количество влаги рассчитывали из среднегодового количества осадков на территории отбора проб почв). Затем контейнер открывали и почву высушивали. Через 3 недели почву снова увлажняли. Такой цикл увлажнения/высушивания повторяли 3 раза.

Состав и количество легкорастворимых солей (Cl^- , SO_4^{2-} , Ca, Mg, Na^+ , K^+) в водной вытяжке почвы изучали методом ионной хроматографии на приборе Dionex ICS 6000/ Aquion+PneumaticControl. Данным методом проводили последовательное определение анионов хлорида (ClG), фторида (FG), бромиды (BrG), нитрата (NO3G), нитрита (NO2G), фосфата (PO_4)3G и сульфата (SO_4)2G в водных образцах. Для этого образцы почвы гомогенизировали и высушивали перед экстракцией в ультразвуковой ванне Ultrasons-H (P-Selecta, Испания) с рабочей частотой 40 кГц (1000 Вт). Затем раствор фильтровали через фильтры с размером пор 0,45 мкм (ПВДФ, OlimPeak) и немедленно измеряли [28].

Статистический анализ. Среднее значение и стандартное отклонение рассчитывали с помощью программы Microsoft Excel 2010. Для каждого значения мы рассчитывали t критерий Стьюдента, $p < 0,05$ принимали за достоверное значение [29].

Результаты и обсуждение

Значение pH и электропроводности засоленной почвы. Исследуемые каштановые почвы сформированы в регионе с дефицитом атмосферных осадков, где ограничен вынос из почв и почвообразующих пород продуктов выветривания и почвообразования и характеризуются слабощелочной реакцией среды, особенно высокой щёлочностью отличается верхний горизонт 0-20 см, показатель pH здесь 8,5. Значения pH и электропроводности в исследуемых почвах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения pH и электропроводности в исследуемых каштановых почвах

Глубина (см)	pH	T, °C	Cond., $\mu\text{S}/\text{sm}$
0-20	8,52±1,1***	21,50	720,00±1,4***
20-30	7,75±0,7	21,50	2400,00±1,1
30-40	7,68±0,9	21,50	2580,00±0,7
40-50	7,66±0,3	21,50	2981,00±0,4
*** $p < 0,001$			

Из таблицы 1 видно, на поверхности почвы электропроводность минимальна, поскольку в верхнем горизонте обычно меньше легкорастворимых солей – они вымываются вниз при инфильтрации влаги и поглощаются растительностью. На глубине 20-30 см происходит резкое увеличение электропроводности (на 233%) из-за накопления солей, мигрирующих из верхних слоёв. Ещё более высокие значения на 40-50 см (рост на 314 %) отражают максимальную зону аккумуляции этих солей. Параллельно с этим pH на поверхности выше (почва более щелочная), что часто связано с присутствием карбонатов и влиянием растительных остатков. С глубины 20-30 см pH снижается на 9 % и стабилизируется до 40-50 см, что указывает на переход к более нейтральным условиям в зонах аккумуляции солей, где карбонаты уже частично растворены или замещены другими ионами. Снижение pH с глубиной обусловлено вытеснением ионов H^+ из почвенного поглощающего комплекса катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ и Na^+ , мигрирующими в нижние горизонты. В верхнем слое pH выше за счёт наличия карбонатов и органических остатков, а в зоне соленакопления преобладание катионов оснований нейтрализует кислотность, что приводит к более нейтральным значениям pH [30].

Влияние внесения различного процентного содержания диатомита на реакцию среды и электропроводность почв, выражены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения pH и электропроводности после проведения эксперимента

Количество диатомита, %	pH	EC μ S/cm	pH	EC μ S/cm
%	0-20		20-30	
0%	7,46 $\pm$ 0,4	822 $\pm$ 1,8	7,55 $\pm$ 1,1	509 $\pm$ 2,7
1%	7,28 $\pm$ 0,9	282 $\pm$ 1,3***	7,7 $\pm$ 0,8	247 $\pm$ 1,4***
3%	7,33 $\pm$ 1,1	220 $\pm$ 1,6***	7,36 $\pm$ 1,4	291 $\pm$ 1,1***
6%	7,11 $\pm$ 0,6	258 $\pm$ 1,2***	7,34 $\pm$ 0,9	264 $\pm$ 0,6***
9%	7,42 $\pm$ 0,3	272 $\pm$ 1,9***	7,43 $\pm$ 0,7	280 $\pm$ 1,3***
12%	7,41 $\pm$ 1,2	557 $\pm$ 0,9***	7,31 $\pm$ 1,2	270 $\pm$ 0,9**
Диатомит	4,17 $\pm$ 0,6	1935 $\pm$ 0,5***	4,91 $\pm$ 0,9***	1910 $\pm$ 1,1***
***p<0,001, **p<0,01				

В таблице 2 следует отметить влияние внесения различных концентраций диатомита на реакцию среды и электропроводность. В верхнем горизонте почвы на глубине 10-20 см наблюдаем слабощелочную реакцию, при внесении 1% и 6% диатомита щелочность значительно снижается до 7,28 и 7,11 единиц соответственно, электропроводность уменьшается с 822 до 282 при 1% внесении диатомита, при 3% резко снижается до 220, затем плавно возрастает с увеличением концентрации диатомита. В почвенном горизонте на глубине 20-30 см наблюдаем иную картину, при внесении 1% диатомита щелочность почвы увеличилась на несколько порядков, хотя электропроводность снизилась вдвое, в отличие от контроля. 3% и 6% диатомит значительно снизил щелочность почвы, аналогично и электропроводность. Снижение pH при внесении диатомита можно объяснить его химико-минералогическим составом и сорбционными свойствами [31]. Так как, диатомит состоит преимущественно из аморфного диоксида кремния ($SiO_2 \cdot nH_2O$) с развитой пористой структурой, способной активно поглощать катионы-основания (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) из почвенного раствора. Когда эти катионы связываются, их места в почвенном поглощающем комплексе занимают ионы водорода (H^+) или алюминия (Al^{3+}), что повышает кислотность и, соответственно, снижает pH [32].

Кроме того, диатомит может содержать небольшие количества кислотных функциональных групп на поверхности (Si–OH), которые при гидратации частично диссоциируют, выделяя H^+ в почвенный раствор. Это дополнительно способствует сдвигу реакции среды в кислую сторону.

Таким образом, снижение pH в вашем эксперименте связано с ионообменом и поверхностной кислотностью диатомита, а также с его способностью удалять из раствора основания, поддерживавшие щелочную реакцию.

Анализ водной вытяжки. Почвенные растворы различных типов почв содержат, преимущественно, легкорастворимые соединения [33]. Плодородие почвы для растений в основном регулируется катионообменной способностью почвы. Соответствующее количество основных катионов, удерживаемых почвой, регулирует щелочной статус почвы. Почва будет иметь низкий щелочной статус и будет менее плодородной, когда коллоиды почвы содержат небольшой запас оснований. Содержание анионов и катионов в водной вытяжке исследуемых почв представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание анионов и катионов в водной вытяжке почвенных образцов

Глубина (см)	Анионы, Ммоль-экв/100 г почвы				Катионы, Ммоль-экв/100 г почвы			
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
0-20	31,2±0,4	0,11±0,9	2,82±0,6	2,55±1,4	1,82±0,2	0,85±0,4	32,75±1,5	0,02±1,3
20-30	18,15±0,7	1,69±0,3	4,32±0,4	1,45±0,8	2,90±0,7	2,22±0,9	19,35±0,9	0,05±1,1
30-40	18,76±0,2	1,79±1,3	4,41±0,1	1,43±0,2	2,97±0,5	2,47±0,3	19,26±0,6	0,05±0,6
40-50	24,35±1,1	1,71±0,7	1,71±0,9	0,91±0,5	3,55±0,2	2,79±0,5	21,69±1,1	0,05±0,9

С глубиной (20–50 см) прослеживается зона интенсивного накопления солей, что свойственно солонцам, в которых подзона солевого максимума формируется за счёт миграции и осаждения солей из вышележащих горизонтов. Резкое возрастание концентрации сульфатионов (SO₄²⁻) на глубине 20–30 см и далее вниз указывает на их накопление в зоне пониженной промывки и возможное присутствие гипса или мирабилита. Среди анионов доминируют хлориды, затем карбонаты, что отражает преимущественное поступление солей натрия хлоридного типа. Максимум карбонатных и гидрокарбонатных ионов в верхнем горизонте (0–20 см) связан с поверхностным накоплением карбонатов при испарении влаги и их последующим растворением и выносом в нижние горизонты, что объясняет их уменьшение с глубиной. Наличие легкорастворимых солей (ЛРС) с поверхности указывает на засоленный тип почвы, что характерно для солончаков, где соли выносятся к верхним горизонтам за счёт капиллярного поднятия влаги и испарения. Явное накопление хлорида натрия в верхнем горизонте связано с его высокой растворимостью и подвижностью в почвенно-влажном потоке.

Высокое содержание хлорид-ионов (31,2 мг-экв/100 г) в верхнем горизонте обусловлено их накоплением за счёт капиллярного подъёма влаги из грунтовых вод и испарения, что характерно для засоленных почв аридных и полуаридных зон. При инфильтрации осадков или поливной воды часть Cl⁻ вымывается в нижележащие горизонты, что приводит к снижению их концентрации на глубине 20–30 см (20,45 мг-экв/100 г). На глубине 40–50 см фиксируется вторичное увеличение содержания (24,25 мг-экв/100 г), что объясняется зоной соленакопления, где скорость фильтрации влаги снижается из-за более плотной структуры горизонта или повышенного содержания глинистых частиц. Хлориды задерживаются в этих слоях, формируя солевой максимум.

Такое стратифицированное распределение солей характерно для почв с хлоридным типом засоления и испарительным режимом воды, где процессы миграции и осаждения ионов зависят от сезона, глубины залегания грунтовых вод и механического состава почвенного профиля. Содержание сульфат ионов также значительно увеличивается с глубиной, со скачком на глубине 20-30 см, на этой глубине количество сульфат ионов превышают принятый порог токсичности для этого аниона, но содержание SO₄²⁻ ионов в более чем в десять раз меньше хлорид ионов. Увеличение концентрации сульфат ионов вероятно связано с деятельностью аэробных серобактерий, которые разлагают органику до сульфатов, а затем сульфатредуцирующие анаэробы окисляют сульфиды до сульфатов, и вымывания из верхних горизонтов. Увеличение концентрации Ca и Mg так же связана с вымыванием ионов из верхних слоев почвы.

Порог токсичности для Cl⁻ 0,01% (0,3 мг-экв), для SO₄-иона - 0,08% (1,7 мг-экв) [34]. В исследуемых почвах концентрации всех анионов (CO₃²⁻, HCO₃⁻, C) превышают порог токсичности во всей толще 0-50 см, концентрация SO₄ ионов не превышает порог токсичности только в верхнем горизонте 0-20 см. Среди катионов с глубины 20-30 см резко возрастает содержание катионов Na⁺, Ca²⁺, менее значительное, но все же заметное увеличение катионов

Mg²⁺. Во всей исследуемой толще почвы преобладают катионы Na⁺, и анионы Cl⁻, такое их преобладание характерно в почвах содово-хлоридного типа засоления. Учитывая высокое содержание CO₃²⁻, HCO₃⁻ ионов, тип засоления исследуемых почв мы можем охарактеризовать как хлоридно-натриевое с участием соды. При слабой водопроницаемости (например, в солонце) почти все соли Na остаются на месте, их миграция осуществляется только путём диффузии. При хорошей водопроницаемости, но малом количестве инфильтрационных вод в грунтовый водоносный горизонт проникают только хорошо растворимые хлоридные и сульфатные соли, а сульфаты кальция и карбонаты щелочноземельных металлов остаются в зоне аэрации почв.

По результатам ионно-хроматографического исследования почвенных вытяжек наблюдается следующая картина. В обоих исследуемых верхних горизонтах после взаимодействия с диатомитом заметно уменьшается содержание токсичных ионов Na⁺ и Cl⁻, причем уменьшение их в верхнем горизонте 0-20 см происходит более, чем в 10 раз. Интересно, что максимальное уменьшение ионов и Na⁺ и Cl⁻ наблюдается в образцах почвы с 1% и 3% диатомита. Отсюда можно сделать предположение, что внесения диатомита в количестве 1-3% достаточной для уменьшения токсичных солей NaCl в засоленных почвах.

Такая же закономерность характерна и для сульфат-ионов, в первом горизонте 0-20 см (с максимальным содержанием солей), минимальная концентрация SO₄²⁻ ионов в почвенной вытяжке в образцах почвы с 1% и 3% диатомита. Данные исследований представлены в таблицах 4-5.

Таблица 4 – Изменение содержания анионов и катионов в горизонте 0-20 см исследуемой почвы под влиянием внесенных доз диатомита в количестве 1%, 3%, 6%, 9%, 12% по результатам ионно-хроматографического анализа водных вытяжек

Количество диатомита, %	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
%	Ммоль-экв/100г почвы						
0%	30,47±5,2	2,03±3,7	0,05±2,6	33,35±1,5	0,12±1,6	0,52±0,8	1,19±1,4
1%	0,92±4,1***	0,73±1,9***	0,25±2,3*	1,37±1,2***	0,06±1,3	0,16±1,2	1,71±1,5
3%	1,08±2,6	0,55±1,2	0,01±3,1*	1,3±1,6	0,05±1,1	0,14±1,3	0,55±1,2
6%	1,35±3,1	1,03±0,9*	0,01±1,9	1,36±0,9	0,05±0,6	0,13±0,9	0,47±0,7
9%	1,61±1,9	1,18±0,6	0,01±2,1	1,53±0,4	0,05±0,9	0,13±1,1	0,47±0,8
12%	1,67±1,2	1,1±0,2	0,02±0,7	1,48±0,2	0,40±0,3	0,13±0,7	0,50±0,4
Д	6,09±0,2***	6,53±0,4***	0,04±0,3	4,52±0,5***	0,30±0,6	0,77±0,2	0,50±0,3

Таблица 5 – Изменение содержания анионов в водной вытяжке почвы в слое 20-30 см под влиянием внесенных доз диатомита в количестве 1%, 3%, 6%, 9%, 12% по результатам ионно-хроматографического анализа водных вытяжек

Количество диатомита, %	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
%	Ммоль-экв/100г почвы						
0	16,3±3,5	0,94±2,6	0,02±1,9	10,38±1,6	0,05±1,3	0,16±0,8	0,61±1,2
1%	14,07±1,7	2,45±2,3**	0,01±2,1	9,25±0,9	0,09±1,7	0,61±0,6	1,35±0,7
3%	13,98±2,8	2,44±1,4	0,01±3,5	7,78±1,1*	0,07±1,1	0,59±1,2	1,31±0,9
6%	13,63±3,1	2,46±2,6	0,02±2,3	7,54±0,7	0,11±0,9	0,57±0,5	1,29±0,5
9%	11,53±1,2*	1,34±1,5*	0,05±1,2	3,81±0,3**	0,08±1,2	0,29±1,1	0,66±0,2
12%	12,14±2,3	2,92±0,9	0,05±0,4	7,00±0,2**	0,08±0,6	0,51±0,9	1,22±0,7
Д	6,09±0,8***	6,53±0,5***	0,04±0,2	4,52±0,5**	0,30±0,3	0,77±0,5	0,50±0,2

Из таблиц 4 и 5 видим, что динамика ионов Са в почвенной вытяжке менее выражена, и в целом наблюдается увеличение кальция с внесением диатомита максимально в 2 раза в горизонте 20-30 см, причем это увеличение наблюдается уже при внесении 1% диатомита и показатели концентрации максимальные и одинаковые при внесении 1%, 3%, 6% диатомита, в первом же горизонте 0-20 см при максимальных дозах диатомита (6%, 9%, 12%) количество Са уменьшается в 2 раза, что вероятно связано со сложными процессами взаимодействия почвы с диатомитом. Остаток Ca^{2+} в горизонте 20–30 см при внесении диатомита связан с его высвобождением из структуры и примесей диатомита и последующей миграцией вниз, где ионы накапливаются из-за замедленной фильтрации. Плато концентраций при 1-6% указывает на насыщение раствора кальцием. Снижение Ca^{2+} в верхнем горизонте при высоких дозах (6-12%) обусловлено ионообменом с другими катионами и фиксацией кальция на поверхности диатомита в виде труднорастворимых соединений.

При внесении диатомита отмечено снижение концентрации хлорид ионов и Na в почве с глубиной, что связано с их вымыванием в нижние горизонты. При внесении диатомита в засоленную почву отмечено увеличение содержания ионов SO_4^{2-} , NO_3^- , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , что вероятно связано с тем, что диатомит переводит эти вещества в поглощённое состояние, что уменьшает их потери из пахотного слоя на 30-40%. Так же модифицированный диатомит обеспечивает достаточную поверхность для адсорбции тяжёлых металлов, что снижает их концентрацию в почвенном растворе.

Содержание магния Mg в горизонте 0-20 незначительно уменьшается с внесением диатомита, и остается в пределах одних и тех же значений в образцах с разными дозами диатомита, в горизонте же 20-30 незначительно (в 2-3 раза) увеличивается с внесением диатомита, и концентрация его в водной вытяжке остается в пределах одних и тех же значений в образцах с разной долей диатомита. В случае с ионами K^+ в водной вытяжке наблюдается незначительное уменьшение ионов K^+ с добавлением диатомита в горизонте 0-20, и незначительное увеличение концентрации в горизонте 20-30. Причем максимальное увеличение ионов K^+ (в 2 раза) наблюдалось в образце с 6% диатомита.

Воздействия засоления почвы несут широкий спектр проблем как для сельского хозяйства, так и для дикой флоры и фауны, как результат низкая экономическая отдача пахотных и пастбищных земель, истощение почвы, эрозия и др. Эффекты засоления являются результатом сложных взаимодействий между морфологическими, физиологическими и биохимическими процессами, включая прорастание семян, рост растений и поглощение воды и питательных веществ [32]. Засоление влияет почти на все аспекты развития растений, включая: прорастание, вегетативный рост и репродуктивное развитие. Засоление почвы вызывает ионную токсичность, осмотический стресс, дефицит питательных веществ (N, Ca, K, P, Fe, Zn) и окислительный стресс для растений и, таким образом, ограничивает поглощение воды из почвы [33].

Исследователи А.В. Козлов и Н.Н. Копосова [34] установили в рамках лабораторных опытов, что водная вытяжка диатомита, независимо от его соотношения с водой, обладала слабощелочной реакцией. Такое явление, авторы объясняют наличием в составе диатомитовой породы около 50 мг-экв. ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , способных к обменным реакциям, а также амфотерными свойствами кремния, входящего в состав диатомита в большом количестве. Например, такие катионы как Al^{3+} и Fe^{3+} , содержание веществ которых в диатомитовой агроруде превышает соответственно 5 % и 2 %, способны образовывать в растворе соединения кислотного характера, которые и подкисляют среду. В итоге выделяющиеся из диатомита катионы способствуют незначительному увеличению кислотности суспензии и, как следствие, снижению ее pH. Исследованная почва с Северного Казахстана согласно результатам водной вытяжки почвенных образцов соответствует натриево-хлоридному засолению по всему профилю, что характерно для солончаковых почв. Сумма легкорастворимых солей максимально в верхнем горизонте, что соответствует 72,12 единиц, снижается к горизонту 20-30 единиц и затем плавно увеличивается в нижних горизонтах, что возможно связано с вторичным засолением грунтовыми водами. Согласно результатам гранулометрического состава, почва на глубине 0-20 см и 20-30 см представлена физическим песком с размером частиц 0,25 мм-0,05 мм, в нижних горизонтах, 30-40 и 40-50 см, заметно преобладание физической глины, что говорит об уплотнении горизонтов. Значение реакции

среды в горизонте 0-20 см соответствует щелочной реакции, затем снижается до слабощелочной, электропроводность напротив же, повышается в нижних горизонтах, такое увеличение электропроводности закономерно коррелирует с увеличением содержания легкорастворимых солей на этих глубинах.

Диатомит привлекает внимание как перспективная среда для адсорбции тяжелых металлов, радиоактивных изотопов, пестицидов, а также солей в почве и воде. Уникальные свойства диатомита, включая высокую пористость, низкую плотность и большую площадь поверхности, делают его ценным материалом для различных промышленных применений, в том числе делает его пригодным для таких применений, как фильтрующие среды, адсорбенты и носители катализаторов [35].

В исследовании применяли диатомит казахстанского происхождения (месторождение Жалпак, ЗКО), который оказал благоприятное влияние на физические свойства почв при внесении 6 и 9%, что привело к снижению твердости почв, а при внесении 12% диатомита почва приобретала более мягкое физическое состояние. Согласно данным в верхних горизонтах почвы наблюдали слабощелочную реакцию, при внесении 1 и 6% диатомита щелочность значительно снижается до 7,28 и 7,11 единиц, соответственно. Электропроводность уменьшается с 822 до 282 при 1% внесении диатомита, при 3% резко снижается до 220, затем плавно возрастает с увеличением концентрации диатомита. Без внесения диатомита водная вытяжка свидетельствовала о наличии легкорастворимых солей и имела хлоридно-натриевое засоление, при внесении различных концентраций диатомита, снижаются легко-растворимые соли, что связано с их адсорбцией.

Заключение

В результате исследования установлено, что казахстанский диатомит эффективно снижает засоленность почв Северного Казахстана за счёт сорбционно-ионнообменных процессов, связывания легкорастворимых солей (Cl^- , SO_4^{2-}), оптимизации катионного состава и улучшения физической структуры. Оптимальный эффект при внесении 6–9% минерала, когда наблюдается максимальное снижение электропроводности и солевого света без значительного перерасхода материала. Применение 12% не дает существенного дополнительного результата по сравнению с 9%, но увеличивает затраты на мелиорацию, что делает продление дальнейшего уточнения дозировок с учётом типа земли, уровня её засоления и экономической поддержки. Таким образом, диатомит как компонент для улучшения почвы и снижения уровня засоления показал отличные результаты на примере засоленной почвы из Северного Казахстана. Казахстанский диатомит имеет широкие перспективы для использования в районах с высоким засолением почв.

Список литературы

- 1 Chele, KH, Tinte, MM, Piater, LA, Dubery, IA, Tugizimana, F. (2021). Soil Salinity, a Serious Environmental Issue and Plant Responses: A Metabolomics Perspective. *Metabolites*, 11(11), 724. DOI: 10.3390/metabo11110724.
- 2 Ma, Z., Ge, Y., Pang, B., Liang, W., Ruze, T. (2024). Characteristics of soil salinity and water-salt transport in the vadose zone of salt-impacted regions with variable permeability. *Environmental geochemistry and health*, 46(11), 442. DOI: 10.1007/s10653-024-02223-9.
- 3 El-Ramady, H., Prokisch, J., Mansour, H., Bayoumi, YA, Shalaby, TA, Veres, S., Brevik, EC. (2024). Review of Crop Response to Soil Salinity Stress: Possible Approaches from Leaching to NanoManagement. *Soil Systems*, 8(1), 11. DOI: 10.3390/soilsystems8010011.
- 4 Pan, J., Xue, X., Huang, CH, You, QG, Guo, PL, Yang, RQ, Da, FW, Duan, ZW, Peng, F. (2024). Effect of salinization on soil properties and mechanisms beneficial to microorganisms in salinized soil remediation: a review. *Research in Cold and Arid Regions*, 16(3), 121-128, DOI: 10.1016/j.rcar.2024.07.001.
- 5 Van Tan, L., Thanh, T. (2021). The effects of salinity on changes in characteristics of soils collected in a saline region of the Mekong Delta, Vietnam. *Open Chemistry*, 19(1), 471-480. DOI: 10.1515/chem-2021-0037.

6 Atta, K., Mondal, S., Gorai, S., Singh, AP, Kumari, A., Ghosh, T., Roy, A., Hembram, S., Gaikwad, DJ, Mondal, S., Bhattacharya, S., Jha, UC, Jespersen, D. (2023). Impacts of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in plant science*, 14, 1241736. DOI: 10.3389/fpls.2023.1241736.

7 Niste, M., Vidican, R., Rotar, I., Stoian, V., Pop, R., Miclea, R. (2014). Plant nutrition affected by soil salinity and response of rhizobium regarding the nutrients accumulation. *ProEnvironment Promediu*, 7, 71-75.

8 Acosta-Motos, JR, Ortuño, MF, Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, MJ, Hernandez, JA. (2017). Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18. DOI: 10.3390/agronomy7010018.

9 Ismayilov, AI, Mamedov, AI, Fujimaki, H., Tsunekawa, A., Levy, GJ. (2021). Soil Salinity Type Effects on the Relationship between the Electrical Conductivity and Salt Content for 1:5 Soil-to-Water Extract. *Sustainability*, 13(6), 3395. DOI: 10.3390/su13063395.

10 Pachepskij, YaA, Mironenko, EV, Morgun, EG, Ponizovskij, AA. (1980). *Modelirovanie processov zasoleniya i osoloncevaniya pochv*. M.: Nauka, 12-14. [in Russ].

11 Khan, M., Azom, M., Sultan, M., Mandal, S., Islam, M., Khatun, R., Billah, S., Ali, A. (2019). Amelioration of Saline Soil by the Application of Gypsum, Calcium Chloride, Rice Husk and Cow Dung. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 8, 78-91. DOI: 10.4236/jacen.2019.82007.

12 Mishra, AK, Das, R., George Kerry, R., Biswal, B., Sinha, T., Sharma, S., Arora, P., Kumar, M., (2023). Promising management strategies to improve crop sustainability and to amend soil salinity. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 962581. DOI: 10.3389/fenvs.2022.962581.

13 Sun, Y., Chen, X., Yang, J., Luo, Y., Yao, R., Wang, X., Xie, W., Zhang, X. (2022). Coastal Soil Salinity Amelioration and Crop Yield Improvement by Biomaterial Addition in East China. *Water*, 14, 3266. DOI: 10.3390/w14203266.

14 Wei, Y., Yang, H., Hu, J., Li, H., Zhao, Z., Wu, Y., Li, J., Zhou, Y., Yang, K., Yang, H. (2023). Trichoderma harzianum inoculation promotes sweet sorghum growth in the saline soil by modulating rhizosphere available nutrients and bacterial community. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1258131. DOI: 10.3389/fpls.2023.1258131.

15 Adil, M., Shah, AN, Khan, AN, Younas, T., Mehmood, MS, Mahmood, A., Asghar, RMA, Javed, MS. (2023). Amelioration of harmful effects of soil salinity in plants through silicon application: A review. *Pakistan Journal of Botany*, 55(1), 9-18. DOI: 10.30848/PJB2023-1(24).

16 Ibrahim, SS, Selim, AQ. (2011). Evaluation of Egyptian diatomite for filter aid applications. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 47(1), 113-122.

17 Samani, M., Ahlawat, YK, Golchin, A., Alikhani, HA, Baybordi, A., Mishra, S. (2024). Modified diatomite for soil remediation and its implications for heavy metal absorption in Calendula officinalis. *BMC plant biology*, 24(1), 357. DOI: 10.1186/s12870-024-05068-7.

18 Osman, AI, Abd El-Monaem, EM, Elgarahy, AM, Aniagor, CO, Hosny, M., Farghali, M., Rashad, E., Ejimofor, MI, López-Maldonado, EA, Ihara, I., Yap, P-S, Rooney, DW, Eltaweil, AS. (2023). Methods to prepare biosorbents and magnetic sorbents for water treatment: a review. *Environmental Chemistry Letters*. Advance online publication, 21, 2337-2398. DOI: 10.1007/s10311-023-01603-4.

19 Chaiyaraksa, C., Tumtong, M. (2019). Acid soil amendment by zeolite, sepiolite and diatomite. *ScienceAsia*, 45, 253-259 DOI: 10.2306/scienceasia1513-1874.2019.45.253.

20 Alsar Zh., Duskinova, B., Insepov, Z. (2020). New Sorption Properties of Diatomaceous Earth for Water Desalination and Reducing Salt Stress of Plants. *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 22, 89-97. DOI: 10.18321/ectj955.

21 Aksakal EL, Angin, I., Oztas, T. (2013). Effects of diatomite on soil consistency limits and soil compactibility. *Catena*, 101, 157-163. DOI: 10.1016/j.catena.2012.09.001.

22 Межгосударственный стандарт ГОСТ 28168-89 – Почвы. Отбор проб. Введен в действие от 1989-06-26. (1990).

23 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26213-2021 – Почвы. Методы определения органического вещества. Введен в действие от 2022-06-06. (2022).

24 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26207-91 – Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. (1992).

- 25 Матыченков, ВВ, Бочарникова, ЕА, Аммосова, ЯМ. (2002). Влияние кремниевых удобрений на растения и почву. *Агрохимия*, 2, 86-93.
- 26 Межгосударственный стандарт ГОСТ 17.5.4.01-84 – Охрана природы. Рекультивация земель Метод определения pH водной вытяжки вскрышных и вмещающих пород. Введён в действие от 1985-07-01. (1984).
- 27 Piasecki, W., Lament, K. (2024). Application of potentiometric and electrophoretic measurements to evaluate the reversibility of adsorption of divalent ions from a solution on titanium dioxide. *Molecules*, 29(3), 555. DOI: 10.3390/molecules29030555.
- 28 Sarah, P. (2001). Soluble salts dynamics in the soil under different climatic conditions. *Catena*, 43(4), 307-321. DOI: 10.1016/S0341-8162(00)00130-2.
- 29 Kumar, MD. (2023). A Study on Importance of Microsoft Excel Data Analysis Statistical Tools in Research Works. *Journal of Management & Educational Research Innovation*, 1, 76-83. DOI: 10.5281/zenodo.10449150.
- 30 Bolan, NS, Adriano, DC, Curtin, D. (2003). Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Advances in Agronomy*, 78, 215-272. DOI: 10.1016/S0065-2113(02)78006-1.
- 31 Gumarova, ZM, Sungatkyzy, S., Sharafiyeva, ZR, Bulekova, AA, Uxikbayeva, MK. (2024). Using the sorption properties of diatomite from the Aktobe deposit in improving the quality of drinking water in Western Kazakhstan. In *E3S Web of Conferences*, 539, 01007. EDP Sciences. DOI:10.1051/e3sconf/202453901007.
- 32 Li, W., Johnson, C. (2016). Relationships among pH, aluminum solubility and aluminum complexation with organic matter in acid forest soils of the Northeastern United States. *Geoderma*, 271, 234-242. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.02.030.
- 33 Valenciano, MN, de Moraes, EG, Rosa, SD, Silva, CA. (2024). Soil Solution Properties of Tropical Soils and Brachiaria Growth as Affected by Humic Acid Concentration. *Soil Systems*, 8(3), 86. DOI: 10.3390/soilsystems8030086.
- 34 Araujo, AM, Lessa, JHDL, Chanavat, LG, Curi, N., Guilherme, LRG, Lopes, G. (2020). How sulfate content and soil depth affect the adsorption/desorption of selenate and selenite in tropical soils? *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44, e0200087. DOI: 10.36783/18069657rbcs20200087.
- 32 Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9, 43-50. DOI:10.29278/azd.476365.
- 33 Sparks, DL. (2003). 10 - The Chemistry of Saline and Sodic Soils. Environmental Soil Chemistry (Second Edition), *Academic Press*, 285-300. DOI: 10.1016/B978-012656446-4/50010-4.
- 34 Козлов, АВ, Копосова, НН. (2015). Изучение кислотно-основных свойств диатомита и обработанной им почвы в условиях лабораторного эксперимента. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 242-245.
- 35 Hu, Z., Zheng, S., Li, J., Zhang, S., Liu, M., Wang, Z., Li, J., Sun, H. (2022). Pore structure and surface properties of diatomite with mechanical grinding and its influence on humidity control. *Physicochemical problems of mineral processing*, 58(6), 153509. DOI:10.37190/ppmp/153509.

References

- 1 Chele, KH, Tinte, MM, Piater, LA, Dubery, IA, Tugizimana, F. (2021). Soil Salinity, a Serious Environmental Issue and Plant Responses: A Metabolomics Perspective. *Metabolites*, 11(11), 724. DOI: 10.3390/metabo11110724.
- 2 Ma, Z., Ge, Y., Pang, B., Liang, W., Ruze, T. (2024). Characteristics of soil salinity and water-salt transport in the vadose zone of salt-impacted regions with variable permeability. *Environmental geochemistry and health*, 46(11), 442. DOI: 10.1007/s10653-024-02223-9.
- 3 El-Ramady, H., Prokisch, J., Mansour, H., Bayoumi, YA, Shalaby, TA, Veres, S., Brevik, EC. (2024). Review of Crop Response to Soil Salinity Stress: Possible Approaches from Leaching to NanoManagement. *Soil Systems*, 8(1), 11. DOI: 10.3390/soilsystems8010011.

- 4 Pan, J., Xue, X., Huang, CH, You, QG, Guo, PL, Yang, RQ, Da, FW, Duan, ZW, Peng, F. (2024). Effect of salinization on soil properties and mechanisms beneficial to microorganisms in salinized soil remediation a review. *Research in Cold and Arid Regions*, 16(3), 121-128, DOI: 10.1016/j.rcar.2024.07.001.
- 5 Van Tan, L., Thanh, T. (2021). The effects of salinity on changes in characteristics of soils collected in a saline region of the Mekong Delta, Vietnam. *Open Chemistry*, 19(1), 471-480. DOI: 10.1515/chem-2021-0037.
- 6 Atta, K., Mondal, S., Gorai, S., Singh, AP, Kumari, A., Ghosh, T., Roy, A., Hembram, S., Gaikwad, DJ, Mondal, S., Bhattacharya, S., Jha, UC, Jespersen, D. (2023). Impacts of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in plant science*, 14, 1241736. DOI: 10.3389/fpls.2023.1241736.
- 7 Niste, M., Vidican, R., Rotar, I., Stoian, V., Pop, R., Miclea, R. (2014). Plant nutrition affected by soil salinity and response of rhizobium regarding the nutrients accumulation. *ProEnvironment Promediu*, 7, 71-75.
- 8 Acosta-Motos, JR, Ortuño, MF, Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, MJ, Hernandez, JA. (2017). Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18. DOI: 10.3390/agronomy7010018.
- 9 Ismayilov, AI, Mamedov, AI, Fujimaki, H., Tsunekawa, A., Levy, GJ. (2021). Soil Salinity Type Effects on the Relationship between the Electrical Conductivity and Salt Content for 1:5 Soil to Water Extract. *Sustainability*, 13(6), 3395. DOI: 10.3390/su13063395.
- 10 Pachepskij, YaA, Mironenko, EV, Morgun, EG, Ponizovskij, AA. (1980). *Modelirovanie processov zasoleniya i osoloncevaniya pochv*. M.: Nauka, 12-14. [in Russ].
- 11 Khan, M., Azom, M., Sultan, M., Mandal, S., Islam, M., Khatun, R., Billah, S., Ali, A. (2019). Amelioration of Saline Soil by the Application of Gypsum, Calcium Chloride, Rice Husk and Cow Dung. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 8, 78-91. DOI: 10.4236/jacen.2019.82007.
- 12 Mishra, AK, Das, R., George Kerry, R., Biswal, B., Sinha, T., Sharma, S., Arora, P., Kumar, M., (2023). Promising management strategies to improve crop sustainability and to amend soil salinity. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 962581. DOI: 10.3389/fenvs.2022.962581.
- 13 Sun, Y., Chen, X., Yang, J., Luo, Y., Yao, R., Wang, X., Xie, W., Zhang, X. (2022). Coastal Soil Salinity Amelioration and Crop Yield Improvement by Biomaterial Addition in East China. *Water*, 14, 3266. DOI: 10.3390/w14203266.
- 14 Wei, Y., Yang, H., Hu, J., Li, H., Zhao, Z., Wu, Y., Li, J., Zhou, Y., Yang, K., Yang, H. (2023). Trichoderma harzianum inoculation promotes sweet sorghum growth in the saline soil by modulating rhizosphere available nutrients and bacterial community. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1258131. DOI: 10.3389/fpls.2023.1258131.
- 15 Adil, M., Shah, AN, Khan, AN, Younas, T., Mehmood, MS, Mahmood, A., Asghar, RMA, Javed, MS. (2023). Amelioration of harmful effects of soil salinity in plants through silicon application: A review. *Pakistan Journal of Botany*, 55(1), 9-18. DOI: 10.30848/PJB2023-1(24).
- 16 Ibrahim, SS, Selim, AQ. (2011). Evaluation of Egyptian diatomite for filter aid applications. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 47(1), 113-122.
- 17 Samani, M., Ahlawat, YK, Golchin, A., Alikhani, HA, Baybordi, A., Mishra, S. (2024). Modified diatomite for soil remediation and its implications for heavy metal absorption in Calendula officinalis. *BMC plant biology*, 24(1), 357. DOI: 10.1186/s12870-024-05068-7.
- 18 Osman, AI, Abd El-Monaem, EM, Elgarahy, AM, Aniagor, CO, Hosny, M., Farghali, M., Rashad, E., Ejimofor, MI, López-Maldonado, EA, Ihara, I., Yap, P-S, Rooney, DW, Eltaweil, AS. (2023). Methods to prepare biosorbents and magnetic sorbents for water treatment: a review. *Environmental Chemistry Letters*. Advance online publication, 21, 2337-2398. DOI: 10.1007/s10311-023-01603-4.
- 19 Chaiyaraksa, C., Tumtong, M. (2019). Acid soil amendment by zeolite, sepiolite and diatomite. *ScienceAsia*, 45, 253-259 DOI: 10.2306/scienceasia1513-1874.2019.45.253.
- 20 Alsar Zh., Duskinova, B., Insepov, Z. (2020). New Sorption Properties of Diatomaceous Earth for Water Desalination and Reducing Salt Stress of Plants. *Eurasian Chemico-Technological Journal*, 22, 89-97. DOI: 10.18321/ectj955.

- 21 Aksakal EL, Angin, I., Oztas, T. (2013). Effects of diatomite on soil consistency limits and soil compactibility. *Catena*, 101, 157-163. DOI: 10.1016/j.catena.2012.09.001.
- 22 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 28168-8 – Pochvy. Otkhod prob. Vveden v dejstvie ot 1989-06-26. (1990). [in Russ].
- 23 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26428-85 – Pochvy. Metody opredeleniya kal'ciya i magniya v vodnoj vytyazhke. Vveden v dejstvie ot 1986-01-01. (1985). [in Russ].
- 24 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26207-91 – Opredelenie podviznykh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Kirsanova v modifikacii CINA. Vveden v dejstvie ot 1993-07-01. (1992). [in Russ].
- 25 Matychenkov, VV, Bocharnikova, EA, Ammosova, YAM. (2002). Vliyanie kremnievykh udobrenij na rasteniya i pochvu. *Agrokhimiya*, 2, 86-93. [in Russ].
- 26 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 17.5.4.01-84 – Ohrana prirody. Rekul'tivaciya zemel' Metod opredeleniya rN vodnoj vytyazhki vskryshnykh i vmeshchayushchih porod. Vveden v dejstvie ot 1985-07-01. (1984). [in Russ].
- 27 Piasecki, W., Lament, K. (2024). Application of potentiometric and electrophoretic measurements to evaluate the reversibility of adsorption of divalent ions from a solution on titanium dioxide. *Molecules*, 29(3), 555. DOI: 10.3390/molecules29030555.
- 28 Sarah, P. (2001). Soluble salts dynamics in the soil under different climatic conditions. *Catena*, 43(4), 307-321. DOI: 10.1016/S0341-8162(00)00130-2.
- 29 Kumar, MD. (2023). A Study on Importance of Microsoft Excel Data Analysis Statistical Tools in Research Works. *Journal of Management & Educational Research Innovation*, 1, 76-83. DOI: 10.5281/zenodo.10449150.
- 30 Bolan, NS, Adriano, DC, Curtin, D. (2003). Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Advances in Agronomy*, 78, 215-272. DOI: 10.1016/S0065-2113(02)78006-1.
- 31 Gumarova, ZM, Sungatkyzy, S., Sharafiyeva, ZR, Bulekova, AA, Uxikbayeva, MK. (2024). Using the sorption properties of diatomite from the Aktobe deposit in improving the quality of drinking water in Western Kazakhstan. In *E3S Web of Conferences*, 539, 01007. EDP Sciences. DOI:10.1051/e3sconf/202453901007.
- 32 Li, W., Johnson, C. (2016). Relationships among pH, aluminum solubility and aluminum complexation with organic matter in acid forest soils of the Northeastern United States. *Geoderma*, 271, 234-242. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.02.030.
- 33 Valenciano, MN, de Morais, EG, Rosa, SD, Silva, CA. (2024). Soil Solution Properties of Tropical Soils and Brachiaria Growth as Affected by Humic Acid Concentration. *Soil Systems*, 8(3), 86. DOI: 10.3390/soilsystems8030086.
- 34 Araujo, AM, Lessa, JHDL, Chanavat, LG, Curi, N., Guilherme, LRG, Lopes, G. (2020). How sulfate content and soil depth affect the adsorption/desorption of selenate and selenite in tropical soils? *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44, e0200087. DOI: 10.36783/18069657rbcs20200087.
- 32 Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*, 9, 43-50. DOI:10.29278/azd.476365.
- 33 Sparks, DL. (2003). 10 - The Chemistry of Saline and Sodic Soils. Environmental Soil Chemistry (Second Edition), *Academic Press*, 285-300. DOI: 10.1016/B978-012656446-4/50010-4.
- 34 Kozlov, AV, Kuposova, NN. (2015). Izuchenie kislотно-osnovnykh svoystv diatomita i obrabotannoj im pochvy v usloviyah laboratornogo eksperimenta. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii*, 242-245. [in Russ].
- 35 Hu, Z., Zheng, S., Li, J., Zhang, S., Liu, M., Wang, Z., Li, J., Sun, H. (2022). Pore structure and surface properties of diatomite with mechanical grinding and its influence on humidity control. *Physicochemical problems of mineral processing*, 58(6), 153509. DOI:10.37190/ppmp/153509.

Диатомиттің Солтүстік Қазақстанның тұзды каштан сортаңды топырақтарының физика-химиялық сипаттамаларына әсері

Алсар Ж., Дускинова Б., Гаджимурадова А., Киргизова И., Жагипар Ф., Инсепов З.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығының негізгі шектеуші факторы болып табылады, топырақ микробиотасының құрамын өзгертеді, сонымен қатар жердің шөлейттенуін және биоәртүрліліктің тершеңдігін, әсіресе климаттың өзгеруі жағдайында күшейтеді. Эксперименттің мақсаты-диатомиттің химиялық қасиеттері мен құнарлылығын жақсарту үшін бастапқы тұзды топырақтарда қоспа (мелиорант) ретінде физика-химиялық қасиеттерін зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу нысандары Қарағанды облысы Нұра ауданының сазды каштан топырақтары (жоғарғы горизонттары 0-20 см және 20-30 см) және мелиорант ретінде пайдаланылған Батыс Қазақстан облысының жалпақ кен орнының ди-атомиті болды. Зерттеудің негізгі әдістері ретінде физика-химиялық, химиялық және биологиялық әдістер қолданылды. Зерттеулер үш қайталанымда жасалды.

Нәтижелер. Тәжірибе нәтижесінде табиғи диатомит қоспаларының сортаң топырақтардың қасиеттеріне оң әсері анықталды. Диатомиттің адсорбциялық қасиеттеріне байланысты зерттелетін тереңдікте, тез еритін тұздардың сорбциясы жүреді, әсіресе улы хлор иондарында. Топырақты сіңіру кешенінде (PPC) Na^+ төмендеуі және нәтижесінде бастапқы біріктірілген тығыз топырақ құрылымының жақсаруы байқалды. Тәжірибе 12% диатомиттің максималды дозасын қолданған кезде бастапқы өте тығыз және қатты топырақ құрылымының максималды жақсарғанын көрсетті. Сонымен, диатомиттің әсерінен топырақ құрылымының жақсаруы PPC-дегі метаболкалық катиондардың құрамының өзгеруіне байланысты деп болжауға болады.

Қорытынды. Топырақта тез еритін тұздардың (ТЕТ) азаюы анықталды, сондай-ақ диатомиттің қатысуымен топырақ құрылымының жақсаруы осы минералды ауыспалы егіске тұзды жерлерді енгізу мақсатында пайдалануға мүмкіндік береді. PPC-де Na^+ азайту тұзды батпақтардың құнарлы қасиеттерін жақсарту үшін диатомитті қолдануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: диатомит; мелиорация; натрий; тұздану; хлорид.

Influence of diatomite on physicochemical characteristics of saline chestnut solonetz soils of Northern Kazakhstan

Zh. Alsar, B. Duskinova, A. Gadjimuradova, I. Kirgizova, F. Zhagipar, Z. Insepov

Abstract

Background and Aim. Soil salinization is a major limiting factor for agriculture, causing changes in soil microbiota composition, and exacerbating land desertification and biodiversity loss, especially under climate change. This experiment aimed to study the physicochemical properties of diatomite as an additive (ameliorant) in initially saline soils to improve their chemical properties and fertility.

Materials and Methods. The objects of the study were samples of loamy solonetzic chestnut soils (upper horizons 0-20cm and 20-30cm) from the Nura district, Karaganda region, and diatomite from the Zhalspak deposit, West Kazakhstan region, used as an ameliorant. The main research methods included physico-chemical, chemical and biological analyses. The studies were carried out in threefold replication.

Results. The experiment revealed a positive effect of natural diatomite additives on the properties of solonetz soils. Due to the adsorptive properties of diatomite, there was a sorption of easily soluble salts throughout the studied depth, particularly toxic chlorine ions. A decrease in Na^+ in the soil absorption complex (SAC) was observed, resulting in the improvement of the structure of the initially dense soil. The experiment showed maximum improvement in the structure of initially very dense and hard soil when the maximum dose of diatomite 12% was applied. Thus, we suggest that improvement of soil structure under the influence of diatomite is associated with changes in the composition of exchangeable cations in the SAC.

Conclusion. The observed reduction in easily soluble salts (ESS) and the improvement of soil structure in the presence of diatomite suggest that this mineral can be used to bring saline lands back into crop rotation. The reduction of Na^+ in the ESS indicates that diatomite can effectively improve the fertile properties of solonetz.

Keywords: amelioration; chloride; diatomite; salinization; sodium.

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. -№ 3 (127). - Р.96-108. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2001

UDC 68.39.35

Review article

Analysis and development trends of the pig industry in Kazakhstan

Svetlana S. Vitmer¹ , Ruslan Sh. Asaubayev¹ , Aida T. Daugaliyeva² , Saule T. Daugaliyeva³ ,
Simone Peletto⁴ 

¹Center for Advanced Technologies in Agriculture, Petropavlovsk, Kazakhstan,

²Kazakh Research Institute for Livestock and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan,

³Scientific Production Center of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan,

⁴Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Turin, Italy

Corresponding author: Svetlana S. Vitmer: svetik84@inbox.ru

Coauthors: (1: RA) kandidatru@mail.ru; (2: AD) aida1979@bk.ru;

(3: CD) saule.daugaliyeva@mail.ru; (4: SP) simone.peletto@izsto.it

Received: 02.07.2025 **Accepted:** 25.09.2025 **Published:** 30.09.2025

Abstract

Background and Aim. The problem of increasing the efficiency of pig production is one of the most important for agriculture in the Republic of Kazakhstan. Increasing efficiency is dictated by the need to increase the volume of domestic meat production to meet the population's needs for this food product and achieve food security parameters. The aim of this study was to analyze the development of the pig breeding industry by studying the state of the breeding stock of pigs, their economically useful qualities, as well as comparing these indicators of the leading countries of the world.

Materials and Methods. Throughout the work, generally accepted zootechnical research methods were used. The state of breeding in pig farms by region, the genealogical structure of herds, and productivity records were analyzed based on the information and analytical system's database, statistical data, and the materials of zootechnical and breeding records of farms.

Results. The pork share in world meat production is 38-40%, in Russia 30-32%, and in Kazakhstan – 14-15%. The volume of pork production in the world per year is more than 108 thousand tons. A significant pig population falls on agricultural enterprises – 55.3%, households - 33.1%, and the share of IE and PF reaches 11.6%. The breeding stock of pigs is represented by the following breeds - large white (Yorkshire), Landrace, Duroc, Aksai black-and-white, Edelschwein, and Pietrain. The most common breed is significant white – more than 34%. The total number of animals surveyed was 26.062 heads.

Conclusion. Based on the research results, a reduction in the pig population over many years by 40-50%, a shortage of breeding material, and a lag in all indicators of productivity of the domestic pig population from the leading countries of the world were established.

Keywords: breeding pigs; breed; farming; pig; pig productivity; selection.

Introduction

The development of pig farming is a natural, objectively determined, economically advantageous direction for the revival of the meat complex of the Republic of Kazakhstan. To boost domestic pig farming and transfer it to an innovative path of development, it is essential to ensure the rational use of available resources and internal reserves, increase production, and improve the efficiency of the industry and the competitiveness of manufactured products.

Kazakhstan is a major producer of grain, which should stimulate the development of the pig farming industry. Further development of pig farming is the most critical factor in providing additional jobs in related industries.

Pig farming is developing rapidly globally and is one of the primary, relatively inexpensive sources of nutrition for the population. This is facilitated by the industry's economic efficiency, which is due to the early maturity of pigs and low feed costs per unit of production. In terms of feed conversion, pig farming surpasses all other livestock industries except poultry farming. Producers are tasked with obtaining young animals with high fattening and meat qualities to be competitive in the food market. This requires careful compliance with veterinary and sanitary rules, the implementation of anti-epizootic measures when growing and breeding pigs, and the widespread use of the best boars tested for the quality of their offspring. Realization of the genetic potential of pigs is possible only with adequate feeding and the creation of appropriate keeping conditions [1, 2, 3].

Modern pig farming is a branch of animal husbandry with enormous production potential [4, 5, 6]. Based on scientific achievements in our country's pig farming, existing and new highly productive breeds of pigs have been improved, and new technologies for pork production in flow production conditions have been developed; a vital achievement was that significant progressive improvements have occurred in the fields of breeding, feeding, and keeping pigs. This has increased the productivity of animals and significantly improved the industry's economic performance [7].

A significant problem on the market remains the shortage of breeding material in Kazakhstan. Profitable pork production is possible only with the widespread use of highly productive animal breeds with stable genetic potential and well-adapted to industrial technology. The pig breeding industry has practically stopped paying attention to records and evaluations. It relies on reproducing domestically bred producers, which has negatively affected the quality of the resulting offspring. Almost all economic entities do not have boars with the best genetic parameters of Kazakh selection. It must be recognized that in Kazakhstan, the methods for assessing the breeding qualities of pigs have lagged behind the best world samples.

In this regard, the relevance of the tasks solved as a result of research for socio-economic development on the scale of the Republic of Kazakhstan is emphasized. Currently, the main task of scientists is further genetic improvement of economically valuable traits of animals, which can be achieved through selection and crossing exclusively among purebred breeding animals, using modern methods of genetics, selection, biotechnological reproduction methods, and information systems for managing the accumulated database.

The industry's main task at present is organizing a domestic breeding base. Without this, the rise of pig farming in the country is impossible. Unfortunately, the industry's rise is associated only with introducing new technological solutions in pork production. The selection component of the problem is practically not discussed.

It should be noted that infectious viral diseases cause enormous damage to pig farming. Untimely implementation of preventive and other veterinary measures can lead to significant economic damage, up to the complete liquidation of the farm. In turn, this will contribute to the shortfall in pig products and a decrease in raw materials in the country. It is necessary to further improve the methods of diagnosis, prevention, and disease control measures to increase the economic efficiency of veterinary measures. In addition, pig populations play an essential role in the evolution of influenza viruses, as they are a unique reservoir for the reassortment of pathogens from different hosts and can become a potential threat to public health. Swine influenza is common in most countries that have developed pig farming, including Kazakhstan. It is necessary to continuously monitor the circulation of influenza pathogens among humans and pigs in various regions of Kazakhstan to predict epidemic outbreaks promptly and implement preventive measures [8, 9, 10].

Materials and Methods

Throughout the work, generally accepted zootechnical research methods were used to evaluate, select, and recruit animals and evaluate their breeding and productive qualities.

The state of breeding in pig farms by region, the genealogical structure of herds, and productivity records were analyzed based on the information and analytical system's database, statistical data, and the materials of zootechnical and breeding records from farms.

The following indicators of pig productivity were studied during the research:

- to evaluate the reproductive abilities of sows after farrowing, the following was determined: multiple pregnancies were determined by taking into account the total number of viable piglets in the litter; milk production was taken into account by weighing the piglets (the entire litter) on the 21st day after farrowing.

- testing animals by the control fattening method and assessing the replacement young animals for their productivity was carried out based on the following indicators: determining the average daily gain during the fattening and growing period; precocity (age of reaching a live weight of 100 kg, days). During life, the length of the body from the occipital crest to the root of the tail was determined by measuring with a measuring tape the thickness of the fat above the 6-7 thoracic vertebrae using a fat meter.

During the grading, the main parameters of animal productivity were assessed by comparative analysis with the requirements of the "Instructions for the grading of pigs".

Results and Discussion

During the agricultural sector reform, due to the instability of the feed base and for several other reasons, the growth of the pig population and the rate of production of pig products in Kazakhstan have sharply decreased.

The intensive development of the pig breeding industry in the republic, based on the involvement of scientific achievements and innovative technologies, gives reason to believe that the efficiency of production will accelerate the rate of increase in the breeding stock of pigs, increase the production of commercial and replacement young animals, and increase the competitiveness of products [11].

The increase in pork production is primarily due to the intensification of the selection process and the introduction of hybridization systems in the industry. In the entire world of pig breeding, hybridization is the primary method of increasing the productivity of commercial pig breeding. To obtain maximum animal productivity, farms engaged in commercial pig breeding mainly use the heterosis effect in pig hybridization, while, as a rule, three to four, and sometimes five breeds are crossed. To achieve the best results, targeted separate selection is used: they work separately with specialized "maternal" and "paternal" lines. This ensures a guaranteed heterosis effect in the final commercial hybrid. Many genetic companies have been formed worldwide to obtain hybrids for commercial production. The formation of competitive domestic pig farming is closely linked to developing a strategy for further developing selection and genetic centers in our country. The main areas of breeding work in them should be the development and improvement of maternal and paternal specialized lines of pigs and ensuring uninterrupted reproduction of breeding and cross-bred (hybrid) young animals in the area of regional and interregional pig breeding systems [12, 13].

Pig farming is developing rapidly worldwide and is one of the primary relatively inexpensive sources of nutrition for the population. According to the USDA (US Department of Agriculture), in 2023, global production of the main types of meat amounted to about 277 Mt, including 115,2 Mt of pork, or 41,6% of the total volume of meat of the main types (Figure 1) [14].

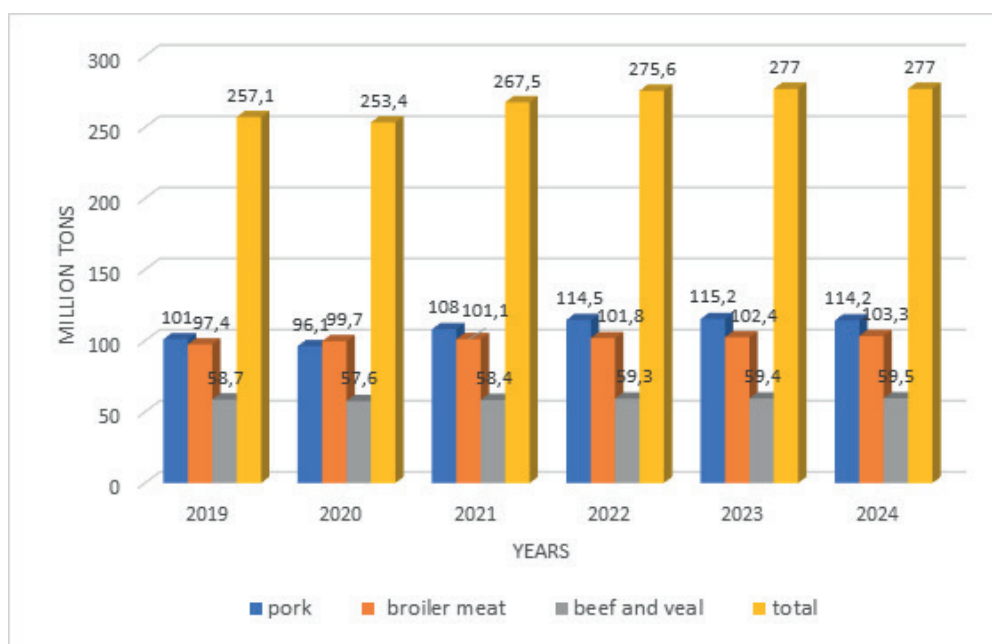


Figure 1 – Production of the main types of meat in the world

China is the world leader in pork production, with 49.4% of its global volume from there (Figure 2).

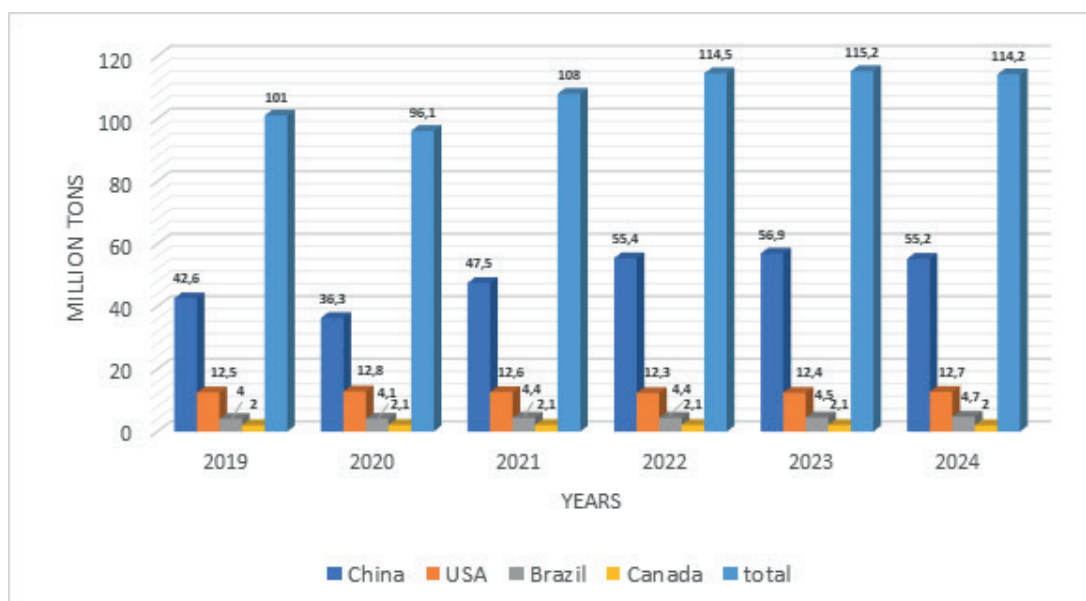


Figure 2 – Pork production in major countries

According to the National Bureau of Statistics of China, pork production in the country in 2023 amounted to 57.9 Mt, which is 4.6% higher than in 2022. China also accounts for half of the world's consumption of this type of meat - 58.7 Mt [15].

In 2024, global production of this type of meat fell to 114.2 Mt, mainly due to a decrease in its volumes in China. There, the pork sector is experiencing a long period of oversupply and insufficient domestic consumption. The USDA also reduced its production estimates for the EU and Brazil.

USDA data shows global pork consumption reached 114.5 Mt last year. Russia is among the top 5 global pork producers, surpassing Brazil by 182.000 t in 2022 [14].

In its latest report, the European Commission has published EU agricultural market forecasts for 2035. This report states that sustainability issues complicate EU pork consumption which is projected to decline by 0.4% per year to reach 30 kg per capital by 2035.

Intensive pork production systems will likely face further public criticism, leading to a decline in EU pork production. African swine fever is expected to remain present in the EU without major or uncontrolled outbreaks.

EU pork exports, which have increased in the previous decade, are expected to decline by 338,000 t between the 2022-2024 average and 2035 due to the recovery of pork production in Asian countries. Given the export volumes from 2024, they are projected to remain virtually stable until 2035. Pork prices may remain higher than in the past due to rising costs and reduced supplies from the EU [16].

In Kazakhstan, the pig population is decreasing year after year. For instance, if in 2012 the pig population was 1,031,600 heads, then since 2013, there has been a decrease of 10,6%, the number of animals was affected by high grain prices and low purchase prices for meat. The main reason for the decline in the pig population since 2007 is the constant fluctuations in feed and pork prices. By 2022, the pig population in the republic had already decreased by 49,4%. The massive import of meat products also contributed to the decline in the pig population in Kazakhstan.

In 2023, pork exports in Kazakhstan fell sharply. Only 40 tons of meat and 18 t of live animals were exported abroad. In 2022, 93 t of pigs were supplied to the foreign market, with no meat sales. It should be noted that our country's industry has enormous export potential: China alone is ready to purchase up to 55 Mt of pork per year, in addition to the border regions of the Russian Federation [17].

Meanwhile, more than 6,500 t of pork are imported into the country annually. In 2017, imports amounted to 25,300 t, costing Kazakhstan 236,5 thousand dollars. The peak of imports occurred in 2018 : live pigs were imported with a total weight of 317,900 t for 2,2 million dollars. Also, worth noting is 2019, when pigs were imported for 967,1 thousand dollars. In the future, however, this figure decreases. However, the amount spent on importing live pigs over all recorded years amounted to 70 million dollars [18, 19].

According to statistics from the National Statistics Bureau of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [20], the number of pigs as of May 1, 2024, was 539,936 heads, including 300,043 heads, or 55,6% of the total number, in agricultural enterprises (LLP, PF, FE), and 239,893 heads, or 44,4%, respectively, in households. The total pig population in Kazakhstan decreased by 9,5% compared to the previous year. At the end of 2024, the number of pigs was 476,776 heads (Table 1).

Table 1 – Number of pigs by region of the Republic of Kazakhstan, thousand heads

Region	Years								
	2003	2011	2012	2013	2020	2021	2022	2023	2024
Republic of Kazakhstan	1 368.8	1 204.2	1 031,6	922.3	816.7	776.1	509.8	483.3	476.8
Abai	-	-	-	-	-	-	10.2	4.0	3.6
Akmola	222.4	144.3	148,3	118.9	96.1	89.0	73.5	49.7	32.4
Aktobe	85.3	99.0	41,1	35.4	61.5	62.4	5.4	4.6	2.4
Almaty	131.2	111.8	101,4	97.0	52.2	56.6	29.0	22.2	23.1
Atyrau	1.0	2.7	0,9	1.0	0.2	0.6	0.3	0.3	0.2
West Kazakhstan	35.8	22.6	25,1	26.0	14.0	12.6	10.7	12.1	11.0
Zhambyl	47.8	35.0	26,1	32.1	12.9	11.8	5.9	4.2	4.0
Zhetysu	-	-	-	-	-	-	18.6	12.1	12.0
Karaganda	108.6	95.6	87,9	83.3	76.0	79.4	61.4	68.4	78.5
Kostanay	244.7	254.8	181,2	157.2	167.2	114.7	59.4	59.7	67.2
Kyzylorda	3.2	3.3	3,1	2.5	1.7	1.3	1.1	0.7	0.4
Mangistau	0.3	0.3	0,3	0.2	0.1	0.0	0.0	-	-

Continuation of Table 1

South Kazakhstan	29.0	42.6	41.2	27.0	-	-	-	-	-
Pavlodar	101.1	71.5	68.0	58.4	78.4	79.1	84.5	97.4	83.0
North Kazakhstan	202.5	221.8	213.0	195.8	180.4	194.5	103.7	112.0	133.0
Turkestan	-	-	-	-	5.5	4.2	1.9	0.3	0.4
Ulytau	-	-	-	-	-	-	0.7	0.2	0.5
East Kazakhstan	152.9	98.6	93.5	85.2	66.7	66.3	40.2	33.3	24.0
Astana	1.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Almaty	1.9	0.2	0.4	2.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
Shymkent	-	-	-	-	3.9	3.4	3.1	1.8	2.1

The most significant number of pigs are bred in the farms of the North Kazakhstan region–132,728 heads, 28% of the total number in the Republic. In the Pavlodar region, the number is 82,541; in the Karaganda region, 78,488; and in the Kostanay region, 67,217. In the Atyrau, Kyzylorda, and Turkestan regions, the smallest number of pigs is 100 to 400 heads, bred only in households.

Three hundred four thousand four hundred fifty-three piglets were received in the Republic, a decrease of 40% compared with the previous year; per 100 sows in 2024 – 349 heads, and in 2023 – 331 heads.

Breeding base of pig breeding of the Republic in 2017-2018. 3 breeds of pigs were represented: Large White, Duroc, and Aksai Black-and-White. In 2019, Yorkshire, Landrace, Edelschwein, and Pietrain were added to this list of breeds.

As of 2024, the breeding stock of pigs is represented by the following breeds: Large White (34.4%), Yorkshire (3.7%), Landrace (7.8%), Aksai Black-and-White (0.2%), Duroc (0.6%), Edelschwein (0.04%), Pietrain (0.06%). In terms of numbers, the breeding hybrid (F1) occupies more than half of the pig population – 53.2%.

According to the information provided by the Republican Chamber for all breeds of pigs on the number of breeding stock in farms as of September 2024, the most extensive breeding stock of pigs is bred in the NKR – 17,708 heads, which is 42% of the total population of all areas and cities. In second place is the Pavlodar region - 7,593 heads, 17.6% of the total population. In third place is the Zhetysu region, with a population of 4,771.11.1%.

Of the 30 farms in the various areas of the Republic, 25 breed large white pigs: Yorkshire – 17, Landrace – 11, Duroc – 10. The Aksai black-and-white breed is bred only on one farm, the "Gavrilyuk" farm in the Almaty region. German Landrace, Edelschwein, and Pietrain are bred only in farms in the North Kazakhstan region, in "EMC Genetic" LLP and "EMC Agro" LLP.

Table 2 presents the breeding stock of pigs in farms registered in the Republican Chamber of the Republic of Kazakhstan for all breeds.

Table 2 – Breeding stock of pigs in farms of the Republic of Kazakhstan registered in the Republican Chamber for all pig breeds for 2024

Region	Total, heads	Livestock, heads	
		boars	main sows
Akmola	174	-	100
Almaty	777	71	517
East Kazakhstan	3 612	45	1 825
Zhambyl	249	-	246
Karaganda	4 058	166	3 676
Kostanay	3 129	120	1 362
Zhetysu	4 771	17	1 386

Continuation of Table 2

Pavlodar	7 593	240	5 179
North Kazakhstan	17 708	90	3 505
Shymkent	1 005	61	731
Total:	43 094	810	18 545

Table 2 shows that the most significant number of breeding boars is raised in the Pavlodar region – 240 heads, which is 29.6% of the total registered population of breeding boars.

Karaganda and Kostanay regions rank second and third in terms of breeding boars, with 166 and 120 breeding boars, representing 20% and 1.8% of the total population, respectively. North Kazakhstan region is in fourth place - 90 heads, which is 11.1%, respectively. There are no registered breeding boars in Akmola and Zhambyl regions.

The Pavlodar region has the most extensive breeding stock of primary sows – 5179 heads, which is 29.7%. The Karaganda region ranks second regarding the number of main sows, with 3676 heads, which is 19.8%. The North Kazakhstan region is in the third place with a population of 3.505 heads, which is 18.9%.

A comprehensive assessment of the main sows and stud boars was carried out, based on which the class composition by breed was determined, as shown in Table 3.

Table 3 – Class composition of the main sows and stud boars by breed

Breed	Age and gender group	Total, heads	Of these			
			by class, heads			
			elite-record	elite	I	II
Large White	boars	311	-	239	8	-
	sows	7483	8	4930	1099	16
Edelschwein	boars	6	-	3	-	-
	sows	10	-	10	-	-
Landrace	boars	117	-	78	3	2
	sows	2300	1	1809	-	-
Duroc	boars	217	-	147	1	-
	sows	19	-	19	-	-
Yorkshire	boars	117	3	97	6	3
	sows	687	-	677	6	-
Aksay Black-and-White	boars	13	-	13	-	-
	sows	32	-	32	-	-
German Landrace	boars	7	-	5	-	-
	sows	116	-	101	-	-
Breeding Hybrid (F1)	boars	-	-	-	-	-
	sows	7945	2	6924	75	3
Total:		19 380	14	15 084	1 198	24

The analysis of Table 3 showed that out of the assessed pig population, 15.084 heads correspond to the elite class, or 78%, to the elite-record class –14 heads, or 0.07%, to the I and II classes, 6.18% and 0.12%, respectively. Non-class animals amounted to 3.060 heads, or 15.8%.

The analysis covered the data of only registered breeding stock of agricultural formations (LLP, PF, farming), which limits the completeness of the research. Only with complete data can a correct conclusion be made about the overall state of pig breeding in the republic, which is important for planning and developing measures.

Based on the appraisal results conducted by breed across various regions of the country, we assessed the economically advantageous traits of pigs in LLP «SGC Karatal», Zhetysu region; LLP «EMS Agro», LLP «EMS Genetic», NKR; LLP «ZhK Leninskoye», Kostanay region; LLP «Rubikom», Pavlodar

region; LLP «VK-Bekon», East Kazakhstan region; LLP «PKF Medeo», LLP «APK Volynsky», Karaganda region (Table 4).

Table 4 –Economically advantageous traits of pigs in selected enterprises by breed

№ i/o	Farm	Prolificacy heads	Nest weight at 21 days, kg	Average daily gain, g	Early maturity, days	Body length, cm
1	2	3	4	5	6	7
Large White Breed						
1	LLP «Rubikom»	12.9	66.0	705	168	136
2	LLP «VK-Bacon»	11.2	51.8	555	180	93
3	LLP «PKF Medeo»	11.0	92.6	620	172	121
4	LLP «APK Volynsky»	11.0	53.4	737	185	95
5	LLP «ZhK Leninskoye»	14	72.0	800	182	118
6	LLP «EMC Genetic»	13.0	60.0	920	168	119
7	LLP «SGC Karatal»	12	50.0	850	185	127
Breed average:		12.2	63.6	741	177.1	115.5
Landrace						
1	LLP «Rubikom»	10.1	66.0	750	162	140
2	LLP «VK-Bacon»	10.9	51.6	540	185	96
3	LLP «PKF Medeo»	13.0	80.0	650	171	125
4	LLP «EMS Agro»	13.0	60.5	951	152	119
5	LLP «APK Volynsky»	11.3	53.7	738	182	95
6	LLP «ZhK Leninskoye»	18.0	80.0	845	180	117
7	LLP «EMC Genetic»	12.0	62.5	845	180	117
8	LLP «SGC Karatal»	11.0	55.0	880	182	128
Breed average:		12.4	63.6	774.8	174.3	117.1
Yorkshire						
1	LLP «VK-Bacon»	10.8	50.0	550	181	94
2	LLP «PKF Medeo»	11.0	88.5	640	170	123
3	LLP «EMS Agro»	15.0	65.8	950	151	119
4	LLP «APK Volynsky»	11.2	53.2	739	181	94
5	LLP «ZhK Leninskoye»	16.0	80.0	820	182	116
6	LLP «EMC Genetic»	-	-	950	162	121
Breed average:		12.8	67.5	774.8	171.1	111.1
Duroc						
1	LLP «Rubikom»	10.1	66.0	800	150	142
2	LLP «VK-Bacon»	10.5	51.1	560	178	92
3	LLP «EMS Agro»	-	-	982	148	125
4	LLP «APK Volynsky»	8.9	52.0	745	180	95
5	LLP «ZhK Leninskoye»	12.0	73.0	840	180	118
6	LLP «SGC Karatal»	10.0	64.0	920	175	135
Breed average:		10.3	61.22	807.8	168.5	117.8
Pietrain						
1	LLP «EMS Agro»	-	-	987	149	123

The total number of animals examined was 26.062, including Large White - 9.185 heads (35% of the total number), Landrace - 3.035 heads (11%), Yorkshire - 1.362 heads (5.3%), Duroc - 1.463 heads (5.7%), F1 crossbreeds - 11.002 heads (43%) and Pietrain - 15 heads (0.05%).

The following average indicators of economically valuable traits were obtained for pig breeds on pig farms: for the Large White breed - prolificacy – 12.2 heads, milk yield - 63.6 kg, average daily gain - 741 g, precocity - 177.1 days, body length - 115.5 cm; for the Landrace breed - 12.4 heads, 63.6 kg, 774.8 g, 174.3 days, 117.1 cm, respectively; for the Yorkshire breed - 12.8 heads, 67.5 kg, 774.8 g, 171.1 days, 111.1 cm, respectively; for the Duroc breed - 10.3 heads, 61.2 kg, 807.8 g, 168.5 days, 117.8 cm, respectively; Pietrain (only boars) - average daily gain - 987 g, precocity - 149 days, body length - 123 cm.

These indicators of economically valuable traits will be used in further work on the development and determination of selection parameters for the selection and hybrid center (SHC), as well as for the selection of farms that meet the criteria of the SHC.

Pig breeding in our country is currently far behind economically developed countries in efficiency and, consequently, in pork competitiveness on the world market. The analysis showed that our country is lagging behind the leading nations of the world in all indicators of the breeding stock of pigs. Thus, the percentage of insemination is 10-15% lower, and the average annual offspring from one sow is 3-6 heads lower. The costs of maintaining the breeding stock are very high; if sows in the herd structure make up 6-8%, then the share of the expenses for their maintenance, taking into account piglets for growing, reaches 25-26% of the total indicators. The breeding stock and boars have low productive potential in consumer herds, the absence of breeding development programs in farms, unsatisfactory zootechnical accounting, which hinders the introduction of progressive technologies in selection and breeding work, and a shortage of breeding young animals have been revealed.

Most farms use dry feeding, and only a few use wet feeding. Poor provision of farms with modern equipment, feed, and feed additives hurts pig fattening. If the average daily weight gain of fattening pigs in developed countries is within 700-800 g, then in most farms in Kazakhstan, it is 450-600 g. In advanced European countries, feed additives are 100 percent, but in Kazakhstan, they are much lower and barely reach 30%.

Thus, one of the reasons for the decline of the pig breeding industry is the lack of an intense breeding base. In global pig breeding, hybridization is the primary method of increasing the productivity of commercial pig breeding and is one of the main factors in producing high-quality pork [21]. In countries with intensive pig breeding, up to 90% of commercial pigs are hybrids. To solve the problems of domestic pig breeding, special attention should be paid to the strategy of development of breeding and hybrid centers (BHC), which will become the basis for the implementation of hybridization programs and the organization of pig breeding on a qualitatively new genetic basis [22, 23]. This will optimize the uterine composition and facilitate the maximum transfer to commercial farms of the entire genetic potential that has been accumulated and improved at breeding facilities, obtain the best animals in terms of breeding qualities with subsequent implementation in the form of breeding sales, the use of three-line crossing will allow obtaining highly productive fattening young animals at commercial complexes, targeted selection of breeding pigs will contribute to an increase in the fertility of hybrids, an increase in the viability and growth rate of young animals, and an improvement in the efficiency of feed use.

Conclusion

The paper analyzes the state of the pig breeding industry in Kazakhstan and the dynamics of the pig population over the past 20 years. It determines the average indicators of economically valuable traits for pig breeds across various regions of the country.

Based on the research results, a reduction in the pig population over many years by 40-50%, a shortage of breeding material, and a lag in all indicators of productivity of the domestic pig population from the leading countries of the world were established. To solve this situation in the industry, it is necessary to introduce regional breeding systems and create selection and hybrid centers.

Authors' contributions

SV, RA, AD: conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the collected data, and drafted the manuscript. SP and CD: performed final editing

and proofreading of the manuscript. All authors read, reviewed, and approved the final version of the manuscript.

Funding information

The work was conducted with financial support from the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan as part of the targeted financing program for 2024-2026. This funding is allocated for the scientific and technical program BR 24892783, titled "Development of Integrated Management and Development of Genetic Resources of Pigs in Kazakhstan Using Information, Molecular Genetic, and Zootechnical Methods".

References

- 1 Полковникова, В.И. (2022). *Свиноводство. Учебное пособие*. Пермь: 95.
- 2 Амерханов, Х. (2004). Приоритетное повышение продуктивности, а не рост поголовья. *Животноводство России*, 6, 2-3.
- 3 Павлова, СВ, Козлова, НА, Мышкина МС, Щавликова ТН. (2021). Генетический потенциал племенного свиноводства в настоящее время. *Эффективное животноводство*, 4, 5-7.
- 4 Алейник, СН, Походня, ГС, Новиков, АА, Мирзаев, СМ. (2020). *Основы племенного дела в свиноводстве*. Белгород: 181.
- 5 Тихомиров, АИ. (2015). Модернизация и интенсификация свиноводства России в современных экономических условиях. *Экономические и гуманитарные науки*, 1, 111-118.
- 6 Павлова, СВ, Козлова, НА. (2018). Состояние и развитие племенного сектора отечественного свиноводства. *Эффективное животноводство*, 8, 72-75.
- 7 Минжасов, КИ, Рамазанов, АУ, Сиволап, ВН, Байматова, АК, Естанов, АК. (2011). *Научные и практические аспекты производства животноводческой продукции в северном регионе Казахстана*. Алматы: 163-182.
- 8 Кливлеева, НГ, Глебова, ТИ, Байсейит, СБ, Калқожаева, МК, Лукманова, ГВ, Кенжиев, СТ, Мустафин, МК, Ерденев, ШГ, Мустафин, БМ. (2018). Выявление вирусов гриппа, циркулирующих среди свиней в различных регионах Казахстана в весенний период 2018 года. *Микробиология и вирусология*, 3(22), 89-96.
- 9 Баймухаметова, АМ, Онгарбаева, НС, Сактаганов, НТ, Глебова, ТИ, Шаменова, МГ. (2020). Вирусы гриппа, циркулирующие среди свиней и людей в Казахстане в 2020 году. *Микробиология и вирусология*, 4(31), 23-31.
- 10 Федюков, ВВ, Чертов, АА. (2020). Разработка и использование в селекции свиней индексов резистентности и иммунного статуса. *Аграрная наука*, 11-12, 41-44.
- 11 Сиволап, ВН. (2009). *Специфика современного этапа становления и развития свиноводства в Северном Казахстане*. Состояние и перспективы аграрной науки Казахстана и Западной Сибири. Бишкек: 246-250.
- 12 Чистяков, ВТ. (2018). Современное развитие селекции и генетики в отечественном свиноводстве. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 4(59), 71-78.
- 13 Gorssen, W., Winters, C., Meyermans, R., Chapard, L. (2024). Breeding for resilience in finishing pigs can decrease tail biting, lameness and mortality. *Gorssen et al. Genetics Selection Evolution*, 56: 48, 2-16. DOI:10.1186/s12711-024-00919-1.
- 14 Цындрин, Ю. (2024). Мясной сектор: расклад сил в России и в мире. *FAO. 2024. Обзор рынка мяса: обзор развития мирового рынка в 2023 году*. Рим.
- 15 Рынок свинины Китая – итоги 2024 года. (2024). *Расчётные данные Информационно-аналитического агентства «ИМЭАТ» Министерства сельского хозяйства и развития села КНР*. <https://emeat.ru/novosti/kitajskij-ryinok-svininyi-%E2%80%93itogi-2024-goda>
- 16 Прогнозы рынка мяса в ЕС до 2035 года. (2024). https://www.pig333.ru/latest_swine_news/
- 17 Поголовье свиней снижается в Казахстане (2024). *Новости экономики*. <https://24.kz/ru/news/economy/item/657253-pogolove-svinej-snizhaetsya-v-kazakhstan>
- 18 Асаубаев, РШ. (2014). Свиноводство Казахстана: современное состояние отрасли. *AgroAlem*, 1(54), 72-73.

19 Асаубаев, ПШ. (2024). Поголовье свиней в Казахстане продолжает сокращаться. <https://inbusiness.kz/ru/news/pogolove-svinej-v-kazahstane-za-god-sokratilos-pochti-na-4>

20 Основные показатели развития животноводства в Республике Казахстан. (2025). <https://stat.gov.kz/>

21 Фуников, ГА. (2020). Прижизненная продуктивность и убойные показатели свиней отечественной, канадской и французской селекции. *Аграрная наука*, 4, 20-24.

22 Павлова, СВ, Козлова, НА, Мышкина, МС, Щавликова, ТН. (2022). Результаты работы селекционно-генетических центров по свиноводству в 2021 году. *Эффективное животноводство*, 44-47.

23 Тяпугин, СЕ, Новиков, АА, Суслина, ЕН. (2021). Организация разведения и селекционной работы в селекционно-генетических и селекционно-гибридных центрах при использовании метода гибридизации в свиноводстве. *Свиноводство*, 4, 8-10.

References

- 1 Polkovnikova, VI. (2022). *Svinovodstvo. Uchebnoe posobie*. Perm': 95. [in Russ].
- 2 Amerhanov, H. (2004). Prioritetnoe povysheenie produktivnosti, a ne rost pogolov'ya. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 6, 2-3. [in Russ].
- 3 Pavlova, SV, Kozlova, NA, Myshkina MS, SHCHavlikova TN. (2021). Geneticheskij potencial plemennogo svinovodstva v nastoyashchee vremya. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 4, 5-7. [in Russ].
- 4 Alejnik, SN, Pohodnya, GS, Novikov, AA, Mirzaev, SM. (2020). *Osnovy plemennogo dela v svinovodstve*. Belgorod: 181. [in Russ].
- 5 Tihomirov, AI. (2015). Modernizaciya i intensivizaciya svinovodstva Rossii v sovremennyh ekonomicheskikh usloviyah. *Ekonomicheskie i gumanitarnye nauki*, 1, 111-118. [in Russ].
- 6 Pavlova, SV, Kozlova, NA. (2018). Sostoyanie i razvitie plemennogo sektora otechestvennogo svinovodstva. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 8, 72-75. [in Russ].
- 7 Minzhasov, KI, Ramazanov, AU, Sivolap, VN, Bajmatova, AK, Estanov, AK. (2011). Nauchnye i prakticheskie aspekty proizvodstva zhivotnovodcheskoj produkcii v severnom regione Kazahstana. *Almaty*: 163-182. [in Russ].
- 8 Klivleeva, NG, Glebova, TI, Bajsejit, SB, Kalkozhaeva, MK, Lukmanova, GV, Kenzhiev, ST, Mustafin, MK, Erdenov, SHG, Mustafin, BM. (2018). Vyyavlenie virusov grippa, cirkuliruyushchih sredi svinej v razlichnyh regionah Kazahstana v vesennij period 2018 goda. *Mikrobiologiya i virusologiya*, 3(22), 89-96. [in Russ].
- 9 Bajmuhametova, AM, Ongarbaeva, NS, Saktaganov, NT, Glebova, TI, SHamenova, MG. (2020). Virusy grippa, cirkuliruyushchie sredi svinej i lyudej v Kazahstane v 2020 godu. *Mikrobiologiya i virusologiya*, 4(31), 23-31. [in Russ].
- 10 Fedyukov, VV, CHertov, AA. (2020). Razrabotka i ispol'zovanie v selekcii svinei indeksov rezistentnosti i immunnogo statusa. *Agrarnaya nauka*. 11-12, 41-44. [in Russ].
- 11 Sivolap, VN. (2009). Specifika sovremennogo etapa stanovleniya i razvitiya svinovodstva v Severnom Kazahstane. Sostoyanie i perspektivy agrarnoj nauki Kazahstana i Zapadnoi Sibiri. *Bishkul'*: 246-250. [in Russ].
- 12 Chistyakov, VT. (2018). Sovremennoe razvitie selekcii i genetiki v otechestvennom svinovodstve. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 4(59), 71-78. [in Russ].
- 13 Gorssen, W., Winters, C., Meyermans, R., Chapard, L. (2024). Breeding for resilience in finishing pigs can decrease tail biting, lameness and mortality. *Gorssen et al. Genetics Selection Evolution*, 56:48, 2-16. DOI:10.1186/s12711-024-00919-1.
- 14 Cyndrina, YU. (2024). Myasnoi sektor: rasklad sil v Rossii i v mire. FAO. 2024. Obzor rynka myasa: obzor razvitiya mirovogo rynka v 2023 godu. Rim. [in Russ].
- 15 *Rynok svininy Kitaya – itogi 2024 goda*. (2024). Raschetnye dannye Informacionno-analiticheskogo agentstva «IMEAT» Ministerstva sel'skogo hozyajstva i razvitiya sela KNR. <https://emeat.ru/novosti/kitajskij-ryinok-svininyi-%E2%80%93-itogi-2024-goda> [in Russ].
- 16 *Prognozy rynka myasa v ES do 2035 goda*. (2024). https://www.pig333.ru/latest_swine_news/ [in Russ].

17 Pogolov'e svinei snizhaetsya v Kazahstane. (2024). Novosti ekonomiki. <https://24.kz/ru/news/economy/item/657253-pogolove-svinej-snizhaetsya-v-kazahstane> [in Russ].

18 Asaubayev, RSH. (2014). Svinovodstvo Kazahstana: sovremennoe sostoyanie otrasli. AgroAlem, 1(54), 72-73. [in Russ].

19 Asaubayev, RSH. (2024). Pogolov'e svinei v Kazahstane prodolzhaet sokrashchat'sya. <https://inbusiness.kz/ru/news/pogolove-svinej-v-kazahstane-za-god-sokratilos-pochti-na-4> [in Russ].

20 Osnovnye pokazateli razvitiya zhivotnovodstva v Respublike Kazahstan. (2025). <https://stat.gov.kz/> [in Russ].

21 Funikov, GA. (2020). Prizhiznennaya produktivnost' i ubojnye pokazateli svinej otechestvennoj, kanadskoj i francuzskoj selekcii. *Agrarnaya nauka*, 4, 20-24. [in Russ].

22 Pavlova, SV, Kozlova, NA, Myshkina, MS, SHCHavlikova, TN. (2022). Rezul'taty raboty selekcionno-geneticheskikh centrov po svinovodstvu v 2021 godu. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 44-47. [in Russ].

23 Tyapugin, SE, Novikov, AA, Suslina, EN. (2021). Organizatsiya razvedeniya i selekcionnoi raboty v selekcionno-geneticheskikh i selekcionno-gibridnykh centrakh pri ispol'zovanii metoda gibridizatsii v svinovodstve. *Svinovodstvo*, 4, 8-10. [in Russ].

Қазақстандағы шошқа шаруашылығын талдау және даму тенденциялары

Витмер С.С., Асаубаев Р.Ш., Дауғалиева А.Т., Дауғалиева С.Т., Пелетто С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Шошқа шаруашылығының тиімділігін арттыру мәселесі Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығы үшін маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Тиімділіктің артуы халықтың осы азық-түлік өніміне қажеттілігін қанағаттандыру және азық-түлік қауіпсіздігінің параметрлеріне қол жеткізу үшін отандық ет өндірісінің көлемін ұлғайту қажеттілігінен туындап отыр.

Зерттеудің мақсаты. Шошқаның асыл тұқымды басының жай-күйін, олардың экономикалық пайдалы қасиеттерін зерттеу, сонымен қатар әлемнің жетекші елдерінің көрсеткіштерімен салыстыру арқылы шошқа шаруашылығы саласының дамуын талдау.

Материалдар мен әдістер. Жұмыс барысында жалпы қабылданған зоотехникалық зерттеу әдістері қолданылды. Шошқа шаруашылықтарындағы асылдандыру жағдайын аймақтар бойынша талдау, табындардың генеалогиялық құрылымы мен өнімділігін есепке алу ақпараттық-аналитикалық жүйенің деректер базасы, статистикалық мәліметтер, сондай-ақ шаруашылықтардың зоотехникалық және асыл тұқымды есепке алу материалдары негізінде жүргізілді.

Нәтижелер. Дүниежүзілік ет өндірісіндегі шошқа етінің үлесі 38-40%, Ресейде – 30-32%, Қазақстанда – 14-15%. Дүние жүзінде шошқа етінің жылдық өндіріс көлемі 108 мың тоннадан асады. Шошқа популяциясының айтарлықтай үлесін ауыл шаруашылығы кәсіпорындары – 55,3%, үй шаруашылықтары – 33,1%, жеке кәсіпкерлер мен шаруа қожалықтарының үлесі 11,6% құрайды. Шошқалардың асыл тұқымды тұқымдары келесі тұқымдармен ұсынылған: ірі ақ (Йоркшир), ландрас, дурак, ақсай қара-ақ, эдельшвейн және пиетрейн. Ең көп таралған тұқым - Үлкен ақ - 34% -дан астам.

Қаралған малдың жалпы саны 26 062 бас болды.

Қорытынды. Олар шошқа популяциясының көп жылдар ішінде 40-50%-ға қысқаруын, асыл тұқымды материалдың тапшылығын, сондай-ақ әлемнің жетекші елдерімен салыстырғанда отандық шошқа популяциясының өнімділігінің барлық көрсеткіштерінің артта қалуын белгіледі.

Кілт сөздер: шошқа шаруашылығы; асыл тұқымды шошқа; селекция; тұқым; шошқа өнімділігі.

Анализ и тенденции развития отрасли свиноводства в Казахстане

Витмер С.С., Асаубаев Р.Ш., Дауғалиева А.Т., Дауғалиева С.Т., Пелетто С.

Аннотация

Предпосылки и цель. Проблема повышения эффективности производства продукции свиноводства, является одной из важнейших для сельского хозяйства Республики Казахстан. Повышение эффективности продиктовано необходимостью увеличения объема производства отечественного мяса для обеспечения потребностей населения в данном продукте питания и достижения параметров продовольственной безопасности. Целью данного исследования является анализ развития отрасли свиноводства с изучением состояния племенного поголовья свиней, их хозяйственно-полезных качеств, а также сравнение с показателями ведущих стран мира.

Материалы и методы. При выполнении работы применены общепринятые зоотехнические методы исследования. Анализ состояния племенного дела в свиноводческих хозяйствах по регионам, генеалогическая структура стад и учёт продуктивности проведён на основе базы данных информационно-аналитической системы, статистических данных, а также по материалам зоотехнического и племенного учёта хозяйств.

Результаты. Доля свинины в мировом производстве мяса занимает 38-40%, в России – 30-32%, в Казахстане – 14-15%. Объёмы производства свинины в мире в год составляют более 108 тыс. тонн. Значительная доля поголовья свиней приходится на сельхозпредприятия – 55,3%, хозяйства населения – 33,1%, доля ИП и КХ достигает 11,6%. Племенное поголовье свиней представлено породами - крупная белая (йоркшир), ландрас, дюрок, аксайская черно-пёстрая, эдельшвайн и пьетрен. Самой распространенной породой является крупная белая – более 34%.

Общее поголовье обследованных животных оставило 26 062 головы.

Закключение. Установили сокращение поголовья свиней на протяжении многих лет на 40-50%, дефицит племенного материала, а также отставание по всем показателям продуктивности отечественного поголовья свиней от ведущих стран мира.

Ключевые слова: свиноводство; племенные свиньи; селекция; порода; продуктивность свиней.

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. - № 3 (127). - Р.109-117. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2002

ӘОЖ 69.25.17

Зерттеу мақаласы

Тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғылары жағдайында бекіре балықтарының маусымдық биоритмдерін реттеу нәтижесі

Сариев Б.Т.¹ , Шукуров М.Ж.¹ , Гинаятов Н.С.¹ , Туменов А.Н.² , Альбеков А.А.¹ 

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті

Орал, Қазақстан,

²«Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС БҚФ

Орал, Қазақстан

Корреспондент автор: Гинаятов Н.С.: nginayatov@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: SB) sariev-84@mail.ru; (2: SM) shukurov.marklen@mail.ru;

(4: TA) artur_tumen@mail.ru; (5: AA) alikhanalbekov12@gmail.com

Қабылданған күні: 02.07.2025 **Қабылданды:** 26.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бұл мақалада жасанды жағдайда өсірілетін бекіре тұқымдас балықтардан дәстүрлі әдіссіз, балықтарды өлтірмей тірі күйінде уылдырық алу мақсатында бірнеше әдістемелер қолданылуы кезіндегі ғылыми-зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай ақ тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғылары (бұдан әрі - ТСКҚ) жағдайында бекіре балықтарының маусымдық биоритмдерін реттеу үшін балықтарды бонитировкалау, жынысқа жетілу сатыларын анықтау мақсатында ультра дыбыстық (УДЗ) аппараттары арқылы зерттеулер жүргізу және балықтардың уылдырыққа қай сатыға дейін жетілгенін толық анықтау мақсатында биопсия әдістемелерін пайдалану, бекіре тұқымдас балықтардан тірі күйінде уылдырық алу нәтижелері және зертханалық жүргізілген жұмыстардың негізгі ғылыми-зерттеу жұмыстары көрсетілген.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстарының нысандарына сүйрік балығының (*Acipenser rithenus Linnaeus*) 16+ жастағы 5 данасы, сібір бекіресінің (*Acipenser baerii Brandt*) 13+ жастағы 14 данасы және орыс бекіресінің (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt et Ratzeburg*) 13+ жастағы 11 данасы, сонымен қатар қортпа балығының (*Huso huso Linnaeus*) 9+ жастағы 7 данасы алынды. Зерттеу объектілерін іріктеу үшін балықтардың фенотиптік көрсеткіштері анықталып, бонитировка жасау арқылы жүргізілді, кейін жынысқа жетілуін анықтау үшін экспресс-әдістеме ретінде УДЗ (бұдан әрі - ультра-дыбыстық зерттеу) жүйесі қолданылды.

Нәтижелер. Зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша бекіре тұқымдас балықтардың физиологиялық көрсеткіштері, гидрохимиялық және термикалық жағдайдағы бір ортада қыстағынымен жыныс өнімдерінің даму көрсеткіштері әртүрлі болып шыққаны айқын көрсетілген. Зерттеу нәтижелерінде ооциттердің ең оптимальды орташа поляризациялық коэффициенті, резорбциялық нәтижелері, түр аралық салмақтық ара қатынастары, уылдырықтату алдындағы жасанды қыстақ мерзімі мен температурасының нәтижелері келтірілген.

Қорытынды. Зерттеулердің нәтижелері алдағы уақыттағы бекіре тұқымдас балықтарды жасанды жағдайда өсіру кезіндегі технологияларды жетілдірудің жаңа қырларын ашуға және тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша ооциттердің ең оптимальды орташа поляризациялық коэффициенті 0,05 до 0,20 Кп аралығында ауытқитынын көрсетті. Ооциттердің поляризациясына байланысты уылдырықтату алдындағы жасанды қыстақ мерзімі 50-58 күнді құраса, ал температуралық режимі 5 °С- дан 22 °С дейінгі аралықта жоғары тиімділігі анықталды.

Кілт сөздер: бекіре тұқымдас балықтар; қыстату бассейні; жыныс гонадалары; биопсия; тірі күйінде уылдырықтарды алу әдісі; температура.

Кіріспе

Бекіре тұқымдас балықтардың өнімдерінің ішінде көбіне көп сұранысқа ие ол - уылдырығы. Уылдырық балық өнімдерінің ішіндегі тауарлық жағынан және азықтық дәмділігі жағынан ең бағалы бөлігі болып саналады. Жақсы өңделген уылдырық – өте дәмді, жұмсақ, жеңіл қорытылатын өнім.

Соңғы жылдары табиғи тіршілік ету ареалдарында бекіретұқымдас балықтар санының төмендеуіне және бұл түрдегі балықтардың сұранысқа көптеп ие болуына байланысты еліміздің әртүрлі өңірлерінде бағалы балық түрлерін аквакультура жағдайындағы тұйық жүйелі ортада өсірумен айналысу көптеп кеңеюде. Еліміздегі мұндай жасалып жатырған практикалық және ғылыми–зерттеу жұмыстарының болғаны қуантарлық жағдай деп білеміз.

Бүгінгі таңда заманауи ғылыми технологияларды пайдалана отырып жасанды жағдайда өсірілетін бекіретұқымдас балықтардан уылдырық алу мақсатында оларға бонитировка жұмыстарын жүргізу, ультра дыбыстық аппараттар арқылы жыныстық гонадаларын айыру және биопсия әдістерін пайдалану, сонымен қатар бекіре тұқымдас балықтардан тірі күйінде уылдырық алудың зертханалық жұмыстары ғылыми-зерттеудің қазіргі таңда негізгі көзіне айналып отыр.

Қазіргі таңда тұйық жүйелі сумен қамтамасыз етілген қондырғыларда өсірілетін бекіре тұқымдас балықтарының негізгі өнімі болып табылатын және ол экономикалық қызығушылықты тудыратын тағамдық уылдырық. Балық шаруашылығындағы кең етек алып пайдаланылатын жаңа технологиялардың бірі балықтардан тірі күйінде, өлтіріп алмай уылдырық алу ғалымдар мен балық шаруашылығы саласындағы қызмет етуші мамандарға үлкен мүмкіншілік болып тұр.

Олай дейтініміз овуляцияланған уылдырықты балықтардан тірі күйінде, өлтіріп алмай алу әдісі аналық балықтың репродуктивтік әлеуетін бірнеше реттік жыныстық пісіп-жетілуі барысында пайдалануға мүмкіншілік береді [1, 2, 3].

Осы мақсатта Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің Ғылым басқармасының «Ихтиология және аквакультура» зертханасында өсірілетін бекіре тұқымдас балықтарының өндіргіштерін индустриалды жағдайында қыстату кезіндегі нәтижелерге қол жеткізу болатын.

Материалдар мен әдістер

Ғылыми-зерттеу жұмыстары 2024 жылдың қаңтар айының екінші он күндігінен бастап сәуір айына дейін Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті Ғылым басқармасының «Ихтиология және аквакультура» зертханасында жабдықтау қондырғыларын пайдалана отырып жүзеге асырылды.

Жоғарыда айтылған зерттеу жұмыстарын жүргізу мақсатында зерттеу объектісіне 16+ жастағы сүйрік балығы (*Acipenser rithenus Linnaeus*) 5 дана, 13+ жастағы сібір бекірелері (*Acipenser baerii Brandt*) 14 дана және 13+ жастағы орыс бекіресінің (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt et Ratzeburg*) өндіргіштері 11 дана және 9+ жастық қортпа балығының (*Huso huso Linnaeus*) 7 данасы алынды.

Зерттеу объектілерін отырғызу үшін 2×2×0,7 және 3×5×0,7 м бұрыш шеттері дөңестелген, шұңғымалы, механикалық және биологиялық тазарту блоктарынан тұратын балық өсіруге арналған бассейндер пайдаланылды. Бассейн арнайы балық өсіруге дайындалған, материалы армияланған полиэстера шыны талшықтар, тағамдық мақсатқа да пайдалануға жарамды және азық қалдықтарымен экскременттердің жоғалып кетуі үшін арналған (1-сурет). Өндіргіштердің жыныс өнімдерінің пісіп-жетілуін анықтау үшін және олардан уылдырық алу мақсатында әр түрлі ғылыми тұрғыдағы әдістемелер қолданылды. Жынысқа жетілуін анықтап алу үшін ең алғашқы этап болып бонитировкалаудан іріктеліп алынған балықтар УДЗ-ден өткізілді [4, 5].

Нәтижелер мен талқылау

Ультрадыбыстық зерттеу аппараттарымен зерттеу нәтижесі бойынша сканердің экранды эхограммасынан уылдырықтың түйіршіктері айқындалып, нақты, анық көрінген, зерттеуге алынған балықтардың пісіп-жетілген құрамы 43,2% құрап, келесі этапқа көшуіне яғни биопсия әдісіне дайын екенін көрсетті. Одан кейінгі пісіп-жетілуі әлі де толықтай дайын емес, уылдырық түйіршіктерінің көлемі жағынан уақ, сканерге анық көрінбейтін, көлемі жағынан аз көрінетін көріністегі балықтардың санының құрамы 24,3% құрап, келесі кезеңдегі іріктеуге жатқызылды.

Зертханадағы балықтардың жынысқа жетілуін УДЗ көмегімен үнемі бақыланып отырды. Алайда үнемі жетілу кезеңдері анықталып, іріктеліп отырылса да толықтай пісіп-жетіліп кету яғни резорбцияға ұшыраудың құрамы 10,8% құрады. Бұл көрсеткіштің саны әрбір ғылыми-зерттеу жұмыстарының барысында азайды. Пісіп-жетілудің ең төменгі кезеңіне кіретін төмен немесе нашар дамыған балықтар санының құрамы 21,7% көрсеткішті көрсетті (1-кесте).

1-кесте – УДЗ нәтижесі бойынша жыныс өнімдерінің жетілу көрсеткіштері

Жыныс өнімдерінің пісіп-жетілу көрсеткіштері	Жетілу сатысы	Балық түрі			
		Сүйрік	Сібір бекіресі	Орыс бекіресі	Қортпа
		n 8	n 8	n 8	n 8
Уылдырықтарының пісіп-жетілуі нашар дамыған	II	–	2	5	1
Уылдырықтарының пісіп-жетілуі төмен дамыған	III	1	1	3	4
Уылдырықтарының пісіп-жетілуі жақсы дамыған	IV	3	11	1	1
Уылдырықтың пісіп-жетіліп кетуінен ыдырауы	Резорбция	1	–	2	1

Түрлік көрсеткіштері саны жағынан орташа болғанымен жетілуі жағынан ең төменгі көрсеткіш орыс бекіресі балықтарында байқалды. Жалпы 11 балықтың 18,2% резорбция болса 27,3% жыныс гонадалары нашар дамыған, 45,5% пісіп-жетілуі төмен, тек қана 9,0% ғана жақсы дамыған көрсеткішті көрсетті. Ең жоғарғы көрсеткіш көрсетіп отырған сібір бекіресі және бұл түрдегі өндіргіш балықтары бойынша резорбция көлемі байқалмады, оның есесіне IV кезеңдегі балықтар тобы жоғары көрсеткіш көрсете білді яғни жалпы санынан 78,6% құрады, яғни қалған 7,2% пісіп-жетілуі орташа және 14,2% дамуы төмен көрсеткішті көрсетіп тұр. Бұл зерттеуіміздің жақсы нәтижесін беріп тұр. Зерттеуіміздегі жыныс гонадаларының пісіп-жетілуі бойынша алатын болсақ салыстырмалы түрде сүйрік балықтары да қортпаға қарағанда жақсы көрсеткіш көрсете білді, өйткені 60% жыныс гонадалары жақсы пісіп-жетілсе, пісіп-жетілуі орташа және резорбция тең болғаны тек қана 20% құрады.

Зерттеу жұмыстарымыздың негізгі жоспары бойынша бонитировка жұмыстарын өткізгеннен кейінгі іріктелген балықтар биопсия әдістемесінен өткізіліп, қыстату жұмыстарына жіберілуі үшін іріктеледі (2-кесте).

Балықтың бүйір бұлшық еті арқылы тесіп кіріп жыныс гонадаларынан уылдырық түйіршіктерін алу зерттеу әдісін ғылымда биопсия деп атайды.

2-кесте – Биопсия әдістемесінің нәтижелері

№	Балық түрі	Идентификациялық номері	Балық салмағы	Кп	L./1	♀/♂	Санаты
1	2	3		4	5	6	7
1	Сібір бекіресі	(643)11000094787	8,4	0,11	4,6/0,5	♀	Қыстатуға отырғызылды
2	Сібір бекіресі	(643)110800352572	5,22	0,05	5,8/0,5	♀	Қыстатуға отырғызылды
3	Сібір бекіресі	0006B2A559	6,42	0,27	4,9/1,2	♀	Қыстатуға жіберілмеді

2-кестенің жалғасы

4	Орыс бекіресі	00074FE4C8	11,88	0,15	5,6/0,8	♀	Қыстатуға отырғызылды
5	Сібір бекіресі	(643)110800093820	12,90	0,06	5,9/0,3	♀	Қыстатуға отырғызылды
6	Сібір бекіресі	(643)110800093819	11,9	0,25	4,9/1,3	♀	Қыстатуға жіберілмеді
7	Сібір бекіресі	(643)110800352571	8,60	0,17	6,7/1,2	♀	Қыстатуға отырғызылды
8	Сібір бекіресі	(643)110800352562	7,52	0,16	4,9/0,8	♀	Қыстатуға отырғызылды
9	Сібір бекіресі	0006B2B9C4	11,70	0,08	4/0,3	♀	Қыстатуға отырғызылды
10	Сібір бекіресі	(643)110800093818	10,7	0,27	4,7/1,1	♀	Қыстатуға жіберілмеді
11	Сүйрік	(643)110800093811	4,44	0,25	5,9/1,4	♀	Қыстатуға жіберілмеді
12	Сүйрік	00074FF71E	2,10	0	-	♀	Қыстатуға жіберілмеді
13	Орыс бекіресі	00072884D3	10,06	0,06	6/0,2	♀	Қыстатуға отырғызылды
14	Сүйрік	(643)110800093812	2,08	0,25	5,8/1,5	♀	Қыстатуға жіберілмеді
15	Қортпа	(643)110800094784	15,36	0,06	6/0,4	♀	Қыстатуға отырғызылды
17	Сібір бекіресі	0006E4B180	7,61	0,36	5/1,6	♀	Жетілмеген

Бұл әдіспен алынған нәтижелер 2-кестеде көрсетілгендей сібір бекіресі саны барлық қыстатуға жіберілген балықтардың 70% құраса, ал орыс бекіресі балықтары барлық топтың 20% құрамын және қортпа балығы 10% құрады. Қыстату процесіне көбіне L/I тәртібі бойынша 0,20 дейінгі көрсеткіштері бар даралар жіберілді. Сүйрік балықтарының көрсеткіштері асып кетіп отырды [6, 7, 8].

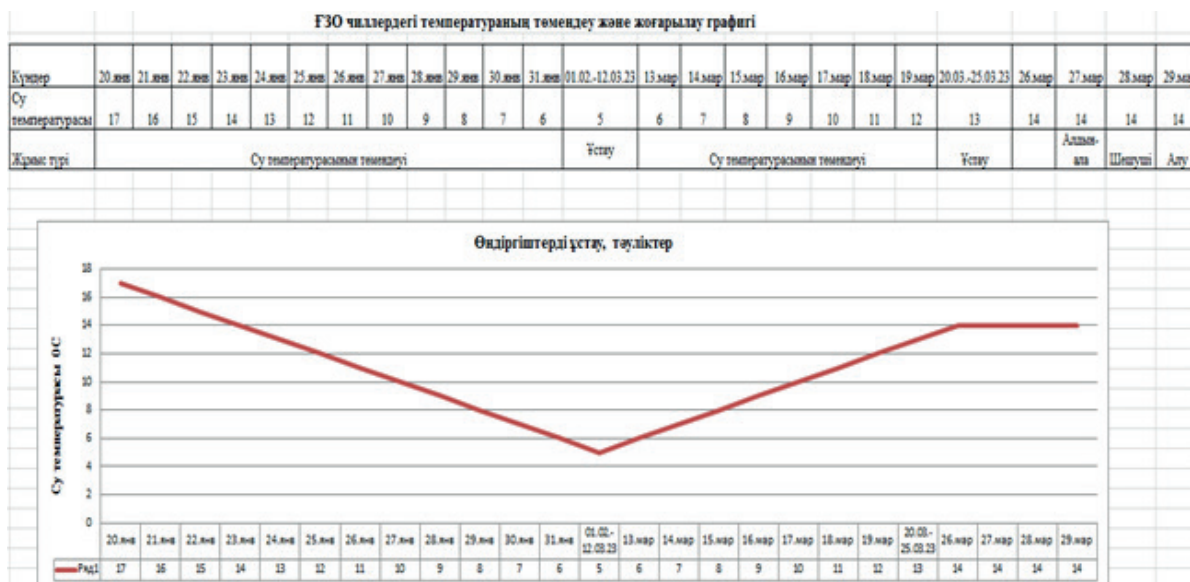
Биопсия әдістемесінен өткізілген балықтар саны қыстату процесіне жіберілді. Қыстату процесі дегеніміз – балықтардың тіршілік ету су ортасының ең төменгі температурасында яғни 4-5 °C аралығында 40-60 күн тізбелігінде ұстау. Қыстату бассейндерінің ғылыми тұрғыдағы атауы чиллер деп аталады. Қыстату бассейндерінің сыртқы көрінісі төмендегі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Қыстату бассейндерінің сыртқы көрінісі

Зерттеуіміздегі қыстату бассейндердің сыйымдылығы 2 м³ болатын үш дараланған бассейнен тұрады. Бассейндердің сыртқы беті арнайы жылу немесе салқын өткізбейтін материалдармен қапталған. Балықтарды қыстату бассейніне көшіру кезіндегі қолайлы су температурасы 21-23 °C аралығында болды.

Чиллерге балықтарды түсіргеннен кейінгі судың температурасын төмен және жоғары көтеріп отыру 2-суреттегі график арқылы көруге болады.



2-сурет – Чиллердегі су температурасының төмендеу және жоғарылау графигі

Жоғарыдағы 2-суретте көрсетілгендей қыстату бассейніндегі су температурасын 17 ден 10°C төмендету жұмысы 8 тәулікке созылды, тоғызыншы тәуліктен бастап 10 °C төмендету жұмыстары 5 тәулікке созылды, барлығын қосқандағы 13-ші тәулікте су температурасы 5°C қа дейін төмендетіліп, бұл көрсеткіш 12 күні бойы бір қалыпта ұсталынды. Чиллердегі су температурасының ең төменгі температурада ұзақ, әрі бір қалыпты сақталуы балық гонадасының қалыпты әрі тиімді жетілуіне үлкен себеп болды. Бұл процес 30-75 күнге дейін созылуы мүмкін.

Чиллердегі қыстағыш аналық балықтардың отырғызылу тығыздығы 49,9 кг/м³. Балықтарды қыстату алдында салмақтық, жастық көрсеткіштері өлшенілді (3-кесте).

3-кесте – Қыстату барысындағы балықтардың салмақтық арақатынастары

№	Балық түрі	Балық жасы	Балық саны п.	Қыстату басында		Қыстату аяғында	
				Орташа салмағы кг.	Отырғызылу тығыздығы кг/ м ³	Орташа салмағы кг.	Отырғызылу тығыздығы кг/ м ³
1	Сібір бекіресі	13+	7	8,9±2,5	62,3	7,9±1,9	62,41
2	Орыс бекіресі	13+	2	10,97±1,81	22,0	10,5±1,7	21
3	Қортпа	9+	1	15,4±15,3	15,4	13,7±13,5	15,4

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі бойынша алып қарайтын болсақ бекіре тұқымдас балықтардың физиологиялық көрсеткіштері, гидрохимиялық және термикалық жағдайдағы бір ортада қыстағынымен жыныс өнімдерінің даму көрсеткіштері әртүрлі болып шыққанын көруімізге болады. Зерттеуіміздегі көрсетілген қыстату көрсеткіштеріне жоғарыдағы 3-кестеде көрсетілгендей қыстатуға жіберілген өндіріштердің 75% 38 сағ. аралығына дейін уылдырықтарын толықтай берді. Жыныс өнімдерін Подушка әдістемесімен алынды. Алынған жалпы уылдырық жыныс өнімдерінің орташа салмағы әрбір балыққа 1,5% құрады.

Қыстату жұмыстары кезінде су ортасының параметрлеріне бақылау жұмыстары жасалынып және абиотикалық факторларда ескеріліп отырды. Мысалы балық өсіру бассейндері (чиллерлар)

суындағы еріген оттегінің көлемі 78-98% аралығында ауытқып отырды. Мұндай оттегі режимі зерттеудегі балықтар жоғары деңгейдегі қолайлы ортада тіршілік етті. Сондай ақ, балықтар үшін бірден бір қауіпті болып табылатын нитриттардың саны рауалды мөлшерден ($0,095 \text{ мг/дм}^3$) асқан жоқ. Қыстату кезінде су температурасы $+5...+6^\circ\text{C}$ аралығында болғандықтан балықтарды азықтандыру жүргізілмейді, сондықтан аммоний азотының көрсеткіші белгіленген рауалды мөлшерден аспады. рН ортасының ауытқуы орташа 7,5 тен асқан жоқ, бұл дегеніміз зерттеу объектілерінің өсірілуіне қолайлы болып табылды. Оған бірден бір себеп қыстату процесінің басында бассейндеріндегі балықтардың отырғызылу тығыздығы $99,7 \text{ кг/м}^3$ болса, қыстатудың соңында $98,81 \text{ кг/м}^3$ сай келді. Бұл көрсеткіштерден көретініміз зерттеуіміздегі балықтар оптималды ортада тіршілік еткені көрініп тұр. Жалпы балықтардың орташа салмақтары айтарлықтай өзгеріске түскен жоқ, бір қалыпта болды. Айқын көзге түсіп тұрғаны қортпа балығының орташа салмақ көрсеткішінің айырмашылығы $1,7 \text{ кг}$ құрады [9-20].

Қорытынды

Зерттеу жұмыстарының нәтижелерін жинақтай келе түйіндегеніміз, ооциттердің ең оптималды орташа полеризациялық коэффициенті 0,05 до 0,20 Кп аралығында ауытқитынын көрсетті. Ооциттердің поляризациясына байланысты уылдырықтату алдындағы қыстату жұмыстарының жалғасуы 50-58 күнді құраса тиімділігі жоғары деп айтуға болады. Қыстату температурасы 5°C -дан 22°C дейінгі аралықта ауытқып отырды.

Авторлардың қосқан үлесі

SB, SM және AA: зерттеуді тұжырымдап, рәсімдеді, әдебиеттерді жан-жақты іздестірді, жиналған деректерді талдады және қолжазбаны дайындады. SB, GN және TA: қолжазбаны түпкілікті редакциялау және түзету жүргізді. Барлық авторлар қолжазбамен танысып, соңғы редакциясын мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеулер Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетімен 01.10.2024 жылынан №374/ПЦФ24-26 келісім шартына сәйкес 2024-2026 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобаларды бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде BR24992799 «Жабық сумен жабдықтау қондырғыларын пайдалана отырып, әртүрлі акваөсіру объектілерін қарқынды және жоғары өнімді өндірудің жаңа технологияларын жетілдіру және дамыту» жобасы бойынша жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Чебанов, МС, Савельева, ЭА. (2016). Биотехнология воспроизводства осетровых рыб. *Рыбоводство и рыбное хозяйство*, 6-21.
- 2 Fopp Bayat, D., Nitkiewicz, A., Sarosiek, B., Kowalski, RK. (2023). The successful production of 'sterbel' hybrids using beluga (*Huso huso*) cryopreserved sperm. *Animal Reproduction Science (Elsevier)*, 127-135.
- 3 Слуцкая, Т. (2012). Получение зернистой икры из осетровых искусственного выращивания. *Известия ТИНРО*, 286-297.
- 4 Bubunets, EV, Revyakin, AO, Labenets, AV. (2014). Innovative model of combined stimulation of ovulation in sturgeon fish and cytometric features of produced oocytes. *Biomedicine*, 4, 65-69.
- 5 Merkulov, I., Markov, I. (2023). Time-temperature patterns of spawning maturation for various species and hybrid forms of sturgeon after hormonal stimulation. DOI: 10.13140/RG.2.2.19980.59528.
- 6 Avetisov, KB. (2008). On the issue of spawning temperatures of spike (*Acipenser nudi ventris Lovetsky, 1828*). *Sturgeon Farming*, 1, 8-72.
- 7 Чебанов, МС, Галич, ЕВ. (2010). *Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб*. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН Анкара.

- 8 Goncharov, B., Skoblina, M., Skoblina, M., Trubnikova, O., Chebanov M. (2009). Influence of Temperature on the Sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) Ovarian Follicles State. *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons*, 29, 205-214.
- 9 Kim, EJ, Park, Ch., Nam, YK. (2018). Effects of incubation temperature on the embryonic viability and hatching time in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, 23. DOI: 10.1186/s41240-018-0101-4.
- 10 Nagasawa, T., Kawaguchi, M., Yano, T., Sano, M., Okabe, M., Yasumasu. S. (2016). Evolutionary changes in the developmental origin of hatching gland cells in basal rayfinned fishes. *Zool Sci.*, 33, 272-281.
- 11 Helfman, GS. (2017). *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. Wiley–Blackwell, 736.
- 12 3,5 млн тенге за килограмм: как производят «золотую» икру в Южном Казахстане. (2016). <https://www.nur.kz/990366-35-mln-tenge-za-kilogramm-kak-proizvodya.html>
- 13 Как выращивают осётра в казахстанской степи. (2016). https://forbes.kz/finances/markets/kak_vyiraschivayut_osetra_v_kazahstanskoy_stepi
- 14 Технология выращивания осетровых рыб в замкнутых условиях реализована учеными ЗКО. (2017). <http://www.ncste.kz/ru/news/tehnologiya-vyrashchivaniya-osetrovyh-ryb-v-zamknutyh-usloviyah-realizovana-uchenymi-zko>
- 15 Van Eenennaam, JP, Linares-Casenave, J., Deng, X., Doroshov, SI. (2005). Effect of incubation temperature on green sturgeon embryos, *Acipenser medirostris*. *Environmental Biology of Fishes*, 72, 145-154.
- 16 Матишов, ГГ, Пономарев, СВ, Баканева, ЮМ. (2013). *Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России*. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 109.
- 17 Степанова, АН, Беликов, А. (2011). Способ подготовки зрелой икры осетровых рыб к хранению, транспортировке и переработке на пищевые цели. *Общество с ограниченной ответственностью ООО Аграрно-научно-производственная коммерческая фирма “Аквалайф”*.
- 18 Chen, X., Zhang, X., Yu, L., Xu, H. (2015). Calcium signaling in membrane repair. *Semin Cell Dev Biol.*, 45. DOI: 10.1016/j.semcdb.2015.10.031.
- 19 Peter, M. (2015). Hepler. Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. *ASPB*, 17(8), 2142-2155. DOI: 10.1105/tpc.105.032508.
- 20 Melcrová, A., Pokorna, S., Pullanchery, S., Kohagen, M., Jurkiewicz, P., Hof, M., Jungwirth, P., Cremer, PS, Cwiklik, L. (2016). The complex nature of calcium cation interactions with phospholipid bilayers. *Sci Rep.*, 6. DOI:10.1038/srep38035.

References

- 1 Chebanov, MS, Savel'eva, JeA. (2016). *Biotehnologiya vosпроизводства osetrovyh ryb. Rybovodstvo i rybnoe hozyaistvo*, 6-21.
- 2 Fopp Bayat, D., Nitkiewicz, A., Sarosiek, B., Kowalski, RK. (2023). The successful production of ‘sterbel’ hybrids using beluga (*Huso huso*) cryopreserved sperm. *Animal Reproduction Science (Elsevier)*, 127-135.
- 3 Sluckaya, T. (2012). Poluchenie zernistoi ikry iz osetrovyh iskusstvennogo vyrashhivaniya. *Izvestiya TINRO*, 286-297.
- 4 Bubunets, EV, Revyakin, AO, Labenets, AV. (2014). Innovative model of combined stimulation of ovulation in sturgeon fish and cytometric features of produced oocytes. *Biomedicine*, 4, 65-69.
- 5 Merkulov, I., Markov, I. (2023). Time-temperature patterns of spawning maturation for various species and hybrid forms of sturgeon after hormonal stimulation. DOI: 10.13140/RG.2.2.19980.59528.
- 6 Avetisov, KB. (2008). On the issue of spawning temperatures of spike (*Acipenser nudi ventris Lovetsky, 1828*). *Sturgeon Farming*, 1, 8-72.
- 7 Chebanov, MS, Galich, EV. (2010). *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosпроизводstvu osetrovyh ryb. Prodovol'stvennaya i sel'skohozyaystvennaya organizatsiya. OON Ankara*.
- 8 Goncharov, B., Skoblina, M., Skoblina, M., Trubnikova, O., Chebanov M. (2009). Influence of Temperature on the Sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) Ovarian Follicles State. *Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons*, 29, 205-214.

- 9 Kim, EJ, Park, Ch., Nam, YK. (2018). Effects of incubation temperature on the embryonic viability and hatching time in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, 23. DOI: 10.1186/s41240-018-0101-4.
- 10 Nagasawa, T., Kawaguchi, M., Yano, T., Sano, M., Okabe, M., Yasumasu. S. (2016). Evolutionary changes in the developmental origin of hatching gland cells in basal rayfinned fishes. *Zool Sci.*, 33, 272-281.
- 11 Helfman, GS. (2017). The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology. *Wiley–Blackwell*, 736.
- 12 3,5 mln tenge za kilogramm: kak proizvodyat «zolotuju» ikru v Yuzhnom Kazahstane. (2016). <https://www.nur.kz/990366-35-mln-tenge-za-kilogramm-kak-proizvodya.html>
- 13 Kak vyrashhivayut osetra v kazahstanskoi stepi. (2016). https://forbes.kz/finances/markets/kak_vyrashchivayut_osetra_v_kazahstanskoy_stepi
- 14 Tehnologiya vyrashhivaniya osetrovyyh ryb v zamknutyh usloviyah realizovana uchenymi ZKO. (2017). <http://www.ncste.kz/ru/news/tehnologiya-vyrashchivaniya-osetrovyyh-ryb-v-zamknutyh-usloviyah-realizovana-uchenymi-zko>
- 15 Van Eenennaam, JP, Linares-Casenave, J., Deng, X., Doroshov, SI. (2005). Effect of incubation temperature on green sturgeon embryos, *Acipenser medirostris*. *Environmental Biology of Fishes*, 72, 145-154.
- 16 Matishov, GG, Ponomarev, SV, Bakaneva, JuM. (2013). *Spravochnik rybovoda. Innovacionnye tehnologii akvakul'tury yuga Rossii*. Rostov n/D: Izd-vo JuNC RAN, 109.
- 17 Stepanova, AN, Belikov, A. (2011). Sposob podgotovki zreloi ikry osetrovyyh ryb k hraneniyu, transportirovke i pererabotke na pishhevye celi. *Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu OOO Agrarno-nauchno-proizvodstvennaya kommercheskaya firma "Akvalajf"*.
- 18 Chen, X., Zhang, X., Yu, L., Xu, H. (2015). Calcium signaling in membrane repair. *Semin Cell Dev Biol.*, 45. DOI: 10.1016/j.semcdb.2015.10.031.
- 19 Peter, M. (2015). Hepler. Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. *ASPB*, 17(8), 2142-2155. DOI: 10.1105/tpc.105.032508.
- 20 Melcrová, A., Pokorna, S., Pullanchery, S., Kohagen, M., Jurkiewicz, P., Hof, M., Jungwirth, P., Cremer, PS, Cwiklik, L. (2016). The complex nature of calcium cation interactions with phospholipid bilayers. *Sci Rep.*, 6. DOI:10.1038/srep38035.

Результат регуляции сезонных биоритмов осетровых рыб в условиях установок замкнутого водоснабжения

Сариев Б.Т., Шукуров М.Ж., Гинаятов Н.С., Туменов А.Н., Альбеков А.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. В статье приведены основные научно-исследовательские результаты бонитировки осетровых рыб для регулирования сезонных биоритмов в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), использования ультразвукового аппарата (УЗИ) и метода биопсии для определения зрелости половых продуктов, а также результаты получения половых продуктов прижизненным методом от осетровых рыб, выращиваемых в искусственных условиях. Также в работе были проанализированы изменения физиологических процессов в зависимости от продолжительности зимовки и температурных режимов.

Материалы и методы. В исследовании использовали 5 экземпляров севрюги (*Acipenser rithenus Linnaeus*) в возрасте 16 + лет, 14 экземпляров сибирского осетра (*Acipenser baerii Brandt*) в возрасте 13 + лет, 11 экземпляров русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt et Ratzeburg*) в возрасте 13+ лет и 7 экземпляров белуги (*Huso huso Linnaeus*) в возрасте 9+ лет. Объекты исследования были отобраны путём определения фенотипических показателей и проведения бонитировки рыб, затем в качестве экспресс-метода для определения половозрелости использовалась система УЗИ (ультразвуковое исследование).

Результаты. Результаты исследований показали, что физиологические показатели производителей осетровых рыб разных видов, а также показатели развития половых продуктов

при зимовке в одинаковых гидрохимических и термических условиях, значительно различаются. В результатах исследований представлены оптимальные значения среднего коэффициента поляризации ооцитов, результаты резорбции, межвидовые соотношения массы, а также приведены результаты сроков и температуры искусственной зимовки перед нерестом.

Заключение. Результаты исследований позволят раскрыть новые грани и повысить эффективность совершенствования технологий при выращивании осетровых рыб в искусственных условиях в будущем. По результатам исследований было показано, что наиболее оптимально средний коэффициент поляризации ооцитов колеблется в пределах 0,05 до 0,20 Кп. В связи с поляризацией ооцитов установлена высокая эффективность, если период искусственной зимовки перед нерестом составляет 50-58 дней, а температурный режим – от 5 °С до 22 °С.

Ключевые слова: осетровые виды рыб; зимовальные бассейны; половые гонады; биопсия; прижизненный метод получения икры; температура.

The result of the regulation of seasonal biorhythms of sturgeon fish in the conditions of recirculating aquaculture systems

Bekbol T. Sariyev, Marklen Zh. Shukurov, Nurbek S. Ginayatov,
Artur Kh. Tumenov, Alikhan A. Albekov

Abstract

Background and Aim. This article presents research results on selective breeding of sturgeon for regulating seasonal biorhythms in recirculating aquaculture systems (RAS). The study assessed the use of ultrasound (USG) and biopsy methods to determine gamete maturity, and examined the outcomes of obtaining gametes non-lethally from sturgeon raised under artificial conditions. Changes in physiological processes depending on wintering duration of wintering and temperature regimes were also analyzed.

Materials and Methods. The study included 5 starred sturgeon (*Acipenser ruthenus Linnaeus*) (16+ years), 14 Siberian sturgeon (*Acipenser baerii Brandt*) (13+ years), 11 Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt et Ratzeburg*) (13+ years), and 7 beluga (*Huso huso Linnaeus*) (9+ years). Fish were selected based on phenotypic parameters and bonification. USG (ultrasound examination) was used as a rapid method for assessing sexual maturity.

Results. The results showed that physiological indices of sturgeon broodstock of different species, and the development of sexual products during wintering under the same hydro chemical and thermal conditions, differed significantly. Optimal values are provided for the average oocyte polarization coefficient, resorption results, interspecific mass ratios, duration of artificial wintering before spawning, and temperature regimes.

Conclusion. These research results may improve technologies for growing sturgeon in artificial conditions. The study found that the optimal average polarization coefficient of oocytes ranges from 0.05 to 0.20 Кп. Effective spawning was observed when the period of artificial wintering before spawning is 50-58 days, and the temperature regime was 5 °C to 22 °C.

Keywords: sturgeon species of fish; wintering pools; gonads; biopsy; non-lethal egg retrieval; temperature.

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. - № 3 (127). - Р.118-125. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2008

УДК 631.422

Исследовательская статья

Изучение применения фосфор солибилизирующего удобрения на чернозёмах лесостепной зоны Северо-Казахстанской области

Кальяскарова А.Е. 

ТОО «AgroLab», Петропавловск, Казахстан

Автор-корреспондент: Кальяскарова А.Е.: a.kalyaskarova@agrolab.kz

Получено: 03.07.2025 Принято: 29.09.2025 Опубликовано: 30.09.2025

Аннотация

Предпосылка и цель. Почвы Северо-Казахстанской области представлены в основном чернозёмами обыкновенными и южными, расположенными в лесостепной и степной зонах. Интенсивное использование пашни привело к серьёзному падению плодородия почв, а вместе с ним и урожайности сельскохозяйственных культур, что сделало производство зерна крайне неустойчивым.

В связи с этим особую актуальность приобретает изучение эффективности применения бактериального фосфорсолибилизирующего удобрения «Биофос», созданного на основе штаммов рода *Pseudomonas* spp., в аспекте его влияния на содержание подвижных форм фосфора в почве. Полученные данные позволят разработать научно обоснованные подходы к управлению фосфорным питанием растений и восстановлению плодородия почв.

Материалы и методы. Для оценки эффективности применения биоудобрения «Биофос» было проведено исследование агрохимических свойств почвы, включающее определение содержания подвижных форм фосфора, нитратного азота и показателя кислотности (рН). Отбор почвенных образцов осуществлялся из пахотного горизонта с интервалом в 30 дней на протяжении всего вегетационного периода.

Результаты. Как показывают результаты агрохимического анализа, содержание нитратного азота перед закладкой опыта составило - 9,09 мг/кг почвы, после уборки урожая культуры содержание нитратного азота в варианте с совместным внесением аммофоса с биоудобрением составила 4,8 мг/кг почвы, когда на контрольном варианте - 2,73 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора увеличивается со временем в период вегетации растений от среднего уровня обеспеченности (25,0 мг/кг почвы) до высокого (87,33 мг/кг почвы), так же после уборки растений запас фосфора остаётся на повышенном уровне - 45,69 мг/кг почвы, не смотря на вынос данного элемента с урожаем сельскохозяйственной культуры. В сравнении с контрольным вариантом содержание подвижного фосфора превысило на 20-25 мг/кг почвы. рН опытного участка находится на оптимальном уровне и перед началом опыта составил 7,2, а осенью после уборки в опытных вариантах - 7,1-7,2 на контрольном - 7,5.

Закключение. Контролируемое и обоснованное применение фосфорсолибилизирующего удобрения «Биофос» вместе с аммофосом в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана гарантировано даёт повышение уровня питательных элементов в почве и сохранение почвенной среды на нейтральном уровне, что благоприятно для жизнедеятельности микроорганизмов почвы и процессов почвообразования.

Ключевые слова: мониторинг; подвижные формы фосфора; эффективность биоудобрения; почва.

Введение

Для более эффективного использования фосфора, накопленного в почве, фосфор солибилизирующие микроорганизмы, способные преобразовывать нерастворимый фосфор в растворимые формы, могут использоваться в качестве биоудобрений. Это повышает содержание растворимых форм фосфора [1]. Использование фосфорных биоудобрений является многообещающим подходом к повышению производительности сельского хозяйства за счёт увеличения урожайности, поскольку для решения проблем, связанных с неплодородными почвами, лучше использовать экологически безопасный подход (то есть парадигму, в которой основное внимание уделяется использованию биологических удобрений вместо химикатов) [2]. Бактерии, растворяющие фосфор, также могут способствовать росту растений, стимулируя эффективность биологической фиксации азота, синтезируя фитогормоны и повышая доступность некоторых микроэлементов, таких как цинк и железо [3].

Микроорганизмы, растворяющие фосфаты, оказывают значительное синергетическое воздействие на рост и развитие сельскохозяйственных культур [4]. Помимо растворения фосфатов, некоторые микроорганизмы также демонстрируют потенциал в качестве средств биоконтроля некоторых патогенов растений.

Технология растворения фосфатов с помощью микроорганизмов повышает плодородность и сельскохозяйственную ценность засоленных и щелочных почв, не создавая никаких угроз для окружающей среды или здоровья, которые возникают при постоянном использовании синтетических удобрений. Штамы, способные растворять как неорганический фосфор, так и фосфорорганические соединения, также продемонстрировали умеренные галофильные свойства и могут быть использованы при развитии сельского хозяйства на засоленных и щелочных почвах [5, 6].

Ряд теорий объясняет механизм растворения неорганических фосфатов. Как было замечено во многих экспериментах, основным механизмом является образование соединений, растворяющих минералы, таких как органические кислоты, сидерофоры, протоны, гидроксил ионы и CO_2 [7]. Органические кислоты, образующиеся вместе с их карбоксильными и гидроксильными ионами, образуют хелаты с катионами или снижают pH для высвобождения фосфора; органические кислоты образуются в периплазматическом пространстве путём прямого окисления.

Другими механизмами растворения минеральных фосфатов микроорганизмами являются выработка неорганических кислот (таких как серная, азотная и угольная кислоты) и выработка хелатирующих веществ. Однако, сообщается, что эффективность неорганических кислот и хелатирующих веществ в высвобождении фосфора из почвы ниже, чем у органических кислот [8, 9].

Цель исследований заключалась в изучении эффективности применения, разработанного на основе *Pseudomonas* spp. бактериального фосфор солибилизирующего удобрения «Биофос», на содержание запасов фосфора в почве.

Материалы и методы

Агрохимические исследования проведены в 2024 г. в КХ «Ешманов» (Северо-Казахстанская область, Кызылжарский район). По почвенно-географическому районированию территория опытного участка относится к лесостепной зоне. Объектом исследования являются черноземы обыкновенные.

Отбор почвенных проб осуществлялся автоматическими почвенными пробоотборниками Wintax с использованием навигаторов с точностью до 3-х м относительно географических координат. Агрохимическое обследование проводится на основе планов внутрихозяйственного землеустройства или электронных карт, создаваемых специалистами лаборатории путем наземного объезда полей, с использованием высокоточного навигационного оборудования [10].

Проведено агрохимическое обследование почвы на влияния бактериального фосфор солибилизирующего удобрения «Биофос» на реакцию почвенной среды (pH) в водной вытяжке в соответствии с ГОСТ 26423-85 [11], на содержание подвижного фосфора в почве, с использованием методики определения подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91) [12], а также на содержание нитратного азота по методу

ЦИНАО (ГОСТ 26488-85) [13]. Заложен полевой опыт в посевах льна масличного сорта Лирина, состоящий из четырёх вариантов, в четырёхкратной повторности, схема опыта:

1. Контроль (без удобрения),
2. «Биофос» - 0,25-0,5 мл/м²,
3. «Биофос» - 0,25-0,5 мл/м² + Аммофос - 100 кг/га,
4. Аммофос - 100 кг/га.

Для того чтобы отследить за изменениями свойств почвы, которые влияют на рост и развитие растений, оценить характер и определить особенности взаимодействия почвы с применяемыми удобрениями, отбор образцов для агрохимического анализа проводился с периодичностью каждые 30 дней на глубине пахотного слоя 0-30 см.

Результаты исследований

Метеорологические условия на территории опытного участка в период проведения исследований характеризовались в сравнении с среднесезонными данными как резко континентальные. Лето было тёплое, но с большим количеством осадков, и тем самым увлажненное. На формирование климата большое влияние оказывает расположение области в глубине материка Евразии, удалённость ее от океанов и морских бассейнов, положение в сравнительно высоких широтах, орографическая открытость территории с севера и с юга.

Резкая континентальность климата выражается в колебаниях температур воздуха в течение вегетационного периода, а также на протяжении суток. Минимальная температура воздуха в июне, июле составила - +18 °С, в августе - +13 °С, максимально высокая температура была в августе месяце и составила от +32 °С. Частая повторяемость циклонической деятельности обуславливает сравнительно большое количество осадков на территории хозяйства, да и региона в целом, за 4 месяца (июнь-сентябрь) - сумма осадков составила 276,3 мм, наибольший объем выпавших осадков пришелся на июль и август - 143,8 и 111,9 мм соответственно (таблица 1), что в четыре раза превысило показатель среднесезонных данных. Влажность воздуха в июне составила - от 45 до 70 %, в июле и августе – максимальная влажность воздуха достигала 87-89%, также следует отметить, что высокая влажность воздуха наблюдается из-за больших весенних паводков, насыщение почвы чрезмерной влагой, что способствовало более позднему сроку сева сельскохозяйственных культур, особенно в лесостепной зоне. Также за период проведения исследований наблюдались сильные ветры. Скорость их в среднем составила – 5 м/с, но отмечены ветры со скоростью в 10-15 м/с. Преобладающее направление ветра юго-западное и северо-западное.

Таблица 1 – Метеоусловия территории опытного участка

Месяц	Метеоусловия в период проведения исследований			Среднесезонные данные	
	средняя температура, °С	количество осадков, мм	влажность воздуха, %	температура, °С	осадки, мм
Июнь	24,4	16,6	60,5	19,0	50,0
Июль	23,4	143,8	64,4	20,0	70,0
Август	20,1	111,9	62,7	17,0	50,0
Сентябрь	15,5	4,0	57,5	12,0	30,0

Разные типы почв отличаются по содержанию основных элементов питания. Общий запас азота, фосфора и калия в большинстве почв составляет значительные величины, в десятки и сотни раз превышающие вынос их урожаем одной культуры. Однако, основная масса питательных веществ находится в почве в виде соединений, недоступных для непосредственного питания растений. Валовой запас питательных веществ в почве характеризует лишь ее потенциальное плодородие. Для оценки эффективного плодородия почвы, действительной способности ее обеспечивать высокую урожайность сельскохозяйственных культур важное значение имеет содержание питательных веществ в доступных для растений формах. Содержание основных питательных элементов в период проведения исследований представлены в таблицах 2-5 в слое почвы 0-30 см.

Таблица 2 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см

№ п/п	Схема опыта	Массовая доля нитратного азота, мг/кг почвы			
		дата отбора образца			
		18.06.2024 г.	10.07.2024 г.	16.08.2024 г.	09.10.2024 г.
1	Контроль (без удобрения)	9,09	6,92	2,86	2,73
2	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²)		6,89	2,74	2,41
3	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²) + аммофос (100 кг/га)		7,01	3,55	4,80
4	Аммофос (100 кг/га)		8,26	3,94	4,33

Как показывают результаты агрохимического анализа, содержание нитратов в почве перед закладкой опыта можно оценить, как среднее - 9,09 мг/кг почвы для развития растений, внесение биоудобрения и минерального удобрения аммофос не способствовало повышению данного показателя выше среднего уровня, что в принципе не является критическим и его достаточно для роста и развития растений. Так как аммофос содержит в своем составе до 12 процентов азота, содержание нитратного азота в вариантах 3 и 4 выше чем в вариантах без аммофоса, если на контрольном варианте нитратный азот составил – 2,73 мг/кг, то в вариантах с аммофосом - 4,8 и 4,33 мг/кг почвы соответственно.

Таблица 3 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см

№ п/п	Схема опыта	Массовая доля подвижного фосфора, мг/кг почвы			
		дата отбора образца			
		18.06.2024 г.	10.07.2024 г.	16.08.2024 г.	09.10.2024 г.
1	Контроль (без удобрения)	25,0	25,74	29,43	25,27
2	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²)		41,23	39,49	38,38
3	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²) + аммофос (100 кг/га)		85,66	87,33	45,69
4	Аммофос (100 кг/га)		49,82	65,76	39,27

За вегетационный период растения используют 5-10% фосфора от содержания подвижных фосфатов в почвах, то есть непосредственно усвояемый фосфор. Результаты агрохимического анализа почвы в период вегетации показали, что содержание подвижного фосфора (доступного для роста и развития растений) перед закладкой опыта составила 25 мг/г почвы, что по обеспеченности относится к среднему уровню, после внесения минерального удобрения и биоудобрения к 10 июля в период начала бутонизации растений льна масличного содержание подвижного фосфора повысилось на 15 мг/кг почвы при применении только биоудобрения, 60 мг/кг почвы – при совместном внесении удобрений и на 25 мг/кг почвы при внесении минерального удобрения где применяются минеральные и органические удобрения, повышается содержание подвижного фосфора в почве, а также степень его подвижности, в результате чего увеличивается доступность фосфора растениям. Происходит интенсивное высвобождение фосфат-ионов из твердой фазы, у поверхности корней в почвенном растворе создается повышенная концентрация фосфора, что способствует увеличению скорости диффузии фосфат-ионов.

В августе в период интенсивного поглощения растениями питательных веществ, в период цветения начала созревания растений при высокой влажности почвы и оптимальной температуре атмосферного воздуха содержание подвижного фосфора увеличивается. Так же отмечаем вариант с применением только биоудобрения, где отмечено повышение уровня содержания подвижного фосфора в сравнении с контрольным вариантом на 10-13 мг/кг почвы, т.е. бактерии в процессе жизнедеятельности преобразовали фосфор с недоступных форм в доступные. Результаты анализов почвы, проведенные после уборки урожая, свидетельствуют о том, что фосфат-ионы активно использовались растениями, что способствовало получению прибавки урожая в вариантах с внесением удобрений (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна льна масличного сорта Лирина (2024 год)

№ п/п	Схема опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
1	Контроль (без удобрения)	13,8	-
2	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²)	14,3	0,5
3	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²) + аммофос (100 кг/га)	18,6	4,8
4	Аммофос (100 кг/га)	17,8	4,0
НСР ₀₅		1,32	

Таким образом, возможно применение биоудобрения и без внесения минеральных удобрений. Осенью запас подвижного фосфора остаётся на повышенном уровне – 45,69 мг/кг почвы, несмотря на вынос данного элемента с урожаем сельскохозяйственной культуры, следовательно, в будущем году потребность в удобрениях сократится в несколько раз. В сравнении с контрольным вариантом содержание подвижного фосфора превысило на 20-25 мг/кг почвы.

Реакция почвенной среды зависит от климата, на которые мы повлиять не можем, избытка или недостатка влаги, также зависит от условий обработки почвы, которое можно регулировать в хозяйстве, так как от кислотности почвы зависит растворимость и усвояемость питательных веществ, и может меняться в зависимости от применяемых удобрений.

рН почвы – важнейший фактор, влияющий на рост и развитие сельскохозяйственных растений, а именно на усвоение ими питательных веществ. рН – реакция почвенного раствора фактически определяет агрохимические качества почв, и как следствие, ростовые процессы у растений. Последствия несоответствия требований растения к показателю кислотности, и его фактического значения губительны для аграриев. Кроме потерь урожая, это ещё и значительное падение качественных характеристик продукции.

Результаты исследований почвы на определение реакции среды показали, что внесение удобрений не повлияло на значение рН, оно составила 7,1-7,2, за исключением контрольного варианта, где рН составил – 7,5 к уборке урожая (таблица 5).

Таблица 5 – Уровень рН (водной вытяжки) в слое почвы 0-30 см

№ п/п	Схема опыта	рН (водная вытяжка)			
		дата отбора образца			
		18.06.2024 г.	10.07.2024 г.	16.08.2024 г.	09.10.2024 г.
1	Контроль (без удобрения)	7,2	7,3	7,5	7,5
2	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²)		7,2	7,4	7,3
3	Биофос (0,25-0,5 мл/м ²) + аммофос (100 кг/га)		7,1	7,3	7,1
4	Аммофос (100 кг/га)		7,1	7,3	7,2

Таким образом, реакция почвенной среды опытного участка находится на оптимальном уровне и не влияет отрицательно на усвоение питательных веществ растениями, что немаловажно для общего состояния почвы, как пашни и роста растений.

Заключение

В связи с полученными данными, можно сделать вывод, что применение биоудобрения и аммофоса в условиях 2024 года (с благоприятным температурным режимом, высокой влажностью воздуха и почвы, и большим количеством осадков) дало положительные результаты. Поскольку совместное использование способствует повышению уровня подвижного фосфора и не подщелачивает реакцию почвенной среды.

Таким образом, внесение биоудобрения в почву перед посевом сельскохозяйственной культуры полностью удовлетворяет растения в питательных веществах, а именно в подвижном фосфоре в критические периоды, на всех стадиях формирования урожая. Также, совместное

использование минерального удобрения с биоудоврением «Биофос» поможет сократить затраты сельхозтоваропроизводителей на приобретение удобрений.

Список литературы

- 1 Alori, E., Fawole, O., Afolayan, A. (2012). Characterization of arbuscular mycorrhizal fungal spores isolated from the savannah of South-Guinea, Nigeria. *J. Agric. Sci.*, 4, 13-19. DOI: 10.5539/jas.v4n7p13.
- 2 Area, PEA, Kucey, RMN, Stewart, JWB. (1988). Inorganic phosphate solubilization by two pinicillium species in solution culture and soil. *Soil Bid. Biochem.*, 20(4), 459-464. DOI: 10.1016/0038-0717(88)90058-2.
- 3 Завалин, АА, Алферов, АА, Чернова, ЛС. (2019). Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур. *Агрохимия*, 8, 83-96. DOI: 10.1134/S0002188119080143.
- 4 Кадырова ГХ, Садуллаева МС, Атаджанова ШШ, Закирьяева СИ. (2022). Фосфат-солюбилизирующая активность ризобактерий пшеницы (*Triticum aestivum* L.). *Химия и биология: электрон. научн. журн.*, 12(102).
- 5 Смирнова, ИЭ, Баймаханова, ГБ, Файзулина, ЭР, Татаркина, ЛГ, Спанкулова, ГА. (2023). Выделение и идентификация фосфатмобилизирующих солетолерантных бактерий для стимуляции роста сои. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 5, 18-23.
- 6 Alori, E., Glick, B. (2017). Microbial solubilization of phosphorus and its potential applications in sustainable agriculture. *Microbiology*, 8. DOI: 10.3389/fmicb.2017.00971.
- 7 Корытцева, АК, Орлова, АИ, Атопшев, АА, Турченко, ВА, Бескровный, АИ, Мурашов, АА, Нохрин, АВ. (2023). Структура и поведение при нагревании фосфатов лантановидов, полученных методами прямого осаждения и гидротермального синтеза. *Неорганические материалы*, 59(8), 878-887. DOI: 10.31857/S0002337X23080067.
- 8 Сосорова, СБ. (2022). Сорбция фосфора почвами Западного Забайкалья. *Агрохимия*, 3, 3-11. DOI: 10.31857/S0002188122030115.
- 9 Чайковская, ЛА, Овсиенко, ОЛ. (2021). Фосфатмобилизирующие микроорганизмы: 1 биоразнообразие, влияние на минеральное питание растений и их продуктивность. *Таврический вестник аграрной науки*, 4(28), 159-182. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-159-182.
- 10 Правила проведения агрохимического обследования почв, утвержденные Приказом и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 4-1/147.
- 11 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26423-85 – Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки (утв. и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 февраля 1985 г. № 283). (2011). Стандартинформ, 4.
- 12 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26205-91 – Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (утв. и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 29.12.91 № 2389). (1992). Комитет стандартизации и метрологии СССР, 8.
- 13 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26488-85 – Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО (утв. и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 марта 1985 г. № 821). (1985). Издательство стандартов, 4.

References

- 1 Alori, E., Fawole, O., Afolayan, A. (2012). Characterization of arbuscular mycorrhizal fungal spores isolated from the savannah of South-Guinea, Nigeria. *J. Agric. Sci.* 4, 13-19. DOI:10.5539/jas.v4n7p13.
- 2 Area, PEA, Kucey, RMN, Stewart, JWB. (1988). Inorganic phosphate solubilization by two pinicillium species in solution culture and soil. *Soil Bid. Biochem.*, 20(4), 459-464. DOI:10.1016/0038-0717(88)90058-2.

- 3 Zavalin, AA, Alferov, AA, Chernova, LS. (2019). Assotsiativnaia azotofiksatsiia i praktika primeneniia biopreparatov v posevakh selskokhozyaistvennykh kultur. *Agrokimiya*, 8, 83-96. DOI: 10.1134/S0002188119080143. [in Russ].
- 4 Kadyrova, GH, Sadullayeva, MS, Atadzhanova, ShSh, Zakiryaeva, SI. (2022). Fosfat-soliubiliziruiushchaia aktivnost rizobakterii pshenitsy (*Triticum aestivum* L.). *Khimiia i biologii: elektron. nauch. zhurn*, 12(102). 12(102). [in Russ].
- 5 Smirnova, IE, Baimakhanova, GB, Faizulina, ER, Tatarkina, LG, Spankulova, GA. (2023). Vydelenie i identifikatsiia fosfatmobilizuiushchikh soletolerantnykh bakterii dlia stimulatsii rosta soi. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*, 5, 18-23. [in Russ].
- 6 Alori, E., Glick, B. (2017). Microbial solubilization of phosphorus and its potential applications in sustainable agriculture. *Microbiology*, 8. DOI:10.3389/fmicb.2017.00971.
- 7 Koritseva, AK, Orlova, AI, Atopshev, AA, Turchenko, VA, Beskrovny, AI, Murashov, AA, Nokhrin, AV. (2023). Struktura i povedenie pri nagrevanii fosfatov lantanoidov, poluchennykh metodami priamogo osazhdeniia i gidrotermalnogo sinteza. *Neorganicheskie materialy*, 59(8), 878-887. DOI:10.31857/S0002337X23080067. [in Russ].
- 8 Sosorova, SB. (2022). Sorbtsiia fosfora pochvami Zapadnogo Zabaikalia. *Agrokimiia*, 3, 3-11. DOI:10.31857/S0002188122030115. [in Russ].
- 9 Chaikovskaya, LA, Ovsienko, OL. (2021). Fosfatmobiliziruiushchie mikroorganizmy: 1 bioraznoobrazie, vliianie na mineralnoe pitanie rastenii i ikh produktivnost. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki*, 4(28), 159-182. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-159-182. [in Russ].
- 10 Pravila provedeniia agrokhimicheskogo obsledovaniia pochv, utverzhennye Prikazom i.o. Ministra selskogo khoziaistva Respubliki Kazakhstan ot 27 fevralia 2015 goda № 4-1/147. [in Russ]
- 11 Mezghosudarstvennyi standart GOST 26423-8 – Pochvy. Metody opredeleniia udelnoi elektricheskoi provodimosti, pH i plotnogo ostatka vodnoi vytiashki (utv. i vveden v deistvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 8 fevralia 1985 g. № 283). (2011). Standartinform, 4. [in Russ].
- 12 Mezghosudarstvennyi standart GOST 26205-91 – Pochvy. Opredelenie podvizhnykh soedinenii fosfora i kaliia po metodu Machigina v modifikatsii TSINAO (utv. i vveden v deistvie Postanovleniem Komiteta standartizatsii i metrologii SSSR ot 29.12.91 № 2389). (1992). Komitet standartizatsii i metrologii SSSR, 8. [in Russ].
- 13 Mezghosudarstvennyi standart GOST 26488-85 – Pochvy. Opredelenie nitratov po metodu TSINAO (utv. i vveden v deistvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 26 merta 1985 g. № 821). (1985). Izdatelstvo standartov, 4. [in Russ].

Солтүстік Қазақстан облысының орманды дала аймағының қара топырақтарында фосфор еріткіш тыңайтқыштың қолданылуын зерттеу

Кальяскарова А.Е.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Солтүстік Қазақстан облысының топырақтары негізінен орманды-дала және дала аймақтарында орналасқан кәдімгі және оңтүстік қара топырақтардан тұрады. Жерді интенсивті пайдалану топырақ құнарлылығының айтарлықтай төмендеуіне, сонымен қатар ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігінің азаюына алып келді, бұл астық өндірісін өте тиімсіз етті. Сондықтан, топырақ құнарлылығын мақсатты басқару үшін, «Pseudomonas spp». Негізінде әзірленген фосфорды жылжымалы күйге келтіретін «Биофос» биотыңайтқышының топырақтағы фосфор қорының деңгейіне әсерін зерттеу маңызды болып табылады.

Материалдар мен әдістер. «Биофос» биотыңайтқышының тиімділігін анықтау үшін топырақтағы жылжымалы фосфордың, нитратты азоттың және рН көрсеткішінің динамикасы бақыланды. Үлгілер 30 күн сайын жыртылатын қабаттан алынды, бұл өсімдіктердің вегетациялық кезеңінде қоректік заттардың қозғалысын бақылауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер. Агрохимиялық талдау нәтижелері бойынша, вегетация басында топырақтағы нитратты азот мөлшері 9,09 мг/кг құрады, ал дақылдарды жинағаннан кейін оның деңгейі

«Биофос» пен аммофосты бірге қолданған жағдайда 4,8 мг/кг болды, ал бақылау нұсқасында - 2,73 мг/кг. Жылжымалы фосфор мөлшері өсімдік вегетациясы кезінде орта деңгейден (25,0 мг/кг) жоғары деңгейге дейін (87,33 мг/кг) артты, ал өнім жиналғаннан кейін де оның деңгейі жоғары болып қалды - 45,69 мг/кг. Бұл элементтің дақыл өнімімен бірге топырақтан алынуына қарамастан, оның қоры сақталды. Бақылаумен салыстырғанда, тәжірибелік нұсқаларда жылжымалы фосфор мөлшері 20-25 мг/кг артық болды. Топырақтың рН көрсеткіші оңтайлы деңгейде қалып, өсімдіктердің фосфорды игеруіне әсер еткен жоқ. Тәжірибе басында рН 7,2 болса, күзде өнім жинағаннан кейін тәжірибелік нұсқаларда - 7,1-7,2, ал бақылауда - 7,5 болды.

Қорытынды. «Биофосты» аммофоспен бірге ғылыми негізделген түрде қолдану топырақтағы қоректік заттар деңгейінің жоғары болуын және топырақ ортасының бейтарап рН деңгейінде сақталуын қамтамасыз етеді. Бұл топырақ микроорганизмдерінің тіршілік белсенділігіне және топырақ түзілу процесіне оң әсерін тигізеді.

Кілт сөздер: мониторинг; фосфордың жылжымалы түрлері; био тыңайтқыштың тиімділігі; топырақ.

Study of the application of phosphorus-solubilizing fertilizer on chernozems of the forest-steppe zone of the North Kazakhstan Region

Almagul E. Kalyaskarova

Abstract

Background and Aim. The soils of the North Kazakhstan region are mainly represented by ordinary and southern chernozems of the forest-steppe and steppe zones. The intensive use of arable land has led to a marked decline in soil fertility, and consequently, to unstable grain yields.

Therefore, it is essential to evaluate the effectiveness of *Pseudomonas* spp.-based biofertilizers for targeted soil fertility management. This study examined the effect of the bacterial phosphorus-solubilizing fertilizer Biophos on soil phosphorus content.

Materials and Methods. Agrochemical studies were conducted in 2024 at the Eshmanov Farm (Kyzylzhar District, North Kazakhstan Region). The study relied on the results of a continuous agrochemical survey of arable soils. Parameters measured included soil pH (water extract), mobile phosphorus and potassium (Machigin method), and nitrate nitrogen in the topsoil. The measurements were taken every 30 days

Results. At the beginning of the experiment, nitrate nitrogen content in the arable horizon was - 9,09 mg/kg. After harvest its content in the variant with combined application of ammophos and Biophos was 4,8 mg/kg, compared with 2,73 mg/kg in the control. The content of mobile phosphorus increased during the growing season from an average level 25,0 mg/kg to a high level of 87,33 mg/kg. After harvest, phosphorus reserves remained elevated (45,69 mg/kg), despite crop removal. Compared with the control, mobile phosphorus content was higher by 20-25 mg/kg. Soil pH remained stable at an optimal level (7,2 before the experiment) ensuring nutrient availability and supporting plant growth.

Conclusion. The use of the phosphorus-solubilizing fertilizer "Biophos" in combination with ammophos in the forest-steppe zone of northern Kazakhstan is guaranteed to increase crop yields. The controlled and justified use of the phosphorus-solubilizing fertilizer "Biophos" in combination with ammophos in the forest-steppe zone of northern Kazakhstan is guaranteed to increase the level of nutrients in the soil and maintain the soil environment at a neutral level. This is beneficial for the activity of soil microorganisms and soil formation processes.

Keywords: monitoring; mobile forms of phosphorus; biofertilizer efficiency; soil fertility.

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. -№ 3 (127). - Р.126-137. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2009

УДК 606:632.913(045)

Исследовательская статья

Оптимизация протокола ПЦР-диагностики вириода веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid, PSTVd*)

Сүлейман М.А.¹ , Хасанов В.Т.¹ , Вологин С.Г.² 

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

²Татарский НИИ сельского хозяйства ФИЦ «Казанский научный центр РАН»
Казань, Россия

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

Авторы: (1: ВХ) vadim_kazgatu@mail.ru; (2: СВ) semen_vologin@mail.ru

Получено: 03.07.2025 **Принято:** 28.08.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Вириод веретеновидности клубней картофеля (далее - ВВКК, вириод) представляет собой новый опасный карантинный патоген, способный вызывать значительный ущерб сельскому хозяйству. Актуальной задачей является разработка молекулярной диагностики ВВКК для его раннего выявления. Целью настоящего исследования является оптимизация метода обратнотранскриптазной полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР) с использованием специфичных праймеров для диагностики ВВКК.

Материалы и методы. Для диагностики ВВКК был проведен подбор праймеров PSTVd-for-XbaI, PSTVd-rev-BamHI, PS88M, PS89P, PS7P, PS7M, Vir1 и Vir2, которые специфичны к вириоду. В статье приводится краткая характеристика ОТ-ПЦР-диагностики отечественных и зарубежных образцов ВВКК. Также был изучен температурный градиент отжига праймеров для оптимизации реакции.

Результаты. Применение предложенной схемы ОТ-ПЦР, с использованием подобранных праймеров, показала высокую эффективность при диагностике ВВКК в растительном материале.

Закключение. Оптимизированные протокола ОТ-ПЦР с использованием специфичных праймеров может быть успешно применена для ранней диагностики ВВКК в растительном материале. Результаты исследования имеют важное значение для фитосанитарного мониторинга и контроля качества семенного картофеля в Республике Казахстан.

Ключевые слова: вириод веретеновидности клубней картофеля; диагностика; карантинный объект; обратнотранскриптазная полимеразная цепная реакция; праймер; секвенирование.

Введение

Согласно данным Бюро национальной статистики, производство картофеля в Республике Казахстане в 2024 году по сравнению с 2023 годом выросло на 28,7%. Валовой сбор за 2024 год составил 2 634,6 тыс. т [1]. Увеличились показатели экспорта картофеля по сравнению с импортом. Импорт уменьшился на 3,5% [2]. Посевная площадь картофеля в 2024 году в стране составила 122,6 тыс. гектаров. Вместе с увеличением производства картофеля, увеличивается потенциальный риск распространения поражающих его болезней. С каждым годом пополняется список опасных вредных организмов растительных культур для территории страны. Одним из новых таких организмов является ВВКК.

ВВКК – опасный патоген для пасленовых культур. Вириод – очень маленькая патогенная частица, принадлежит к группе поспивириодов. Большинство поспивириодов могут вызывать тяжелые заболевания и повреждения многих видов семейства *Solanaceae*, картофеля (*Solanum tuberosum*) и томата (*Solanum lycopersicum*), в частности, у которых они вызывают эпинастию, задержку роста, деформацию или обесцвечивание и некроз [3].

Риск, исходящий от ВВКК, и, следовательно, необходимость последовательных мер борьбы, в первую очередь, связаны с угрозой выращивания картофеля и томатов, где это может привести к экономическим потерям. В климатических условиях Казахстана поражение ВВКК возможно при выращивании томатов в теплицах и, возможно, также при выращивании картофеля на территории страны. ВВКК классифицируется как карантинный патоген, отсутствующий на территории страны. Патоген не может ни импортироваться, ни распространяться, что приводит к запрету на торговлю и перемещение растений и их частей, инфицированных ВВКК. Важное место в семеноводстве картофеля занимают специальные меры для импорта семенного картофеля и других пасленовых растений из других стран для посадки.

Заражение растения ВВКК может протекать бессимптомно на декоративных пасленовых культурах: в принципе существует риск того, что вирион может передаваться от бессимптомно инфицированных растений на подвой картофеля и томатов. Согласно данным мониторинговых исследований, проведенных в 2007 г., заражение пасленовых декоративных растений не привело к распространению ВВКК на другие культуры в Европейском союзе.

ВВКК представляет собой один из самых мелких патогенов из группы поспивиридов. Он состоит из одноцепочечного генетического материала (рибонуклеиновая кислота = РНК), который обычно состоит из 359 строительных блоков (нуклеотидов) и размножается только в подходящих клетках-хозяевах. Следует различать естественные растения-хозяева и растения-хозяева, которые могут быть заражены после искусственной инокуляции в экспериментах. Естественный диапазон растений-хозяев для ВВКК представляет собой картофель и другие виды *Solanum*, а также томаты, авокадо, однако ВВКК может быть экспериментально передан 94 видам из 31 семейства [4].

Предполагаемые риски при заражении и распространении организма обширны, учитывая информацию о потерях урожая от 20 до 70%, в отдельных случаях и до 100% [5]. Для избежания данной ситуации необходимо усилить заинтересованность действующих фитосанитарных рисков, тем самым призывая к принятию регулирующих мер, основанных на использовании размножения безвирионного материала и, по возможности, перехвате зараженных растений. Эффективность стратегии защиты требует быстрого и надежного метода для общего обнаружения и специфической идентификации вириона.

Правильно настроенные и проработанные протокола для всех стадий постановки ПЦР: выделение РНК, проведение обратной транскрипции и амплификация являются неотъемлемой составляющей для диагностики целого ряда организмов. Получение чистой РНК – это основополагающий этап эксперимента.

В настоящее время существует большое количество видов наборов и протоколов для выделения РНК и ДНК, в состав большинства которых входит тризол либо его модификации. В данной работе представлено сравнение метода выделения ВВКК с помощью нескольких готовых наборов и модифицированного нами варианта выделения РНК с применением тризола.

Существующие коммерческие готовые ПЦР-тесты дорогостоящи, трудоемки и привязаны к бренду. В случае необходимости заменить или дополнить один из необходимых компонентов набора практически невозможно.

Схожие недостатки можно отметить и у готовых наборов обратной транскрипции (ОТ): набор может быть не специфичен к изучаемому объекту исследований и требовать оптимизации режима постановки или подбор специфических праймеров. При преждевременном расходе обратной транскриптазы ее замена не предусматривается, набор далее не функционален.

Значимый этап проводимого анализа – постановка амплификации, оптимизация протокола которой является трудоемкой задачей. Помимо подбора количества добавляемых основных компонентов требуется подбор специфических праймеров. Зачастую, протокола, описанные в статьях ученых, изучающих определенные пары праймеров, не всегда актуальны в работе других исследователей. Программы амплификации могут различаться в зависимости от возможностей используемого термоциклера, что может привести к получению отрицательных или ложноположительных результатов.

В этой связи оптимизация праймеров, специфических к ВВКК на примере обнаруженных изолятов на территории страны, оптимизация протокола диагностики к более доступному применению являются весьма актуальной задачей.

Целью настоящей работы являлась оптимизация протокола выделения, обратной транскрипции и амплификации ВВКК с использованием подобранных видоспецифических праймеров.

Материалы и методы

Источник материалов. Клубневой материал картофеля был наработан в процессе исследований методом визуальной оценки пораженности образцов картофеля ВВКК, согласно общепринятым протоколам [3, 6, 7, 8]. Отдельные образцы, зараженные ВВКК, были любезно предоставлены Татарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН» и сотрудниками РГП на ПХВ «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина».

Выделение РНК для сравнения производили тремя способами из картофельного материала:

- с применением коммерческих наборов: комплекта реагентов для выделения РНК «Проба-НК» (Агродиагностика, РФ) и комплекта реагентов для выделения РНК/ДНК «Рибо-сорб» (Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии», РФ);

- с помощью оптимизированного метода выделения РНК ВВКК с применением тризола на основе внесенных модификаций в существующие методы выделения РНК.

При использовании комплекта «Проба-НК» проведение работ осуществлялось в соответствии с протоколом производителя. Протокол выделения РНК ВВКК с применением комплекта «Рибо-сорб» для оптимальной работы требовал определенной модификации, в связи с тем, что результаты исследований отображались приглушенно выражено на получаемых электрофореграммах.

Для оптимизации выделения РНК применяли метод с применением тризола, который также был дополнительно модифицирован. Образцы доводили до гомогенного состояния. После добавления тризола к изучаемому растительному материалу, пробирки вортексировали и далее центрифугировали. Затем добавляли хлороформ, оставляли на 2-3 мин и центрифугировали в течение 10 мин при 4 °C и 12 тыс. об/мин. Супернатант переносили в новые пробирки. На следующем этапе добавляли в пробирки изопропанол для преципитации и помещали образцы на холод при температуре 4 °C. Далее образцы центрифугировали в течение 10 мин при температуре 4 °C и 12 тыс. об/мин, удаляя надосадочную жидкость. К полученному осадку добавляли 70% этиловый спирт, далее образцы центрифугировали в течение 10 мин при 4 °C и 12 тыс. об/мин. Надосадочную жидкость удаляли и подсушивали при комнатной температуре. В конце в пробирки добавляли 100 мкл деионизированной воды и помещали в термостат на 10 мин при 55 °C до растворения. Все вышеперечисленные этапы выделения проводили при комнатной температуре.

Для обратной транскрипции применялись следующие коммерческие наборы: комплект реагентов для проведения обратной транскрипции (Агродиагностика, РФ) и комплект реагентов для получения к ДНК на матрице РНК «РЕВЕРТА-L» (ФГУН ЦНИИЭ, РФ). При работе с комплектом «РЕВЕРТА-L» реакцию ОТ проводили в соответствии с скорректированной инструкцией и дополнительным внесением специфических праймеров.

В процессе проведенного анализа литературных данных нами были отобраны праймеры, наиболее информативно соответствующие детекции ВВКК в образцах картофеля (таблица 1).

Таблица 1 – Последовательность изучаемых праймеров, применяемых для детекции ВВКК

Наименование	Последовательность праймеров	Размер ПЦР-продукта
Vir1	5'-cttcagtgttttccaccggtag-3'	262 п.н.
Vir2	5'-ttcctgtggtgcactctgacc-3'	
PSTVd-for-XbaI	5'-ctatctagaccggggaacctgga-3'	360 п.н.
PSTVd-rev-BamHI	5'-ctaggatccctgaagcgctccccga-3'	
PS88M	5'-ccctgaagcgctcctccgag-3'	359 п.н.
PS89P	5'-atccccggggaacctggagcgaac-3'	
PS7P	5'-ggttcctgtggttcacacgtg-3'	351 п.н.
PS7M	5'-gaaccaactgcggtccaagg-3'	

ОТ-ПЦР проводили на амплификаторе T100 (BioRad, США). Протокола проведения ПЦР соответствовали методикам, описанным в работах с использованием следующих праймеров: Vir1/Vir2 [9]; PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI [10]; PS7P/PS7M [11] и PS88M/PS89P [11]. Также использовали реактивы производства Сибэнзим и Bio-Rad.

Исследования проводились на базе Лаборатории биотехнологии растений и молекулярной диагностики фитопатогенов Кафедры биологии, защиты и карантина растений НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина» и ТОО «Национальный центр биотехнологии» в рамках докторской диссертационной работы: «Взаимодействие вириода веретеновидности клубней картофеля с вирусными патогенами и растениями-хозяевами семейства Solanaceae» и проекта BR22887230 «Проведение апробации современных методов диагностики карантинных вредных организмов» программно-целевого финансирования МСХ РК «Создание эффективной системы управления численностью популяций карантинных вредных организмов, ограничено распространенных на территории РК».

Результаты и обсуждение

ВВКК является возбудителем одной из новых быстро распространяющихся и вредоносных болезней [12, 13]. С каждым годом на карте распространения можно наблюдать увеличивающиеся площади и новые точки диагностики данного объекта. В то же время, в ограниченных условиях диагностирование и мониторинг ВВКК относительно трудоемки и затратны. Вироид не всегда проявляет типичные симптоматические признаки заражения, также его легко спутать с сортовыми особенностями клубневого материала картофеля. Эти особенности указывают на необходимость лабораторного диагностирования для получения точного и оперативного результата. Методом ОТ-ПЦР можно обнаружить небольшие молекулы возбудителя в исследуемых образцах, но для достоверного результата необходимо правильно подобрать и оптимизировать протокола диагностики.

Существующие в настоящее время коммерческие ПЦР-тест-системы для детекции ВВКК обладают достаточно высокой специфичностью и чувствительностью. Однако для серийных анализов в связи с их дороговизной и конфиденциальностью более привлекательным является оптимизация протоколов ПЦР-диагностики образцов, инфицированных вириодом с помощью разработанных ранее праймеров.

В этой связи, нами был проведен анализ протоколов выделения РНК коммерческим наборами в сравнении с модифицированным способом.

На рисунке 1 представлены результаты электрофореграммы образцов РНК, выделенной с помощью трех изучаемых способов коммерческих наборов «Проба-НК», «Рибо-сорб» и оптимизированного протокола выделения РНК с применением тризола. Коммерческие наборы также сравнивали между собой для подбора более подходящего варианта с учетом соотношения цены/качество при возможном масштабировании объемов исследуемых образцов.

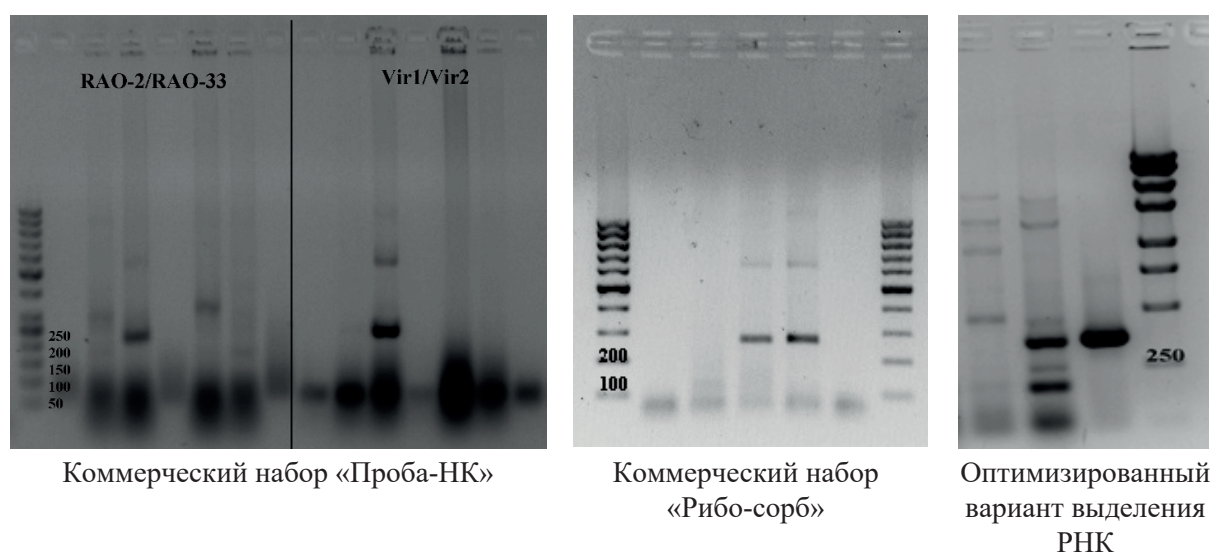


Рисунок 1 – Результаты электрофореграммы образцов РНК ВВКК, выделенных с помощью коммерческих наборов «Проба-НК», «Рибо-сорб» и оптимизированного варианта выделения РНК с применением тризола

При проведении ПЦР анализа изучаемых образцов с применением комплекта «Проба НК» и комплекта реагентов для проведения обратной транскрипции (Агродиагностика) на электрофореграммах не было четких линий, соответствующих контролям. В исследованиях, проводимых с применением комплекта «Рибо-сорб» и с помощью оптимизированного варианта выделения РНК, фрагменты ДНК на электрофореграммах проявлены лучше. Результаты, полученные с помощью предложенного оптимизированного метода выделения РНК вириона, сопоставимы с данными, полученными с помощью комплекта «Рибо-сорб». Наличие необходимого оборудования и дорогостоящих реагентов для данного варианта выделения РНК облегчит и наладит процесс выделения, снизит затраты на приобретение готовых коммерческих наборов. Для сравнения на сумму одного флакона тризола объемом 100 мл можно приобрести 3-4 коммерческих набора, рассчитанного на 100 образцов каждый. Следует отметить, что необходимо соблюдать все требования к применению данных реагентов для обеспечения безопасности в лабораторных условиях, а для этого в лаборатории должен быть вытяжной шкаф и иное оборудование, необходимое для соблюдения техники безопасности при работе с тризолом и другими реагентами.

Для достижения более точных и выраженных результатов на электрофореграмме мы модифицировали несколько пунктов в протоколе выделения РНК (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика оригинального и модифицированного протоколов выделения РНК ВВКК из образцов картофеля

Протокол для выделения РНК/ДНК «Рибо-сорб»	Модифицированный протокол для выделения РНК «Рибо-сорб»
1. Лизирующий раствор и раствор для отмывки 1 (если они хранились при температуре от 2 до 8 °C) прогреть при температуре от 60 до 65 °C до полного растворения кристаллов. 2. Отобрать необходимое количество одноразовых пробирок (включая отрицательный и положительный контроли выделения). Внести в каждую пробирку 5 мкл ВКО (если он предусмотрен для анализа данного возбудителя инфекции). Затем по 450 мкл лизирующего раствора. Промаркировать пробирки. 3. В пробирки с лизирующим раствором и ВКО (если используется) внести по 100 мкл пробы, используя наконечники с аэрозольным барьером. В пробирку отрицательного контроля (ОК) выделения внести 100 мкл ОК. В пробирку положительного контроля (ПК) выделения внести 90 мкл ОК и 10 мкл ПК (если он предусмотрен для анализа). 4. Плотнo закрытые пробы тщательно перемешать на вортексе и центрифугировать в течение 5 с при 5 тыс. об/мин на микроцентрифуге для удаления капель со внутренней поверхности крышки пробирки. (данный фрагмент текста может не пройти антиплагиат)	1. Лизирующий раствор и раствор для отмывки 1 (если они хранились при температуре от 2 до 8 °C) прогреть при температуре от 60 до 65 °C до полного растворения кристаллов. 2. 50 мкл лизирующего раствора добавить в 1,5 мл пробирку Эппендорфа с образцом и гомогенизировать с помощью стерильного пестика, отдельного для каждого образца. 3. Добавить к гомогенизированному образцу 450 мкл лизирующего раствора, перемещать на вортексе и поместить в термостат на 10 мин при 60 °C. 4. Центрифугировать 7 мин при 5000 об/мин и перенести супернатант в новые промаркированные пробирки Эппендорфа.

Для проведения дальнейшей ОТ образцов РНК ВВКК, выделенных двумя способами, применяли комплект реагентов «РЕВЕРТА-L».

Детали оптимизации протокола проведения ОТ для изучаемых образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика оригинального и модифицированного протоколов получения кДНК из выделенной РНК ВВКК

Протокол комплекта реагентов для получения кДНК на матрице РНК «РЕВЕРТА-L»	Модифицированный протокол комплекта реагентов для получения кДНК на матрице РНК «РЕВЕРТА-L»
1. Приготовить реакционную смесь на 12 реакций. Для этого в пробирку с RT-mix внести 5 мкл RT-G-mix-1, тщательно перемешать на вортексе, осадить капли с крышки пробирки кратковременным центрифугированием. 2. К полученному раствору добавить 6 мкл ревертазы (MMIv), пипетировать 5 раз, перемешать на вортексе. Осадить капли с крышки пробирки кратковременным центрифугированием. 3. Внести в пробирки по 10 мкл готовой реакционной смеси. 4. Используя наконечники с аэрозольным барьером, добавить по 10 мкл РНК-пробы в пробирки с реакционной смесью. Осторожно перемешать пипетированием. 5. оставить пробирки в амплификатор (термостат) с температурой 37 °C на 30 мин. 6. Полученную в реакции обратной транскрипции кДНК для последующей постановки ПЦР развести в 2 раза ДНК буфером (к 20 мкл кДНК отдельным наконечником с аэрозольным барьером добавить 20 мкл ДНК-буфера, аккуратно перемешать пипетированием 10 раз).	1. К 9 мкл РНК-пробы добавить по 0,5 мкл прямого и обратного праймеров каждого 2. Перенести пробирки в амплификатор (термостат) с температурой 70 °C на 2 мин, 50 °C на 5 мин. 3. В пробирку добавить 10,4 мкл RT-mix, 0,41 мкл RT-G-mix-1 и 0,5 мкл ревертазы (MMIv). 4. Поставить пробирки в амплификатор (термостат) с температурой 37 °C на 50 мин.

После получения кДНК была проведена амплификация. При работе с большим количеством циклов, как в проводимом эксперименте, увеличивается вероятность возникновения неспецифической амплификации. В связи с этим, для получения четко выраженных результатов на данном этапе исследований проводили оптимизацию работы праймеров.

Для оптимизации условий ПЦР нами был проведен ряд экспериментов, в ходе которых были установлены варианты постановки ПЦР с соответствующими протоколами для подобранных праймеров. При этом были изучены следующие параметры: количество циклов амплификации, время денатурации, температура отжига праймеров, заявленные в протоколах постановки ПЦР для каждой пары праймеров.

В результате анализа различных литературных источников нами была сведена детальная информация о режимах постановки ОТ-ПЦР (таблица 4).

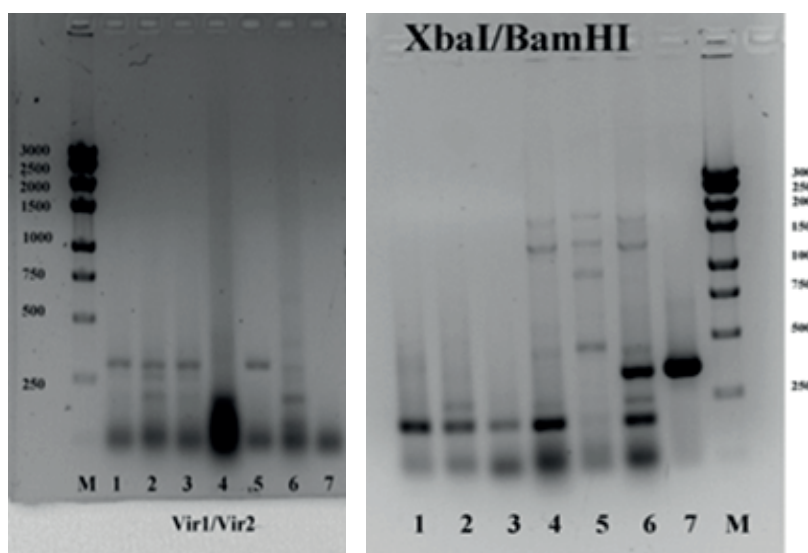
Таблица 4 – Температурно-временной режим амплификации фрагментов ВВКК

Наименование	Стадии амплификации	Температура	Время	Количество циклов
Vir1/Vir2	Денатурация	95 °C	1 мин	30
	Отжиг	59 °C	1,5 мин	
	Элонгация	72 °C	1 мин	
	Финальная элонгация	72 °C	7 мин	1

Продолжение таблицы 4

PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI	Денатурация	94 °C	1 мин	30
	Отжиг	60 °C	1 мин	
	Элонгация	72 °C	1 мин	
	Финальная элонгация	72 °C	5 мин	1
PS88M/PS89P	Денатурация	95 °C	30 сек	35
	Отжиг	62 °C	30 сек	
	Элонгация	72 °C	45 сек	
	Финальная элонгация	72 °C	7 мин	1
PS7P/PS7M	Денатурация	94 °C	30 сек	35
	Отжиг	57 °C	1 мин	
	Элонгация	72 °C	1 мин	
	Финальная элонгация	72 °C	8 мин	1

На рисунках 2 и 3 представлены результаты постановки ОТ-ПЦР исследуемых образцов на основании вышеприведенных протоколов.



А - Vir1/Vir2

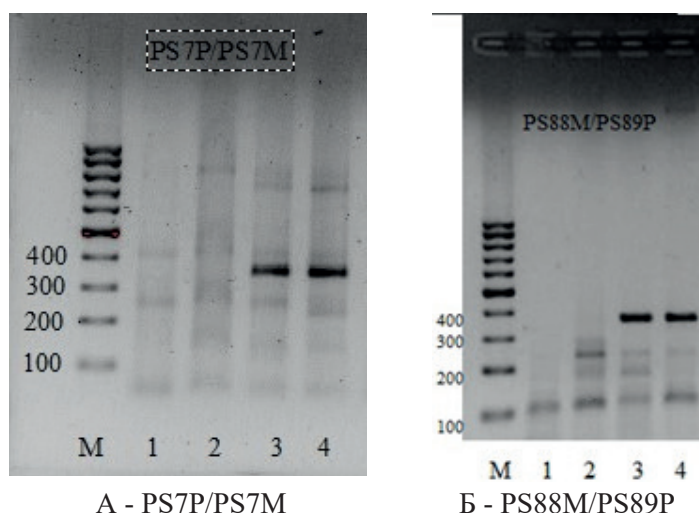
Б - PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI

1 – Агрономический; 2 – Жуковский; 3 – Кураж; 4 – Спиридон;
5 – Коломбо, 6 - KZ 270704, 7 - Положительный контроль

Рисунок 2 – Результаты полученных ПЦР-продуктов изолятов ВВКК в агарозном геле

При работе с парой праймеров PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI (360 п.н.) фрагмент НК 6-го образца - KZ 270704 как и 7-го образца (положительный контроль) проявились на электрофореграммах, однако 1-5 образцы (Агрономический, Жуковский, Кураж, Спиридон, Коломбо), несмотря на их пораженность ВВКК, показали отрицательную реакцию.

Образцы 1-3 и 5 (Агрономический, Жуковский, Кураж, Спиридон) были идентифицированы с помощью праймеров Vir1/Vir2 (262 п.н.), однако подтвержденный выше образец 6 и положительный контроль не проявились.



1 – Тохтар1, 2 – Тохтар 2, 3 – Тохтар 3, 4 – Спиридон

Рисунок 3 – Результаты полученных ПЦР-продуктов изолятов ВВКК в агарозном геле

При работе с праймерами PS7P/PS7M и PS88M/PS89P фрагменты НК образцов 3, 4 (Тохтар 3 и Спиридон) проявились на электрофореграммах. Образцы 1 и 2 (Тохтар 1 и Тохтар 2), собранные с одного куста, как и Тохтар 3, не содержали вирион.

Для получения более четких бэндов электрофореграмм нами было решено поставить температурный градиент для трех пар праймеров и внести корректировки в протокол амплификации для пары праймеров Vir1/Vir2 (таблица 5).

Таблица 5 – Исследуемые температурные режимы амплификации фрагментов ВВКК с учетом корректировок

Наименование	Стадии амплификации	Температура	Время	Количество циклов
Vir1/Vir2	Денатурация	95 °C	1 мин	35
	Отжиг	60 °C; 59,7 °C; 59 °C; 58,1 °C; 57 °C; 56,1 °C; 55,4 °C; 55 °C	1 мин	
	Элонгация	72 °C	1 мин	
	Финальная элонгация	72 °C	5 мин	1
PS88M/PS89P	Денатурация	95 °C	30 сек	35
	Отжиг	66 °C; 65,4 °C; 64,4 °C; 62,9 °C; 61,1 °C; 59,6 °C; 58,6 °C; 58 °C	30 сек	
	Элонгация	72 °C	45 сек	
	Финальная элонгация	72 °C	7 мин	1
PS7P/PS7M	Денатурация	94 °C	30 сек	35
	Отжиг	53,1 °C; 53,7 °C; 55,1 °C; 57 °C; 59,4 °C; 61,4 °C; 62,5 °C; 63,1 °C	1 мин	
	Элонгация	72 °C	1 мин	
	Финальная элонгация	72 °C	8 мин	1

Исследование температурного градиента амплификации проводилось на изоляте ВВКК Жуковский (рисунок 4).

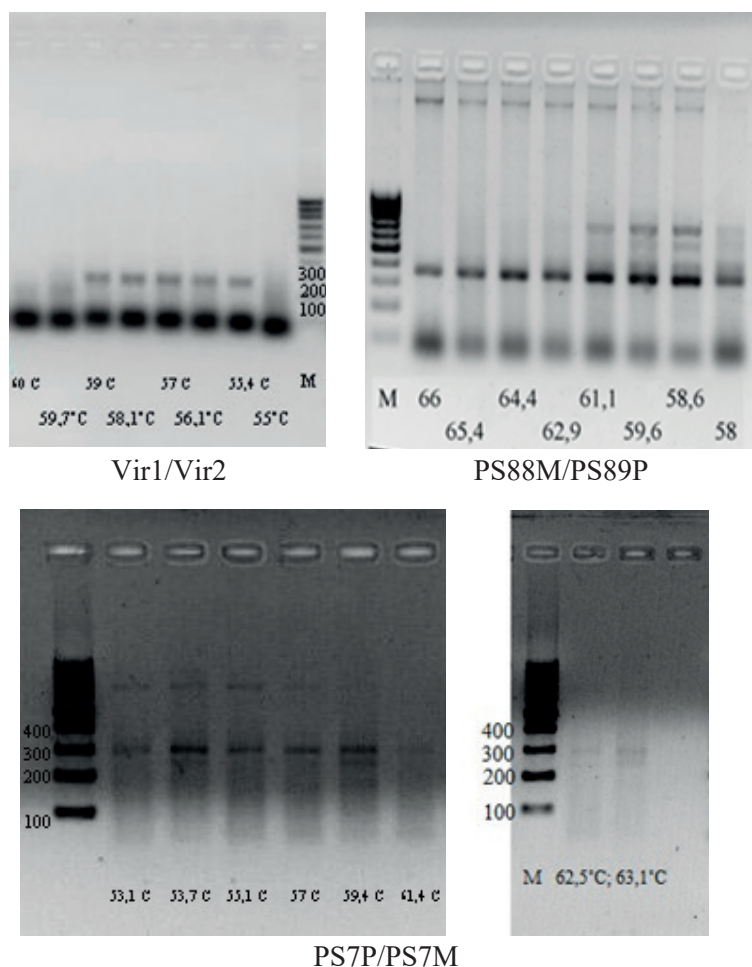


Рисунок 4 – Результаты полученных ПЦР-продуктов изолята ВВКК Жуковский в агарозном геле

Данные рисунка 3 показали, что амплификацию с применением пары праймеров Vir1/Vir2 (262 bp) для диагностики ВВКК следует проводить при 56,1 °C, в сравнении с заявленными 59 °C [9]. Заявленная температура отжига 60 °C для пары праймеров XbaI/BamHI (360 bp) оптимальна [10]. Две пары праймеров PS88M/PS89P с оптимальной температурой 66 °C и 53,7 °C для PS7P/PS7M по сравнению с заявленными 62 °C и 57 °C [11] соответственно, также рекомендуются и для проведения секвенирования образцов.

Закключение

Преимуществом оптимизированного протокола диагностики ВВКК является простой и малозатратный способ выделения РНК и относительная доступность по цене по сравнению с альтернативными подходами. Основным относительным недостатком являются затратность и требование в хранении исходных реактивов, при требуемых режимах согласно инструкции. Этот метод позволяет получить РНК на достаточном уровне, который можно достичь с помощью коммерческих наборов.

Несмотря на то, что протокол, приложенный к набору, подвергся незначительным поправкам, наиболее оптимальным выбран коммерческий набор «Рибо-сорб» (ФГУН ЦНИИЭ, РФ).

В дополнении к нему выделенные образцы использовали для получения кДНК с применением коммерческого набора «РЕВЕРТА-L» (ФГУН ЦНИИЭ, РФ).

Исследования с применением пар праймеров для детекции ВВКК (Vir1/Vir2, PSTVd-for-XbaI/PSTVd-rev-BamHI, PS88M/PS89P, PS7P/PS7M) показали наиболее объективные результаты диагностики изучаемых изолятов после внесения корректировок в протокола амплификации.

Для трех из них была адаптирована оптимальная температура отжига праймеров. Для пары праймеров Vir1/Vir2 скорректированы: количество циклов амплификации – 35 циклов, в сравнении с заявленными 30 циклами, продолжительность отжига с 1,5 мин на 1 мин и продолжительность финальной элонгации с 7 мин на 5 мин. Проведение амплификации с применением пары праймеров Vir1/Vir2 (262 bp) оптимально при температуре 56,1 °C. Пара праймеров XbaI/BamHI (360 bp) эффективно работала при заявленной температуре 60 °C.

Установлено, что для подтверждения диагностики ВВКК в образцах картофеля с применением пары праймеров PS88M/PS89P оптимальна температура 66 °C, по сравнению с заявленной 62 °C. Праймеры PS7P/PS7M более эффективно проявлялись при температуре 53,7 °C.

Отработанная программа диагностики ВВКК может способствовать ускорению процесса диагностики при обнаружении очагов заражения; повышению точности и чувствительности тестирования, что важно для правильной диагностики и проведения последующих исследований; может уменьшить количество ложноположительных результатов и позволит выбрать наиболее актуальные протокола для постановки ОТ-ПЦР для детекции ВВКК.

Вклад авторов

МС, ВХ, СВ: участвовали в сборе и подготовке образцов для ПЦР-диагностики ВВКК. МС: выполнила лабораторные анализы методом ОТ-ПЦР, провела обработку данных и анализ результатов диагностики. МС, ВХ, СВ: подготовили литературный обзор, изложили результаты исследований, выполнили анализ данных и подготовили статью. МС, ВХ, СВ: провели окончательную редакцию и вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

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» и докторской диссертационной работы на тему «Взаимодействие вириоида веретеновидности клубней картофеля с вирусными патогенами и растениями-хозяевами семейства Solanaceae».

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам и заведующему Лаборатории прикладной генетики ТОО «Национальный центр биотехнологии» (НЦБ) Шевцову А.Б. за предоставление лабораторных ресурсов, ценные рекомендации по оптимизации протокола ОТ-ПЦР-диагностики ВВКК и поддержку в проведении исследований.

Список литературы

- 1 Валовый сбор сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан. (2024). Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/113764/>.
- 2 Экспорт и импорт товаров продукции растениеводства. (2025). Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/4099/file/ru/>.
- 3 МСФМ 27. (2016). Приложение 7 – Вириод веретеновидности клубней картофеля. Рим: МККЗР, ФАО, 29.
- 4 EPPO. (2004). PM 7/33(1) – Diagnostic protocols for regulated pests. Potato spindle tuber pospiviroid. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 34, 257-269.

- 5 Verhoeven, JThJ. (2012). Potato spindle tuber viroid (spindle tuber of potato). *CABI Compendium*, 43659. DOI: 10.1079/cabicompendium.43659.
- 6 EPPO. (2011). PM 9/13 (1) – National regulatory control systems. Potato spindle tuber viroid on potato. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 41, 394-399.
- 7 Гирсова, НВ. (2003). *Вироид веретеновидности клубней картофеля: диагностика, сохранение инфекционности и особенности передачи патогенна*. Большие Вяземы: ВНИИФ, 5-10.
- 8 EPPO. (2021). PM 7/138 (1) – Pospiviroids (genus Pospiviroid). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 51, 144-177.
- 9 Mumford, RA, Walsh, K., Boonham, NA. (2000). A comparison of molecular methods for the routine detection of viroids. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 30, 431-435.
- 10 Nadirova, LT, Stanbekova, GE, Beisenov, DK, Iskakov, BK. (2016). Molecular diagnostics for the potato spindle tuber viroid in the Republic of Kazakhstan. *Biotechnology. Theory and Practice*, 3, 46-50.
- 11 Tsushima, T., Murakami, S., Ito, H., et al. (2011). Molecular characterization of Potato spindle tuber viroid in dahlia. *J Gen Plant Pathol*, 77, 253-256.
- 12 EPPO. (2024). PM 1/2 (33) - EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests. EPPO Standards, 20.
- 13 Soliman, T., Mourits, MCM, Oude Lansink, AGJM, van der Werf, W. (2012). Quantitative economic impact assessment of an invasive plant disease under uncertainty – A case study for potato spindle tuber viroid (PSTVd) invasion into the European Union. *Crop Protection*, 40, 28-35.

References

- 1 *Valovyi sbor sel'skhozjaistvennykh kul'tur v Respublike Kazahstan*. (2024). Byuro nacional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/publications/113764/>.
- 2 *Eksport i import tovarov produktsii rasteniyevodstva*. (2025). Byuro nacional'noi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/4099/file/ru/>.
- 3 MSFM 27. (2016). *Prilozhenie 7 – Viroid veretenovidnosti klubnej kartofelja*. Rim: MKKZR, FAO, 29.
- 4 EPPO. (2004). PM 7/33(1) – Diagnostic protocols for regulated pests. Potato spindle tuber pospiviroid. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 34, 257-269.
- 5 Verhoeven, JThJ. (2012). Potato spindle tuber viroid (spindle tuber of potato). *CABI Compendium*, 43659. DOI: 10.1079/cabicompendium.43659.
- 6 EPPO. (2011). PM 9/13 (1) – National regulatory control systems. Potato spindle tuber viroid on potato. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 41, 394-399.
- 7 Girsova, NV. (2003). *Viroid veretenovidnosti klubnei kartofelya: diagnostika, sohranenie infekcionnosti i osobennosti peredachi patogenna*. Bolshye Vyazemy: VNIIF, 5-10.
- 8 EPPO. (2021). PM 7/138 (1) – Pospiviroids (genus Pospiviroid). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 51, 144-177.
- 9 Mumford, RA, Walsh, K., Boonham, NA. (2000). A comparison of molecular methods for the routine detection of viroids. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 30, 431-435.
- 10 Nadirova, LT, Stanbekova, GE, Beisenov, DK, Iskakov, BK. (2016). Molecular diagnostics for the potato spindle tuber viroid in the Republic of Kazakhstan. *Biotechnology. Theory and Practice*, 3, 46-50.
- 11 Tsushima, T., Murakami, S., Ito, H., et al. (2011). Molecular characterization of Potato spindle tuber viroid in dahlia. *J Gen Plant Pathol*, 77, 253-256.
- 12 EPPO. (2024). PM 1/2 (33) - EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests. EPPO Standards, 20.
- 13 Soliman, T., Mourits, MCM, Oude Lansink, AGJM, van der Werf, W. (2012). Quantitative economic impact assessment of an invasive plant disease under uncertainty – A case study for potato spindle tuber viroid (PSTVd) invasion into the European Union. *Crop Protection*, 40, 28-35.

Картоп түйнектері виroidының ПТР диагностикасына арналған хаттаманы оңтайландыру (*Potato spindle tuber viroid, PSTVd*)

Сүлейман М.А., Хасанов В.Т., Вологин С.Г.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Картоп түйнектерінің виroidі (бұдан әрі - КТВ, виroid) - бұл ауыл шаруашылығына айтарлықтай зиян келтіретін жаңа қауіпті карантиндік патоген. Зерттеу жұмысының өзектілігі – КТВ-ын ерте анықтау молекулалық диагностикасын әзірлеу. Осы зерттеудің мақсаты КТВ-ының ПТР диагностикасы үшін арнайы праймерлерді пайдалана отырып, кері транскрипцияны (КТ-ПТР) жүргізуді оңтайландыру.

Материалдар мен әдістер. КТВ-ын диагностикалау үшін PSTVd-for-XbaI, PSTVd-rev-BamHI, PS88M, PS89P, PS7P, PS7M, Vir1, Vir2 виroidқа тән праймерлері таңдалды. Мақалада отандық және шетелдік КТВ үлгілерінің КТ-ПТР диагностикасына қысқаша сипаттама келтірілген. Реакцияны оңтайландыру үшін праймерлерді күйдіру (отжиг) температурасының градиенті де зерттелді.

Нәтижелер. Өсімдік материалынан КТВ-ын диагностикалауда таңдалған праймерлерді қолдана отырып, ұсынылған КТ-ПТР схемасын қолдану арқылы жоғары әрі тиімді нәтижеге қол жеткізілді.

Қорытынды. Өсімдік материалындағы КТВ-ын мамандандырылған арнайы праймерлер мен оңтайландырылған КТ-ПТР протоколдарын қолдану арқылы ерте диагностикалауда сәтті нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасының тұқымдық картоптың сапасы мен фитосанитариялық мониторингін бақылауда үлкен маңызға ие.

Кілт сөздер: картоп түйнектерінің виroidы; диагностика; карантиндік нысан; полимеразды тізбекті реакцияның кері транскрипциясы; праймерлер; секвенирлеу.

Optimization of the protocol for PCR diagnosis of Potato tuber spindle viroid (*Potato spindle tuber viroid, PSTVd*)

Madina A. Suleiman, Vadim T. Khassanov, Semyon G. Volodin

Abstract

Background and Aim. Potato tuber spindle viroid (hereinafter - PSTVd, viroid) is a dangerous quarantine pathogen capable of causing significant economic losses in agriculture. An urgent task is the development of a molecular diagnostic method for PSTVd to ensure its early detection. The aim of this study was to optimize the reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR) method using specific primers for the diagnosis of PSTVd.

Materials and Methods. For the diagnosis of PSTVd, primers PSTVd-for-XbaI, PSTVd-rev-BamHI, PS88M, PS89P, PS7P, PS7M, Vir1, and Vir2, which are specific to viroid, were selected. This article provides a brief description of RT-PCR diagnostics of both domestic and foreign samples of PSTVd. The temperature gradient of primer annealing was also studied to optimize the reaction.

Results. The application of the proposed RT-PCR scheme using selected primers demonstrated high efficiency in diagnosing of PSTVd in plant material.

Conclusion. The optimized RT-PCR protocols using specific primers can be successfully applied for early diagnosis of PSTVd in plant material. The results of the study are important for phytosanitary monitoring and quality control of seed potatoes in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: potato tuber spindle viroid; diagnosis; quarantine object; reverse transcriptase polymerase chain reaction; primer; sequencing.

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. - № 3 (127). - P.138-153. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2016

УДК 632.4.01/08:579.64

Исследовательская статья

Изучение микромицетов, выделенных из клубней картофеля, пораженных сухой гнилью в Казахстане

Муранец А.П.¹ , Жаныбекова Ж.Т.¹ , Есимсеитова А.К.^{1,2} ,
Рыскельдина А.Ж.¹ , Какимжанова А.А.^{1,2} 

¹Национальный центр биотехнологии, Астана, Казахстан

²ТОО «Greenlab», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Какимжанова А.А.: kakimzhanova1968@mail.ru

Соавторы: (1: AM) muranets@rambler.ru; (2: ЖК) zhanargul.zhanybekova0210@gmail.com

(3: AE) asel_1388@bk.ru; (4: AP) anararyskeldina@gmail.com

Получено: 11.07.2025 **Принято:** 26.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) занимает одно из ведущих мест среди продовольственных культур мира, культивируясь более чем в 159 странах. При потенциальной урожайности до 60-100 т/га потери при хранении могут достигать 60% вследствие поражения клубней фитопатогенами. Среди возбудителей заболеваний, возникающих в период хранения, особенно опасными считаются грибы рода *Fusarium* из-за их способности вызывать гниение клубней. Целью данного исследования является комплексная идентификация возбудителей сухой гнили клубней картофеля.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись клубни картофеля с признаками сухой гнили. Для морфологических исследований осуществляли выделение чистых культур возбудителей на питательных средах, после чего проводили описание макроскопических характеристик колоний и микроскопическое изучение структурных особенностей. Молекулярная идентификация включала выделение геномной ДНК, амплификацию генов мишени, секвенирование полученных фрагментов и последующее сопоставление последовательностей с данными международной базы GenBank для определения вида изоляционных штаммов. Патогенность выделенных штаммов оценивали путём искусственного заражения здоровых клубней.

Результаты и обсуждение. В результате из клубней картофеля с симптомами сухой гнили были выделены изоляты, принадлежащие родам *Alternaria*, *Talaromyces*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Тест на патогенность для изолятов рода *Alternaria*, *Talaromyces* и *Fusarium* показал, что все исследованные изоляты вызывали заболевание клубней с различной степенью поражения. Наибольшую агрессивность продемонстрировали гриб рода *Fusarium*, вызывая полную деградацию тканей клубней в течение двух месяцев экспозиции. Повторное выделение тех же культур из инфицированных тканей с подтверждением их идентичности по морфологическим и молекулярным признакам соответствует постулатам Коха и подтверждает связь между патогеном и заболеванием.

Закключение. Проведённый филогенетический анализ представителей рода *Fusarium* показал, что различные виды формируют чётко разграниченные и статистически поддерживаемые группы, что свидетельствует об их генетической разнородности и подтверждает обоснованность видовой классификации при использовании мультилокусного подхода. Казахстанский изолят *Fusarium sporotrichioides* сгруппировался с эталонным эпитипным штаммом, что надёжно подтверждает его таксономическую идентичность на основе маркеров: внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS) и фактора элонгации трансляции 1-альфа (TEF-1 α).

Ключевые слова: *Fusarium*; ITS; TEF-1 α ; сухая гниль.

Введение

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) в мировой структуре возделывания пищевых растений занимает одно из ведущих мест. Это основной продукт питания для 1,3 миллиарда человек с мировым производством более 368 млн т в 2018 году [1]. Более 159 стран занимаются выращиванием картофеля, в настоящее время известно более 5000 сортов этой культуры [2]. Расчетная потенциальная продуктивность культуры в оптимальных условиях может составлять 60-100 т/га [3].

В современных условиях, когда картофель выращивается в больших масштабах, экономически не оправданы потери продукции на завершающих операциях технологического цикла. Картофель может поражаться с заметным экономическим ущербом примерно 54 видами фитопатогенных грибов, 39 видами вирусов, 19 видами нематод, 3 видами фитоплазм, 11 видами бактерий. Значительная часть полученного урожая, от 30 до 60%, может быть потеряна при хранении [4-5].

В Казахстане возбудителями сухой гнили могут быть грибы *F. oxysporum*, а также другие виды этого рода [6-8].

По данным российских исследователей в качестве возбудителей гнилей и увядания картофеля выявлены представители семи комплексов видов фузариевых грибов – *Fusarium sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. tricinctum*, *F. incarnatum-equiseti*, *F. redolens*, *F. solani* и *F. nisikadoi* [9]. В Татарстане основными возбудителями сухой гнили выделялись виды *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichioides*. По результатам клубневого картофеля анализа, проведенного в этом регионе распространенность сухой фузариозной гнили составляла 77,8% [10, 11].

Идентификация возбудителей осуществляется с использованием, как морфологических характеристик, так и молекулярных методов, что обеспечивает более точное и надежное определение их видовой принадлежности. Для микромицетов, как известно, оптимальным для идентификации является *ITS* регион, он рекомендован как первичный ДНК-штрихкод для различных групп грибов [12].

Однако, для значительной части таксонов (~17%) было показано, что *ITS* является малоинформативным, поэтому они не могут быть надежно идентифицированы до видового уровня [13, 14]. Недостаточная информативность при использовании *ITS* может быть связана с недавно показанной внутригеномной изменчивостью для мультикопийных генов, которая в некоторых случаях может превышать межвидовую изменчивость (особенно это проблематично для видовых комплексов), что затрудняет идентификацию видов [15]. Вторичные ДНК-штрихкоды - в основном белок кодирующие участки (например, *TEF1-a*, *RPB1*, *RPB2*, *β -tubulin*, *CaM*), всё чаще внедряются для идентификации внутривидовых таксонов, где *ITS* не обеспечивает достаточной точности [16].

Как показал обзор научной литературы, исследованием таксономического статуса и вредоносности грибов, поражающих клубни картофеля, активно занимаются учёные во всех регионах мира, где данная культура широко возделывается. Эти исследования способствуют более успешной селекционной работе, направленной на создание сортов, устойчивых к возбудителям сухой гнили картофеля [17].

В связи с этим, изучение спектра патогенов, вызывающих сухую гниль клубней в условиях Казахстана, представляет особую актуальность и важность для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Настоящее исследование направлено на комплексную идентификацию возбудителей сухой гнили картофеля с применением морфологических и молекулярных методов, а также тестирования патогенности выделенных изолятов. Полученные результаты могут служить основой для разработки эффективных стратегий контроля сухой гнили картофеля.

Материалы и методы

Объектами исследований были, пораженные сухой гнилью, клубни картофеля сортов казахстанской и зарубежной селекции: Бабаев, Үшқоңыр, Альянс, Памяти Конаева, Астана, Жанайсан, Аксор, Карасайский, Эдем, Тохтар, Нэрли, Тамаша, Болашақ, Диар, Улан, Тамыр, Гала, Коломба, Романо. Клубни картофеля для исследований были получены из ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства» (КазНИИ плодоовощеводства)

Алматынської області, фермерських господарств Костанайської області, фермерських і дачних господарств Акмолинської області в 2023-2024 роках.

Картофель в Алматынської вирощувався на темно-каштановій, среднесуглинистий ґрунті. В пахотному шарі ґрунту міститься 2,9-3,0% гумусу; 0,18-0,20% загального азоту; 0,19-0,20% валового фосфору. Клімат передгірної зони юго-востока Казахстану є різко континентальним. Середня температура липня 22-24 °С тепла, січня – 6-10 °С морозу. Річне кількість атмосферних опадів становить 350-600 мм.

В Костанайської області картофель вирощувався на чорноземах звичайних карбонатних. Потужність гумусового горизонту становила 40-80 см. Вміст гумусу – не менше 4%, азоту 0,4-0,7%. Клімат різко континентальний помірного. Характерними рисами є різкі сезонні і добові коливання температури, сухість повітря і часті сильні вітри. Середня температура липня – 21,5 °С, січня – -15 °С. Середньорічне кількість опадів – 290-360 мм.

В Акмолинської області ґрунту, на яких вирощувався картофель, були темно-каштанові карбонатні з вмістом гумусу 2,9%. Вміст рухомих форм поживних речовин дуже низький – нітратний азот 2,01 мг/кг, рухомий фосфор – 3,85 мг/кг. Клімат території різко континентальний, середньорічна температура повітря позитивна і становить +1,7 °С. Характерним кліматичним фактором є опади, від кількості і часу випадіння яких залежить урожайність вирощуваних культур. Середньорічна сума опадів 301,2 мм з нерівномірним розподілом по вегетації, літній період характеризується сухістю.

В роки досліджень 2023-2024 метеорологічні умови суттєво не відрізнялися від середніх багаторічних даних. На більшій частині території Казахстану за 2023-2024 роки опадів випало або близько норми, або трохи більше норми. Максимально перевищена річна норма в Акмолинської області. Літом значення середньої по країні аномалії температури повітря літом становило 0,93 °С, очаг негативних аномалій займав Костанайська області. Найбільші перевищення середніх температур були в Алматынської області [18, 19].

Нами був проведений комплекс методів дослідження отриманого матеріалу, включаючи макроскопічний (патогRAFічний), мікроскопічний, мікробіологічний методи.

Макроскопічний (патогRAFічний) метод дозволяє діагностувати хворобу неозброєним оком або за допомогою лупи. Згідно цьому методу, збудитель хвороби визначається за характерними плодовими тілами, спороношенням, а також за ознаками патологій. На основі цих ознак можна встановити тип хвороби (таблиця 1).

Таблиця 1 – Симптоми ураження клубнел картофелю, за макроскопічним аналізом [20]

№	Макроскопічний аналіз	Хвороба
1	На клубнях видно сіро-бурі, трохи вдавнені плями, м'якоть рихла, буровата з порожнечами, заповнені мицелієм гриба. Існують складки покривної тканини навколо місця первинного плями. На поверхні складок утворюються рихлі подушечки спороношення грибів. Появляються жовтуваті, рожеві або білі подушечки. При глибокому ураженні пробкова тканина і м'якоть чорніє, клубень висихає, стає легким і твердим.	Фузаріозна гниль
2	На поверхні клубнел, утворюються різко відмінні від здорової частини вдавнені плями неправильної форми, більш темні, ніж покривна тканина. На поверхні великих плям існують морщини, розташовані по колу. На розрізі в місцях некрозу тканини клубнел загнивають за типом сухої гнилі, перетворюючись в щільну, тверду, суху чорно-коричневу масу, різко відмінну від здорової тканини.	Альтеріоз, макроспориоз

Для більш точного визначення збудителя зазвичай використовують додаткові методи, як правило, в лабораторних умовах.

Мікроскопічний метод використовувався для визначення виду збудителя і встановлення наявності патогена в тканинах рослини. Завдяки мікроскопії можливо виявити характерні ознаки, притаманні конкретному патогену, такі як форма і колір спор у грибів.

Определения зараженности клубней картофеля. Для получения чистых культур микроорганизмов, стерильно переносили выросшие гифы или спороношения на агаризованные среды, которые содержали антибиотик тетрациклин, для предотвращения роста нежелательных микроорганизмов. В дополнение к этим методам применяли изоляцию по одной гифе, которая переносилась на отдельную чашку Петри с питательной средой, что способствовало получению однородных, чистых культур.

Используемые питательные среды включали: овсяной агар, среду Чапека, картофельно-глюкозный агар, Сабуро, Ниберенга и голодный агар с листьями гвоздики. Эти среды обеспечивают оптимальные условия для роста различных видов микромицетов и позволяют их идентификацию и последующий анализ.

Идентификация микромицетов осуществлялась на основе морфолого-культуральных признаков с использованием методов световой микроскопии на микроскопах (MICROS, Austria), при общем увеличении $\times 100$, $\times 600$, $\times 1000$ раз. Для установления видовой принадлежности гриба использовали определители [21-23].

Анализ патогенности штаммов выделенных изолятов к клубням картофеля проводили по методике, предложенной Т.Ю. Гагкаевой и др. (2023) [24]. Клубни картофеля сорта гала (урожай 2024 г.) поверхностно обрабатывали 5% гипохлоритом натрия в течение 2-3 мин, промывали дистиллированной водой и высушивали при комнатной температуре. В столонной части делали отверстие глубиной 20 мм и шириной 5 мм. Из культур грибов, предварительно выращенных на Чапека в течение 7 суток, вырезали диски диаметром 4 мм и помещали их внутрь отверстия в клубне, которое закрывали вырезанным цилиндром клубня. Одним штаммом инокулировали 3 клубня, затем помещали их в стеклянные кюветы, неплотно закрывали крышкой и инкубировали в течение 4 недель. В контрольном варианте в отверстие помещали диск чистой средой Чапека. При появлении ростков на клубнях, их удаляли. Через 4 недели клубни разрезали пополам вдоль оси инокуляции и измеряли перпендикулярные диаметры симптома поражения (мм), рассчитывая его средние размеры для клубня. Средние размеры некрозов для каждого варианта оценивали, исключая средние размеры инокуляционного канала в контроле.

ДНК экстракция и ПЦР амплификация. Геномную ДНК выделяли по протоколу цетилтриметиламмоний бромид (СТАБ) [25] с некоторыми модификациями: вместо сбора мицелия с агаровой поверхности мицелий выращивали в жидкой среде Чапека и собирали биомассу центрифугированием. Амплификация целевых регионов проводилась методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в общем объеме 30 мкл. Смесь ПЦР содержала 5 мкл ДНК, 1 единицу Taq DNA полимеразы (ThermoFisher), 0,2 mM каждого дНТФ, 10 $\times$ буфер KCl (ThermoFisher), 2,5 mM MgCl₂, и 10 пмоль каждого праймера. Программа амплификации включала следующие этапы: начальную денатурацию при 94 °C в течение 5 мин; 30 циклов, состоящих из денатурации при 95 °C в течение 30 сек, отжига при 52 °C в течение 40 сек для регионов *ITS1-5.8S rDNA-ITS2* рибосомной ДНК и фактора элонгации трансляции 1- α (*TEF-1 α*) [26], и элонгации при 72 °C в течение 50 сек; конечная элонгация при 72 °C в течение 7 мин. ПЦР проводился с использованием амплификатора SimpliAmp (Applied Biosystems). Олигонуклеотидные праймеры, использованные в данном исследовании, были синтезированы в Лаборатории разработки средств молекулярной диагностики (Астана, Казахстан). Секвенирование выполняли с использованием набора BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) в соответствии с инструкциями производителя, а последующее разделение фрагментов осуществляли на автоматическом генетическом анализаторе 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems). Анализ и сборка нуклеотидных последовательностей выполнялись с использованием программного обеспечения SeqMan (DNA Star). Концевые фрагменты, включая участки с низким качеством прочтения и последовательности праймеров, были удалены.

Молекулярная идентификация и филогенетический анализ. Молекулярная идентификация была проведена для подтверждения таксономической принадлежности грибных изолятов, первоначально определённых на основе морфологических признаков, из пораженных сухой гнилью, клубней картофеля. Для этого были амплифицированы фрагменты ядерного генома, включающие ITS, а также TEF-1 α , после чего они были секвенированы. Полученные последовательности были выровнены и отредактированы для формирования

консенсусных последовательностей. Далее выровненные последовательности сравнивались с зарегистрированными в базе данных GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) с использованием инструмента Basic Local Alignment Search Tool (Blast). Множественное выравнивание последовательностей было выполнено с использованием программного обеспечения Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA11). На основе этих данных построено филогенетическое дерево методом ближайших соседей (Neighbour Joining, NJ). Поддержка ветвей оценивалась с использованием бутстрэп-анализа, проведенного с 1000 репликациями. Позиции, содержащие пропуски или отсутствующие данные, были исключены посредством опции полного удаления.

Результаты и обсуждение

В результате исследований было выделено 37 изолятов микромицетов. Грибы вида *Alternaria alternata*, в количестве пяти, были выделены из пораженных клубней, выращенных в Акмолинской и Костанайской областях. Три изолята *Talaromyces ucrainicus* выделены из клубней картофеля, пораженных сухой гнилью, в Акмолинской области. Наибольшее количество изолятов принадлежало грибам рода *Fusarium*, из них 24 изолята *F. Sporotrichioides* выделены из клубней картофеля с признаками сухой гнили в Акмолинской, Костанайской и Алматинской областях. Изоляты *F. oxysporum*, *F. solani* и *F. acuminatum* были выделены только в Алматинской области (таблица 2).

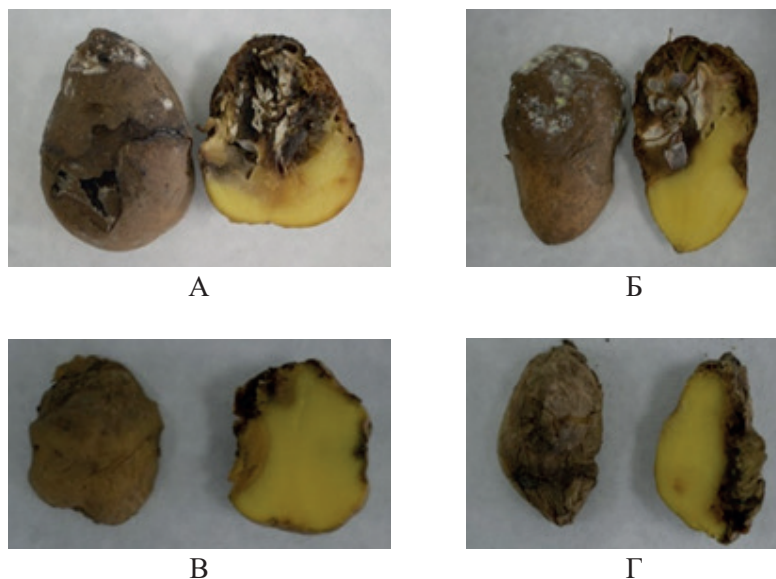
Таблица 2 – Изоляты микромицетов, выделенных из клубней картофеля с симптомами сухой гнили

№ п/п	Идентифицированный вид	Количество изолятов	Сорт картофеля	Место отбора образцов
1	<i>Alternaria alternata</i>	5	Гала, Коломбо, Родрига, Болашак, Тамаша	Акмолинская, Костанайская области
2	<i>Talaromyces ucrainicus</i>	3	Гала, Коломбо, Родрига	Акмолинская область
3	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	24	Гала, Коломбо, Родрига, Болашак, Тамаша, Аксор, Ушкоңыр, Бабаев, Нэрли	Акмолинская, Костанайская, Алматинская области
4	<i>Fusarium oxysporum</i>	1	Тамыр	Алматинская область
5	<i>Fusarium solani</i>	2	Үшкоңыр	Алматинская область
6	<i>Fusarium acuminatum</i>	1	Болашак	Алматинская область
7	<i>Fusarium graminearum</i>	1	Не установлен	Акмолинская область

Культурально-морфологические признаки, выделенных микромицетов. Основная причина порчи картофеля при его хранении – это активное развитие микроорганизмов. Ассоциации микромицетов на клубнях картофеля представляют сложные комплексы различных классов этого царства. Подавляющая часть фитопатогенных микромицетов заражает клубни картофеля еще на материнском растении во время вегетации, а также во время уборки и транспортировки, что в последствии вызывает заболевания хранения полученной продукции.

Для проведения анализа по выделению изолятов и видовой идентификации возбудителей сухой гнили картофеля было проанализировано более 300 клубней картофеля, полученных с Алматинской (КазНИИ плодовоовощеводства), Костанайской области (фермерские хозяйства) и Акмолинской области (фермерские и дачные хозяйства).

На пораженных микромицетами клубнях картофеля мы наблюдали различные симптомы поражения (рисунок 1).



А, Б - клубни картофеля, пораженные возбудителями фузариозной гнилью;
В, Г - клубни картофеля, пораженные смешанной гнилью

Рисунок 1 – Пораженные клубни картофеля, представленные для фитопатологического и микробиологического анализа

Нами были проанализированы клубни картофеля с явными признаками поражения их сухой гнилью. Из пораженных клубней картофеля на питательных средах были выделены микромицеты родов *Alternaria*, *Talaromyces*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*.

При культивировании на питательных средах нами были изучены морфологические и культуральные признаки микромицетов. Колонии гриба рода *Alternaria* на 7 сутки были диаметром до 15 мм, круглой формы, края колоний были мицелиального типа, цвет молодых колоний в возрасте 3 суток зеленоватый, с возрастом становился коричнево-черным. Конидиеносцы в мицелии были простыми или разветвленными, одиночными или в пучках, коричневатые, конидии одиночные или в цепочках, иногда разветвленных с одной или тремя перегородками, от яйцевидные до цилиндрических форм, в верхней части у многих видов вытянутые в шейку. Микромицет по культурально-морфологическим признакам был идентифицирован как *A. alternata* (рисунок 2).

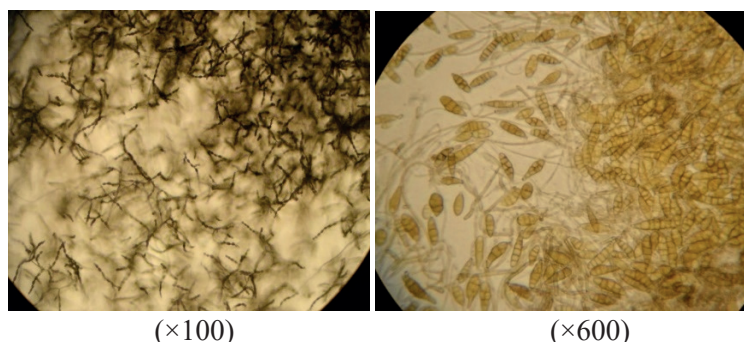


Рисунок 2 – Микроскопирование микромицетов рода *Alternaria*

Колонии микромицета рода *Penicillium* бархатистые, почти войлочные, вначале белые, потом голубовато-зеленые, реверс тускло-персикового цвета до мясного при старении. Конидии эллипсоидальные, яйцевидные или почти шаровидные, шероховатые (рисунок 3). Известно, что грибы этого рода являются сопутствующей инфекцией и часто выделяются из сельскохозяйственной продукции при хранении.

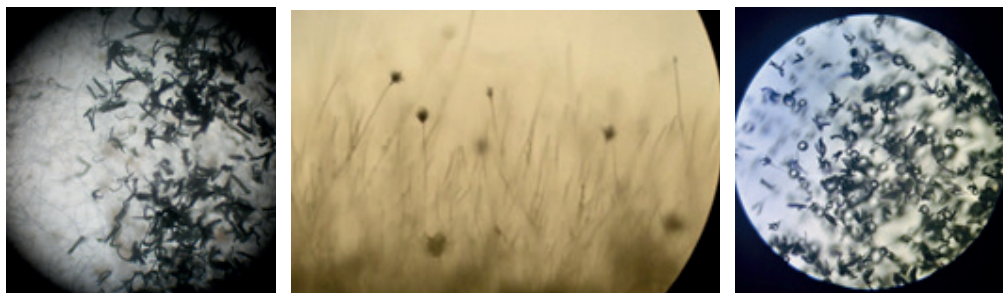


Рисунок 3 – Микроскопирование микромицетов рода *Penicillium* (×100)

Колонии микромицета рода *Talaromyces* (рисунок 4) были желтой окраски ограниченно-растущие, воздушный мицелий жёлтый, реверс имел зеленовато-желтоватую окраску, конидиеносцы были двухъярусные, конидии яйцевидные, гладкостенные. Микромицет был идентифицирован как *T. ucrainicus*.

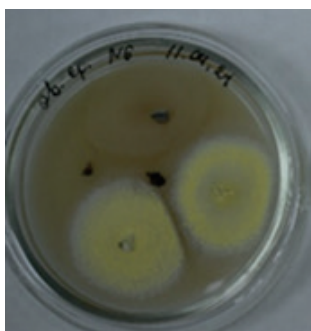
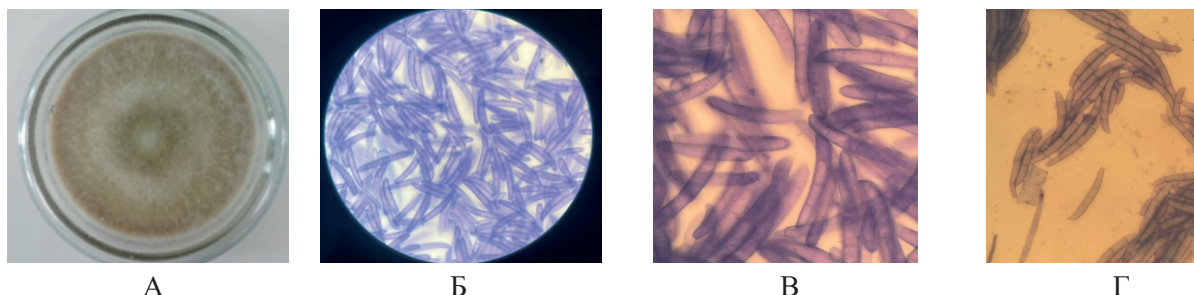


Рисунок 4 – Морфологические признаки рода *Talaromyces*, выделенных из клубней картофеля

Мицелий у большинства изолятов *Fusarium* spp. поверхностный, от хлопьевидного до войлочного, клочковатый, часто редкий, иногда рост его был концентрическими кругами. Окраска мицелия изолятов была кремовая, бледно-персиковая. Окраска реверса варьировала от кремового до бледно-персикового, в зависимости от старения культуры. Спороношение обильное, макроконидии образуются на густо ветвящихся конидиеносцах в воздушном мицелии или редуцированных до палисадного слоя фиалидах (рисунок 5).



А

Б

В

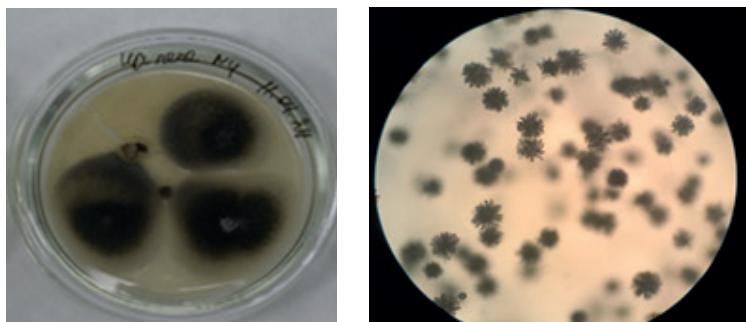
Г

А - Морфология колоний грибов рода *Fusarium*; Б - Микроскопирование микромицетов рода *Fusarium* (×600); В - Микроскопирование микромицетов рода *Fusarium* (×1000);
Г - Микроскопирование микромицетов рода *Fusarium* (×1000)

Рисунок 5 – Морфологические признаки грибов рода *Fusarium*, выделенных из пораженных сухой гнилью, клубней картофеля

В мире более 13 видов *Fusarium* вызывают заболевание картофеля сухой гнилью [27-29]. Зачастую, микромицеты *A. alternata* и грибы родов *Fusarium* spp. образуют патоккомплексы на растениях картофеля [30, 31].

Колонии *Aspergillius niger* черные, рыхлые с порошкообразной поверхностью, конидиеносцы светло-коричневые, с конидиальной головкой на вершине (рисунок 6). Конидии шаровидные, мелкошиповатые.



А

Б

А - Морфология колоний *Aspergillius niger*;

Б - Микроскопирование микромицетов *Aspergillius niger* (×100)

Рисунок 6 – Морфологические признаки рода *Aspergillius niger*, выделенных из клубней картофеля

Об ухудшении фитосанитарного и санитарного состояния растений на полях и в картофелехранилищах за счет значительного развития на листьях и клубнях картофеля грибов из рода *Aspergillus*, а также родов *Alternaria*, *Fusarium* и др. отмечают также ряд исследователей [32].

Изучение патогенности, выделенных микромицетов

Для изучения патогенности некоторых видов микромицетов, выделенных из пораженных сухой гнилью клубней картофеля был заложен опыт в трехкратной повторности. В опыте по изучению патогенности использованы изоляты грибов *A. alternata*, *T. ucrainicus*, микромицеты *p. Fusarium*. Все выделенные изоляты проявили патогенность к клубням картофеля в тестах, развивая симптомы, схожие с теми, которые были обнаружены в клубнях, из которых они были выделены. Практически во всех случаях уже через 3 суток после инфицирования в клубнях, в месте внесения инфекции, появлялись очаги сухой гнили. При визуальном осмотре клубней в вариантах, инокулированных микромицетами вокруг инокуляционного канала были разрушены основные ткани, образовывались углубления разного размера, иногда формировался воздушный мицелий на поверхности клубня. Ткань клубня под воздействием гриба усыхала, и в зависимости от агрессивности микромицета, происходило образование внутренних полостей разного размера, отделенных от внешне здоровой ткани границей от светло- до темно-коричневого цвета (рисунок 7).



А

Б

В

Г

А - Контроль; Б - *A. alternata*; В - *T. ucrainicus*; Г - *p. Fusarium*

Рисунок 7 – Изучение патогенности изолятов микромицетов, выделенных из пораженных сухой гнилью клубней картофеля (1 месяц экспозиции)

Поверхность образовавшейся полости была выстлана мицелием и спороношением гриба, а через 3 недели во всех случаях диаметр пораженного участка увеличивался, достигая, в зависимости от агрессивности изолята от 5 до 20 мм. Самый агрессивный изолят микромицета был из рода *Fusarium*, степень разрушения тканей на 25 день составила 65% (рисунок 8).

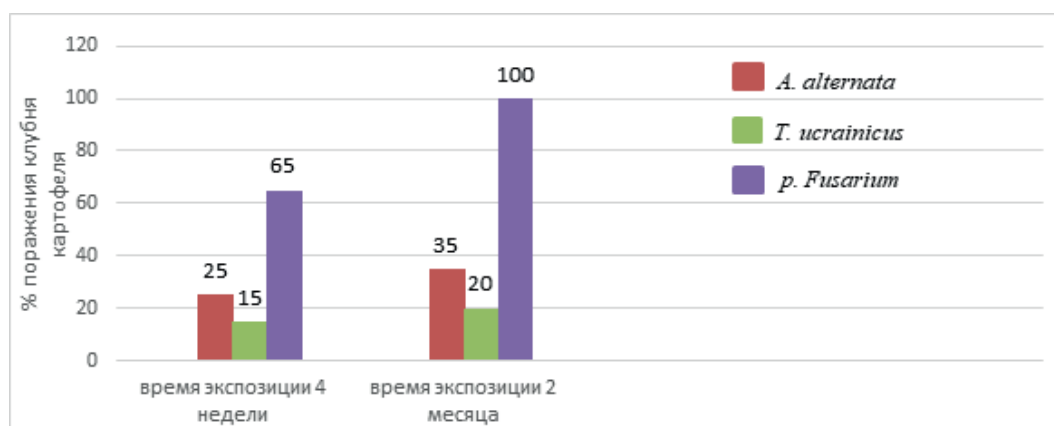


Рисунок 8 – Относительные размеры поражения клубней картофеля сорта Гала (некроз) при инокуляции штаммами микромицетов *A. alternata*; *T. ucrainicus*; *p. Fusarium*

Среднюю степень образования гнили при заражении здоровых клубней, вызывали изоляты гриба *A. alternata* до 25%, слабую – изоляты рода *T. ucrainicus* до 14%. Через два месяца экспозиции некрозы тканей клубня картофеля увеличились до 30 и 20% в первых вариантах. Инокулирование клубней мицелием грибов рода *Fusarium* полностью разрушили ткани клубня картофеля (рисунок 9).



А - Контроль; Б - *p. Fusarium*

Рисунок 9 – Клубни картофеля, пораженные сухой гнилью (2 месяца экспозиции)

Молекулярная идентификация и филогенетический анализ

Из инфицированных тканей картофеля были повторно выделены те же культуры, что и использованные для инокуляции, подтвержденные по морфологическим признакам и проведенному секвенированию, что соответствует постулатам Коха.

Среди представителей рода *Fusarium* изолят, выделенный из картофеля в Казахстане, был молекулярно подтвержден как *F. sporotrichioides* на основании анализа последовательностей двух маркеров, *TEF-1a* и *ITS*. Кроме того, на основании анализа одного маркера были идентифицированы и другие виды рода *Fusarium*, включая *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. graminearum*. Поиск в программе BLAST показал, что нуклеотидные последовательности *ITS*-региона исследованных изолятов имеют высокую степень гомологии с представителями видов *F. oxysporum*, *F. solani* и *F. acuminatum*. Выделенные казахстанские изоляты *F. oxysporum* оказались идентичны бельгийскому штамму (OW987875.1), а также французскому (OW985550.1) и пакистанскому штамму FCO4 (LR535800.1). Изолят *F. solani* показали идентичность с японским изолятом NH111 (AB498917), а *F. acuminatum* – с американским изолятом Scobey-MT (MK729582.1). Кроме того, один из изолятов был идентифицирован как *F. graminearum*, продемонстрировав 99,17% гомологии с референтной последовательностью (GenBank: ON216319.1).

Согласно литературным данным, виды *F. oxysporum* и *F. solani* ранее были выделены из клубней картофеля [33]. В то время как такие представители рода *Fusarium*, как *F. graminearum* и *F. acuminatum*, по данным исследований, чаще ассоциируются с заболеваниями других растений [34, 35].

Для надёжной идентификации *F. sporotrichioides* был проведен мультилокусный филогенетический анализ с использованием референтных последовательностей изолятов

Fusarium, происходящих из различных географических регионов (таблица 3). В качестве внешней группы для построения филогенетического дерева использован штамм *Neonectria coccinea* (CBS 119158).

Таблица 3 – Инвентарные GenBank номера для последовательностей генов *ITS* и *TEF-1α* изолятов рода *Fusarium* из различных географических регионов

Код изолята	Географический регион	Растение-хозяин	Вид	Номер GenBank (<i>ITS</i>)	Номер GenBank (<i>TEF-1α</i>)
ISO-1	Казахстан	Картофель	<i>F.sporotrichioides</i>		
23KaPT10_7	Россия	Картофель	<i>F.sporotrichioides</i>	PP093695.1	PP098296.1
F.sam-2	США	Картофель	<i>F. sambucinum</i>	PQ625445.1	PQ631360.1
F.oxy-2	США	Картофель	<i>F. oxysporum</i>	PQ625444.1	PQ631359.1
F.sol-1	США	Картофель	<i>F. solani</i>	PQ605423.1	PQ623321.1
N-43-1	Китай	Картофель	<i>F. acuminatum</i>	MT560377.1	MT749769.1
N-32-1	Китай	Картофель	<i>F. equiseti</i>	MT560375.1	MT749767.1
DR-5	Китай	Картофель	<i>F. nirenbergiae</i>	PP794585.1	PP795696.1
MP5	Индия	Не известен	<i>F. sambucinum</i>	OM190496.1	OM319357.1
F3	Китай	Картофель	<i>F. foetens</i>	OM370930.1	OM370932.1
SPL16046	Корея	Батат	<i>F. oxysporum</i>	KY508358.1	KY508346.1
SPL16128	Корея	Батат	<i>F. solani</i>	KY796230.1	KY796236.1
Fsa0737-R	Польша	Картофель	<i>F. sambucinum</i>	KC899117.1	KC899119.1

Полученная филогенетическая топология выявила несколько хорошо поддерживаемых групп, соответствующих различным видам рода *Fusarium*, что подтверждается высокими бутстрэп-значениями (рисунок 10). Казахстанский изолят ISO-1, идентифицированный как *F. sporotrichioides*, образовал группу с российским изолятом 23KaPT10-7, что надёжно подтверждает таксономическую принадлежность казахстанского изолята.

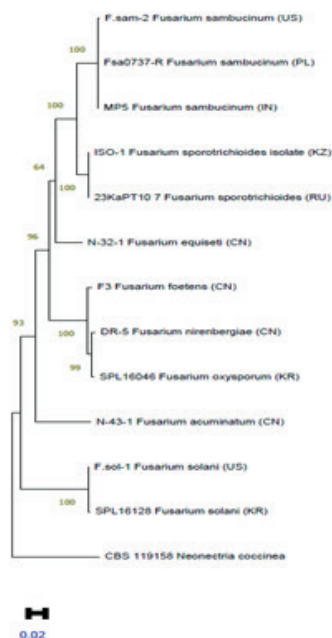


Рисунок 10 – Филогенетическое дерево, реконструированное методом ближайших соседей (NJ) на основе объединённых последовательностей внутреннего транскрибируемого спейсера рДНК (*ITS*) и гена *TEF-1α* у изолятов *Fusarium*, с использованием программы MEGA11 и 1000 бутстрэп-репликаций. Бутстрэп-значения $\geq 60\%$ считаются статистически значимыми и отображены на дереве

Заклучение

За два года исследований в чистую культуру было выделено 37 изолятов микромицетов, участвующих в патологическом процессе разложения растительных тканей по типу «сухой» гнили. Идентификация возбудителей сухой гнили картофеля была выполнена на основе культурально-морфологических признаков и молекулярных маркеров (*ITS* и *TEF-1α*), что позволило достоверно установить их видовую принадлежность. Среди всего числа выделенных изолятов грибов 29 (74,5%) были отнесены к роду *Fusarium*. Из остальных идентифицированных грибов встречались *Alternaria alternata*, *Talaromyces ucrainicus*, а также грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium*. В ходе теста на патогенность наибольшую агрессивность продемонстрировали грибы рода *Fusarium*, вызывая полную деградацию тканей клубней. Повторное выделение тех же культур из инфицированных образцов, с подтверждением их идентичности по морфологическим и молекулярным признакам, соответствует постулатам Коха и подтверждает причинно-следственную связь между патогеном и заболеванием. Кроме того, филогенетический анализ представителей рода *Fusarium* показал, что различные виды формируют чётко разграниченные и статистически поддерживаемые группы, что свидетельствует об их генетической разнородности и обоснованности видовой классификации при использовании мультилокусного подхода. Казахстанский изолят *Fusarium sporotrichioides* сгруппировался с эталонным штаммом-эпитипом, что надёжно подтверждает его таксономическую идентичность.

Вклад авторов

АМ и ЖЖ: методология, проведение анализа и подготовка первоначального варианта рукописи; АР и АЕ: исследование; АК: проектное управление, концептуализация, рецензирование и редактирование.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках научно-технической программы BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» на 2024-2026 годы при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Stokstad, E. (2019). The New Potato. Breeders Seek a Breakthrough to Help Farmers Facing an Uncertain Future. *Science*, 363, 574-577.
- 2 Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Международный день картофеля*. <https://www.fao.org/international-potato-day/r>
- 3 Шафикина, ТН, Бояркина, СВ, Омеличкина, ЮВ, Таусон, ЕЛ, Федосеева, ИВ. (2008). Диагностика возбудителя кольцевой гнили в клубнях картофеля методом полимеразной цепной реакции. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 3, 4-8.
- 4 Игнатов, АН, Панычева, ЮС, Воронина, МВ, Джалилов, ФС. (2018). Бактериозы картофеля в Российской Федерации. *Картофель и овощи*, 1, 3.
- 5 Torres, MD, Fradinho, P., Rodríguez, P., Falqué, E., Santos, V., Domínguez, H. (2020). Biorefinery concept for discarded potatoes: Recovery of starch and bioactive compounds. *Journal of Food Engineering*, 275, 109886.
- 6 Асылбек, АМ, Рахимова, ЕВ, Мироненко, НВ, Сулейменова, СЕ, Красавин, ВФ, Ертаева, БА. (2016). Идентификация возбудителя фузариоза картофеля на юго-востоке казахстана. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный)*, 4(91), 4-12.
- 7 Красавин, ВФ, Ертаева, БА, Красавина, ВК, Мошняков, АН, Шарипова, ДС. (2020) Адаптирование к внедрению зарубежных высокопродуктивных сортов картофеля на юго-востоке Казахстана. *Исследование, результаты*, 4(88), 249-254.

- 8 Хасанов, ВТ, Әжімахан, МӘ, Тулеева, АК, Ну, В., Zhang, Z. (2023). Идентификация вирусной инфекции и изучение устойчивости селекционного материала картофеля к сухой фузариозной гнили. *Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата*, 2(65), 132-143.
- 9 Гагкаева, ТЮ, Орина, АС, Гаврилова, ОП, Трубин, ИИ, Хютти, АВ. (2025). Распространение фузариозной сухой гнили клубней картофеля в Российской Федерации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 26 (1), 98-106.
- 10 Хадиева, ГФ, Лутфуллин, МТ, Акосах, ЙА. (2018). Анализ микромицетов рода *Fusarium*, изолированных из инфицированных клубней картофеля, выращенных в Республике Татарстан. *Достижения науки и техники АПК*, 3, 34-39.
- 11 Сираева, ЗЮ. (2020). Эффективность адаптивно-интегрированной защиты картофеля на высоком инфекционном фоне. *Биомика*, 12(3), 367-375.
- 12 Блохин, ЮИ, Соколова, ОА, Щербинина, ПК, Зейрук, ВН. (2023). Защита картофеля в период его вегетации и хранения. *Агропромышленные технологии Центральной России*, 1 (27), 122-128.
- 13 Lücking, R., Aime, MC, Robbertse, B., Miller, AN, Ariyawansa, HA, Aoki, T., Schoch, CL. (2020). Unambiguous identification of fungi: where do we stand and how accurate and precise is fungal DNA barcoding? *IMA fungus*, 11(1), 14.
- 14 Vu, D., Groenewald, M., De Vries, M., Gehrman, T., Stielow, B., Eberhardt, U., Verkley, GJM. (2019). Large-scale generation and analysis of filamentous fungal DNA barcodes boosts coverage for kingdom fungi and reveals thresholds for fungal species and higher taxon delimitation. *Studies in mycology*, 92(1), 135-154.
- 15 Paloi, S., Luangsa-Ard, JJ, Mhuanong, W., Stadler, M., Kobmoo, N. (2022). Intragenomic variation in nuclear ribosomal markers and its implication in species delimitation, identification and barcoding in fungi. *Fungal Biology Reviews*, 42, 1-33.
- 16 Tekpinar, AD, Kalmer, A. (2019). Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny. *Nova Hedwigia*, 109(1-2), 187-224.
- 17 Ганнибал, ФБ, Полуэктова, ЕВ, Гагкаева, ТЮ, Гомжина, ММ, Хютти, АВ. (2024). Грибы, ассоциированные с картофелем, и их значение как патогенов в России. *Новости защиты растений (Вестник Защиты Растений)*, 107(4), 148-164.
- 18 Республиканское государственное предприятие «Казгидромет». (2023). *Обзор об особенностях климата на территории Казахстана 2023. года* <https://www.kazhydromet.kz/ru/post/2655>
- 19 Республиканское государственное предприятие «Казгидромет». (2024). *Обзор об особенностях климата на территории Казахстана*. https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/280/year_file_en/682ca255cbcd60bzorosobennostey-klimata_kazahstan-za-2024
- 20 Органическое Живое Земледелие. *Защита от болезней*. <https://www.bashinkom.ru/ojz/zashchita-ot-bolezney/bolezni-kartofelya/>
- 21 Bilai, VI. (1977). *Fusaria*. Kiev: Naukova Dumka Publ.
- 22 Gerlach, W., Nirenberg, H. (1982). The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas. *Mitt. Biol. Bundesans Land-Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*.
- 23 Литвинов, МА. (1967). Определитель микроскопических почвенных грибов.
- 24 Гагкаева, ТЮ, Орина, АС, Трубин, ИИ, Гаврилова, ОП, Хютти, АВ. (2023). *Fusarium sambucinum* – возбудитель сухой гнили клубней картофеля. *Вестник защиты растений*, 106 (3), 137-145.
- 25 Carter-House, D., Stajich, J., Unruh, S., Kurbessoian, T. (2020). Fungal CTAB DNA Extraction. [dx.doi.org/10.17504/protocols.io.bhx8j7rw](https://doi.org/10.17504/protocols.io.bhx8j7rw)
- 26 Fungal Diseases. (2024). *Target Genes, Primer Sets, and Thermocycler Settings for Fungal DNA Amplification*. https://www.cdc.gov/fungal/hcp/laboratories/settings-for-dna-amplification.html?utm_source
- 27 Tiwari, RK, Kumar, R., Sharma, S., Sagar, V., Aggarwal, R., Naga, KC, Kumar, M. (2020). Potato dry rot disease: current status, pathogenomics and management. *3 Biotech*, 10, 1-18.
- 28 Azil, N., Stefańczyk, E., Sobkowiak, S., Chihat, S., Bouregghda, H., Śliwka, J. (2021). Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with tuber dry rot and wilt of potato in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 159(3), 495-509.

29 Белосохов, АФ, Ярмеева, ММ, Долгов, АМ, Миславский, СМ, Албантов, ГП, Курчаев, МЛ, и др. (2022). Грибы рода *Fusarium* на клубнях картофеля. *Современная микология в России*, 9, 250-252.

30 Приходько, ЕС, и др. (2019). Влияние метеусловий на развитие патоконплекса *Alternaria* - *Fusarium* в посадках картофеля. Земледелие и растениеводство. *Достижение науки и техники АПК*, 33(1), 14-22.

31 Приходько, ЕС, Смирнов, АН. (2019). Вредоносность патоконплекса Фузариоз – *Alternaria* в посадках картофеля. *Картофель и овощи*, 27-28.

32 Смирнов, АН, Смирнова, ОГ. (2019). Имунитет растений как фактор, сдерживающий сопряженные увядания растений в условиях урбанизированной среды. *Аграрная наука*, 2, 45-49.

33 Асылбек, АМ, Рахимова, ЕВ, Мироненко, НВ, Сулейменова, СЕ, Красавин, ВФ, Ертаева, БА. (2016). Идентификация возбудителя фузариоза картофеля на юго-востоке Казахстана. *Вестник Науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина*, 4(91), 4-12.

34 Гагкаева, ТЮ, Гаврилова, ОП, Левитин, ММ. (2014). Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*. *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»*, 6(1), 36-45.

35 Аграрий Казахстана. Мониторинг микробного фона зерновых культур на протяжении десятилетий. <http://abkaz.kz/monitoring-mikrobnogo-fona-zernovykh-kultur-na-protyazhenii-desyatiletij>.

References

1 Stokstad, E. (2019). The New Potato. Breeders Seek a Breakthrough to Help Farmers Facing an Uncertain Future. *Science*, 363, 574-577.

2 Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Mezhdunarodnyj den' kartofelya*. <https://www.fao.org/international-potato-day/ru>. [in Russ].

3 Shafikova, TN, Boyarkina, SV, Omelichkina, JV, Tauson, EL, Fedoseeva, IV. (2008). Potato ring rot pathogen detection by polymerase chain reaction in potato tubers. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 3, 4-8.

4 Ignatov, AN, Panycheva, YuS, Voronina, MV, Dzhililov, FS. (2018). Bakteriozy kartofelya v Rossiiskoi Federacii. *Kartofel' i ovoshchi*, 1, 3. [in Russ].

5 Torres, MD, Fradinho, P., Rodríguez, P., Falqué, E., Santos, V., Domínguez, H. (2020). Biorefinery concept for discarded potatoes: Recovery of starch and bioactive compounds. *Journal of Food Engineering*, 275, 109886.

6 Asylbek, AM, Rahimova, EV, Mironenko, NV, Sulejmenova, SE, Krasavin, VF, Ertayeva, BA. (2016). Identifikaciya vozбудitelya fuzarioza kartofelya na yugo-vostoke kazahstana. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina (mezhdisciplinarnyi)*, 4(91), 4-12. [in Russ].

7 Krasavin, VF, Ertayeva, BA, Krasavina, VK, Moshnyakov, AN, Sharipova, DS. (2020) Adaptirovanie k vnedreniyu zarubezhnyh vysokoproduktivnyh sortov kartofelya na yugo-vostoke Kazahstana. *Issledovanie, rezul'taty*, 4(88), 249-254. [in Russ].

8 Hasanov, VT, Əzhimahan, MƏ, Tuleeva, AK, Hu, B., Zhang, Z. (2023). Identifikaciya virusnoj infekcii i izuchenie ustojchivosti selekcionnogo materiala kartofelya k suhoj fuzarioznoj gnili. *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata*, 2(65), 132-143. [in Russ].

9 Gagkaeva, TYu, Orina, AS, Gavrilova, OP, Trubin, II, Hyutti, AV. (2025). Rasprostraneni fuzarioznoi suhoi gnili klubnei kartofelya v Rossiiskoi Federacii. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 26(1), 98-106. [in Russ].

10 Hadieva, GF, Lutfullin, MT, Akosah, JA. (2018). Analiz mikromicetov roda *Fusarium*, izolirovannyh iz inficirovannyh klubnej kartofelya, vyrashchennyh v Respublike Tatarstan. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 3, 34-39. [in Russ].

11 Siraeva, ZYu. (2020). Effektivnost' adaptivno-integrirrovannoi zashchity kartofelya na vysokom infekcionnom fone. *Biomika*, 12(3), 367-375. [in Russ].

12 Blohin, YuI, Sokolova, OA, Shcherbinina, PK, Zejruk, VN. (2023). Zashchita kartofelya v period ego vegetacii i hraneniya. *Agropromyshlennye tekhnologii Central'noi Rossii*, 1(27), 122-128. [in Russ].

- 13 Lücking, R., Aime, MC, Robbertse, B., Miller, AN, Ariyawansa, HA, Aoki, T., Schoch, CL. (2020). Unambiguous identification of fungi: where do we stand and how accurate and precise is fungal DNA barcoding? *IMA fungus*, 11(1), 14.
- 14 Vu, D., Groenewald, M., De Vries, M., Gehrman, T., Stielow, B., Eberhardt, U., Verkley, GJM. (2019). Large-scale generation and analysis of filamentous fungal DNA barcodes boosts coverage for kingdom fungi and reveals thresholds for fungal species and higher taxon delimitation. *Studies in mycology*, 92(1), 135-154.
- 15 Paloi, S., Luangsa-Ard, JJ, Mhuanong, W., Stadler, M., Kobmoo, N. (2022). Intragenomic variation in nuclear ribosomal markers and its implication in species delimitation, identification and barcoding in fungi. *Fungal Biology Reviews*, 42, 1-33.
- 16 Tekpinar, AD, Kalmer, A. (2019). Utility of various molecular markers in fungal identification and phylogeny. *Nova Hedwigia*, 109(1-2), 187-224.
- 17 Gannibal, FB, Poluektova, EV, Gagkaeva, TYu, Gomzhina, MM, Hyutti, AV. (2024). Griby, associirovannye s kartofelem, i ih znachenie kak patogenov v Rossii. *Novosti zashchity rastenij (Vestnik Zashchity Rastenij)*, 107(4), 148-164. [in Russ].
- 18 Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie «Kazgidromet». (2023). *Obzor obosobennostyah klimata na territorii Kazahstana 2023. goda* <https://www.kazhydromet.kz/ru/post/2655>. [in Russ].
- 19 Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie «Kazgidromet». (2024). *Obzor obosobennostyah klimata na territorii Kazahstana*. https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/280/year_file_en/682ca255cbcd6obzorobosobennostey-klimata_kazahstan-za-2024 [in Russ].
- 20 Organicheskoe ZHivoe Zemledelie. *Zashchita ot boleznej*. <https://www.bashinkom.ru/ojz/zashchita-ot-bolezney/bolezni-kartofelya> [in Russ].
- 21 Bilai, VI. (1977). *Fusaria*. Kiev: Naukova Dumka Publ.
- 22 Gerlach, W., Nirenberg, H. (1982). The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas. *Mitt. Biol. Bundesans Land-Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*.
- 23 Litvinov, MA. (1967). *Opredelitel' mikroskopicheskikh pochvennykh gribov*. [in Russ].
- 24 Gagkaeva, TYu, Orina, AS, Trubin, II, Gavrilova, OP, Hyutti, AV. (2023). *Fusarium sambucinum – vzbuditel' suhoj gnili klubnej kartofelya. Vestnik zashchity rastenij*, 106(3), 137-145. [in Russ].
- 25 Carter-House, D., Stajich, J., Unruh, S., Kurbessoian, T. (2020). Fungal CTAB DNA Extraction. [dx.doi.org/10.17504/protocols.io.bhx8j7rw](https://doi.org/10.17504/protocols.io.bhx8j7rw)
- 26 Fungal Diseases. (2024). *Target Genes, Primer Sets, and Thermocycler Settings for Fungal DNA Amplification*. https://www.cdc.gov/fungal/hcp/laboratories/settings-for-dna-amplification.html?utm_source
- 27 Tiwari, RK, Kumar, R., Sharma, S., Sagar, V., Aggarwal, R., Naga, KC, Kumar, M. (2020). Potato dry rot disease: current status, pathogenomics and management. *3 Biotech*, 10, 1-18.
- 28 Azil, N., Stefańczyk, E., Sobkowiak, S., Chihat, S., Bouregghda, H., Śliwka, J. (2021). Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with tuber dry rot and wilt of potato in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 159(3), 495-509.
- 29 Belosohov, AF, YArmeeva, MM, Dolgov, AM, Mislavskij, SM, Albantov, GP, Kurchaev, ML, i dr. (2022). Griby roda *Fusarium* na klubnykh kartofelya. *Sovremennaya mikologiya v Rossii*, 9, 250-252. [in Russ].
- 30 Prihod'ko, ES, i dr. (2019). Vliyanie meteuslovij na razvitie patokompleksa *Alternaria - Fusarium* v posadkah kartofelya. *Zemledelie rastenievodstvo. Dostizhenie nauki i tekhniki APK*, 33 (1), 14-22. [in Russ].
- 31 Prihod'ko, ES, Smirnov, AN. (2019). Vredonosnost' patokompleksa *Fuzarioz – Alternaria* v posadkah kartofelya. *Kartofel' i ovoshchi*, 27-28. [in Russ].
- 32 Smirnov, AN, Smirnova, OG. (2019). Immunitet rastenii kak faktor, sderzhivayushchii sopryazhennye uvyadaniya rastenii v usloviyah urbanizirovannoi sredy. *Agrarnaya nauka*, 2, 45-49. [in Russ].
- 33 Asylbek, AM, Rahimova, EV, Mironenko, NV, Sulejmenova, SE, Krasavin, VF, Ertaeva, BA. (2016). Identifikaciya vzbuditelya fuzarioza kartofelya na yugo-vostoke Kazahstana. *Vestnik Nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta imeni S. Seifullina*, 4(91), 4-12. [in Russ].

34 Gagkaeva, TYu, Gavrilova, OP, Levitin, MM. (2014). Bioraznoobrazie i arealy osnovnyh toksinoproduciyushchih gribov roda Fusarium. *Mezhdisciplinarnyi nauchnyi i prikladnoi zhurnal «Biosfera»*, 6(1), 36-45. [in Russ].

35 Agrarii Kazahstana. *Monitoring mikrobnogo fona zernovyh kul'tur na protyazhenii desyatiletii*. <http://abkaz.kz/monitoring-mikrobnogo-fona-zernovyh-kul'tur-na-protyazhenii-desyatiletii> [in Russ].

Қазақстандағы картоптың құрғақ шірік ауруының негізгі қоздырғыштары болып табылатын микромицеттерді зерттеу

Муранец А.П., Жаныбекова Ж.Т., Есимсеитова А.К., Рыскельдина А.Ж.,
Какимжанова А.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Картоп (*Solanum tuberosum* L.) – әлемнің 159-дан астам елінде кеңінен өсірілетін, аса маңызды азық-түлік дақылдарының бірі. Өнімділік әлеуеті 60-100 т/га дейін жеткенімен, сақтау барысында фитопатогендердің әсерінен түйнектердің шіруі өнімнің 60% дейін жоғалуына себеп болуы мүмкін. Сақтау кезінде кездесетін фитопатогендердің ішінде түйнек ұлпасының шіріп кетуін тудыратын *Fusarium* туысына жататын саңырауқұлақтар аса қауіпті қоздырғыштар қатарына жатады. Зерттеу жұмысының мақсаты картоптың құрғақ шірік ауруының қоздырғыштарын кешенді түрде анықтау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Осы зерттеудің нысаны ретінде құрғақ шірік белгілері бар картоп түйнектері алынды. Морфологиялық зерттеулер жүргізу үшін фитопатогендердің таза культуралары қоректік орталарда бөлініп алынып, кейін колониялардың макроскопиялық сипаттамасы мен құрылымдық ерекшеліктері микроскоп арқылы зерттелді. Молекулалық идентификацияға геномдық ДНҚ-ны бөліп алу, гендерді амплификациялау, алынған фрагменттерді секвенирлеу және алынған нуклеотидтік тізбектерді GenBank халықаралық дерекқорындағы мәліметтермен салыстыру арқылы бөлінген штаммдардың түрін анықтау кірді. Бөлініп алынған штаммдардың фитопатогендік қасиеттері сау картоп түйнектерін жасанды инокуляциялау арқылы бағаланды.

Нәтижелер. Құрғақ шірік белгілері байқалған картоп түйнектерінен *Alternaria*, *Talaromyces*, *Fusarium*, *Aspergillus* және *Penicillium* туыстарына жататын саңырауқұлақ изоляттары бөлініп алынды. Түрлік идентификация ДНҚ секвенирлеу әдісі арқылы жүзеге асырылды. *Alternaria*, *Talaromyces* және *Fusarium* туысына жататын изоляттарға жүргізілген патогендік тест нәтижесінде олардың барлығы картоп түйнектерінде ауру тудыра алатыны анықталды, алайда зақымдану дәрежесі әртүрлі болды. *Fusarium* туысының өкілдері ең жоғары агрессивтілік танытып, екі айлық инкубация кезеңінде түйнек ұлпаларының толық ыдырауына себеп болды. Инфекцияланған түйнек ұлпаларынан сол изоляттардың қайта бөлініп алынуы және олардың морфологиялық әрі молекулалық сипаттамалары бойынша бастапқы штаммен сәйкестігі Кох постулаттарына толық сәйкес келіп, патоген мен ауру арасындағы байланысты растайды.

Қорытынды. *Fusarium* туысына жататын саңырауқұлақтарға жүргізілген филогенетикалық талдау олардың генетикалық әртүрлілігін көрсетті: әртүрлі түрі анық ажыратылып, статистикалық тұрғыдан сенімді қолдау тапқан жеке кладалар түзді. Бұл нәтиже түрлік жіктеудің негізділігін дәлелдейтін мультилокустық талдау әдісінің тиімділігін көрсетеді. Қазақстаннан бөлініп алынған *F. sporotrichioides* изоляттарының эталонды эпителий штаммымен топтасуы *ITS* және *TEF-1α* маркерлері негізінде оның таксономиялық сәйкестігін сенімді түрде растайды.

Кілт сөздер: *Fusarium*; *ITS*; *TEF-1α*; құрғақ шірік.

Study of micromycetes causing dry rot disease of potatoes in Kazakhstan

Anna P. Muranets, Zhanargul T. Zhanybekova, Assel K. Yessimseitova, Anara Zh. Ryskeldina,
Almagul A. Kakimzhanova

Abstract

Background and Aim. The potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the world's most important food crops, cultivated extensively in more than 159 countries. Despite a high yield potential of 60-100 t/ha, post-harvest losses during storage can reach up to 60%, primarily due to tuber rot caused by phytopathogens. Among the diverse storage pathogens, fungi of the genus *Fusarium* – known for inducing tuber tissue decay, are particularly aggressive and destructive. This study aimed to comprehensively identify the causative agents of potato dry rot in Kazakhstan.

Materials and Methods. Potato tubers exhibiting dry rot symptoms were examined. Pathogens were identified using morphological and molecular methods, including microscopy, DNA sequencing, and comparison with GenBank data. Pathogenicity was assessed by artificial inoculation of healthy tubers to determine the disease-causing potential of each isolate.

Results. Fungal isolates belonging to the genera *Alternaria*, *Talaromyces*, *Fusarium*, *Aspergillus*, and *Penicillium* were recovered from potato tubers exhibiting symptoms of dry rot. Species-level identification was conducted using DNA sequencing. Pathogenicity tests on isolates from the genera *Alternaria*, *Talaromyces*, and *Fusarium* revealed that all tested isolates were capable of inducing disease in potato tubers, although the severity of tissue damage varied among them. Representatives of the *Fusarium* genus showed the highest aggressiveness, causing complete decay of tuber tissues within a two-month incubation period. The re-isolation of these fungi from infected tubers followed by morphological and molecular characterization, confirmed their consistency with the initial strains, thus fulfilling Koch's postulates and establishing the pathogen-disease relationship.

Conclusion. Phylogenetic analysis of *Fusarium* isolates revealed their genetic diversity, with Distinct species forming separate clades. This demonstrates the reliability of multilocus analysis techniques in species delineation. The *ITS* and *TEF-1α* markers confirmed that the isolate of *F. sporotrichioides*, obtained from Kazakhstan, grouped with a reference epitype strain, confirming its taxonomic identity.

Keywords: *Fusarium*; *ITS*; *TEF-1α*; dry rot.

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. - № 3 (127). - Р.154-165. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2017

УДК 636.3:636.082(045)

Исследовательская статья

Племенные и экстерьерные показатели казахской грубошерстной курдючной породы овец

Ибраев Д.К.¹ , Омарова К.М.¹ , Шарапатов Т.С.² , Аккаир Б.Ж.¹ , Мирамбеккызы А.¹ ,
Мухаметжарова И.Е.¹ 

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

²Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

Автор-корреспондент: Мухаметжарова И.Е.: ilmira_pvl@mail.ru

Соавторы: (1: ДИ) ibrayev-dulat@mail.ru; (2: КО) karligach.mo@mail.ru;

(3: ТШ) tlekbolsharapatov@gmail.com; (4: БА) aakkair@bk.ru; (5: АМ) a.mirambekkyzy@mail.ru

Получено: 14.07.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылка и цель. Устойчивость к суровым условиям, неприхотливость к кормам и способность к длительным переходам делают казахскую грубошерстную курдючную породу овец важным генетическим ресурсом для животноводства Казахстана. Однако в современных условиях возрастают требования к качеству продукции, племенной работе и адаптации к интенсивным технологиям содержания. Для повышения продуктивности и селекционной ценности необходимо проводить комплексную оценку экстерьерных и племенных признаков животных, это позволит выявить высокопродуктивных животных, улучшить племенную базу и обеспечить устойчивое развитие отрасли. Это определяет актуальность проведения научно обоснованной оценки племенного потенциала и экстерьерно-конституциональных характеристик казахской грубошерстной курдючной породы овец. В этой связи целью настоящего исследования является анализ результатов бонитировки овец казахской грубошерстной курдючной породы, а также их экстерьерно-конституциональных особенностей и продуктивно-племенных показателей.

Материалы и методы. Проведен анализ данных, собранных с использованием информационно-аналитической системы «Республиканская система животноводства» (ИАС РСЖ), в том числе по зоотехническим событиям и классному составу животных. Проводилось комплексное измерение фенотипических параметров: высота в холке и крестце, ширина груди за лопатками, глубина груди, косая длина туловища, обхват пясти. Измерения осуществлялись с использованием стандартного зоотехнического инструментария. На основе полученных промеров рассчитывались индексные показатели телосложения, что позволило провести объективную оценку экстерьерного типа и соответствие стандартам породы.

Результаты. Установлено племенные качества овец и сохранность ягнят текущего года рождения, которые указывают на значительный генетический потенциал исследуемого поголовья. В частности, удельный вес баранов-производителей класса элита составляет 94,6%, а сохранность ягнят к отбивке 96-98%. Промеры и индексы телосложения животных подтверждают их соответствие породному стандарту, что подтверждает хорошее развитие, приспособленность и соответствие порообразующему типу.

Заключение. Изучение экстерьерных показателей казахской курдючной грубошерстной породы овец и использование ИАС РСЖ позволило повысить продуктивно-племенные качества и точность учета зоотехнических событий, автоматизировать расчёты племенной

ценности и облегчил анализ селекционной работы. Следовательно, селекционно-племенная работа в хозяйствах организована на хорошем уровне, а применение информационных технологий способствовало дальнейшему совершенствованию породных качеств овец казахской грубошерстной курдючной породы. Полученные данные могут быть использованы для цифрового управления племенной работой и разработки программ улучшения породы.

Ключевые слова: казахская грубошерстная курдючная порода; бонитировка; племенные показатели; информационно-аналитическая система (ИАС); экстерьер; зоотехнический учет.

Введение

Современное развитие животноводства в Казахстане требует эффективного использования и сохранения аборигенных пород, обладающих высокой приспособленностью к экстремальным условиям содержания и ценной продуктивностью. Одной из таких пород является казахская курдючная грубошерстная овца, которая исторически разводится в засушливых и полусухих регионах страны и отличается высокой устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям, хорошими мясо-сальными показателями и способностью к пастбищному содержанию круглый год [1, 2].

В условиях глобального изменения климата, увеличения экономических требований к сельскохозяйственному производству и цифровизации агропромышленного комплекса возрастает необходимость научно обоснованной селекционной работы, основанной на объективных, воспроизводимых и автоматизированных методах оценки племенной ценности. Особое значение приобретает внедрение информационных технологий в процессы зоотехнического учета, мониторинга и анализа продуктивных и экстерьерных показателей животных. В этой связи актуальной задачей становится разработка и совершенствование алгоритмов и модулей автоматизированной оценки племенной ценности на основе данных, регистрируемых в информационно-аналитической системе «Республиканская система животноводства» (ИАС РСЖ), которая с 2010 года является основным инструментом централизованного учета животных в стране [3].

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью научного сопровождения селекционной работы с казахской грубошерстной курдючной породой овец на основе комплексной оценки экстерьерных и племенных показателей, с привлечением цифровых инструментов мониторинга. Работа направлена на изучение классного состава, на основе бонитировки в разрезе половозрастных групп, а также на проведение анализа телосложения овец в условиях хозяйств Улытауской и Павлодарской областей. Особое внимание уделяется формированию и верификации данных, включённых в ИАС РСЖ, что позволяет повысить точность селекционных решений и обеспечить генетическое улучшение популяции.

Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшей разработки селекционно-генетических программ, направленных на устойчивое развитие овцеводства в республике, а также для внедрения современных подходов к цифровому управлению племенным ресурсом.

Материалы и методы

Научно-производственные опыты были организованы на базе двух специализированных хозяйств – КХ «Бірлестік» (Жанааркинский район, Улытауская область) и ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» (Майский район, Павлодарская область), где осуществляется разведение казахской грубошерстной курдючной породы овец. Достаточная численность и генетическая однородность поголовья в этих хозяйствах позволили обеспечить высокую репрезентативность выборки.

Объектами исследования являлись молодняк и взрослые особи казахской грубошерстной курдючной породы различных половозрастных групп. В маточных отарах проводился первичный зоотехнический учет ягнят при рождении с регистрацией живой массы, а также последующий контроль за динамикой роста в течение подсосного периода. Живая масса фиксировалась с применением электронных весов марки ВЭУ-150–50/100.

Для изучения морфологических признаков проводилось комплексное измерение фенотипических параметров: высота в холке и крестце, ширина груди за лопатками, глубина груди, косая длина туловища, обхват пясти.

Измерения осуществлялись с использованием стандартного зоотехнического инструментария: мерной палки, сантиметровой ленты и штангенциркуля. На основе полученных промеров рассчитывались индексные показатели телосложения – растянутости, массивности, сбитости, длинноногости, костистости и грудной индекс, что позволило провести объективную оценку экстерьерного типа и соответствие стандартам породы.

Особое внимание в работе было уделено цифровизации племенного учета. Для этого в базовых хозяйствах применялась ИАС РСЖ – централизованная электронная платформа, функционирующая в Казахстане с 2010 года. В рамках исследования в систему ИАС РСЖ были включены данные по более чем 1750 головам, включая баранов-производителей, овцематок и ярок. Бонитировка овец была проведена согласно инструкции по бонитировке овец мясосоляльного направления продуктивности [4].

ИАС РСЖ обеспечивает оперативный учет следующих зоотехнических событий: рождение ягнят, осеменение, отъем, взвешивание, выбраковка овец, что позволило проследить динамику продуктивных и племенных показателей в реальном времени, исключить дублирование данных, а также автоматизировать процесс бонитировки и анализа классного состава в разделе «сервисы» системы ИАС РСЖ [5].

Для статистической обработки полученных результатов использовалось программное обеспечение SPSS Statistics. На его основе определялись средние арифметические значения, стандартные отклонения, коэффициенты вариации и достоверность различий между выборками. В целом, оценка племенной ценности животных проводилась с учетом данных ИАС РСЖ и показателей продуктивности и экстерьера, что обеспечило комплексный подход к научной интерпретации результатов.

Результаты и обсуждение

Разработка и совершенствование информационных модулей для автоматического расчета племенной ценности овец является важным шагом в совершенствовании селекционного процесса в овцеводстве. Использование таких технологий позволяет более точно и оперативно оценивать генетическую ценность животных, что способствует оптимизации племенной работы, повышению продуктивности и устойчивости поголовья. Эти инновации обеспечат эффективный подход к управлению племенной популяцией овец, учитывая их породы и индивидуальные особенности.

Для автоматизации процесса селекционной и племенной работы в республике с 2010 года функционирует ИАС РСЖ, в функции которой входит накопление и анализ информации по племенным и товарным животным [5].

Система ИАС РСЖ осуществляет контроль за селекционно-племенной работой, направленной на породное преобразование товарного животноводства, которая позволяет вести контроль за использованием племенных производителей в товарных стадах. Ведется контроль сроков использования производителей и их ротации для исключения родственного скрещивания. Система ИАС РСЖ на данный момент единственная функционирующая система, предназначенная не только для сбора исходных данных о животных, но и для их автоматизированного анализа и применения для научных изысканий [5].

В этой связи, в хозяйствах КХ «Бірлестік» (Улытауская область) и ТОО «Агрофирма Акжар Өндіріс» (Павлодарская область) нами проводится исследовательская работа по налаживанию племенного учета путем регистрации зоотехнических событий в ИАС. Зоотехнические события включают в себя события, которые происходят в период жизни животного (овец), имеющие значимость в управлении группой животных (стада, отары), в проведении селекционно-племенной работы и подлежащие учету (при осеменении, ягнении, взвешивании и т.д.).

Следовательно, нами проведён мониторинг функционирования ИАС в вышеуказанных хозяйствах.

Анализ результатов бонитировки овец казахской грубошерстной курдючной породы, разводимых в хозяйствах КХ «Бірлестік» и ТОО «Агрофирма Акжар Өндіріс» за последние 2-3 года показал, что они по племенным показателям являются полноценными представителями изучаемой породы. В частности, 91,5-90,8% классный состав овец за последний год по

половозрастным группам показал, что 91,5-90,8% казахской грубошерстной курдючной породы, соответственно КХ «Бірлестік» и ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» являются овцами желательного типа. В 2024 году к индивидуальной бонитировке подверглись, соответственно 7041 и 4966 гол. овец.

По племенным показателям хозяйства КХ «Бірлестік» и ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» существенных различий не имели, так как 87,6 и 94,6% баранов-производителей отнесены к классу «Элита», а 86,0 и 93% овцематок были отнесены к желательному типу, т.е. 56,0 и 80% к элите и 30 и 13,3% к 1 классу.

В 2022-2023 годы племенные показатели подопытных овец были аналогичными к 2024 году. Так, в 2022 году КХ «Бірлестік» к бонитировке было подвергнуто всего 3131 гол, в т.ч. баранов-производителей и ярок 12-18 мес. соответственно 881 и 2250 гол, а в 2023 году были пробонитированы всего 2680 гол, в т.ч. баранов-производителей и ярок 12-18 мес. соответственно 100 и 185 гол. А в ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс», соответственно к бонитировке были подвергнуты, всего 3818 гол, в т.ч. баранов-производителей 230 и ярок 12-18 мес. – 2138 гол. Удельный вес овец желательного типа составил, соответственно – 80-86% и 82-84%.

Мониторинг функционирования ИАС РСЖ в КХ «Бірлестік» показал, что все данные селекционно-племенной работы были своевременно введены хозяйством в информационно-аналитические модули, в том числе в модули «события» и «бонитировка животных». Согласно данным картотеки животных в системе ИАС общее поголовье овец составило 6904 голов в разрезе всех половозрастных групп. В ИАС РСЖ в 2024 году под нашим руководством включены 1603 гол овец, в т.ч. баранов-производителей 330 гол, овцематок 3244 гол и ярок 513 гол. За 2024 год всего из ИАС по причине выбытия (реализация, убой, падеж) исключены 2900 гол овец.

В целом на основе исследовательской работы в хозяйстве налажен учёт в ИАС РСЖ по разведению казахских грубошерстных курдючных овец. Мониторинг функционирования ИАС РСЖ в ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» показал, что в реестр ИАС в этом хозяйстве включены 4966 гол овец, в т.ч. баранов-производителей 869 голов, овцематок 3056 голов.

В 2024 году с нашим активным участием в ИАС включены всего 150 гол овец (овцематок). Результаты мониторинга ягнят (молодняка) 2024 года приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты мониторинга молодняка овец 2024 года

Название хозяйства	Новорожденных ягнят, гол	Количество отбитых ягнят, гол	Пробонитировано, гол
КХ «Бірлестік»	2800	2688	3295
ТОО «Агрофирма			
Ақжар Өндіріс»	3145	3078	-
Итого	2987	2871	3295

Анализ результатов мониторинга приплода 2024 года по таблице 1, КХ «Бірлестік» (порода: КГ) приплод составил 2800 гол, отбивка - 2688 гол (отбитое поголовье составляет 96% от приплода), а по пробонитированным данным составила 3295 гол. Указанная цифра может относиться к количеству зарегистрированных или подтвержденных животных для селекции, что на 20% больше количества отбитых животных (2688). Из этого можно сделать вывод, что на данном хозяйстве показатели приплода и отбивки достаточно высокие, но пробонитированные животные превосходят по численности отбивку, т.к. 607 гол. молодняка относятся к прошлому году рождения, что может свидетельствовать о незначительном приросте животных в учётных и племенных целях.

По ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» приплод составил - 3145 гол, отбивка -3078 гол (отбитое поголовье составило 98% от приплода). В данном случае наблюдается высокий процент отбивки (98%), что говорит о хорошем уровне выживаемости и правильной организации ухода за животными. Однако, отсутствие данных о бонитировке может указывать на необходимость улучшения системы регистрации и подтверждения качества племенных животных.

Результаты исследования показывают хорошие результаты по количеству приплода и отбивки в целом. Процент отъема ягнят составляет 96,1%, что является достаточно хорошим показателем

для здоровья и адаптации животных в этих хозяйствах. Большое количество пробонитированных животных (3295) по сравнению с отбитым поголовьем может свидетельствовать о хорошей селекционной работе, так как учтены оставшиеся молодняк прошлого года рождения.

В целом, результаты мониторинга показывают успешную работу по созданию и поддержанию поголовья в обоих хозяйствах, однако необходимо уточнить показатели пробонитированных животных и усилить систему учета для получения более точной картины по улучшению породы и генетических характеристик. Был проанализирован породно-классный состав овец в хозяйствах КХ «Бірлестік» и ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» за 2024 год (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2 – Классный состав овец (2024 г.)

Половозрастная группа	гол.	Элита		I класс		II класс	
		n	%	n	%	n	%
КХ «Бірлестік»							
Бараны-производители	137	120	87,6	17	12,4	-	-
Овцематки	3609	2021	56,0	1083	30	505	14
Баранчики	1577	1071	68,0	506	32	-	-
Ярочки	1718	1117	65	515	30	86	5
Итого	7041	4329	61,5	2121	30	591	8,4
ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс»							
Бараны-производители	869	822	94,6	47	5,4	-	-
Овцематки	3056	2446	80,0	405	13,3	205	6,7
Баранчики	349	288	82,5	61	17,5	-	-
Ярочки	692	518	74,9	122	17,6	52	7,5
Итого	4966	4074	82,0	635	12,8	257	5,2

По таблице 2 и рисунку 1 видно, что в хозяйстве КХ «Бірлестік» 87,6% поголовье баранов-производителей относится к элите, что свидетельствует о высоком уровне селекционной работы и стремлении поддерживать качество племенного материала. Небольшой удельный вес баранов-производителей I класса (12,4%) также указывает на наличие разнообразия генетических линий, что полезно для улучшения породы в дальнейшем. В ТОО «Агрофирма Ақжар Өндіріс» 82% овец относятся к классу элита, что указывает на высокие стандарты племенной работы и селекции. Из них 94,6% бараны-производители относятся к элите, что является отличным показателем для поддержания высокого качества племенного материала. Это свидетельствует о том, что хозяйство применяет строгие стандарты при отборе производителей. По классному составу 80% овцематок относятся к элите, что подтверждает также высокий уровень селекционной работы. 13,3% овцематок I класса также свидетельствуют о наличии генетического разнообразия в стаде. В КХ «Бірлестік» большая часть овцематок относится к элите (56%), что является положительным показателем для сохранения и улучшения качества потомства. В то же время, наличие 30% овцематок I класса и 14% II класса говорит о достаточном уровне разнообразия генетических ресурсов, но есть потенциал для улучшения качества овцематок в будущем, особенно среди II класса.

Значительная часть баранчиков (68%) относится к элите, что подтверждает высокие стандарты селекционного подхода на всех стадиях разведения. 32% баранчиков I класса показывают, что часть молодняка готова к использованию в дальнейшем для племенных целей, что обеспечивает необходимое разнообразие для улучшения породы. Классный состав общего поголовья овец в двух базовых хозяйствах отражены в рисунке 1.

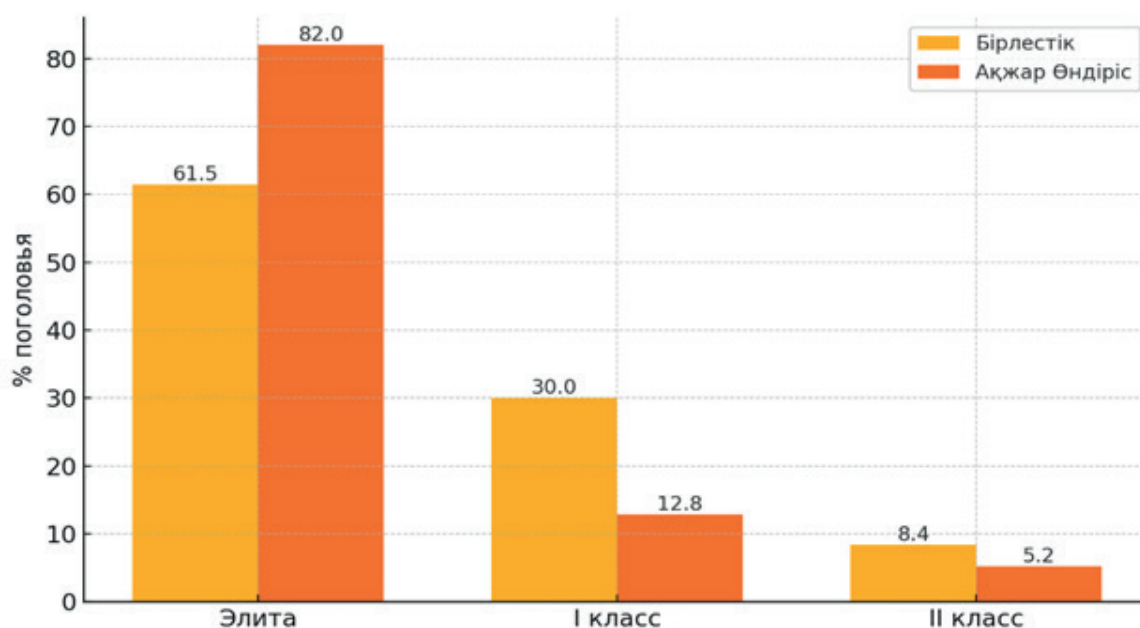


Рисунок 1 – Распределение овец по классам в 2024 году, %

Согласно рисунку 1, в целом, поголовье овец в КХ «Бірлестік» и ТОО «Ақжар Өндіріс» характеризуется высоким племенным качеством, так как 61,5 и 82,0% овец относятся к элите. Оставшаяся часть поголовья распределяется между I и II классами, что также показывает достаточную гибкость в селекционной работе и возможность улучшать качество животных в будущих поколениях. В целом, в результате мониторинга было отмечено, что в базовые хозяйства демонстрируют разнообразие в классовом составе с сильным преобладанием элитных животных, что позволяет улучшать продуктивность и поддерживать высокое качество племенного материала.

В обоих хозяйствах наблюдается целенаправленная ориентированность на поддержание высококачественного поголовья, что способствует успешной селекционной работе и повышению продуктивности.

В целом, нами выполняется исследовательская работа по разработке и совершенствованию информационных модулей по автоматическому расчету племенной ценности овец казахской грубошерстной курдючной породы, разводимой в хозяйствах КХ «Бірлестік» и ТОО «Агрофирма Акжар Өндіріс».

Экстерьерные особенности животных позволяют судить о развитии, состоянии здоровья, приспособленности к природно-хозяйственным условиям хозяйств (таблица 3).

Таблица 3 – Промеры статей тела овец казахской грубошерстной курдючной породы, см

Промеры, см	Бараны-производители (n=15)	Овцематки (n=30)	Ярки (12 мес.) (n=30)
Высота в холке	82,5±1,2	72,3±1,02	68,4±0,9
Косая длина туловища	88,0±1,3	76,8±1,03	70,0±0,98
Ширина груди за лопатками	29,5±0,53	24,4±0,45	21,8±0,4
Глубина груди	42,6±0,59	37,2±0,51	30,1±0,55
Обхват груди	115,6±1,52	105,2±1,12	90,3±1,16
Обхват пясти	12,8±0,2	9,6±0,17	8,9±0,13

Согласно таблице 3, показатели промеров статей тела подопытных овец казахской грубошерстной курдючной породы соответствовали требованиям желательного типа, что свидетельствует о правильном направлении селекционной работы. Животные обладали хорошо развитым туловищем, широкой и глубокой грудью, крепким костяком и пропорциональным телосложением, что характерно для мясо-сального направления продуктивности. Такие экстерьерные особенности указывают на высокую племенную ценность поголовья и потенциал для дальнейшего совершенствования породы в условиях конкретного хозяйства [6-16]. По мнению *A.M. Aboul Naga* и *T. Abdelsabour*, местные породы овец обладают уникальной ценностью благодаря своей приспособленности к резким климатическим и ресурсным условиям [17]. В целом, для устойчивого развития местных пород овец необходимо использование цифровых решений для проведения селекционно-племенной работы, сочетающей генетическое улучшение с сохранением адаптационных качеств.

На основе полученных промеров рассчитывались индексные показатели телосложения – растянутости, сбитости, массивности, длинноногости, костистости и грудной индекс, что позволило провести объективную оценку экстерьерного типа и соответствие стандартам породы (рисунок 2, таблица 4).

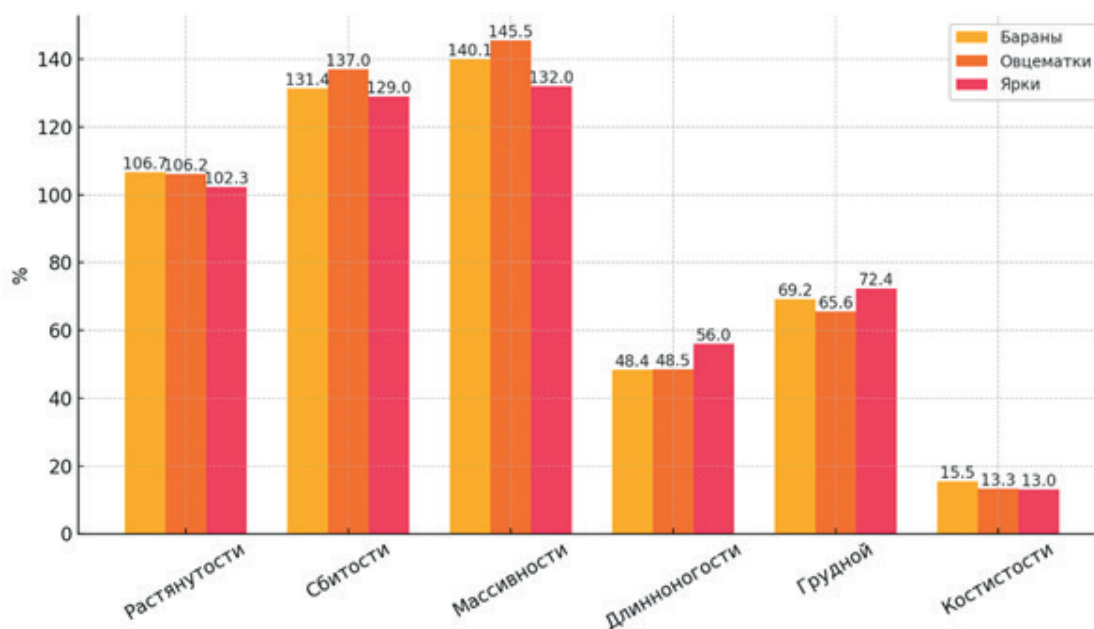


Рисунок 2 – Индексы телосложения казахской грубошерстной курдючной породы овец по группам, %

Таблица 4 – Индексы телосложения овец, %

Индексы телосложения	Бараны-производители (n=15)	Овцематки (n=30)	Ярки (12 мес.) (n=30)
Растянутости	106,7	106,2	102,3
Сбитости	131,4	137,0	129,0
Массивности	140,1	145,5	132,0
Длинноногости	48,4	48,5	56,0
Грудной	69,2	65,6	72,4
Костистости	15,5	13,3	13,0

Индексы телосложения баранов-производителей, овцематок и ярок годовалого возраста, приведенные на рисунке 2 и таблице 4, свидетельствуют о том, что они находятся в пределах предъявляемых требований стандарта породы.

Заключение

Проанализированы результаты бонитировки овец казахской курдючной грубошерстной породы за последние 3 года, а также изучены их экстерьерно-конституциональные особенности и продуктивно-племенные показатели. Проведённый анализ племенных и экстерьерных показателей овец казахской грубошерстной курдючной породы, разводимых в хозяйствах КХ «Бірлестік» (Улытауская область) и ТОО «Агрофирма Акжар Өндіріс» (Павлодарская область), продемонстрировал высокий уровень селекционной работы и эффективное использование ИАС РСЖ. Данные мониторинга свидетельствуют о высоком удельном весе овец элитного класса (до 94,6% среди баранов-производителей), что указывает на значительный генетический потенциал исследуемого поголовья. Показатели приплода и отбивки в обоих хозяйствах также находятся на высоком уровне (96–98%), что указывает на хорошую организацию зоотехнического учета и ухода за животными.

Результаты экстерьерных промеров и индексов телосложения показали, что все параметры соответствуют стандартам породы, что подтверждает хорошее развитие, приспособленность и соответствие пороодообразующему типу. Использование ИАС РСЖ позволило повысить точность учета, отслеживание и анализ зоотехнических событий, автоматизировать расчёты племенной ценности и облегчает анализ селекционной работы в отрасли овцеводства. Таким образом, селекционно-племенная работа в данных хозяйствах организована на хорошем уровне, что применение информационных технологий способствует дальнейшему совершенствованию породных качеств казахской грубошерстной курдючной овцы.

Вклад авторов

ДИ: определение и постановка цели, анализ данных Информационно-аналитической системы «Республиканская система животноводства» (ИАС РСЖ), анализ данных, корректировка, вычитка. КО: разработка методологии исследования, всесторонний поиск литературы, анализ данных, вычитка. ТШ: сбор и обработка данных, участие в анализе данных. БА: участие в анализе и обработке данных, поиск литературы. АМ: обработка данных, участие в анализе данных. ИМ: участие в анализе данных, корректировка, вычитка, отправка в редакцию.

Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках программно-целевого финансирования по научно-технической программе BR22885692 «Разработка современных селекционно-технологических и молекулярно-генетических методов совершенствования, сохранения и рационального использования генетических ресурсов овец разных направлений продуктивности» на 2024-2026 годы.

Список литературы

- 1 Махатов, БМ, Мелдебек, АМ, Кулманова, ГА. (2021) Состояние и перспективы развития овцеводства в Казахстане. *Вестник Омского государственного университета*, 1-2, 382-389.
- 2 Омбаев, АМ, Мусабаев, БИ, Хамзин, КП. (2013). Современное состояние и перспективы развития овцеводства Казахстана. *Овцы, козы, шерстяное дело*, 2, 86-90.
- 3 *Официальные данные ИАС РК (2010-2025) – система учёта продуктивных показателей.* <https://plem.kz/Pages/FirstPage.aspx>
- 4 Инструкция по бонитировке овец мясо-сального направления продуктивности: Приложение 5 к Приказу Минсельхоза РК № 3-3/517 от 10.10.2014 (ред. 28.07.2023). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14F0009818>
- 5 Карымсаков, ТН, Шамшидин, АС, Жаксыбаев, АД, Стрекозов, НИ. (2018). Роль информационных технологий в племенном животноводстве Казахстана. *Вестник ВНИИМЖ*, 2(30), 75-78.
- 6 Хамзина, АК, Смагулов, ДБ, Хамзин, КП, Есенгалиев, ДК. (2022). Экстерьерные особенности овец различного направления продуктивности. *Наука и образование*, 2: 3(68), 38-54.

- 7 Канапин, К, Ахатов, А. (2000). *Курдючные грубошерстные овцы Казахстана: монография*. Алматы: Кайнар, 196.
- 8 Бурамбаева, НБ, Темиржанова, АА, Сейтханова, КК. (2016). Экстерьерные показатели овец казахской курдючной полугрубошерстной (внутрипородный тип "байыс") и казахской курдючной грубошерстной пород в условиях северо-востока Казахстана. *3i: Intellect, Idea, Innovation - интеллект, идея, инновация*, 1-1, 26-31.
- 9 Еркемов, МА, Голоднов, АВ. (1976). *Курдючные овцы Казахстана: монография*. Алма-Ата: Изд-во Кайнар, 285.
- 10 Юлдашбаев, ЮА, Муханов, НБ, Кудияров, РИ, Куликова, КА, Донгак, МИ, Кожамуратов, НЖ, Дямуршаева, ГЕ. (2018). Рост и развитие ягнят казахской грубошерстной курдючной породы в условиях Приаралья. *Аграрная наука*, 7-8, 42-44.
- 11 Каласов, МБ, Андриенко, ДА, Галиева, ЗА, Касимова, ГВ. (2019). Результаты выращивания молодняка овец казахской курдючной грубошерстной породы. *Наука и образование*, 4-1(57), 100-103.
- 12 Бурамбаева, НБ, Темиржанова, АА, Нуржанова, КХ, Асанбаев, ТШ. (2017). Возрастные изменения промерных показателей овец казахской курдючной полугрубошерстной (внутрипородный тип "байыс") и казахской курдючной грубошерстной пород в условиях северо-востока Казахстана. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 3(149), 115-120.
- 13 Omashev, KB, Malmakov, NI, Iskakov, KA, Tastaganov, MA, Sagdat, E, Mussayeva, AS, Orazymbetova, ZS, Bakhtybekkyzy, Sh, Bekitayeva, AK. (2024). Features of the exterior of kazakh fat - rumped coarse - woolled sheep of various sex and age groups. *Science and Education*, 1(74), 3-10.
- 14 Temirzhanova, A., Burambayeva, N., Asanbaev, T., Abeldinov, R., Nurzhanova, K., Omarov, M. (2018). Exterior Indicators and Meat Productivity of Domestic Sheep Meat-Sebacous (Edilbaev, Kazakh Fat-Tailed Coarse-Woolled and Kazakh Fat-Tailed Semi-Coarse-Woolled) Breeds. *World Appl. Sci. J.*, 36(2), 328-336.
- 15 Temirzhanova, A., Burambayeva, N., Assanbayev, T., Abeldinov, R., Nurzhanova, K., Akhmetalieva, A. (2018). Exterior indicators and meat productivity of domestic sheep meat - sebaceous (edilbaev, kazakh fat-tailed coarse-wooled and kazakh fat tailed semi-coarse-wooled) breeds. *Journal of interdisciplinary research*, 113-117.
- 16 Давлетова, АМ, Смагулов, ДБ, Траисов, ББ, Тулебаев, Б., Кубатбеков, ТС. (2020). Продуктивные качества курдючных овец Западно-Казахстанской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2(82), 267-270.
- 17 Aboul Naga, AM, Abdelsabour, T. (2023). Review of Sheep and Goat Research and Development in Egypt Since the Forties: II-Phenotypic Characteristics, Production, and Reproduction Performance of Local Sheep Breeds. *J. of Animal and Poultry Production*, 14(6), 43-52.

References

- 1 Mahatov, BM, Meldebekov, AM, Kulmanova, GA. (2021) Sostoyanie i perspektivy razvitiya ovcevodstva v Kazahstane. *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1-2, 382-389.
- 2 Ombaev, AM, Musabaev, BI, Hamzin, KP. (2013). Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya ovcevodstva Kazahstana. *Ovcy, kozy, sherstyanoie delo*, 2, 86-90.
- 3 *Oficial'nye dannye IAS RK (2010–2025) – sistema uchyota produktivnyh pokazatelei*. <https://plem.kz/Pages/FirstPage.aspx>
- 4 Instrukciya po bonitirovke ovec myaso-sal'nogo napravleniya produktivnosti: Prilozhenie 5 k Prikazu Minsel'hoza RK № 3-3/517 ot 10.10.2014 (red. 28.07.2023). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14F0009818>
- 5 Karymsakov, TN, SHamshidin, AS, ZHaksybaev, AD, Strekozov, NI. (2018). Rol' informacionnyh tekhnologij v plemennom zhivotnovodstve Kazahstana. *Vestnik VNIIMZH*, 2(30), 75-78.
- 6 Hamzina, AK, Smagulov, DB, Hamzin, KP, Esengaliev, DK. (2022). Ekster'ernye osobennosti ovec razlichnogo napravleniya produktivnosti. *Nauka i obrazovanie*, 2,3(68), 38-54.
- 7 Kanapin, K., Ahatov, A. (2000). *Kurdyuchnye grubosherstnye ovcy Kazahstana: monografiya*. Almaty: Kainar, 196.

8 Burambaeva, NB, Temirzhanova, AA, Seithanova, KK. (2016). Ekster'ernye pokazateli ovec kazahskoj kurdyuchnoj polugrubosherstnoj (vnutripородnyj tip "bajys") i kazahskoj kurdyuchnoj grubosherstnoj porod v usloviyah severo-vostoka Kazahstana. *3i: Intellect, Idea, Innovation - intellekt, ideya, innovaciya*, 1-1, 26-31.

9 Ermekov, MA, Golodnov, AV. (1976). *Kurdyuchnye ovtsy Kazahstana: monografiya*. Alma-Ata: Izd-vo Kainar, 285.

10 Yuldashbaev, YUA, Muhanov, NB, Kudiyarov, RI, Kulikova, KA, Dongak, MI, Kozhamuratov, NZH, Dyamurshaeva, GE. (2018) Rost i razvitie yagnyat kazahskoj grubosherstnoj kurdyuchnoj porodny v usloviyah Priaral'ya. *Agrarnaya nauka*, 7-8, 42-44.

11 Kalasov, MB, Andrienko, DA, Galieva, ZA, Kasimova, GV. (2019). Rezul'taty vyrashchivaniya molodnyaka ovec kazahskoj kurdyuchnoj grubosherstnoj porodny. *Nauka i obrazovanie*, 4-1(57), 100-103.

12 Burambaeva, NB, Temirzhanova, AA, Nurzhanova, KKH, Asanbaev, TSH. (2017). Vozrastnye izmeneniya promernykh pokazatelei ovec kazahskoi kurdyuchnoi polugrubosherstnoi (vnutripородny tip "bajys") i kazahskoi kurdyuchnoi grubosherstnoi porod v usloviyah severo-vostoka Kazahstana. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3(149), 115-120.

13 Omashev, KB, Malmakov, NI, Iskakov, KA, Tastaganov, MA, Sagdat, E., Mussayeva, AS, Orazymbetova, ZS, Bakhtybekkyzy, Sh., Bekitayeva, AK. (2024). Features of the exterior of kazakh fat - rumped coarse - woiled sheep of various sex and age groups. *Science and Education*, 1(74), 3-10.

14 Temirzhanova, A., Burambayeva, N., Asanbaev, T., Abeldinov, R., Nurzhanova, K., Omarov, M. (2018). Exterior Indicators and Meat Productivity of Domestic Sheep Meat-Sebacous (Edilbaev, Kazakh Fat-Tailed Coarse-Woiled and Kazakh Fat-Tailed Semi-Coarse-Woiled) Breeds. *World Appl. Sci. J.*, 36(2), 328-336.

15 Temirzhanova, A., Burambayeva, N., Assanbayev, T., Abeldinov, R., Nurzhanova, K., Akhmetalieva, A. (2018). Exterior indicators and meat productivity of domestic sheep meat - sebaceous (edilbaev, kazakh fat-tailed coarse-woiled and kazakh fattailed semi-coarse-woiled) breeds. *AD Journal of interdisciplinary research*, 113-117.

16 Davletova, AM, Smagulov, DB, Traisov, BB, Tulebaev, B, Kubatbekov, TS. (2020). Produktivnye kachestva kurdyuchnyh ovec Zapadno-Kazahstanskoi oblasti. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(82), 267-270.

17 Aboul Naga, AM, Abdelsabour, T. (2023). Review of Sheep and Goat Research and Development in Egypt Since the Forties: II-Phenotypic Characteristics, Production, and Reproduction Performance of Local Sheep Breeds. *J. of Animal and Poultry Production*, 14(6), 43-52.

Қазақтың қылшық жүнді құйрықты қой тұқымының асыл тұқымдық және экстерьерлік көрсеткіштері

Ибраев Д.К., Омарова К.М., Шарапатов Т.С., Аққайыр Б.Ж., Мирамбекқызы А.,
Мухаметжарова И.Е.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Қатаң жағдайларға төзімділігі, азықтандыру қарапайымдылығы және ұзақ жайылу қабілеті қазақтың қылшық жүнді құйрықты қой тұқымын Қазақстандағы мал шаруашылығының маңызды генетикалық ресурсына айналдырады. Алайда қазіргі жағдайда өнім сапасына, асыл тұқымды жұмыстарға және қарқынды күтіп-бағу технологияларына бейімделуге қойылатын талаптар артууда. Өнімділік пен селекциялық құндылықты арттыру үшін малдың экстерьерлік және асылтұқымдық көрсеткіштерін кешенді бағалауды жүргізу қажет, бұл жоғары өнімді малды іріктеп анықтауға, асыл тұқымды базаны жақсартуға және саланың тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл қазақтың қылшық жүнді құйрықты қой тұқымының тұқымдық әлеуетіне және экстерьерлік-конституциялық сипаттамаларына ғылыми негізделген бағалауды жүргізудің өзектілігін анықтайды. Осыған байланысты бұл зерттеу жұмысының мақсаты – қазақтың қылшық жүнді құйрықты қой тұқымы қойларының бонитерлеу нәтижелерін, сонымен қатар олардың экстерьерлік-конституциялық ерекшеліктері мен өнімділік және асыл тұқымдық көрсеткіштерін талдау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. «Республикалық мал шаруашылығы жүйесі» мал шаруашылығының ақпараттық-талдау жүйесін пайдалану арқылы жиналған мәліметтерге, оның ішінде зоотехникалық іс-шаралар мен малдың кластық құрамын талдау жүргізілді. Фенотиптік көрсеткіштерді кешенді түрде өлшеу жүргізілді: шоктық және құйымшақ биіктігі, жауырын артындағы кеуде ені, кеуде тереңдігі, дененің қиғаш ұзындығы, жіліншік орамы. Дене өлшемдері стандартты зоотехникалық аспаптармен жүргізілді. Алынған дене өлшемдері негізінде экстерьерлік типін және тұқымдық стандарттарға сәйкестігін объективті бағалауға мүмкіндік беретін индекстік көрсеткіштері есептелді.

Нәтижелер. Зерттелетін малдың айтарлықтай генетикалық әлеуетін көрсететін элиталық малдың басымдылығы (асыл тұқымды қошқарлар 94,6% дейін) анықталды. Екі шаруашылықта да төл алу мен қозыны енесінен бөлу көрсеткіштері жоғары деңгейде (96-98%), бұл зоотехникалық есеп пен мал күтімінің жақсы ұйымдастырылғанын көрсетеді. Қойлардың дене өлшемдері мен конституциялық көрсеткіштері олардың тұқым стандартына сәйкестігін және бұл жақсы дамығанын, бейімделгіштігін және тұқымдық типке сәйкестігін растайды.

Қорытынды. «Республикалық мал шаруашылығы жүйесі» мал шаруашылығының ақпараттық-талдау жүйесін пайдалану есептің, зоотехникалық іс-шаралардың дәлдігін арттыруға, асыл тұқымдық есептерін автоматтандыруға мүмкіндік берді және асыл тұқымды жұмыстарды талдауды жеңілдетеді. Демек, шаруашылықтарда селекциялық-асыл тұқымдық жұмыс жақсы деңгейде жолға қойылып, ақпараттық технологияларды қолдану қазақтың қылшық жүнді құйрықты қой тұқымының тұқымдық көрсеткіштерін одан әрі жақсартуға ықпал етуде. Алынған мәліметтер селекциялық жұмыстарды сандық басқару және тұқымды жақсарту бағдарламаларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кілт сөздер: қазақтың қылшық жүнді құйрықты тұқымы; бонитерлеу; асыл тұқымдық көрсеткіштер; ақпараттық-талдау жүйесі (АТЖ); экстерьер; зоотехникалық есеп.

Breeding and conformation characteristics of the Kazakh coarse-wool fat-tailed sheep breed

Dulat K. Ibraev, Karlygash M. Omarova, Tlekbol S. Sharapatov, Bakytzhan Zh. Akkair,
Aizhan Mirambekkyzy, Ilmira E. Mukhametzharaova

Abstract

Background and Aim. Resistance to harsh conditions, unpretentiousness regarding feed and the ability to make long transitions make the Kazakh coarse-wooled fat-tailed sheep breed an important genetic resource for livestock farming in Kazakhstan. However, in modern conditions, the requirements for product quality, breeding work, and adaptation to intensive keeping technologies are increasing. To increase productivity and breeding value, it is necessary to carry out a comprehensive assessment of the exterior and breeding characteristics of animals; this assessment will facilitate the identification of highly productive animals, improve the breeding base and ensure sustainable development of the industry. This necessitates a scientifically based evolution of the breeding potential and exterior-constitutional characteristics of the Kazakh coarse-wooled fat-tailed sheep breed. Therefore, the aim of this study is to analyze the results of the bonitation of sheep of the Kazakh coarse-wooled fat-tailed breed, as well as their exterior and constitutional features and productive and breeding indicators.

Materials and Methods. The analysis of data collected using the “Republican Livestock Breeding System” information and analytical system for Livestock Breeding, including zootechnical events and the class composition of animals, was performed. A comprehensive measurement of phenotypic parameters was conducted: height at the withers and sacrum, chest width behind the shoulder blades, chest depth, oblique body length, metacarpus girth. The measurements were carried out using standard zootechnical instruments. Based on the measurements obtained, the index indicators of constitution were calculated, which allowed for an objective assessment of the exterior type and compliance with breed standards.

Results. The prevalence of elite stock (up to 94.6% among rams) was established, which indicates a significant genetic potential of the studied population. The indicators of offspring and weaning in both

farms are also at a high level (96-98%), indicating good organization of zootechnical accounting and animal care. The measurements and constitution indices of animals confirm their compliance with the breed standard, demonstrating good development, adaptability and adherence to the breed-forming type.

Conclusion. The use of the “Republican Livestock Breeding System” information and analytical system for Livestock Breeding made it possible to increase the accuracy of accounting and zootechnical records, automate breeding value calculations, and facilitate the analysis of breeding work. Consequently, selection and breeding work on the farms is well-organized, and the use of information technologies contributes to the further improvement of the breed qualities of the Kazakh coarse-wooled fat-tailed sheep breed. The obtained data can be used for digital management of selection work and the development of breed improvement programs.

Keywords: Kazakh coarse-wooled fat-tailed sheep breed; bonitation; breeding indicators; information and analytical system (IAS); exterior; zootechnical accounting.

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. - № 3 (127). - Р.166-175. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2026

УДК 633.34:631.53.027.2:631.5

Исследовательская статья

Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева и обработки семян препаратами

Канапин Ч.Б.¹ , Утельбаев Е.А.¹ , Мусынов К.М.² , Тахсин Нуреттин³ 

¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства» имени А.И. Бараева,
Шортанды, Казахстан,

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Астана, Казахстан,

³Пловдивский аграрный университет, Пловдив, Болгария

Автор-корреспондент: Канапин Ч.Б.: China2209@mail.ru

Соавторы: (1: ЕУ) utelbaev_erlan@mail.ru;

(2 : КМ) kazeke1963@mail.ru; (3: НТ) ntt@au-plovdiv.bg

Получено: 22.07.2025 **Принято:** 24.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Соя является одной из стратегически значимых культур, востребованной в пищевой и кормовой промышленности. В условиях Северного Казахстана её урожайность отстаёт от ведущих стран из-за неблагоприятного климата, ограниченного набора сортов и распространения болезней. Целью исследования было определить влияние сроков посева и вариантов предпосевной обработки семян на продуктивность сортов сои в зоне рискованного земледелия.

Материалы и методы. Опыты проводились в 2021-2023 гг. на опытном участке ТОО «Каменка и Д» (Акмолинская область). Изучались сорта Ивушка, Эльдorado и Бірлік КВ. Сроки посева: 10-20 мая и 20-30 мая. Варианты обработки семян: контроль, ТМТД, ТМТД + Хайстик, ТМТД + Хайстик + Новосил. Учёт включал показатели полевой всхожести, выживаемости растений и урожайности.

Результаты. Наиболее высокие значения получены при посеве 10-20 мая. Совместное применение ТМТД + Хайстик + Новосил положительно влияло на элементы структуры урожайности, повышая число бобов и семян на растение, массу 1000 семян и биологическую урожайность. Максимальный результат показал сорт Ивушка - в среднем 15,4 ц/га за три года. Более поздний срок посева снижал показатели продуктивности у всех сортов.

Закключение. Установлено, что оптимальное сочетание срока посева и обработки семян является определяющим фактором повышения урожайности сои в условиях Северного Казахстана. Наиболее эффективным оказался вариант посева 10-20 мая с применением комплекса ТМТД + Хайстик + Новосил, особенно для сорта Ивушка, что позволяет рекомендовать данный приём для практического использования.

Ключевые слова: соя; сроки посева; обработка семян; полевая всхожесть; выживаемость растений; урожайность.

Введение

Соя относится к числу наиболее ценных сельскохозяйственных культур мирового значения. Из неё получают широкий спектр продукции, востребованной в различных отраслях народного хозяйства. Семена сои содержат биологически активные соединения, способные оказывать

ингибирующее действие на развитие злокачественных новообразований. Возделывание этой культуры способствует решению ряда важных агротехнических задач [1, 2, 3].

В последние годы интерес к сое в стране заметно увеличился, что связано с обострением проблемы дефицита белка и сокращением объемов производства продукции животноводства. Отличительной особенностью сои, как и других представителей семейства бобовых, является способность вступать в симбиоз с бактериями рода *Bradyrhizobium*. Взаимодействие с клубеньковыми бактериями не только снабжает растения сои азотом в течение вегетационного периода, но и обогащает почву после уборки, что делает сою ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур [4, 5, 6].

Возделывание сои сопряжено с рядом сложностей, одной из которых является поражение посевов разнообразными фитопатогенными инфекциями, наносящими значительный ущерб урожаю и снижающими качественные показатели семян [7, 8].

В настоящее время в Республике Казахстан существует тенденция увеличения посевных площадей, занятых под посевами сои. Данная тенденция способствует увеличению распространенности патогенных организмов, специализирующихся на сое.

Поскольку значительная часть возбудителей фитопатогенных инфекций передается через семенной материал или сохраняется в почве, предпосевная обработка семян сои протравителями относится к числу широко применяемых агротехнических приемов. Данный прием заключается в нанесении на семена химических или биологических препаратов, обладающих защитными свойствами или общеукрепляющим действием.

Комплексное использование протравителей совместно с инокулянтами представляет собой один из приемов предпосевной подготовки семян сои, при котором на поверхность посадочного материала наносятся химические препараты с фунгицидным действием в сочетании с препаратами, содержащими живые культуры специфических микроорганизмов. Такая технология направлена на одновременное подавление возбудителей болезней и обеспечение семян полезной микрофлорой, что позволяет ограничивать развитие инфекций даже в периоды интенсивного их распространения [9, 10, 11].

В последние десятилетия в научных публикациях представлено обширное количество результатов, отражающих опыт применения комбинаций химических и биологических средств защиты при возделывании сои. Эти материалы получены на основе опытов, проведенных в территориях с различными агроклиматическими характеристиками. Несмотря на наличие широкого спектра данных, для северных районов Казахстана остаётся недостаточно изученным вопрос влияния предпосевной обработки семян с использованием различных типов протравителей и биологических препаратов на процессы роста, формирования генеративных органов и уровень семенной продуктивности. Существенная изменчивость погодных условий в пределах вегетационного периода, а также постоянное появление в производстве новых сортов, отличающихся биологическими особенностями и хозяйственными качествами, предопределяют необходимость проведения дополнительных исследований в этом направлении.

Более того, приоритетом для современных сельхозтоваропроизводителей является полная реализация потенциала, заложенного в новых сортах. Этому может способствовать накопление опытных данных по уточнению оптимальных сроков посева новых сортов сои с учётом конкретных зональных условий.

Целью исследований было установить влияние совместного применения современных фунгицидных протравителей с инокулянтами и биологическими препаратами на продуктивность различных сортов сои при разных сроках посева в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана.

Материалы и методы

Полевой опыт закладывался в 2021-2023 гг. на экспериментальном участке ТОО «Каменка и Д» Сандыктауского района Акмолинской области, лабораторные опыты и все сопутствующие анализы проводили при кафедре защиты и карантина растений Казахского агротехнического исследовательского университета имени С.Сейфуллина, а также в лаборатории защиты растений Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева.

Опыты проводили с раннеспелыми сортами сои.

Ивушка – раннеспелый сорт сои, масса 1000 семян которого составляет 175-185 г. Потенциальная урожайность достигает 2,4 т/га, содержание белка в зерне - 34,1%, масла - 22,3%. Растения устойчивы к полеганию, семена не склонны к растрескиванию. В условиях Акмолинской области средняя урожайность сорта составляет 15,1 ц/га. Районирован для возделывания в Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областях.

Эльдорадо – раннеспелый сорт сои, отличающийся повышенным содержанием белка в зерне, которое составляет 39,0-40,3%. Показатели содержания жира соответствуют стандартным значениям и находятся на уровне около 18%. Масса 1000 семян варьирует от 128 до 164 г. По результатам многолетних конкурсных испытаний средняя урожайность сорта достигала 2,86 т/га. Отличается повышенной устойчивостью к бактериозу по сравнению со стандартными сортами.

Бірлік KB – среднеранний сорт сои со средней урожайностью 13,6 ц/га и массой 1000 семян 180-190 г. Потенциальная продуктивность достигает 3,5 т/га. Содержание белка в зерне составляет 41%, масла - 19%. Растения устойчивы к полеганию и растрескиванию бобов. С 2017 года сорт допущен к возделыванию в Восточно-Казахстанской области.

Изучали различные варианты предпосевной обработки семян: ТМТД - контактный фунгицид защитного действия, протравливание семян за 2-15 дней до посева, расход рабочей жидкости - 5-10 л/т; «Хайстик соя» - инокулянт для обработки семян, норма расхода для сои 4,0 кг/т и биопрепарат 10% «Новосил», а также сроки посева: 10-20 мая и 20-30 мая. Агротехника в опытах зональная, нормы высева семян: 0,6 млн всхожих семян на 1 гектар, по сорту Эльдорадо - 80,0 кг/га, Ивушка - 105,1 кг/га и по сорту Бірлік KB - 107,5 кг/га. Посев проводили сеялкой СЗС-2,1 с шириной междурядий 23 см.

Размещение делянок последовательное, повторность 3-кратная. Площадь учетной делянки - 100 м². Почва опытного участка ТОО «Каменка и Д» черноземы южные, содержание легкогидролизуемого азота - среднее (41-50 мг/кг), содержание подвижного фосфора - низкое (11-15 мг/кг), содержание подвижного калия - высокое (401-600 мг/кг). Содержание гумуса в почве среднее (4,1-6,1).

При закладке полевых опытов руководствовались методикой, изложенной *Б.А. Доспеховым* [12].

Определение урожайности выполняли с использованием комбайнов, приводя полученные данные к 100% чистоте и влажности 12% [13].

Математическая обработка данных проводилась программой SNEDECOR [14].

Результаты и обсуждение

Климат в районе проведения опытов относится к резко континентальному и характеризуется жарким засушливым летом и холодной малоснежной зимой. Среднегодовое количество осадков по многолетним наблюдениям составляет около 323 мм, из которых на тёплый период (апрель-октябрь) приходится 75,6%. Основная масса влаги выпадает во второй половине лета. Для данного региона типичны продолжительные весенние заморозки, ранние осенние похолодания и осадки в конце лета, что отличает его от других засушливых территорий. Высокий уровень солнечной радиации, значительные суточные колебания температур, низкая влажность воздуха, малое количество облачных дней и частые ветры способствуют усиленному испарению влаги, которое в 2-5 раз превышает объём поступающих осадков. Наиболее выраженная засуха наблюдается в конце мая и в первые две декады июня, когда до выпадения дождей растения используют ограниченные запасы влаги, накопленные в почве за осенне-зимний период. В связи с этим условия выращивания сельскохозяйственных культур, особенно сои, в северных районах Казахстана отличаются высокой стрессовостью, что обуславливает необходимость подбора засухоустойчивых и ультраскороспелых сортов, а также применения полного комплекса влагосберегающих технологий. Погодные условия вегетационного периода 2021 года в Сандыктауском районе выдались жаркими и засушливыми (ГТК = 0,45-сухой). В мае, июне и июле и августе 2021 года, наряду с повышенной температурой, наблюдалось и необычный дефицит осадков по сравнению со среднемноголетними данными. Всходы были дружными и

своевременными. Однако заморозки до $-1-3^{\circ}\text{C}$ на поверхности почвы в первой декаде июня привели к угнетению значительной части всходов, что привело к снижению продуктивности сои.

2022 год был немного более тёплым и значительно более влажным в сравнении с аналогичным периодом 2021 года (ГТК=0,9-засушливый). Конец вегетации был засушливым, особенно в фазу образования плодов, осадков выпало в 4 раза ниже среднегодовой нормы.

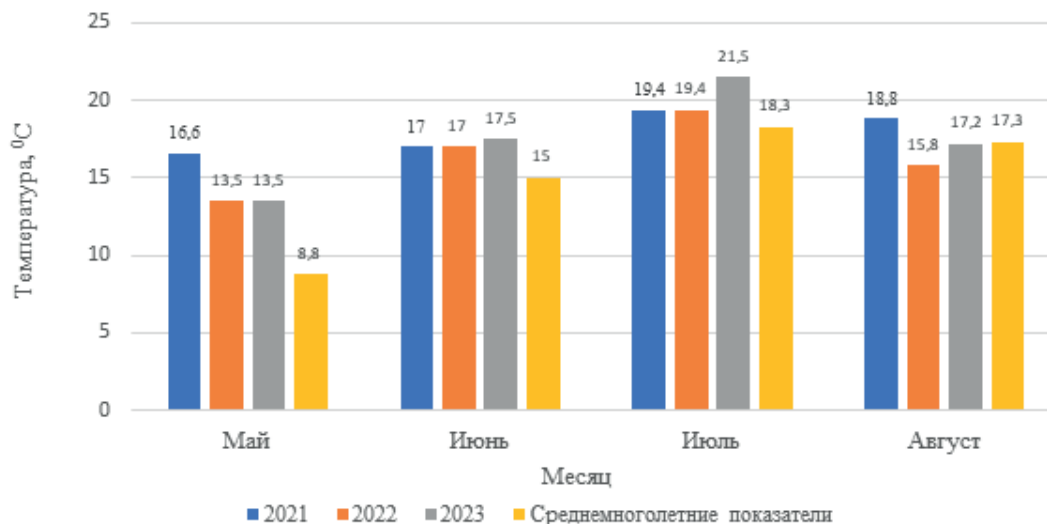


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха в период вегетации сои, $^{\circ}\text{C}$

Весенний период 2023 года (ГТК=0,68) отмечен быстрым нарастанием положительных и эффективных температур, а со второй декады мая температурный фон повысился, и средняя температура мая составила $+12,0^{\circ}\text{C}$ (норма $+8,8^{\circ}\text{C}$), осадков выпало чуть ниже нормы, но в почве влаги было достаточно. Все это способствовало появлению дружных всходов.

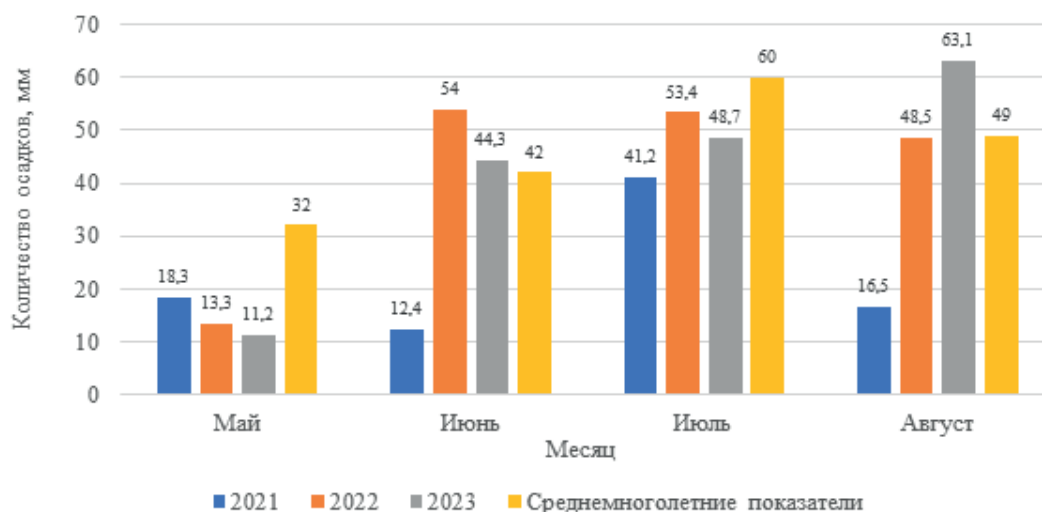


Рисунок 2 – Количество выпавших осадков в период вегетации сои, мм

Лето 2023 года характеризовалось продолжительной жарой с температурами до $+35^{\circ}\text{C}$, умеренными ветрами и низкой относительной влажностью воздуха, минимальные значения которой достигали 16%. Вместе с тем, в фазу формирования бобов и начала налива семян наблюдались периоды с чередованием высоких среднесуточных температур и обильных продолжительных осадков (рисунки 1, 2). Исследование продемонстрировало что в среднем вегетация у сорта Ивушка длилась 100-110 суток, у сорта Бірлік КВ – 110-120, а у сорта Эльдорадо

– 98-100. При более ранних сроках посева промежутки от посева до созревания был несколько больше, чем при поздних сроках.

Как видно из среднесуточных данных исследований, представленных в таблице 1, на средний показатель полевой всхожести негативное влияние оказали сложившиеся погодные условия в период посева, что снизило дружность всходов и отрицательно отразилось на дальнейшем росте и развитии растений.

Полевая всхожесть в опыте зависела также и от сортов и сроков посева. Колебания этого показателя были отмечены от 59,3% (сорт Эльдорадо, при посеве 20-30 мая) до 74,8% (сорт Ивушка, со сроком посева 10-20 мая).

В целом следует отметить, что наименьшая полевая всхожесть сформировалась на посевах сорта Бірлік КВ по обоим срокам посева, соответственно 55,8% и 60,0%. Обработка семян препаратами оказала положительное влияние на этот показатель. По сравнению с контрольным вариантом по другим сортам отмечено повышение этого показателя.

Таблица 1 – Полевая всхожесть и выживаемость сортов сои в зависимости от различных видов обработки семян и сроков посева, среднее за 3 года

Сорта	Вариант	Количество растений в фазу всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт/м ²	Выживаемость растений, %
Срок посева 10-20 мая					
Ивушка	Контроль	39,5	65,8	37,4	62,3
	Ивушка	42,3	70,5	40,0	66,7
	T+X	43,4	72,3	40,8	68,0
	T+X+N	44,9	74,8	42,0	70,0
Эльдорадо	Контроль	37,3	62,2	36,0	60,0
	ТМТД	40,5	67,5	38,1	63,5
	Эльдорадо	41,7	69,5	39,0	65,0
	T+X+N	43,0	71,7	40,6	67,7
Бірлік КВ	Контроль	36,0	60,0	33,9	56,5
	ТМТД	39,1	65,2	36,7	61,2
	T+X	40,3	67,2	37,8	63,0
	Бірлік КВ	41,7	69,5	39,1	65,2
Срок посева 20-30 мая					
Ивушка	Контроль	37,3	62,2	35,1	58,5
	ТМТД	39,7	66,2	37,4	62,3
	T+X	41,3	68,8	39,2	65,3
	T+X+N	42,3	70,5	39,8	66,3
Эльдорадо	Контроль	35,6	59,3	33,2	55,3
	ТМТД	38,9	64,8	36,5	60,8
	T+X	40,0	66,7	37,5	62,5
	T+X+N	41,8	69,7	39,3	65,5
Бірлік КВ	Контроль	33,5	55,8	31,5	52,5
	ТМТД	36,6	61,0	34,3	57,2
	T+X	37,6	62,7	35,2	58,7
	T+X+N	39,5	65,8	37,0	61,6

Примечание: Контроль – без обработки; ТМТД – обработано препаратом ТМТД; T+X – ТМТД + Хайстик; T+X+N – ТМТД + Хайстик + Новосил

Полевая всхожесть обычно положительно коррелирует с показателем степени выживаемости растений [6, 8]. Для определения выживаемости к уборке в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988) непосредственно перед уборкой проводят подсчёт растений на каждой делянке [7]. Выживаемость растений - показатель, характеризующий отношение количества растений, сохранившихся к уборке к количеству высеянных всхожих семян (шт/м²), выраженное в процентах.

К уборке, количество растений на метр квадратный снизилась незначительно, за счёт недостаточно сформировавшихся растений. Максимальное количество экземпляров к уборке сохранились при посеве 10-20 мая у сорта Ивушка, при этом выживаемость растений составила 70,0%, а наивысший результат получен на вариантах с предпосевной обработкой семян ТМТД+Хайстик+Новосил.

Таким образом, высокие показатели полевой всхожести и выживаемости растений к уборке были получены при раннем сроке посева и совместной обработке семян препаратами ТМТД, Хайстик и Новосил. В среднем по опыту максимальные показатели полевой всхожести и выживаемости растений получены у сорта Ивушка (таблица 2).

Таблица 2 – Элементы структуры урожайности и биологическая урожайность сортов сои при разных сроках посева и вариантах предпосевной обработки семян, среднее за 3 года

Сорт	Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов в 1 растений, шт	Количество семян в 1 растений, шт	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
Срок посева 10-20 мая						
Ивушка	Контроль	37,4	10,4	20,0	132,6	9,9
	ТМТД	40,0	13,4	23,8	143,6	13,7
	Т+Х	40,8	14,6	24,6	145,6	14,6
	Т+Х+Н	42,0	15,8	25,1	146,4	15,4
НСР ₀₅						0.33
Эльдорадо	Контроль	36,0	9,7	19,4	116,3	8,1
	ТМТД	38,1	13,0	23,3	128,9	11,4
	Т+Х	39,0	14,1	24,5	132,0	12,6
	Т+Х+Н	40,6	15,3	24,9	133,3	13,5
НСР ₀₅						0.23
Бірлік KB	Контроль	35,1	9,6	19,7	131,8	9,1
	ТМТД	37,4	12,9	22,1	142,1	11,7
	Т+Х	39,2	14,4	23,9	145,0	13,6
	Т+Х+Н	39,8	15,5	24,4	145,4	14,1
НСР ₀₅						0.42
Срок посева 20-30 мая						
Ивушка	Контроль	35,1	9,6	19,7	131,8	9,1
	ТМТД	37,4	12,9	22,1	142,1	11,7
	Т+Х	39,2	14,4	23,9	145,0	13,6
	Т+Х+Н	39,8	15,5	24,4	145,4	14,1
НСР ₀₅						0.35
Эльдорадо	Контроль	33,2	9,4	19,0	115,1	7,3
	ТМТД	36,5	12,5	21,6	127,6	10,1
	Т+Х	37,5	14,0	23,6	129,9	11,5
	Т+Х+Н	39,3	14,6	24,0	131,3	12,4
НСР ₀₅						0.35

Продолжение таюлицы 2

Бірлік KB	Контроль	31,5	9,3	17,4	134,3	7,4
	ТМТД	34,3	12,5	21,0	142,6	10,3
	T+X	35,2	13,6	22,3	145,8	11,4
	T+X+N	37,0	14,3	23,5	146,0	12,7
HCP ₀₅						0.34

Примечание: Контроль – без обработки; ТМТД – обработано препаратом ТМТД; T+X – ТМТД + Хайстик; T+X+N – ТМТД + Хайстик + Новосил

При первом сроке посева (10-20 мая) у всех сортов количество растений на 1 м², число бобов и семян на одно растение, а также масса 1000 семян были выше при обработке семян по сравнению с контролем. Наибольшие значения большинства показателей отмечались при варианте обработки препаратом ТМТД в сочетании с Хайстик и Новосилом. Масса 1000 семян изменялась от 116,3 г (Эльдорадо, контроль) до 147,1 г (Бірлік KB, ТМТД + Хайстик + Новосил). Биологическая урожайность варьировала от 8,1 ц/га (Эльдорадо, контроль) до 15,4 ц/га (Ивушка, ТМТД + Хайстик + Новосил).

При втором сроке посева (20-30 мая) показатели оставались выше в вариантах с обработкой семян по сравнению с контролем, однако в целом значения по большинству элементов структуры урожайности были ниже, чем при первом сроке. Минимальная масса 1000 семян отмечена у сорта Эльдорадо (контроль, 115,1 г), максимальная - у сорта Ивушка (ТМТД + Хайстик + Новосил, 145,4 г). Биологическая урожайность изменялась от 7,3 ц/га (Эльдорадо, контроль) до 14,1 ц/га (Ивушка, ТМТД + Хайстик + Новосил).

В целом более высокие показатели по основным элементам структуры урожайности и биологической урожайности получены при первом сроке посева. Среди сортов максимальные значения биологической урожайности в среднем обеспечивал сорт Ивушка, а среди вариантов предпосевной обработки семян наибольший уровень отмечался при применении препарата ТМТД в сочетании с Хайстик и Новосилом.

Сорта с различным периодом вегетации не одинаково реагировали на изменения условий выращивания. Эти различия были не только по уровню урожайности, но и по степени отзывчивости сортов на погодные условия. Так, сорт Ивушка при посеве 10-20 мая формируют стабильно высокий урожай, а вот сортам Бірлік KB и Эльдорадо, при посеве в третьей декаде мая, свойственна низкая продуктивность.

Заклучение

Метеорологические условия оказывают существенное влияние как на продолжительность вегетационного периода растения сои в целом, так и отдельных межфазных периодов. Так, в более засушливый для сои год произошло сокращение длительности периода цветения - созревание (на 14 дней), всходы - созревание (на 13 дней), растения быстрее развивались и сформировали урожай в среднем на 6-10 дней раньше. Однако в годы с оптимальным температурным режимом и наличием достаточного количества влаги в начальные и критические фазы развития сои способствовали получению дружных всходов, а также получению высоких урожаев семян культуры. Исследования показали что в условиях рискованного земледелия Северного Казахстана сорта сои отзывчивы к тем или иным агроприемам, направленных на повышение урожайности семян. Из изученных сортов сои максимальная урожайность семян формирует раннеспелый сорт Ивушка при посеве 10-20 мая, а также при совместной предпосевной обработки семян препаратами ТМТД + Хайстик + Новосил, которая составила в среднем за три года - 15,4 ц/га.

Вклад авторов

КЧ: введение, результаты исследования, математическая обработка; УЕ: общая редакция статьи; МК: аннотация, заключение; НТ: литературный обзор, обсуждение.

Благодарность

Особое благодарность выражаем директору ТОО «Каменка и Д» Джейранову Алексей Ивановичу за предоставление опытного участка и сельскохозяйственной техники для проведения полевых исследовательских работ.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках научно-технической программы «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» BR22885719.

Список литературы

- 1 Поморова, ЮЮ, Пятковский, ВВ, Серова, ЮМ. (2023). Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор). *Масличные культуры*, 4(196), 84-96.
- 2 Машенко, НВ. (2008). *Фитосанитарный мониторинг сои*. Благовещенск: ОАО «ПКЗ Зей», 190.
- 3 Makulbekova, A., Iskakov, A., Kulkarni, KP, Song, JT, Lee, JD. (2017). Status and prospects of soybean production in Kazakhstan. *Plant Breeding and Biotechnology*, 5(2), 55-66.
- 4 Бушнева, НА. (2019). Эффективность совместного применения инокулянтов и фунгицидов при обработке семян сои. *Масличные культуры*, 4(180), 119-123.
- 5 Armarson, A. (2019). *Soybeans 101: nutrition facts and health effects*. Healthline. <https://www.healthline.com/nutrition/foods/soybeans>
- 6 Wrather, A., et al. (2010). Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. *Plant Health Progress*, 11(1), 29.
- 7 Пивень, ВТ, Бушнева, НА, Дряхлов, А., Саенко, ГМ. (2010). Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков. *Земледелие*, 3, 30-33.
- 8 Kim, IS, Kim, CH, Yang, WS. (2021). Physiologically active molecules and functional properties of soybeans in human health A current perspective. *International journal of molecular sciences*, 22: 8, 4054.
- 9 Борзенкова, ГА. (2014). Оптимизация технологии предпосевного протравливания и возможность его сочетания с инокуляцией для защиты сои от семенной инфекции. *Науч.-произв. журнал Зернобобовые и крупяные культуры*, 1(9), 22-30.
- 10 Саенко, ГМ, Бушнева, НА. (2017). Эффективность предпосевной обработки семян сои против болезней и вредителей всходов. *Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК*, 1(169), 75-82.
- 11 Жаркова, СВ, Манылова, ОВ. (2021). Формирование густоты стояния растений и урожайности семян сои в условиях Алтайского края. *Овощи России*, 6, 92-97. DOI:10.18619/2072-9146-2021-6-92-97.
- 12 Доспехов, БА. (1985). *Методика опытного дела*. М.: Агропромиздат, 315.
- 13 Аринов, КК, Мусынов, КМ, Шестакова, НА, Серекпаев, НА, Апушев, АТ. (2016). *Растениеводство*. Астана: 583.
- 14 Программа пакета прикладной статистики SNEDECOR: 1-факторный дисперсионный анализ ANOVA. Версия 4.7, 05.07.2004 г.

References

- 1 Pomorova, IyIy, Piatovskii, VV, Serova, IyM. (2023). Biohimicheskii sostav semian sortov soi, vzdelyvaemyh v razlichnyh regionah Rossii, i aspekty ego biologicheskoi tsennosti (obzor). *Maslichnye kúltúry*, 4(196), 84-96.
- 2 Maenko, NV. (2008). *Fitosanitarnyi monitoring soi*. Blagoveensk: ОАО «PKI Zeya», 190.
- 3 Makulbekova, A., Iskakov, A., Kulkarni, KP, Song, JT, Lee, JD. (2017). Status and prospects of soybean production in Kazakhstan. *Plant Breeding and Biotechnology*, 5(2), 55-66.
- 4 Byshneva, NA. (2019). Effektivnost sovmestnogo primeneniia inokúliantov i fyngitsidnov pri obrabotke semian soi. *Maslichnye kúltúry*, 4(180), 119-123.

- 5 Arnarson, A. (2019). *Soybeans 101: nutrition facts and health effects*. Healthline. <https://www.healthline.com/nutrition/foods/soybeans>
- 6 Wrather, A., et al. (2006). Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. *Plant Health Progress*, 11(1), 29.
- 7 Piven, VT, Býshneva, NA, Driahlov, AI, Saenko, GM. (2010). Zashita posevov soi ot boleznei, vreditelei i sorniakov. *Zemledele, 3*, 30-33.
- 8 Kim, IS, Kim, CH, Yang, WS. (2021). Physiologically active molecules and functional properties of soybeans in human health A current perspective. *International journal of molecular sciences*, 22: 8, 4054.
- 9 Borzenkova, GA. (2014). Optimizaciya tehnologii predposevnogo protravlivaniya i vozmozhnost' ego sochetaniya s inokulyaciei dlya zashchity soi ot semЕННОй инфекции. *Наýч.-протрв. жýрнал Зернобобовых и крупяных культур*, 1(9), 22-30.
- 10 Saenko, GM, Býshneva, NA. (2017). Effektivnost predposevnoi obrabotki semian soi protiv boleznei i vreditelei vshodov. *Maslichnye kúltýry. Naých.-teh. býl. VNIIMK*, 1(169), 75-82.
- 11 Jarkova, SV, Manylova, OV. (2021). Formirovanie gustoty stoyaniya rastenii i urozhainosti semyan soi v usloviyah Altaiskogo kraya. *Ovoshi Rossu*, 6, 92-97. DOI:10.18619/2072-9146-2021-6-92-97.
- 12 Dospehov, BA. (1985). *Metodika opytного dela*. M.: Agropromizdat, 315.
- 13 Arinov, KK, Mýsynov, KM, Shestakova, NA, Serekpaev, NA, Apýshev, AT. (2016). *Rastenievodstvo*. Astana: 583.
- 14 Programma paketa prikladnoi statistiki SNEDECOR: 1-faktornyi dispersionnyi analiz ANOVA. Versiya 4.7, 05.07.2004 g.

Өртүрлі себу мерзімі мен препараттармен тұқымды өңдеу жағдайында сояның өнімділігі мен өнімнің құрылымдық элементтері

Канапин Ч.Б., Утельбаев Е.А., Мусынов К.М., Тахсин Н.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Соя – азық-түлік және мал азығы өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын стратегиялық маңызы жоғары дақылдардың бірі. Солтүстік Қазақстан жағдайында оның өнімділігі қолайсыз климат, жоғары өнімді сұрыптардың шектеулі болуы және аурулардың таралуы салдарынан жетекші елдерден артта қалып отыр. Зерттеудің мақсаты – қауіпті егіншілік аймағында соя сұрыптарының өнімділігіне себу мерзімдері мен тұқымды алдын ала өңдеу нұсқаларының әсерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Тәжірибелер 2021-2023 жылдары Ақмола облысы Сандықтау ауданындағы «Каменка и Д» ЖШС тәжірибе алқабында жүргізілді. Зерттеуге Ивушка, Эльдорадо және Бірлік КВ сұрыптары енгізілді. Себу мерзімдері: 10-20 мамыр және 20-30 мамыр. Тұқымды өңдеу нұсқалары: бақылау, ТМТД, ТМТД + Хайстик, ТМТД + Хайстик + Новосил. Есепке танаптық өңгіштік, өсімдіктердің сақталуы және өнімділік көрсеткіштері алынды.

Нәтижелер. Ең жоғары көрсеткіштер 10-20 мамырда себілгенде анықталды. ТМТД + Хайстик + Новосил кешенді қолдану өнім құрылымының элементтеріне оң әсер етіп, бір өсімдіктегі бұршақ пен дән санын, 1000 дән массасын және биологиялық өнімділікті арттырды. Ең жоғарғы нәтиже ерте пісетін Ивушка сұрыпында байқалды – үш жылдың орташа өнімділігі 15,4 ц/га болды. Кеш мерзімде себу барлық сұрыптарда өнімділік көрсеткіштерін төмендетті.

Қорытынды. Солтүстік Қазақстан жағдайында соя өнімділігін арттыру үшін себу мерзімі мен тұқымды алдын ала өңдеудің оңтайлы үйлесімі шешуші фактор болып табылады. Ең тиімді нұсқа – 10-20 мамырдағы себу мерзімі және ТМТД + Хайстик + Новосил кешенін қолдану, әсіресе Ивушка сұрыбы үшін, бұл тәсілді өндіріске ұсынуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: соя; себу мерзімдері; тұқымды өңдеу; танаптық өңгіштік; өсімдіктердің сақталуы; өнімділік.

Yield and crop structure elements of soybean varieties at different sowing dates and seed treatments

Chingiz B. Kanapin, Yerlan A. Utelbayev, Kazhymurat M. Musynov, Nurrtin Tahsin

Abstract

Background and Aim. Soybean is one of the strategically important crops widely used in the food and feed industries. In Northern Kazakhstan, its yield lags behind that of leading producing countries due to unfavorable climate conditions, limited availability of high-yielding varieties, and the spread of diseases. The aim of this study was to determine the effect of sowing dates and pre-sowing seed treatment options on the productivity of soybean varieties in the risky farming zone.

Materials and Methods. Field experiments were conducted in 2021-2023 at the experimental field of “Kamenka and D” LLP (Akmola region). The tested varieties were Ivushka, Eldorado, and Birlik KV. Sowing dates: May 10-20 and May 20-30. Seed treatment variants: control, TMTD, TMTD + Haistik, TMTD + Haistik + Novosil. Evaluated parameters included field germination, plant survival, and yield.

Results. The highest values were obtained with the sowing date of May 10-20. The combined use of TMTD + Haistik + Novosil positively influenced yield structure elements, increasing the number of pods and seeds per plant, 1000-seed weight, and biological yield. The maximum result was observed for the early-maturing variety Ivushka, which averaged 15.4 c/ha over three years. Later sowing dates reduced productivity indicators across all varieties.

Conclusion. The study established that the optimal combination of sowing date and seed treatment is a decisive factor in increasing soybean yield under the conditions of Northern Kazakhstan. The most effective option was sowing between May 10-20 with the application of TMTD + Haistik + Novosil, particularly for the variety Ivushka, which can be recommended for practical use.

Keywords: soybean; sowing date; seed treatment; field germination; plant survival; 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. - № 3 (127). - Р.176-183. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2029

УДК 58.006

Исследовательская статья

Интродукция плодово-ягодных растений в Астанинский ботанический сад

Ахатов К.Ж.¹ , Ражанов М.Р.¹ , Мұқан Г.С.² , Шадманова Л.Ш.² ,
Есжанова А.С.² , Канапин Ч.Б.³ 

¹Астанинский ботанический сад, филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК, Астана, Казахстан

²РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК Алматы, Казахстан

³ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» Акмолинская область, Шортандинский район, Казахстан

Автор корреспонденции: Ахатов К.Ж.: kanat180874@mail.ru

Соавторы: (1: МР) m.razhanov@mail.ru; (2: ГМ) appleforest_protection@mail.ru; (3: ЛШ) laura_shadmanova@mail.ru; (4: АЕ) ainur_2005_82@mail.ru; (5: ЧК) china2209@mail.ru

Получено: 23.07.2025 **Принято:** 26.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Плодово-ягодные растения обладают высокой пищевой, декоративной и фармакологической ценностью, что делает их важными объектами для интродукции и использования в озеленении и плодоводстве. В условиях Северного Казахстана особое значение приобретают виды, способные выдерживать суровые климатические условия и демонстрировать высокую адаптивность. Целью работы было изучение приживаемости и морфометрических характеристик форм родов *Hippophae*, *Crataegus*, *Rosa* и *Ribes* в условиях Астанинского ботанического сада.

Материалы и методы. Посадочный материал собран в 2024 году в Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областях. Высадка проведена весной и осенью 2024 года. В июне 2025 года проведены наблюдения за ростом растений, их биометрическими параметрами и приживаемостью.

Результаты. Наилучшие показатели зафиксированы у *Hippophae rhamnoides* формы Бурабай 1 (высота 130 см, прирост 21,4 см, приживаемость 90%). Среди *Crataegus* выделялась Форма 1, у *Rosa* – *R. acicularis* имела более развитые побеги, но меньшую приживаемость. Формы *Ribes* проявили слабое развитие и низкую выживаемость.

Заклучение. Таким образом, выявлены формы с высоким адаптационным потенциалом, пригодные для дальнейшего использования в озеленении, интродукционных и селекционных работах в условиях Северного Казахстана.

Ключевые слова: облепиха крушиновидная; шиповник; смородина; боярышник; биометрия; интродукция.

Введение

Плодово-ягодные растения обладают высокой декоративной ценностью и играют важную роль в формировании рекреационных ландшафтов. Наряду с этим они способствуют обеспечению продовольственной безопасности, укреплению здоровья населения и развитию устойчивого сельского хозяйства. В условиях глобальных климатических изменений и растущего интереса к

функциональному питанию особое внимание уделяется видам, сочетающим высокую пищевую ценность с устойчивостью к абиотическим стрессам и агроэкологической адаптивностью. В этом контексте роды *Hippophae*, *Ribes*, *Rosa* и *Crataegus* представляют особый интерес, поскольку обладают комплексной ценностью: они успешно произрастают в суровых климатических условиях, используются в пищевой и фармацевтической промышленности, а также в ландшафтном озеленении и декоративном садоводстве.

Многочисленные исследования подтверждают высокую биологическую активность соединений, содержащихся в плодах и других органах этих растений. Витамины, полифенолы, антоцианы, органические кислоты и эфирные масла обладают выраженным антиоксидантным, противовоспалительным и кардиопротекторным действием. Помимо этого, представители указанных родов отличаются агрономической ценностью благодаря неприхотливости, морозо- и засухоустойчивости, а также адаптивности к неблагоприятным условиям среды.

Облепиха (*Hippophae rhamnoides* L.) – морозостойкий и устойчивый кустарник или дерево, ценящийся за способность восстанавливать деградированные и засушливые ландшафты. Используется для укрепления почв и защиты от эрозии и песчаных бурь [1]. Все части растения, особенно ягоды, богаты витаминами С, Е, каротиноидами и жирными кислотами, что обуславливает выраженные антиоксидантные и противовоспалительные свойства [2]. В пищевой промышленности облепиха применяется для производства соков, джемов, напитков и функциональных продуктов, обогащённых витаминами и антиоксидантами. В народной медицине её используют при заболеваниях ЖКТ, печени, кожи, а также для укрепления сердечно-сосудистой системы. Благодаря высокой питательной ценности и фармакологическому потенциалу облепиха рассматривается как перспективная сельскохозяйственная культура [1, 2].

Ягоды смородины, особенно чёрной (*Ribes nigrum*), являются богатым источником фенольных соединений – антоцианов, флавоноидов, проантоцианидинов, а также витамина С. Эти биоактивные компоненты обеспечивают выраженные антиоксидантные, противовоспалительные и гиполипидемические свойства растения. Согласно данным многочисленных исследований, экстракты смородины способны снижать уровень липопротеидов низкой плотности, защищать клетки от окислительного стресса и модулировать воспалительные процессы [3]. Антоциановый профиль чёрной смородины преимущественно представлен цианидином-3-глюкозидом (до 92%), что определяет насыщенную окраску плодов и их высокую антиоксидантную активность [4]. Полифенольные соединения смородины находят применение в пищевой промышленности, как натуральные красители и функциональные добавки. Продукты переработки (соки, джемы, муссы и др.) обладают не только высокой пищевой ценностью, но и способствуют укреплению сердечно-сосудистой и пищеварительной систем [5].

Шиповник (*Rosa canina*, *R. rugosa*) – богатый источник витамина С (в 20-30 раз больше, чем в цитрусовых), каротиноидов и фенольных соединений с выраженным антиоксидантным и противовоспалительным действием. В народной медицине настои и отвары применяются при простудах, воспалениях, заболеваниях ЖКТ, для укрепления иммунитета и повышения тонуса [6]. Плоды используются в пищевой промышленности для производства чаёв, сиропов, джемов, соков и витаминных добавок. Благодаря высокому содержанию витаминов и фитохимикатов они относятся к функциональным продуктам. Регулярное потребление шиповника улучшает состояние сердечно-сосудистой системы и антиоксидантную защиту. Кроме того, шиповник применяется как подвой для роз благодаря устойчивости к стрессам и мощной корневой системе.

Боярышник (*Crataegus*) – род колючих кустарников и деревьев семейства Rosaceae. Ягоды и цветки богаты флавоноидами (проантоцианидинами, кверцетином), фенолокислотами и тритерпеноидными соединениями, определяющими его антиоксидантное, противовоспалительное, гипотензивное и кардиопротекторное действие. Экстракты боярышника традиционно применяются при сердечно-сосудистых и пищеварительных нарушениях [7].

Несмотря на высокую биоэкономическую значимость обозначенных родов, особенности их роста и развития при интродукции в условиях центральных регионов Казахстана остаются недостаточно изученными. Суровый климат, характерный для Астаны и прилегающих территорий, предъявляет повышенные требования к адаптивности интродуцируемых видов.

В этой связи представляет интерес сравнительный анализ приживаемости и вегетативного развития форм, полученных из различных природных зон Северного Казахстана. Проведение таких наблюдений в рамках ботанического сада позволяет оценить морфологические особенности интродуцированных образцов на ранних этапах развития и сформировать базу данных для последующего отбора устойчивых форм, пригодных для озеленения и селекционно-интродукционных работ в регионе.

Материалы и методы

Исследование проводилось на территории Астанинского ботанического сада, характеризующемся резко континентальным климатом с выраженными сезонными колебаниями температуры: средняя температура января составляет $-16,5^{\circ}\text{C}$, июля - $+20,5^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков варьирует в пределах 300-350 мм, причём основная их часть выпадает в летний период. Климатические условия также включают высокую солнечную радиацию, частые ветровые явления и резкие суточные перепады температур [8].

Почвенные условия исследуемой площадки представлены лугово-каштановыми малогумусными почвами со слабощелочной реакцией (рН 7,5-8,0) и средним механическим составом. Участок обладает хорошей освещённостью и обеспечивается регулярным поливом.

Интродукция кустарниковых форм родов *Hippophae*, *Ribes*, *Rosa*, *Crataegus* была проведена весной (апрель) и осенью (сентябрь) 2024 года. Растения высаживались рядами с междурядьем 1,5 м и интервалом между саженцами 1,0 м. Посадочный материал был получен в ходе экспедиционных сборов в Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областях. Образцы отбирались из естественных популяций плодово-ягодных растений.

Посадка осуществлялась вручную с последующим поливом и проведением стандартных агротехнических мероприятий, включающих регулярный полив, рыхление почвы и удаление сорной растительности.

Оценка биометрических характеристик проводилась в начале июня 2025 года. Для каждой исследуемой формы учитывались следующие параметры: средняя высота растения (см), средний годовой прирост (см), диаметр кроны (см), средняя длина и ширина листа (см) [9]. Измерения проводились на 10 растениях каждой формы (при наличии достаточного количества экземпляров). В случаях, когда сохранилось менее трёх экземпляров (например, у форм *Hippophae* СКО, Костанай 1 и Костанай 4), приводились индивидуальные значения без расчёта стандартного отклонения.

Анализ данных включал расчёт арифметических средних значений и стандартного отклонения ($\pm$) по общепринятым статистическим формулам, отражающим степень разброса индивидуальных показателей относительно среднего значения.

Приживаемость растений оценивалась в процентах от общего числа высаженных экземпляров каждой формы.

Результаты и обсуждение

В ходе экспедиционных выездов в 2024 году на территории Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областей были собраны образцы дикорастущих форм плодово-ягодных кустарников, использованные впоследствии для интродукции в Астанинском ботаническом саду. Географические координаты пунктов отбора интродуцированного материала приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Координаты точек происхождения интродуцированного материала

№ точек	Область	Наименование формы	Координаты точек	
			Северная широта	Восточная долгота
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.				
1	Акмолинская	Бурабай 1	53°06'6966	070°18'7961
2	Акмолинская	Бурабай 2	53°06'6881	070°18'7243

Продолжение таблицы 1

3	Акмолинская	Бурабай 3	53°06'6725	070°18'6727
4	Акмолинская	Бурабай 4	52°53'2946	068°58'3059
5	Акмолинская	Бурабай 5	52°53'3642	068°58'6303
6	СКО	СКО 1	53°24'2551	068°01'7719
7	Костанайская	Костанай 1	53°09'2857	063°41'2406
8	Костанайская	Костанай 2	53°09'0622	063°38'5524
9	Костанайская	Костанай 3	53°10'1005	063°42'6198
10	Костанайская	Костанай 4	53°10'9484	063°43'4440
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.				
1	Акмолинская	Форма 1	53°06'7709	070°18'8757
2	Акмолинская	Форма 2	53°06'6881	070°18'7243
<i>Rosa Canina</i>				
3	Акмолинская	Форма 1	52°53'6965	068°58'3274
4	<i>Rosa acicularis</i>			
5	СКО	Форма 1	53°07'6103	068°26'4143
<i>Ribes nigrum</i>				
6	СКО	Форма 1	54°29'3111	069°06'3998
<i>Ribes aureum</i>				
7	СКО	Форма 1	53°13'5684	076°54'8511

Для характеристики морфологической изменчивости и оценки степени развития интродуцированных форм были проведены биометрические наблюдения, охватывающие различные вегетативные параметры растений. В таблице 2 приведены усреднённые показатели для форм облепихи (*Hipporhae rhamnoides* L.), собранных в различных регионах Северного Казахстана.

Таблица 2 – Биометрические показатели различных форм рода *Hipporhae* (облепиха крушиновидная)

№ п/п	Форма	Средняя высота, см	Средний прирост, см	Средний размер кроны, см	Средняя длина листа, см	Средняя ширина листа, см	Приживаемость, %
1	Бурабай 1	130+4,17	21,4+1,86	50+1,15	7,6+0,16	0,72+0,02	90
2	Бурабай 2	70+6,7	11,1+1,34	30+4,31	5,8+0,18	0,65+0,02	80
3	Бурабай 3	82+1,67	13,0+1,25	31+1,92	6,0+0,17	0,66+0,02	50
4	Бурабай 4	86+4,12	13,9+1,34	30+3,79	7,2+0,2	0,69+0,02	80
5	Бурабай 5	90+5,08	6,0+1,13	32+4,84	4,4+0,28	0,44+0,03	50
6	СКО 1	105 -	12,4+1,89	50 -	6,8+0,2	0,64+0,02	50
7	Костанай 1	109 -	15,0+3,12	36 -	6,4+0,26	0,56+0,02	50
8	Костанай 2	59+8,98	11,5+1,25	26+4,63	5,9+0,16	0,68+0,02	75
9	Костанай 3	47+7,78	9,8+1,65	22+1,77	5,0+0,22	0,63+0,03	70
10	Костанай 4	45 -	8,4+0,67	20 -	5,0+0,26	0,58+0,03	50

Среди всех форм рода *Hipporhae*, наилучшие адаптационные и морфометрические характеристики продемонстрировала форма Бурабай 1: максимальная высота (130 см), прирост (21,4 см) и приживаемость (90%). Противоположную картину демонстрирует форма Бурабай 5, отличающаяся наименьшими показателями прироста (6,0 см), ширины листа (0,44 см) и приживаемостью (50%).

Формы Костанай в среднем уступают по росту, размеру кроны и площади листьев. Отсутствие стандартных отклонений у форм СКО, Костанай 1 и Костанай 4 обусловлено наличием лишь одного сохранившегося растения, что снижает достоверность оценки их адаптационного потенциала. Таким образом, среди интродуцированных форм *Hippophae rhamnoides* отмечена значительная вариабельность по морфометрическим признакам и приживаемости.

Для комплексной оценки адаптационного потенциала в условиях города Астана далее рассмотрены результаты по формам рода *Crataegus* (таблица 3).

Таблица 3 – Биометрические показатели различных форм рода *Crataegus sanguinea*

Форма	Средняя высота, см	Средний прирост, см	Средний размер кроны, см	Средняя длина листа, см	Средняя ширина листа, см	Приживаемость, %
Форма 1	77±8,83	23,1±2,63	42±3,29	6,7±0,21	6,2±0,22	67
Форма 2	50±3,54	6,2±0,65	26±1,76	5,7±0,17	4,6±0,14	75

Форма 1 рода *Crataegus sanguinea* отличается более высокими значениями по всем зафиксированным морфометрическим признакам по сравнению с формой 2. Средняя высота и прирост у формы 1 составили 77 см и 23,1 см соответственно, тогда как у формы 2 – 50 см и 6,2 см. Средний размер кроны у формы 1 составил 42 см, у формы 2 – 26 см. Длина и ширина листа у формы 1 были равны 6,7 см и 6,2 см соответственно, у формы 2 – 5,7 см и 4,6 см. Приживаемость у формы 2 была выше (75 %), чем у формы 1 (67 %). Эффективность адаптации боярышника подтверждается также данными других исследований: виды *Crataegus dahurica* и *C. sanguinea* показали высокую способность к укоренению и регенерации, что выделяет их среди представителей рода *Crataegus*, как более надёжные объекты для интродукции и декоративного использования в городских условиях [10].

Формы рода *Rosa* представлены интродуцированными экземплярами *Rosa acicularis* и *Rosa canina*, высаженными в те же сроки. Их биометрические характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Биометрические показатели различных форм рода *Rosa*

Вид	Форма	Средняя высота, см	Средний прирост, см	Средний размер кроны, см	Средняя длина листа, см	Средняя ширина листа, см	Приживаемость, %
<i>Rosa acicularis</i>	Форма 1	60±3,82	23±2,65	43±2,82	5,5±0,27	4,6±0,16	67
<i>Rosa canina</i>	Форма 1	58±1,78	17±1,14	34±1,94	4,1±0,14	3±0,11	75

Форма *Rosa acicularis* характеризуется большей средней высотой (60 см) и приростом (23 см), чем форма *Rosa canina* (58 см и 17 см соответственно). Также у *Rosa acicularis* зафиксированы более высокие значения средней длины листа (5,5 см против 4,1 см) и ширины листа (4,6 см против 3,0 см). Средний размер кроны составил 43 см у *Rosa acicularis* и 34 см у *Rosa canina*. Приживаемость у формы *Rosa acicularis* составила 67 %, у *Rosa canina* – 75 %.

Завершающий блок наблюдений был посвящён интродуцированным формам рода *Ribes*, представленным видами *Ribes nigrum* и *Ribes aureum*. Оба таксона характеризуются высокой ценностью как источники биологически активных веществ и декоративных форм. Несмотря на ограниченное количество сохранившихся экземпляров, для них были учтены основные вегетативные параметры. Итоговые морфометрические характеристики сведены в таблице 5.

Таблица 5 – Биометрические показатели различных форм рода *Ribes* (смородина)

Вид	Форма	Средняя высота, см	Средний прирост, см	Средний размер кроны, см	Средняя длина листа, см	Средняя ширина листа, см	Приживаемость, %
<i>Ribes nigrum</i>	Форма 1	20±1,41	9,4±0,92	20±2,12	6,6±0,32	6,1±0,36	50
<i>Ribes aureum</i>	Форма 1	48±3,54	15,5±3,23	14±0,71	3,4±0,14	3,3±0,17	50

Обе формы рода *Ribes* продемонстрировали одинаковый уровень приживаемости (50 %), который был ниже, чем у большинства форм других родов, представленных в исследовании. По показателям средней высоты и прироста побегов форма *Ribes aureum* существенно превосходила *Ribes nigrum* (48 см против 20 см по высоте и 15,5 см против 9,4 см по приросту). В то же время, *Ribes nigrum* характеризовалась более крупными листьями: средняя длина и ширина листа составили 6,6 см и 6,1 см соответственно, тогда как у *Ribes aureum* эти значения составили 3,4 см и 3,3 см. Средние размеры кроны оказались невысокими у обеих форм — 20 см у *Ribes nigrum* и 14 см у *Ribes aureum*.

Заключение

Проведённое исследование интродуцированных форм плодово-ягодных кустарников в условиях города Астана позволило выявить значительные различия в уровне приживаемости, морфометрических характеристиках и адаптационном потенциале растений различных родов.

Наиболее высокие показатели приживаемости и роста были зафиксированы у формы *Hippophae rhamnoides* Бурабай 1, отличающейся максимальной средней высотой (130 см), приростом (21,4 см) и приживаемостью (90%), что свидетельствует о её высокой пластичности и потенциале для использования в озеленении и плодоводстве. Среди форм рода *Crataegus* более перспективной оказалась Форма 1, продемонстрировавшая высокие показатели роста и листовой массы при удовлетворительной приживаемости (67%).

Сравнительный анализ форм *Rosa acicularis* и *Rosa canina* показал преимущество первой по морфометрическим показателям при чуть меньшей выживаемости, что, вероятно, обусловлено лучшей экологической совместимостью с условиями региона. Интродуцированные формы рода *Ribes* проявили наименьшую приживаемость и темпы роста.

Вклад авторов

ГС, ММ: постановка задачи, разработка методологии исследования, координирование на всех этапах. КЖ: анализ данных и написание основной части статьи. ЛШ, АС, КЖ, ЧБ: проведение учетов, сбор и обработка данных, участие в анализе результатов. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках проекта BR21882166-ОТ-23 "Научно-практические основы воспроизводства, сохранения, использования плодово-ягодных растений природной флоры Западного, Восточного, Центрального и Северного Казахстана для обеспечения продовольственной безопасности".

Список литературы

- 1 Wang, Z., Zhao, F., Wei, P., Chai, X., Hou, G., Meng, Q. (2022). Phytochemistry, health benefits, and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1036295.
- 2 Ereemeeva, NB, Makarova, NV. (2022). Study of the content of antioxidants and their activity in concentrated extracts of cranberry (*Vaccinium oxycoccus*), sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.),

blackberry (*Rubus fruticosus*), guelder rose (*Viburnum opulus* L.) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.). *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 48(7), 1392-1398.

3 Sun, Q., Wang, N., Xu, W., Zhou, H. (2021). Genus *Ribes* Linn. (Grossulariaceae): A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry, pharmacology and clinical applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 276, 114166.

4 Guo, L., Qiao, J., Zhang, L., Yan, W., Zhang, M., Lu, Y., Huo, J. (2023). Critical review on anthocyanins in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) and their function. *Plant physiology and biochemistry*, 204, 108090.

5 Cortez, RE, Gonzalez de Mejia, E. (2019). Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A review on chemistry, processing, and health benefits. *Journal of food science*, 84(9), 2387-2401.

6 Guantario, B., Nardo, N., Fascella, G., Ranaldi, G., Zinno, P., Finamore, A., Roselli, M. (2023). Comparative study of bioactive compounds and biological activities of five rose hip species grown in sicily. *Plants*, 13(1), 53.

7 Zhang, J., Chai, X., Zhao, F., Hou, G., Meng, Q. (2022). Food applications and potential health benefits of hawthorn. *Foods*, 11(18), 2861. DOI: 10.3390/foods11182861.

8 Pogoda i klimat. (б.г.). *Климатические данные по регионам России и СНГ*. (2025). <http://www.pogodaiklimat.ru/climate.php>

9 Рунова, ЕМ, Мельникова, СВ, Казакова, ТГ. (2015). Оценка видового разнообразия древесных и кустарниковых интродукционтов в условиях городской среды (на примере Братска). *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*, 6, 149-156.

10 Кентбаева, Б., Бессчетнова, Н., Бессчетнов, В., Ахметов, Р., Кентбаев, Е. (2021). Регенерационная способность черенков боярышника. *Ізденістер, нәтижелер*, 3(91), 95-103. DOI: 10.37884/3-2021/11.

References

1 Wang, Z., Zhao, F., Wei, P., Chai, X., Hou, G., Meng, Q. (2022). Phytochemistry, health benefits, and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1036295.

2 Eremeeva, NB, Makarova, NV. (2022). Study of the content of antioxidants and their activity in concentrated extracts of cranberry (*Vaccinium oxycoccus*), sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), blackberry (*Rubus fruticosus*), guelder rose (*Viburnum opulus* L.) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.). *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 48(7), 1392-1398.

3 Sun, Q., Wang, N., Xu, W., Zhou, H. (2021). Genus *Ribes* Linn. (Grossulariaceae): A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry, pharmacology and clinical applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 276, 114166.

4 Guo, L., Qiao, J., Zhang, L., Yan, W., Zhang, M., Lu, Y., Huo, J. (2023). Critical review on anthocyanins in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) and their function. *Plant physiology and biochemistry*, 204, 108090.

5 Cortez, RE, Gonzalez de Mejia, E. (2019). Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A review on chemistry, processing, and health benefits. *Journal of food science*, 84(9), 2387-2401.

6 Guantario, B., Nardo, N., Fascella, G., Ranaldi, G., Zinno, P., Finamore, A., Roselli, M. (2023). Comparative study of bioactive compounds and biological activities of five rose hip species grown in sicily. *Plants*, 13(1), 53.

7 Zhang, J., Chai, X., Zhao, F., Hou, G., Meng, Q. (2022). Food applications and potential health benefits of hawthorn. *Foods*, 11(18), 2861. DOI:10.3390/foods111828.

8 Pogoda i klimat. (b.g.). *Klimaticheskie dannye po regionam Rossii i SNG*. (2025). <http://www.pogodaiklimat.ru/climate.php>

9 Runova, EM, Mel'nikova, SV, Kazakova, TG. (2015). Ocenka vidovogo raznoobraziya drevesnyh i kustarnikovyh introdukcijontov v usloviyah gorodskoj sredy (na primere Bratska). *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie*, 6, 149-156.

10 Kentbaeva, B., Besschetnova, N., Besschetnov, V., Ahmetov, R., Kentbaev, E. (2021). Regeneracionnaya sposopnost' Cherenkov boyaryshnika. *Izdenister, nâtiyeler*, 3(91), 95-103. DOI:10.37884/3-2021/11.

Астана ботаникалық бағына жеміс-жидек өсімдіктерін интродукциялау

Ахатов К.Ж., Ражанов М.Р., Мұқан Г.С., Шадманова Л.Ш.,
Есжанова А.С., Канапин Ч.Б.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Жеміс-жидек бұталы өсімдіктері жоғары тағамдық, декоративтік және фармакологиялық құндылыққа ие, бұл оларды интродукциялау мен көгалдандыру және жеміс шаруашылығында қолдану үшін маңызды нысан. Солтүстік Қазақстан жағдайында қатал климатқа төтеп бере алатын және жоғары бейімделгіштік танытатын түрлер ерекше маңызға ие. Осы зерттеудің мақсаты – Астана ботаникалық бағы жағдайында *Hippophae*, *Crataegus*, *Rosa* және *Ribes* туыстарына жататын формалардың өсімталдығы мен морфометриялық көрсеткіштерін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Отырғызу материалы 2024 жылы Ақмола, Солтүстік Қазақстан және Қостанай облыстарында экспедициялар барысында жиналды. Өсімдіктер көктемде және күзде отырғызылды. 2025 жылдың маусым айында өсімдіктердің өсуі, биометриялық көрсеткіштері мен өсімталдығы бойынша бақылау жүргізілді.

Нәтижелер. Нәтижелер бір туыс ішіндегі формалар арасында айқын айырмашылықтар барын көрсетті. *Hippophae rhamnoides* түрінің Бурабай 1 формасында ең жоғары көрсеткіштер тіркелді (биіктігі – 130 см, өсім – 21,4 см, өсімталдығы – 90%). *Crataegus* ішінде Форма 1 ерекшеленді, *Rosa* арасында *R. acicularis* ірі жапырақтарымен көзге түсті, бірақ өсімталдығы төмен болды. *Ribes* формалары әлсіз өсу мен төмен тіршілік көрсеткіштерін көрсетті.

Қорытынды. Осылайша, бейімделу әлеуеті жоғары формалар, әсіресе *Hippophae rhamnoides* Бурабай 1, Солтүстік Қазақстан жағдайында көгалдандыру мен селекциялық жұмыстар үшін перспективалы нысан ретінде ерекшеленді.

Кілт сөздер: қарақат; итмұрын; теңіз шырғаны; долана; биометрия; интродукция.

Introduction of fruit and berry plants into the Astana botanical garden

Kanat Zh. Ahatov, Medeu R. Razhanov, Gaukhar S. Mukan, Laura Sh. Shadmanova,
Ainur S. Eszhanova, Chingiz B. Kanapin

Abstract

Background and Aim. Fruit and berry shrubs are valuable for their nutritional, ornamental, and pharmacological properties, making them important targets for introduction and use in landscaping and horticulture. Under the conditions of Northern Kazakhstan, special attention is given to species capable of withstanding harsh climates and demonstrating high adaptability. This study aimed to assess the survival rate and morphometric characteristics of select *Hippophae*, *Crataegus*, *Rosa*, and *Ribes* under the conditions of the Astana Botanical Garden.

Materials and Methods. Planting material was collected during expeditions to the Akmola, North Kazakhstan, and Kostanay regions in 2024. Planting was conducted in spring and autumn of 2024. Plant growth, biometric parameters, and survival rates were recorded in June 2025.

Results. Significant differences in performance were observed among forms within each genus. *Hippophae rhamnoides* form Burabay 1 exhibited the highest values (height – 130 cm, shoot growth – 21.4 cm, survival – 90%). Among *Crataegus*, form 1 had the most favorable biometric traits. Within *Rosa*, *R. acicularis* exhibited larger leaves and shoots but lower survival. Forms of *Ribes* demonstrated weak vegetative development and low survivability.

Conclusion. Certain forms, particularly *Hippophae rhamnoides* Burabay 1, demonstrate high adaptive potential and are promising for landscaping, introduction, and breeding efforts in Northern Kazakhstan.

Keywords: *Hippophae* (sea buckthorn); *Rosa* (rosehip); *Ribes* (currant); *Crataegus* (hawthorn); biometrics; introduction.

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. - № 3 (127). - Р.184-195. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).2030

УДК 636.32/.38; 636.3.033

Исследовательская статья

Сравнительные особенности свойств шерсти чистопородного и помесного молодняка казахской курдючной грубошерстной породы

Асылбекова Э.Б. , Кенжебаев Т.Е. , Есенбаев А.А. , Ахатова З.А. ,
Сембаева А.И. , Исагулов Н.Е. 

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

Автор-корреспондент: Ахатова З.А.: ahatova_niio@mail.ru

Соавторы: (1: ЭА) elmira_0309@mail.ru; (2: ТК) kтерdesh@mail.ru;
(3: АЕ) esenbaev_a@inbox.ru; (5: АС) sembaevaaigul5782@gmail.com;
(6: НИ) nurlanisagulov@gmail.com

Получено: 23.07.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Мясная продуктивность помесей разных генераций южноафриканской породы дорпер изучена относительно широко. Однако, продуктивные особенности молодняка, полученного на основе использования генотипов АБ и отечественных пород, изучены крайне мало. При этом характеристика шерстной продуктивности, помесей указанных пород практически не изучена, что и предопределяют актуальность и новизну исследований, результаты которых представлены в данной статье. **Цель исследования** – определение основных свойств шерсти подопытных животных.

Материалы и методы. В качестве материала для исследования были использованы образцы шерсти, отобранные от основных топографических участков тела (бок, ляжка, спина) подопытных овец крестьянского хозяйства «Разахун» и «Медхан». Исследования проведены с использованием австралийского анализатора шерсти «OFDA-2000» (Wool Group Pty Ltd.) в лаборатории анализа качества шерсти Научно-исследовательского института овцеводства им. К.У. Медеубекова филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» (далее - КазНИИЖиК).

Результаты. В шерсти помесей австралийская белая×казахская курдючная грубошерстная и дорпер×казахская курдючная грубошерстная, установлено повышенное содержание утоненных волокон, о чем свидетельствуют показатели комфорт фактора, варьирующие в пределах 84,5-97,5%. У чистопородного молодняка данный параметр составил 44,8-60,7%. Шерсть помесей по абсолютным параметрам тонины и ее коэффициенту вариации оказалась уравненной по сравнению с чистопородными аналогами. Средняя тонина шерсти помесей АБ×ККГ и Д×ККГ варьировала в пределах 20,5-24,6 мкм, коэффициенты неравномерности (Cv) волокон – в пределах 21,1-23,3%. Соответствующие показатели у чистопородных аналогов составили: 29,8-35,2 мкм и 38,1-41,0%.

Закключение. Результаты исследования показали, что использование генотипов пород австралийская белая и дорпер зарубежной селекции на матках казахской курдючной грубошерстной породы, оказало положительное влияние на улучшение структуры шерстной продуктивности полученного потомства, повышая удельный вес ценных пуховых волос и уравниваемость шерстных волокон. Полученное потомство может быть использовано в практической селекции для обогащения генофонда отечественных пород и улучшения мясо-шерстной продуктивности

курдючных овец. Высокий удельный вес тонких пуховых волокон, максимально сохраняя тепло тела, способствовал достаточно высокой приспособленности помесного молодняка к условиям пастбищного содержания первого года зимовки, что имеет большую практическую значимость.

Ключевые слова: шерсть; длина; комфорт фактор; помесь; тонина.

Введение

Научно-практическая значимость работы заключается в разработке научно-обоснованных критериев (минимальных требований) для желательного типа мясных овец, полученных от скрещивания баранов зарубежных специализированных мясных пород с курдючными овцематками.

Для улучшения продуктивных качеств казахской курдючной грубошерстной породы мясо-сальной продуктивности, использованы генотипы пород австралийская белая и дорпер зарубежной селекции мясного направления продуктивности методом искусственного осеменения [1].

Используемая местная казахская курдючная грубошерстная порода выведена народной селекцией. Порода сочетает достаточно высокие мясо-сальные качества с неприхотливостью к неблагоприятным факторам среды, резкоконтинентального климата многих регионов Казахстана.

Зарубежная порода дорпер – это порода «бесшерстных» длиннохвостых овец мясного направления, выведенная в ЮАР [2, 3, 4], а австралийская белая – это порода одноименного континента с линяющей шерстью, при выведении которой использованы генетические ресурсы породы дорпер.

Основной задачей проводимых исследований является улучшение мясной продуктивности и качества мяса курдючных овец, при сохранении их ценных биологических особенностей, в том числе параметров физико-механических свойств шерсти полученных помесей разных генотипов и генерации.

Исследования физико-механических свойств шерсти чистопородного потомства казахских курдючных грубошерстных овец, в сравнительном аспекте с помесным молодняком пород австралийская белая и дорпер, проводятся впервые, что и предопределяют новизну исследований. Следовательно, сравнительные исследования шерстной продуктивности родительских пар и полученного от них потомства представляют научно-практический интерес. При этом необходимо учесть, что адаптивные способности овец во многом зависят от характеристики шерстного покрова. Условия содержания помесного молодняка, полученного от генотипов пород зарубежной селекции, такие же, как и чистопородных аналогов местной репродукции. Тем самым, последовательность проводимых исследований с охватом генотипов отечественной и зарубежной селекции, а также их потомства, разного происхождения обеспечивает целевую направленность и целостность научно-производственных и лабораторных работ.

В статье приводятся результаты исследования физико-механических свойств (тонина, уравниность, комфорт фактор, длина) шерсти казахских курдючных грубошерстных маток и их чистопородного и помесного потомства, полученного от использования баранов-производителей пород дорпер и австралийская белая.

Основным показателем физико-механических свойств шерсти является тонина, которая определяет качество (сорт) шерсти и изделий в целом, изготавливаемых из нее, следовательно, оказывает большое влияние на цену конечной продукции. Чем выше качество, тем больше содержание – тонких пуховых и меньше утолщенных грубых волокон, что и оказывает решающее влияние на товарную ценность шерстяного изделия. Исследования шерсти с использованием анализатора «OFDA-2000» дают возможность объективно и одновременно определить тонины, длину изучаемого образца шерсти с получением биометрически обработанных данных [5]. Длина шерсти наряду с тониной является основным показателем физико-механических свойств шерсти. Тонина и длина шерсти является объектом особого внимания при селекции и бонитировке овец. Принято считать, что тонина шерсти находится в обратной зависимости от ее длины [6, 7, 8, 9]. Анализатор шерсти «OFDA-2000» определяет и новый показатель, называемый комфорт фактор, то есть удельный вес (%) утоненных и утолщенных волокон [5].

Шерсть овец казахской курдючной грубошерстной породы неоднородная включает все типы шерстных волокон. Соответственно, определение удельного веса разных типов шерстных волокон (комфорт фактора) во всех изучаемых группах также имеет важное научно-практическое значение.

Материалы и методы

Материалом для изучения послужили образцы шерсти, отобранные от овец крестьянских хозяйств «Разахун» Жамбылской и «Медхан» Алматинской областей.

Образцы были взяты от основных топографических участков тела (бок, ляжка, спина) овцематок породы ККГ, баранов-производителей пород АБ и Д. Также от чистопородного молодняка ККГ и их помесных аналогов, полученных путем скрещивания маток ККГ баранами АБ (КХ «Разахун») и Д (КХ «Медхан») пород.

Исследования образцов шерсти проведены в лаборатории анализа качества шерсти Научно-исследовательского института овцеводства им. К.У. Медеубекова филиала КазНИИЖиК на анализаторе «OFDA-2000». «OFDA-2000» – «видео-микроскоп», который захватывает и увеличивает изображение отдельных волокон с помощью видеокамеры. Каждое волокно измеряется с разрешением 0,01 мкм. Данное оборудование обеспечивает быстрое и точное измерение показателей диаметра и длин волокон, стандартного отклонения, коэффициента вариации, комфорт фактора. Комфорт фактор – процентное содержание волокон тониной 30 мкм и тоньше.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что по группе овцематок крестьянского хозяйства «Разахун» Жамбылской области средняя тонина шерсти соответствовала $27,0 \pm 0,05$ микрометрам, среднеквадратическое отклонение ($\pm\delta$) – 7,5 мкм и коэффициент неравномерности волокон (C_v , %) – 27,3%. При этом, тонина шерсти бока равнялась $23,6 \pm 3,45$ мкм, ляжки и спины – $29,5 \pm 2,45$ и $27,9 \pm 0,86$ мкм. Среднеквадратическое отклонение ($\pm\delta$) шерсти бока, ляжки и спины составили 5,8; 9,4 и 7,4 мкм, коэффициент неравномерности волокон (C_v , %) соответствовал 24,4; 30,8 и 26,6%.

Разница по тонине шерсти бока и ляжки, бока и спины, соответственно, составила 5,9 и 4,3 мкм, что указывает на неуровненный характер тонины шерсти овцематок по руно.

Средняя тонина шерсти по группе овцематок крестьянского хозяйства «Медхан» Алматинской области соответствовала $23,9 \pm 0,00$ мкм, среднеквадратическое отклонение и коэффициент неравномерности волокон, соответственно, составили 6,0 мкм и 24,5%, при этом средняя тонина шерсти бока, ляжки и спины составили: $21,5 \pm 2,37$, $28,4 \pm 4,51$ и $21,8 \pm 2,14$ мкм. Среднеквадратические отклонения шерсти бока, ляжки и спины соответствовали 4,6; 8,6 и 4,8 мкм, а C_v составили 21,2; 30,1 и 22,1% (таблица 1).

По уравниности тонины шерсти овцематки КХ «Медхан» существенно отличились от одновозрастных аналогов КХ «Разахун». Так, разница тонины шерсти бока и ляжки у овцематок составила 6,9 мкм, бока и спины – 0,3 мкм, что свидетельствуют о неуровненности шерсти – на первых и наоборот, на уравниности – на последних сравниваемых топографических участках тела подопытных животных.

Таблица 1 – Физико-механические свойства шерсти овцематок казахской курдючной грубошерстной породы крестьянских хозяйств «Разахун» и «Медхан»

Группа	п голов	п образцов		Тонина, мкм				Комфорт фактор, %	Длина, мм
				М	±m	±δ	Cv, %		
крестьянское хозяйство «Разахун»									
Овцематки	10	10	бок	23,6	3,45	5,8	24,4	86,9	51,0
		10	ляжка	29,5	2,45	9,4	30,8	66,8	61,5
		10	спина	27,9	0,86	7,4	26,6	70,5	51,5
Средние показатели	10	30		27,0	0,05	7,5	27,3	74,8	54,7
крестьянское хозяйство «Медхан»									
Овцематки	10	10	бок	21,5	2,37	4,6	21,2	94,5	47,0
		10	ляжка	28,4	4,51	8,6	30,1	69,7	68,0
		10	спина	21,8	2,14	4,8	22,1	93,6	50,0
Средние показатели	10	30		23,9	0,00	6,0	24,5	85,9	55,0

Высокое колебание тонины шерсти казахских курдючных грубошерстных овец является естественным, так как они относятся к группе пород с неоднородным шерстным покровом [3, 4, 5, 6].

У овцематок КХ «Разахун» комфорт фактор составил 74,8%, а удельный вес утолщенных волокон тониной 30 мкм и более – 25,2%. Средняя длина шерсти соответствовала 54,7 мм. Шерсть ляжки и спины оказалась длиннее всего на 10,5 и 0,5 мм, чем шерсть бока, что указывают на достаточно высокую уравненность волокон по данному параметру.

Комфорт фактор у маток крестьянского хозяйства «Медхан» в среднем соответствовал 85,9%. Высокий удельный вес утоненных волокон определены в шерсти бока (94,5%) и спины (93,6%), тогда как в шерсти ляжки данный параметр значительно ниже (69,7%). Средняя длина шерсти овцематок соответствовала 55,0 мм. Уравненность длины шерсти овцематок по длине оказалось удовлетворительной, разница средней длины шерстных волокон бока и ляжки составила 21,0 мм.

Исследования физико-механических свойств шерстной продуктивности баранов-производителей дорпер показали, что они отличаются утоненностью шерсти (21,6 мкм) и ее короткой (31,7 мм) длиной (таблица 2). Следовательно, комфорт фактор оказался высоким – 96,4% [10].

Таблица 2 – Физико-механические свойства шерсти баранов-производителей пород дорпер и австралийская белая

Порода	п голов	п образцов		Тонина, мкм				Комфорт фактор, %	Длина, мм
				М	$\pm m$	$\pm \delta$	C_v , %		
Дорпер	4	3	бок	21,5	0,15	4,1	19,1	96,7	31,3
		3	ляжка	21,7	0,10	4,3	19,9	95,9	27,5
		3	спина	21,6	0,00	4,1	18,9	96,6	36,3
Средние показатели	4	12		21,6	0,02	4,2	19,3	96,4	31,7
Австралийская белая	2	2	бок	26,4	1,30	5,4	20,5	80,7	45,0
		2	ляжка	28,1	0,35	7,4	26,4	70,5	45,0
		2	спина	28,7	0,95	6,3	21,9	66,6	52,5
Средние показатели	2	6		27,7	0,00	6,4	22,9	72,6	47,5

Бараны-производители австралийской белой породы характеризовались несколько утолщенной (27,7 мкм) и достаточно короткой шерстью (47,5 мм). У них комфорт фактор составил 84,5%.

Результаты исследования физико-механических свойств шерсти чистопородного молодняка КХ «Разахун» показали, что у баранчиков средняя тонина шерсти бока составила $27,9 \pm 2,45$ мкм, параметры $\pm \delta$ и C_v , соответственно – 10,7 мкм и 37,7%. У них на ляжке и спине аналогичные параметры, соответственно, составили 31,5 и 31,5; 13,5 и 13,0 мкм; 41,5 и 40,3%. При этом, средняя тонина шерсти баранчиков по всем исследованным образцам соответствовала $30,3 \pm 0,03$ мкм, среднее квадратическое отклонение и коэффициент неравномерности волокон составили 12,4 мкм и 39,8% (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-механические свойства шерсти чистопородного и помесного молодняка крестьянского хозяйства «Разахун»

Группа		п голов	п образцов		Тонина, мкм				Комфорт фактор, %	Длина, мм
					М	$\pm m$	$\pm \delta$	C_v , %		
ККГ	Баранчик	14	14	бок	27,9	2,45	10,7	37,7	64,8	60,0
			14	ляжка	31,5	1,17	13,5	41,5	58,5	65,0
			14	спина	31,5	1,18	13,0	40,3	56,8	67,5
	В среднем	14	42		30,3	0,03	12,4	39,8	60,0	64,2
	Ярка	14	14	бок	34,4	0,83	13,7	39,9	46,1	62,5
			14	ляжка	36,9	1,65	15,1	40,9	39,6	63,8
			14	спина	34,4	0,78	14,6	42,1	48,7	72,5
АБ × ККГ	Баранчик	14	14	бок	25,4	0,58	6,3	26,7	81,6	50,0
			14	ляжка	26,8	1,98	6,9	24,1	76,2	51,3
			14	спина	26,9	2,20	5,9	24,1	75,2	47,5
	В среднем	14	42		26,4	1,58	6,3	25,0	77,6	49,6
	Ярка	30	30	бок	24,1	0,35	5,4	21,8	86,9	49,0
			30	ляжка	25,4	0,92	6,4	24,6	81,2	47,7
			30	спина	24,1	0,46	5,7	23,5	85,3	44,3
	В среднем	30	90		24,6	0,04	5,8	23,3	84,5	47,0

Высокие показатели среднеквадратического отклонения, коэффициента неравномерности волокон и большая разница (3,6 мкм) между тониной шерсти бока и ляжки, бока и спины указывают на неоднородный характер шерсти по руно.

Средняя тонина шерсти по всем топографическим участкам тела ККГ ярок соответствовала $35,2 \pm 0,02$ мкм, а δ и C_v составили $\pm 14,5$ мкм и 41,0%. Средние тонины шерсти бока, спины и ляжки соответствовали $34,4 \pm 0,83$; $34,4 \pm 0,78$ и $36,9 \pm 1,65$ мкм. Среднеквадратическое отклонение и коэффициент неравномерности волокон бока составили 13,7 мкм и 39,9%, спины – 14,6 мкм и 42,1%, ляжки – 15,1 мкм и 40,9%.

Большая разница в тонине шерстных волокон бока и ляжки (3,5 мкм), а также высокие показатели δ и C_v свидетельствуют о неуровненности шерсти ярок по руно.

Неоднородность шерсти по тонине баранчиков и ярок КХ «Разахун» подтверждается также и показателями комфорт фактора. Так, в шерсти баранчиков ККГ породы удельный вес тонких волокон составил 60,0%, грубых волокон – 40,0%, а у ярок, соответственно 44,8% и 55,2%.

Длина шерсти в среднем по группе баранчиков и ярок ККГ породы соответствовала 64,2 и 66,3 мм. При этом, средняя длина шерсти на разных частях тела баранчиков и ярок варьировала в пределах 60,0-67,5 и 62,5-72,5 мм.

Средняя тонина шерсти помесного молодняка АБ и ККГ пород соответствовала $24,6 \pm 0,04$ мкм, $\pm \delta$ и C_v составили 5,8 мкм и 23,3%. При этом, средние тонины шерсти бока и спины соответствовали $24,1 \pm 0,35$ и $24,1 \pm 0,46$ мкм, на ляжке – $25,4 \pm 0,92$ мкм, $\pm \delta$ и C_v бока, спины, ляжки, соответственно, составили 5,4 мкм и 21,8%; 5,7 мкм и 23,5%; 6,4 мкм и 24,6%.

Тонина шерсти по руно уравнивается, разница между боком и ляжкой составила всего 1,3 мкм, между боком и спиной разницы не обнаружена, также среднеквадратическое отклонение и коэффициент неравномерности волокон оказались в допустимом пределе [11].

По комфорт фактору в шерсти помесного потомства АБ и ККГ пород содержание тонких волокон составило 84,5%, грубых волокон – 15,5%. Параметры комфорт фактора шерсти помесей на 24,5-39,7% оказались выше, чем у чистопородных аналогов.

Длина шерсти в среднем по группе помесного потомства АБ и ККГ пород (рисунок 1) соответствовала 47,0 мм, это на 17,2 и 19,3 мм меньше, чем у баранчиков и ярок ККГ породы.



Рисунок 1 – Ярка № 0250 АБ×ККГ КХ «Разахун»

Средняя тони́на шерсти баранчиков чистопородной ККГ породы КХ «Медхан» соответствовала $29,8 \pm 0,03$ мкм. Среднеквадратическое отклонение и коэффициент неравномерности волокон составили 11,7 мкм и 38,1%. Средняя тони́на шерсти бока составила $23,6 \pm 6,23$ мкм, на ляжке и спине, соответственно – $35,1 \pm 5,28$; $30,7 \pm 0,88$ мкм. Среднеквадратические отклонения и коэффициенты неравномерности волокон на боку, ляжке и спине составили 8,4 мкм и 34,9%; 14,0 мкм и 39,2%, 12,7 мкм и 40,3% (таблица 4).

Таблица 4 – Физико-механические свойства шерсти чистопородного и помесного молодняка крестьянского хозяйства «Медхан»

Группа		п голов	п образцов		Тони́на, мкм				Комфорт фактор, %	Длина, мм
					М	$\pm m$	$\pm \delta$	C_v , %		
ККГ	Баранчик	14	14	бок	23,6	6,23	8,4	34,9	78,1	63,8
			14	ляжка	35,1	5,28	14,0	39,2	47,0	72,5
			14	спина	30,7	0,88	12,7	40,3	57,1	60,0
	В среднем	14	42		29,8	0,03	11,7	38,1	60,7	65,4
	Ярка	15	15	бок	31,7	1,90	13,3	41,5	53,4	76,0
			15	ляжка	28,0	1,82	10,2	35,4	66,0	65,0
			15	спина	29,8	0,04	12,7	43,1	55,3	71,0
	В среднем	15	45		29,8	0,01	12,1	40,0	58,2	70,7
Д × ККГ	Баранчик	14	14	бок	20,9	0,60	4,4	21,1	96,8	32,5
			14	ляжка	22,6	1,13	5,5	24,1	91,4	36,3
			14	спина	20,9	0,58	4,7	22,4	95,7	42,5
	В среднем	14	42		21,5	0,02	4,9	22,5	94,7	37,1
	Ярка	15	15	бок	19,4	1,02	3,8	19,4	98,9	34,0
			15	ляжка	21,5	1,02	4,8	22,5	95,5	35,0
			15	спина	20,4	0,08	4,3	21,3	98,1	39,0
	В среднем	15	45		20,5	0,03	4,3	21,1	97,5	36,0

Показатели δ и C_v оказались высокими и разница тони́ны шерсти между боком и ляжкой, боком и спиной значительные (11,5 и 7,1 мкм), что и указывают на неуравненный характер шерсти по ру́ну.

Средняя тони́на шерсти как ярка, так и баранчиков чистопородной ККГ породы КХ «Медхан» составила $29,8 \pm 0,01$ мкм. Среднеквадратические отклонения и коэффициенты неравномерности волокон в среднем составили 12,1 мкм и 40,0%.

Разница средней тонины шерсти между боком и ляжкой составила 3,7 мкм, между боком и спиной – 1,9 мкм, что указывают на неоднородность волокон.

Показатели среднеквадратического отклонения и коэффициента неравномерности, а также комфорт фактора как у баранчиков, так и у ярок высокие, что указывает на их неуравненный характер шерстного покрова по тонине волокон.

Средняя длина шерсти баранчиков и ярок соответствовала 65,4 и 70,7 мм. Колебания длины шерсти баранчиков составили в пределах 60,0-72,5 мм, среди ярок – 65,0-76,0 мм, что свидетельствуют о достаточной их уравниности по данному признаку.

Утонённый характер шерсти установлен у помесного молодняка, полученного с подбора Д×ККГ. Средняя тонина шерсти по группе помесных баранчиков и ярок составила 21,5±0,02 и 20,5±0,03 мкм, δ и C_v соответствовали 4,9 мкм и 22,5%; 4,3 мкм и 21,1%.

Тонина шерсти бока и спины помесных баранчиков оказалась одинаковой 20,9±0,60 и 20,9±0,58 мкм, среднеквадратические отклонения и коэффициенты неравномерности волокон соответствовали 4,4 мкм и 21,1%; 4,7 мкм и 22,4%. У них более высокие данные получены по соответствующим параметрам образцов шерсти, взятых с ляжки животных (22,6±1,13 и 5,5 мкм, 24,1%).

Наиболее низкие показатели средней тонины шерсти, δ и C_v установлены на разных топографических участках тела помесных ярок Д×ККГ, что указывает на хорошую уравниность их шерстных волокон на всех основных частях руна. В шерсти молодняка Д×ККГ содержание утоненных волокон наиболее высокое, 94,7% – у баранчиков и 97,5% – у ярок, а грубых волокон – наименьшее 5,3% и 2,5%.

Наименьшая длина шерсти 25,0 мм была определена в шерсти помесного потомства Д×ККГ (рисунок 2). Средняя длина шерсти баранчиков и ярок соответствовала 37,1 и 36,0 мм, что на 28,3 мм 34,7 мм меньше, чем у чистопородного потомства казахской курдючной грубошерстной породы.



Рисунок 2 – Группа баранчиков Д×ККГ КХ «Медхан»

Настриг невыттой шерсти овцематок, баранчиков, ярок казахской курдючной грубошерстной породы КХ «Разакун» и КХ «Медхан» соответствовал 2,15, 1,81, 1,65 кг и 2,05, 1,74, 1,55 кг. Настриг мытой шерсти соответственно по хозяйствам соответствовал 1,50, 1,25, 1,15 и 1,42 кг, 1,20 и 1,08 кг (таблица 5). Настриг невыттой шерсти овцематок, баранчиков, ярок КХ «Медхан» всего на 4,65, 3,86, 6,06% оказался ниже, чем у овцематок, баранчиков, ярок КХ «Разакун». Разница мытой шерсти по хозяйствам соответствовала 5,33, 4,00, 6,08%.

Таблица 5 – Настриг шерсти казахской курдючной грубошерстной породы овец, кг

Показатели	Настриг шерсти	Овцематки	Баранчики	Ярки
КХ «Разакун»	немытый	2,15±0,08	1,81±0,02	1,65±0,02
	мытый	1,50±0,03	1,25±0,03	1,15±0,02

Продолжение таблицы 5

КХ «Медхан»	немытый	2,05±0,07	1,74±0,02	1,55±0,02
	мытый	1,42±0,02	1,20±0,03	1,08±0,01

Небольшое превосходство по настигу невыттой и мытой шерсти имеют овцематки, баранчики и ярки казахской курдючной грубошерстной породы КХ «Разахун».

При применении органолептического метода определения длины шерсти овцематок, баранчиков, ярок казахской курдючной грубошерстной породы КХ «Разахун» длина остевых и пуховых волокон достигла 9,50, 8,50, 8,00 и 6,50 см, 4,80 и 4,50 см, КХ «Медхан» 8,50, 8,30, 9,50 см и 6,00, 5,00, 4,50 см (таблица 6).

Таблица 6 – Длина остевых и пуховых волокон шерсти казахской курдючной грубошерстной породы овец, см

Показатели		Овцематки	Баранчики	Ярки
КХ «Разахун»	ость	9,50±0,43	8,50±0,17	8,00±0,20
	пух	6,50±0,26	4,80±0,20	4,50±0,23
КХ «Медхан»	ость	8,50±0,38	8,30±0,18	9,50±0,29
	пух	6,00±0,47	5,00±0,22	4,50±0,20

Овцематки казахской курдючной грубошерстной породы КХ «Разахун» по высоте остевых волокон на 10,52% и по длине пуховых волокон на 7,69% превосходили овцематок КХ «Медхан». Баранчики КХ «Разахун» на 2,35% по высоте остевых волокон незначительно превосходит баранчиков КХ «Медхан» и на 4,00% уступают по высоте пуховых волокон. Ярки КХ «Медхан» по высоте остевых волокон на 15,78%, имеют превосходство по сравнению с ярками КХ «Разахун», по высоте пуховых волокон разница не наблюдается.

Длина шерсти казахской курдючной грубошерстной породы КХ «Разахун» и КХ «Медхан» довольно типичная для грубошерстных пород овец.

Заключение

Исследования образцов шерсти, отобранных от маток ККГ породы, показали, что их шерсть по составу образующих волокон более уравненная на боку и спине и неуравненная – на ляжке.

Бараны-производители пород австралийская белая и дорпер, использованные для получения помесного молодняка, характеризовались более уравненной и укороченной длиной шерсти. У них тонина и длина шерсти, соответственно, составили 27,7 и 21,6 мкм, 47,5 и 31,7 мм, допустимые квадратические отклонения и коэффициенты неравномерности по тонине были в пределах нормативных требований: $\delta=6,4$ и 4,2 мкм, $C_v=22,9$ и 19,3%.

Помесное потомство преимущественно унаследовало повышенную тонину и уравненность, а также укороченную длину шерсти от отцовской стороны. Тонина шерсти и ее коэффициент неравномерности у помесных ярок австралийской белой породы соответствовали 24,6 мкм, 23,3%, длина шерсти составила 47,0 мм. Эти показатели у чистопородных аналогов казахской курдючной грубошерстной породы составили: 35,2 мкм; 41,0% и 66,3 мм.

У помесных баранчиков и ярок с кровью породы дорпер тонина шерсти и ее коэффициент неравномерности, а также длина шерстных волокон соответственно имели следующие значения: 21,5 и 20,5 мкм, 22,5 и 21,1%, 37,1 и 36,0 мм. У чистопородных аналогов ККГ овец соответствующие параметры составили 29,8 и 29,8 мкм; 38,1 и 40,0%; 65,4 и 70,7 мм.

Бараны пород зарубежной селекции дорпер и австралийская белая оказали доминантные влияния при передаче по наследству длины шерсти потомству. Устойчивая передача длины шерсти отцовской формы по наследству отмечена и ранее другим автором [12].

Следует акцентировать, что высокие параметры комфорт фактора (84,5%; 94,7%; 97,5%) шерстных волокон помесного молодняка, полученного с использованием генотипов зарубежных пород, превышающие 1,5 раза чистопородных одновозрастных аналогов ККГ овец, несмотря на укороченную длину шерсти, способствовали повышению их адаптивных свойств.

Высокий удельный вес тонких пуховых волокон помесного молодняка, унаследованный от баранов импортных пород, максимально сохраняя тепло тела, обеспечил достаточно высокую приспособленность помесных ягнят к условиям пастбищного содержания первого года зимовки, что имеет большую практическую значимость.

Полученное потомство рекомендуется использовать с целью улучшения существующих и созданий специализированных мясных типов овец.

Вклад авторов

ЭА, АЕ, АС и НИ: оформили исследование, провели поиск литературы, проанализировали собранные данные, подготовили рукопись. ТК и ЗА: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Данная работа проведена в рамках программно-целевого финансирования на 2023-2025 годы по теме: ИРН BR21882201 «Улучшение мясной продуктивности курдючных овец новыми методами селекции, генетики и биотехнологии».

Список литературы

1 Ptáček, M., Savvulidi, FG, Kenzhebaev, T., Omashev, K., LeBrun, C., Kulataev, B., Janošiková, M., Malmakov, N. (2024). Effect of Different Thawing Regimes on Cell Kinematics and Organelle Integrity of Nitrogen-Stored Wallachian Ram Spermatozoa. *Veterinary Sciences*, 11, 602. DOI:10.3390/vetsci11120602.

2 Пагодаев, ВА, Сергеева, НВ. (2021). Результативность скрещивания овцематок пород советский меринос и калмыцкой курдючной с баранами кровностью ($\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная + $\frac{1}{2}$ дорпер). *Вестник Ошского государственного университета*, 1-2, 402-407.

3 Пагодаев, ВА, Сергеева, НВ. (2022). Результативность скрещивания овцематок овцематок ставропольской породы с помесными баранами ($\frac{1}{2}$ калмыцкая курдючная + $\frac{1}{2}$ дорпер). *Овцы, козы, шерстяное дело*, 2, 28-32. DOI:10.26897/2074-0840-2022-2-28-32.

4 Турдубаев, Т., Назаркулов, К., Абдурасулов, А. (2024). Рост и развитие баранчиков полученных при скрещивании баранов мясного дорпера с овцематками отечественных пород. *Вестник Ошского государственного университета*, 3(8), 132-141. DOI:10.52754/16948696_2024_3(8)16.

5 Anton, FB, Lawrance, H. (2010) The measurement of wool fibre properties and their effect on worsted processing performance and product quality. Part 1: The objective measurement of wool fibre properties. *Textile Progress*, 42(4), 227-339. DOI:10.1080/00405167.2010.486932.

6 Трухачев, ВИ, Мороз, ВА. (2012). *Шерстование: учебник*. Ставрополь: «АРГУС», 496.

7 Медеубеков, ҚҰ, Сарбасов, ТИ. (1980). *Қой шаруашылығы өнімдерін өндіру*. Алматы: Қайнар, 325.

8 Еламанов, АЕ, Ермаков, МА, и др. (1954). *Овцеводство*. Алма-Ата, 320.

9 Гаглюев, АЧ, Юлдашбаев, ЮА, Мусаев, ФА, Семенов, ВГ, Фейзуллаев, ФР, Чураев, АГ, Ананьева, ТВ, Пахомова, ЕВ, Юлдашбаева, АЮ. (2023). *Овцеводство: учебник* (под общей редакцией Ю.А. Юлдашбаева). М.: 288.

10 Асылбекова, ЭБ, Есжанова, ЭБ, Ахатова, ЗА, Әбдікәрім, ББ. (2025). Сравнительные физико-механические свойства шерсти мясосальных и мясных овец. *Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты»*, 1(105), 12-19. DOI:10.37884/1-2025/02.

11 Мигалюк, ДЯ, Орлов, ИМ. (1987). *Сохранение качества шерсти*. М.: Агропромиздат, 207.

12 Куликова, НИ. (2017). *Овцеводство и козоводство: учебно-методическое пособие*. Краснодар: КубГАУ, 90.

References

- 1 Ptáček, M., Savvulidi, FG, Kenzhebaev, T., Omashev, K., LeBrun, C., Kulataev, B., Janošiková, M., Malmakov, N. (2024). Effect of Different Thawing Regimes on Cell Kinematics and Organelle Integrity of Nitrogen-Stored Wallachian Ram Spermatozoa. *Veterinary Sciences*, 11, 602. DOI:10.3390/vetsci11120602.
- 2 Pagodaev, VA, Sergeeva, NV. (2021). Rezul'tativnost' skreshchivaniya ovcematok porod sovetskij merinos i kalmyckoj kurdyuchnoj s baranami krovnost'yu ($\frac{1}{2}$ kalmyckaya kurdyuchnaya + $\frac{1}{2}$ dorper). *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1-2, 402-407. [in Russ].
- 3 Pagodaev, VA, Sergeeva, NV. (2022). Rezul'tativnost' skreshchivaniya ovcematok ovcematok stavropol'skoj porody s pomesnymi baranami ($\frac{1}{2}$ kalmyckaya kurdyuchnaya + $\frac{1}{2}$ dorper). *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*, 2, 28-32. DOI:10.26897/2074-0840-2022-2-28-32. [in Russ].
- 4 Turdubaev, T., Nazarkulov, K., Abdurasulov, A. (2024). Rost i razvitie baranchikov poluchennyh pri skreshchivanii baranov myasnogo dorpera s ovceatkami otechestvennyh porod. *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3(8), 132-141. DOI:10.52754/16948696_2024_3(8)16. [in Russ].
- 5 Anton, FB, Lawrance, H. (2010). The measurement of wool fibre properties and their effect on worsted processing performance and product quality. Part 1: The objective measurement of wool fibre properties. *Textile Progress*, 42(4), 227-339. DOI:10.1080/00405167.2010.486932.
- 6 Trukhachev, VI, Moroz, VA. (2012). *Sherstovedeniye; uchebnik*. Stavropol': «ARGUS», 496. [in Russ].
- 7 Medeubekov, QÜ, Sarbasov, Tİ. (1980). *Qoi şaruasılyғы önınderın öndırı*. Almaty: Qainar, 325. [in Kazakh].
- 8 Elamanov, AE, Ermekov, MA, i dr. (1954). *Ovcevodstvo*. Alma-Ata: 320. [in Russ].
- 9 Gagloev, ACH, Yuldashbaev, YUA, Musaev, FA, Semenov, VG, Fejzullaev, FR, Churaev, AG, Anan'eva TV, Pahomova, EV, Yuldashbaeva, AYU. (2023). *Ovcevodstvo: uchebnik* (pod obshchej redakciej YU.A. Yuldashbaeva). M.: 288. [in Russ].
- 10 Asylbekova, EB, Eszhanova, EB, Ahatova, ZA, Abdikarim B.B. (2025). Sravnitel'nye fiziko-mekhanicheskie svoystva shersti myasosal'nyh i myasnyh ovec. *Nauchnyi zhurnal Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty*, 1(105), 12-19. [in Russ]. DOI:10.37884/1-2025/02.
- 11 Migalyuk, DYA, Orlov, IM. (1987). *Sohranenie kachestva shersti*. M.: Agropromizdat, 207. [in Russ].
- 12 Kulikova, NI. (2017). *Ovcevodstvo i kozovodstvo: uchebno-metodicheskoe posobie*. Krasnodar: KubGAU, 90. [in Russ].

Қазақтың құйрықты қылшық жүнді қой тұқымының тазатұқымды және будан төлдерінің жүн қасиеттерінің салыстырмалы ерекшеліктері

Асылбекова Э.Б., Кенжебаев Т.Е., Есенбаев А.А., Ахатова З.А., Сембаева А.И., Исагулов Н.Е.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада қазақтың құйрықты қылшық жүнді қойы (ҚҚҚЖҚ) тұқымының тазақанды және оларды дорпер (Д), австралияның ақ қойы (ААҚ) тұқымының 3/4 қаны бар будан қошқарларымен жұптастырудан алынған тоқтылар жүнінің физика-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеулердің мақсаты – тәжірибедегі қойлардың жүн өнімділігінің негізгі қасиеттерін анықтау. Оңтүстік Африканың дорпер тұқымының әртүрлі ұрпақ будандарының ет өнімділігі салыстырмалы түрде кеңінен зерттелген. Алайда, австралияның ақ қойы генотиптері мен отандық тұқымдарды қолдану негізінде алынған төлдердің өнімділік ерекшеліктері өте аз зерттелген. Бұл ретте осы тұқымдар будандары жүн өнімділігінің іс жүзінде зерттелмегендігі, нәтижелері осы мақалада келтірілген, зерттеулердің өзектілігі мен жаңалығын алдын-ала анықтайды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуде «Разахун» және «Медхан» шаруа қожалықтарының тәжірибелік қойлары денесінің негізгі топографиялық аймақтарынан (бүйір, жамбас, арқа) алынған жүн үлгілері пайдаланылды. Зерттеулер «Қазақ мал шаруашылығы және жем-шөп

өндірісі ғылыми-зерттеу институты» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі «Қ.У.Медеубеков атындағы қой шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» филиалының жүн сапасын талдау зертханасында «OFDA-2000» (Wool Group Pty Ltd) австралия жүн талдау қондырғысын қолдану арқылы жүргізілді.

Нәтижелер. Австралия ақ қойы х қазақтың құйрықты қылшық жүнді қойы және дорпер х қазақтың құйрықты қылшық жүнді қойы тұқымдарын жұптаудан алынған будандар жүнінде жіңішке талшықтардың мөлшері жоғары екендігі, оларда жайлылық фактор көрсеткіштерінің 84,5-97,5% аралығына сәйкес келетіндігінен байқалды. Жайлылық факторы тазақанды тоқтыларда 44,8-60,7% тең болды. Будандар жүн жіңішкелігі абсолютті көрсеткіші және оның вариация коэффициенті бойынша, таза тұқымды төлдермен салыстырғанда, айқын біркелкілігімен ерекшеленді. ААҚ х ҚҚҚЖҚ және Д х ҚҚҚЖҚ тұқымы жұптарынан алынған будандардың жүн жіңішкелігі 20,5-24,6 мкм, жүн талшықтарының біркелкі еместік коэффициенті (Cv) 21,1-23,3%-ға сәйкес келді. Тазақанды төлдерде бұл көрсеткіштер 29,8-35,2 мкм және 38,1-41,0%-ға тең болды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері шетелдік селекция австралия ақ қойы және дорпер тұқымдары генотиптерін, қазақтың құйрықты қылшық жүнді қойы тұқымының саулықтарына пайдалану, алынған будан төлдер жүні құрамын жақсартып, бағалы түбітті талшықтар үлесін жоғарылатып, жүн біркелкілігін арттыратындығын көрсетті. Алынған будан төлдерді отандық тұқымдар тектік қорын байыту және құйрықты қойлардың ет-жүн өнімділігін жақсарту үшін селекция тәжірибесінде қолдануға болады. Жіңішке түбіт талшықтар үлесінің жоғары болуы будандарда дене жылуы сақталуын арттырып, олардың бірінші қыста жайылым жағдайларына жеткілікті бейімделуіне ықпал етуінің тәжірибелік маңызы зор.

Кілт сөздер: жүн; ұзындық; жайлылық факторы; будан; жіңішкелік.

Comparative peculiarities of the wool of the young kazakh kurdyukh coarse-wool breed and cross-breed young

Elmira B. Asylbekova, Temirkhan E. Kenzhebaev, Aidar A. Yesenbaev, Zaure A. Akhatova,
Aigul I. Sembaeva, Nurlan E. Isagulov

Abstract

Background and Aim. The article is devoted to the study of the physical and mechanical properties of the wool of purebred young Kazakh Kurdyukh coarse-wool (KKG) sheep and their crossbreds obtained from crossing with rams of early-maturing meat breeds Dorper (D) and ¾-blooded Australian White (AB). The purpose of the study is to determine the main properties of the wool of the experimental animals. The meat productivity of crossbreds of different generations of the South African Dorper breed has been relatively well studied. However, the productive features of young animals obtained based on the use of AB genotypes and domestic breeds have been scarcely studied. At the same time, the characteristics of wool productivity in crosses of these breeds have not been studied at all, which determines the relevance and novelty of the research presented in this article.

Materials and methods. The study used wool samples collected from key topographic regions of the body (side, thigh, and back) of the experimental sheep from the Razakhun and Medkhan farms. The studies were conducted using the OFDA-2000 Australian wool analyzer (Wool Group Pty Ltd.) in the wool quality analysis laboratory of the K.U. Medeubekov Research Institute of Sheep Breeding, a branch of LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production".

Results. In the wool of the Australian White x Kazakh Kurdyuchnaya coarse-wool and Dorper x Kazakh Kurdyuchnaya coarse-wool crossbreds, an increased content of thinned fibers was found, as evidenced by the comfort factor values, which ranged from 84.5% to 97.5%. In purebred young animals, this parameter ranged from 44.8% to 60.7%. The wool of the crossbreds was comparable in absolute thickness and its coefficient of variation, compared to the purebred counterparts. The average wool thickness of the ABxKKG and DxKKG crossbreds varied between 20.5 and 24.6 microns, and the coefficient of variation (Cv) of the fibers varied between 21.1 and 23.3%. The corresponding values for purebred counterparts were 29.8-35.2 microns and 38.1-41.0%.

Conclusion. The results of the study showed that the use of the Australian White and Dorper genotypes of foreign selection on the Kazakh fat-tailed coarse-wool ewes had a positive effect on improving the wool quality structure of the resulting offspring, increasing the proportion of valuable downy hair and the uniformity of wool fibers. The resulting offspring can be used in practical breeding programs to enrich the gene pool of domestic breeds and enhance both meat and wool productivity of fat-tailed sheep. The high proportion of fine down fibers, which effectively preserve body heat, contributed to the high adaptability of crossbred young animals to the conditions of pasture-based wintering in the first year, which is of great practical significance.

Keywords: wool; length; comfort factor; crossbreed; fineness.

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. - № 3 (127). - Р.196-207. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.3\(127\).2035](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2035)

УДК 631.43:631.45:631.95

Исследовательская статья

**Роль снегозадержания в регулировании водного баланса и продуктивности
яровой пшеницы при разных предшественниках и способах обработки почвы
Акмолинской области**

Журик С.А. , Келлер Э.Н. 

Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева
Шортанды, Казахстан

Автор-корреспондент: Журик С.А.: zhurik-sergej@mail.ru

Соавтор: (1: КЭ) evelino4ka.2011@mail.ru

Получено: 24.09.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Акмолинская область относится к засушливым регионам, где годовое количество осадков составляет в среднем 320-360 мм, существенная часть из которых выпадает в виде снега. При этом высота снежного покрова в области аккумулируется за счет стерни зерновых культур 15-25 см, остальные осадки в виде снега сносятся в лесополосы и не принимают участия в формировании урожая зерновых культур. Целью исследований было изучение влияния снегозадержания на накопление влаги в почве и формирование урожайности пшеницы в короткоротационном биологизированном севообороте при наличии сидерального пара.

Материалы и методы. В течение трех лет проводилось изучение динамики накопления снега и влаги в почве, а также формирования урожайности яровой мягкой пшеницы после сидерального пара с горохо-овсяной смесью. При этом, определялись физические параметры снежного покрова (высота, плотность и запас воды в снеге). После схода снега, перед посевом пшеницы, а также перед уборкой определялись запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. В конце вегетации проводился учет урожайности пшеницы.

Результаты. На участках, где пшеница высевалась первой культурой после сидерального пара, на варианте со снегозадержанием, были отмечены наилучшие показатели водно-физических свойств почвы и продуктивности культуры. Так, высота снежного покрова составила 37,3 см, величина запасов воды в снеге – 115,7 мм. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составили 122,4 мм перед посевом. На варианте с посевом пшеницы четвертой культурой после сидерального пара применение приемов снегозадержания способствовало формированию наилучших показателей: высота снега была 52,8 см, уровень запасов воды в снеге составил 132,0 см. Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом составили 124,2 мм. Плотность почвы на вариантах, где применялось снегозадержание, была оптимальной и на первом, и втором фонах – 1,21 г/см³ и 1,18 г/см³ соответственно. При этом, применение приема снегонакопления способствовало формированию самой высокой урожайности культуры – 18,4 ц/га и 14,5 ц/га на первом и втором фонах соответственно.

Закключение. Несмотря на засушливые климатические условия в годы исследований, применение снегозадержания положительно влияло на накопление влаги в почве и формирование урожайности пшеницы.

Ключевые слова: водный режим; плотность почвы; сидеральный пар; снегозадержание; урожайность.

Введение

Развитие агропромышленного комплекса Казахстана играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности. При этом, отрасль сельского хозяйства наиболее уязвима и зависима от климатических условий региона. Климат Акмолинской области, как и всего Казахстана, испытывает значительные изменения – отмечается динамика роста температуры воздуха.

В производстве сельскохозяйственных культур Акмолинской области преобладает возделывание зерновых культур, в основном яровой пшеницы. Площадь посева пшеницы составляет 3,72 млн га, 74% от всей посевной площади региона. Однако, яровая мягкая пшеница по биологическим особенностям очень чувствительна к агроклиматическим условиям [1].

Значительно пагубное влияние на сельскохозяйственное производство оказывают пыльные бури, засухи, суховеи и водная эрозия, вероятность которых возрастает с отрицательной тенденцией в изменении климата. В последние годы по всем наблюдаемым метеостанциям Акмолинской области отмечается рост среднегодовой температуры воздуха [2].

Основным лимитирующим климатическим фактором формирования урожайности яровой пшеницы в Акмолинской области является влагообеспеченность. Наряду с нарастанием температуры воздуха отмечается снижение влагообеспеченности. Годовая сумма осадков, единственного источника обеспечения культур влагой, в основных регионах возделывания сельскохозяйственных культур составляет около 300 мм. При этом, в течение вегетационного периода выпадает достаточное количество осадков, но из-за частых засух, большая часть летних осадков, и лишь их незначительная часть действительно используется культурами.

Величина количества накопленного снега на полях напрямую влияет на уровень накопления влаги в почве, на влагозарядку культур в период всходов, и, как следствие, на их продуктивность. В рассматриваемом регионе показатели продуктивности культур, особенно пшеницы, на 70% зависят от. В осенний и зимний периоды выпадает около одной трети от годового количества осадков. Осенне-зимние осадки являются основным резервом накопления запасов почвенной влаги [3].

Поэтому требуется использовать научно обоснованные системы земледелия, включающие элементы влагонакопления и эффективного использования атмосферных осадков. Одной из эффективных технологических операций по сохранению и накоплению атмосферных осадков в почве является регулирование высоты снежного покрова на полях. В зависимости от рельефа местности, в различной степени, так или иначе, ветер в течение зимнего периода разносит и перераспределяет выпавший снег по поверхности поля, а применение приемов снегозадержания направлено на снижение скорости ветра, и, таким образом, накоплению его на полях [4].

Особенно активно физическое испарение влаги с поверхности почвы происходит в весенне-летний период. Так, по данным некоторых ученых, от схода снега до начала полевых работ теряется до 35 мм, от начала полевых работ до смыкания хлебостоя – до 60 мм и после уборки в летне-осенний период – до 72 мм, всего – 167 мм или около половины годовой суммы осадков [5].

Для рассматриваемого региона характерно резкое нарастание температуры воздуха весной. Это способствует ускорению процессов таяния снега, его испарения с поверхности почвы, и, соответственно, значительно снижает впитывание влаги в почву. Приемы снегонакопления направлены на формирование большего количества снега на поверхности поля в течение зимнего периода, что, в свою очередь, приводит к более медленному и последовательному процессу таяния снега весной. Постепенно тающий снег способствует обеспечению своевременной подпитке верхних слоев почвы талыми водами. На полях, где формируется большой запас снега, урожайность культур всегда выше, чем на других [6].

Известные в агрономии методы снегозадержания: формирование кулис из высокорослых растений, оставление незапаханных полос стерни после уборки культур, уплотнение снежного покрова катками, а также оставление снежных валков на полях поперек господствующих ветров. В крупных масштабах сельскохозяйственного производства последний способ представляется наиболее целесообразным.

Согласно данным исследований ученых из Федерального аграрного научного центра Юго-Востока (г. Саратов, РФ), благодаря приемам снегозадержания прибавка урожайности яровой пшеницы составила до 3,8 ц/га в среднем за 20 лет [7].

Исследования, проведенные еще в 1975-1977 годах *В.И. Морозовым* показали, что при использовании снегозадержания с помощью снегопахов, получалось формировать высоту снега в 2,3 раза, а накопление воды в снеге – на 65,3 мм больше, чем на вариантах, где не было никаких приемов снегозадержания. Соответственно, урожайность пшеницы была на 5,6-7,1 ц/га больше [8].

В проведенных опытах на полях во Всесоюзном науном исследовательском институте зернового хозяйства в 1973-1985 годы, с использованием плокорезной обработки почвы без применения снегозадержания мощность снежного покрова составила 26 см, а при применении плоскорезной обработки почвы со снегозадержанием, СВУ-2,6 высота снега выросла до 44 см. При этом, был увеличен запас воды в снеге на 48 мм. Полученная урожайность яровой пшеницы в среднем за эти годы без снегозадержания составляла 11,8 ц/га, а при проведении снегозадержания – 16,0 ц/га [8].

При невысоком снежном покрове и без применения приемов снегонакопления, глубина проникновения талых вод в почву в весенний период достигает лишь 50 см. Это способствует тому, что между увлажненными верхним и нижним слоями почвы образуется относительно сухой слой почвы. У яровой мягкой пшеницы слабо развита корневая система, и неравномерное увлажнение почвенных горизонтов сильно сказывается на росте и развитии всего растения. Это связано с тем, что проникновение мочковатой корневой системы через твердые сухие слои почвы до более увлажненных глубоких слоев затруднено. При проведении снегозадержания зимой, культуры растут в благоприятных условиях, у них развивается мощная корневая система, растения потребляют влагу из всех доступных слоев почвы до 1,5 м глубиной.

При любых климатических условиях и на любой местности механическое снегозадержание положительно влияет на формирование урожайности культур. Но оно должно быть научно обосновано: необходимо учитывать розу ветров местности и рельеф, а также вести постоянные наблюдения и мониторинг высоты снежного покрова [8].

Известно, что чистый пар является основным полем севооборота для накопления почвенной влаги, вместе с тем, для одновременного усиления процессов сохранения почвенного плодородия и обогащения почвы органическим веществом больший эффект имеют сидеральные пары с включением в состав смесей бобовых культур.

Еще при почвозащитной системе земледелия академик А.И. Бараев подчеркивал важность зернопаровых севооборотов и рекомендовал отводить под пар 20-25% площади пашни [9].

Однако, по данным *М.К. Сулейменова*, пар накапливает лишь на 15-20 мм больше влаги, чем стерня со снегозадержанием. При этом, поле пара выводится из оборота на целый год. Бессменные посевы пшеницы считаются ученым целесообразнее любого варианта, где применяется пшенично-паровое чередование. Более того, на полях, где возможно накопить достаточно количества снега за счет снегозадержания или оставления стерни, желательно свести долю чистого пара в севообороте до минимума [10].

Еще одним достаточно эффективным методом накопления влаги в почве является применение плоскорезной обработки почвы при условии формирования стерни на поверхности поля [11]. Согласно исследованиям, проводимым сотрудниками отдела земледелия Федерального аграрного научного центра Юго-Востока (г. Саратов, РФ), на вариантах, где осенью проводилась безотвальная обработка почвы с глубиной 25-27 см и оставлялась стерня, весной запасы продуктивной влаги в почве были 157 мм, а на вариантах, где отсутствовала основная обработка почвы – только 118 мм. Такая разница в запасах влаги в почве способствует существенному снижению урожайности культур, особенно при условиях проявления засухи в течение вегетационного периода [12].

В мировой практике все большую популярность обретает No-Till технология возделывания культур. Один из важнейших элементов нулевой технологии – это оставление стерни, но при этом отсутствие какой-либо обработки почвы, и тем более, снегозадержания.

По результатам исследований, проведенных в условиях ТОО «Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева» (ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева») в 2010-

2012 г., средняя урожайность яровой пшеницы по вариантам, где применялась интенсивная технология возделывания с проведением механического снегозадержания, составила 17,3-20,5 ц/га, тогда как по вариантам, где применялась технология No-Till - 16,1-19,5 ц/га [13]. Вероятно, в данном случае нулевая технология проигрывала интенсивной технологии из-за отсутствия снегозадержания как приема накопления влаги в почве.

Самую большую проблему для сельского хозяйства Казахстана представляет проблема влагообеспеченности, а именно неравномерность выпадения атмосферных осадков в течение года. В условиях засушливой степи обеспечение влагообеспеченности посевов является одной из важнейших задач для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, и, как следствие, эффективности отрасли растениеводства. Одним из путей повышения влагообеспеченности почвы является прием механического снегозадержания на полях.

Целью исследований было изучение влияния применения приема снегозадержания на состояние водного баланса почвы и формирование продуктивности яровой пшеницы в условиях Акмолинской области.

В связи с этим цель исследований заключалась в изучении влияния снегозадержания на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы в биологизированном короткоротационном севообороте с сидеральным паром.

Материалы и методы

Исследования проводились на территории землепользования ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева», расположенного в Шортандинском районе Акмолинской области в период с 2021 по 2023 годы в длительном стационарном опыте лаборатории биологического земледелия (обработки почвы). Изучение динамики водного режима в зависимости от приема основной обработки почвы было осуществлено на фиксированных мониторинговых площадках площадью 400 м². Почва участка – чернозём южно-карбонатный.

В задачи исследований было включено изучение влияния приемов снегозадержания на уровень влагообеспеченности агротехнических фонов к посеву культур, состояние уплотнения пахотного слоя, а также на урожайность яровой мягкой пшеницы. Ежегодно, перед началом снеготаяния на закрепленных площадках проводилась снегосъемка по вариантам, определялись качественные показатели снежного покрова (высота, плотность и запас воды). Высоту снежного покрова учитывали снегомерной рейкой М-46, плотность снега и запасы воды в нем – снегомером ВС-43. Содержание продуктивной влаги определяли термостатно-весовым методом, плотность почвы – методом режущего кольца.

После схода снега, перед посевом пшеницы, а также перед уборкой определялись запасы продуктивной влаги в почве термостатно-весовым методом, путем отбора проб почвенным буром АМ-26 по слоям 10 см до глубины 1 м, с последующим высушиванием в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105 °С и повторным взвешиванием.

В конце вегетации проводился учет урожайности яровой пшеницы прямым комбайнированием, с приведением урожая к 14% влажности и 100% чистоте.

При определении качественных показателей снежного покрова, запасов продуктивной влаги, плотности почвы и учета урожайности пшеницы были изучены следующие варианты основной обработки почвы:

Фон – пшеница – первая культура после сидерального пара (горохоовсяная смесь):

1. Глубокая плоскорезная обработка (ПГ-3-5, на 25-27 см) со снегозадержанием;
2. Мелкая плоскорезная обработка (КПШ-3, на 10-12см) без снегозадержания;
3. Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания

Фон – пшеница – четвертая культура после сидерального пара (горохоовсяная смесь):

1. Глубокая плоскорезная обработка (ПГ-3-5, на 25-27 см) со снегозадержанием;
2. Мелкая плоскорезная обработка (КПШ-3, на 10-12см) без снегозадержания;
3. Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания.

В сидеральном пару высевалась горохоовсяная смесь в соотношении 60% от посевной нормы гороха (120 кг/га) и 40% овса (40 кг/га). Заделка сидеральной смеси проводилась дисковым орудием Catros в фазу цветения сидеральных культур на глубину 6-8 см. В варианте

с химическим паром – сидеральные культуры в фазу цветения обрабатывались гербицидом сплошного действия, без применения механической обработки почвы. Снегозадержание проводилось однократно, орудием СВУ-2,6 с расстоянием между валками 6-8 м. Агротехника возделывания яровой пшеницы (сроки посева, норма высева семян) – рекомендованные для зоны проведения исследований. Анализ климатических условий периода исследований проводился на основе данных, полученных с метеостанции, расположенной в п. Научный (Акмолинская область, Шортандинский район).

Результаты и обсуждение

Анализ динамики климатических показателей на основе многолетних наблюдений указывает на увеличение среднегодовой температуры воздуха и отчётливую пространственную дифференциацию изменения климата в соответствии с физико-географическими особенностями региона в течение многих лет [14].

Вегетационный период трех лет проведения исследований (2021-2023 гг.) характеризовался засушливыми гидротермическими условиями, что непосредственно отразилось на росте, развитии и продуктивности изучаемой культуры.

В 2021 году в июне и июле температура воздуха была близка к среднеевропейским показателям – 18,4 °С и 20,4 °С, в августе – выше нормы на 2,2 °С (рисунок 1). За вегетационный период 2021 года осадков выпало на 35% ниже среднеевропейских показателей, при этом, основное количество осадков выпало в августе - 37,8 мм, что является характерным для этого месяца (рисунок 2).

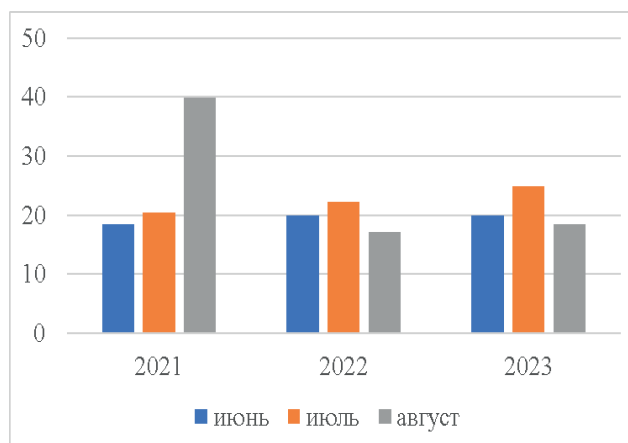


Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам вегетационного периода, 2021-2023 годы, °С

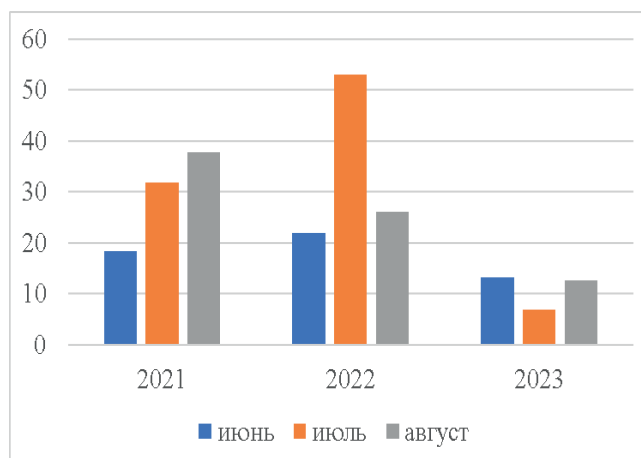


Рисунок 2 – Количество осадков по месяцам вегетационного периода, 2021-2023 годы, мм

Температурный фон за июнь и июль 2022 года был выше нормы на 1,9 °С и 1,2 °С соответственно, август был на уровне многолетней нормы – 17,2 °С. Осадков выпало на 26% меньше среднемноголетней нормы за вегетационный период.

2023 год характеризовался высоким температурным фоном во все месяцы вегетационного периода. Июнь был выше нормы на 1,7 °С, июль на 4,5 °С, август на 1,6 °С. Осадков за вегетационный период выпало всего – 32,7 мм, что на 76% ниже многолетней нормы. Высокий температурный фон с малым количеством осадков привели к ускоренному развитию растений и быстрому созреванию урожая зерновых культур.

Из трех лет проведения исследований, 2022 год характеризовался наиболее благоприятными метеорологическими условиями.

Результаты проведенной снегосъемки позволили определить основные характеристики снежного покрова, а также запасы воды в снеге (таблица 1).

На вариантах, где пшеница возделывалась первой культурой после сидерального пара, проведение мероприятий по снегозадержанию после проведения глубокой плоскорезной обработки способствовало формированию наименьшей высоты снега (37,3 см) и запасов воды в нем (115,7 мм). По варианту мелкой плоскорезной обработки без снегозадержания высота снега не превышала 20,9 см, а запасы воды в снеге составили 61,4 мм. Важно отметить, что плотность снега на этих вариантах значимо не отличалась – 0,31 и 0,29 г/см³ соответственно. На варианте химического пара высота снега была средней, но плотность снега – минимальной, 0,24 г/см³.

На всех вариантах с посевом пшеницы четвертой культурой после пара, оба показателя накопления снежного покрова и воды в снеге были выше там, где предшественником была пшеница, а не пар.

При этом, оставление стерни без последующего снегозадержания показало результаты, почти вдвое ниже, чем на варианте с применением глубокой плоскорезной обработки со снегозадержанием. Применение глубокого плоскорезного рыхления почвы с последующей нарезкой снежных валков способствовало формированию высоты снега до 52,8 см, запасов воды в снеге – до 132,0 см.

Таблица 1 – Результаты мониторинга снегоотложения и качественных показателей снежного покрова, 2021-2023 гг

Вариант	Высота снега, см	Плотность снега, г/см ³	Запас воды в снеге, мм
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	37,3	0,31	115,7
Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	20,9	0,29	61,4
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 1 КПП)	29,2	0,24	70,1
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (яровая пшеница по стерне - 4 КПП)	52,8	0,25	132,0
Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (яровая пшеница после сидерального пара - 4 КПП)	28,4	0,26	73,8
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания (яровая пшеница по стерне - 4 КПП)	30,9	0,27	83,5
НСР _{0,95}	9,11	0,09	24,6

Так, применение приема снегозадержания позволяло накапливать снег на полях, и, соответственно запасы воды в снеге, на всех изучаемых агротехнических фонах. В среднем, мощность снежного покрова на фонах с естественным снегоотложением составляла 20,9-30,9 см. Проведение однократного снегозадержания способствовало увеличению мощности снежного покрова на 16,4-21,9 см, причем без существенного снижения его плотности.

Различия в мощности снежного покрова в значительной степени определяли условия влагообеспеченности фонов в дальнейшем (таблица 2).

Глубокая плоскорезная обработка почвы в сочетании со снегозадержанием является наиболее эффективной практикой, поскольку основная обработка почвы без снегозадержания аккумулирует мощность снежного покрова, не превышающего высоты оставленной стерни.

Таблица 2 – Динамика содержания продуктивной влаги по основным агротехническим фонов, в зависимости от предшественника и приема обработки почвы, 2021-2023 гг.

Культура	Обработка почвы	Содержание продуктивной влаги, мм		
		После схода снега	Перед посевом	Перед уборкой
Яровая пшеница по пару - 1 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	145,9	122,4	29,9
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	136,1	111,7	31,0
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	128,9	110,7	29,7
Яровая пшеница по стерне - 4 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	145,5	124,2	21,2
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	126,4	104,3	29,9
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	120,9	101,8	34,3
НСР ₀₉₅ по фактору «А»		12,6	13,2	7,1
НСР ₀₉₅ по фактору «Б»		15,4	16,2	8,7
НСР ₀₉₅ по фактору «АБ» для частных средних		21,8	22,9	12,2

Количество продуктивной влаги в почве свидетельствует об эффективности впитывания талых вод в почву и сохранения ее до момента посева пшеницы.

Так, на вариантах после сидерального пара, дополнительное снегозадержание в виде нарезки снежных валков способствовало максимальному влагонакоплению. Применение глубокой плоскорезной обработки и последующего снегозадержания способствовало формированию хороших запасов продуктивной влаги в почве (после схода снега – 145,9 мм и перед посевом – 122,4 мм). Проведение мелкой плоскорезной обработкой почвы и отсутствие приема снегонакопления на полях привело к средним показателям накопления в почве (после схода снега – 136,1 мм и перед посевом – 111,7 мм). На варианте с нулевой обработкой данный показатель был еще ниже – 128,9 мм и 110,7 мм соответственно. Перед уборкой запасы влаги в почве практически не отличались по вариантам на данном фоне.

При посеве пшеницы четвертой культурой после пара, по всем вариантам эффективность влагонакопления была ниже в сравнении агротехническим фоном, где предшественником был пар. Такая же тенденция отмечается по запасам продуктивной влаги в почве в зависимости от глубины её основной обработки и применения приемов снегонакопления. Максимальное увлажнение почвы наблюдалась варианте с применением глубокого плоскорезного рыхления и последующего за ним механического снегозадержания (после схода снега - 145,5 мм перед посевом - 124,2 мм). Самые низкие запасы продуктивной влаги в почве были отмечены на варианте с No-Till и без снегозадержания (после схода снега – 120,9 мм и перед посевом - 101,8 мм).

Однако, анализ остаточных запасов продуктивной влаги в почве перед уборкой на вариантах, где пшеница высевалась четвертой культурой после сидерального пара, показало обратную

тенденцию. Отсутствие основной обработки почвы на варианте No-till способствовало сохранению большего остаточного запаса влаги – 34,3 см, на варианте с глубоким рыхлением почвы (25-27 см) к концу вегетации запасы продуктивной влаги в почве были ниже – 21,2 мм.

Показатели плотности почвы в зависимости от приемов обработки почвы и культуры севооборота представлены в таблице 3.

При изучении плотности почвы в начале вегетации пшеницы, которая возделывалась первой культурой после сидерального пара, было выявлено, что, при различной интенсивности механического воздействия на почву, наименьший показатель плотности пахотного слоя был отмечен на варианте с глубокой плоскорезной обработкой и нарезании снежных валков – 1,21 г/см³.

Аналогичные результаты наблюдались и на вариантах с пшеницей, возделываемой четвертой культурой после пара – 1,18 г/см³. При этом, важно отметить, что самая плотная почва на обоих агротехнических фонах была на вариантах с нулевой технологией возделывания.

Таблица 3 – Сезонная динамика плотности пахотного (0-30 см) слоя почвы г/см³, в зависимости от приема обработки и культуры севооборота, 2021-2023 гг.

Культура	Обработка почвы	Плотности почвы г/см ³	
		Весна	Осень
Яровая пшеница по пару - 1 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	1,21	1,29
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	1,25	1,30
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	1,31	1,36
Яровая пшеница по стерне - 4 КПП	Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	1,18	1,29
	Мелкая плоскорезная обработка без снегозадержания (КППШ – 3, 12-14 см)	1,23	1,31
	Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	1,29	1,34
НСР _{0,95} по фактору «А»		0,04	0,05
НСР _{0,95} по фактору «Б»		0,05	0,06
НСР _{0,95} по фактору «АБ» для частных средних		0,07	0,09

Таким образом, основная обработка почвы оказывает разуплотняющий эффект, способствуя более полному усвоению талых вод и повышению влагообеспеченности агротехнических фонов.

Мощный снежный покров предохраняет почву от глубокого и длительного промерзания, что позволяет весной более интенсивно впитывать талые воды. В среднем за три года урожайность яровой пшеницы, возделываемой первой культурой после сидерального пара, при проведении глубокой плоскорезной обработки и снегозадержания составила 18,4 ц/га, что стало наилучшим показателем продуктивности культуры по всем изученным вариантам (таблица 4).

При аналогичных условиях обработки почвы и снегозадержания, пшеница, возделываемая четвертой культурой после пара, также показала наивысшую урожайность в сравнении с вариантами без применения приемов снегонакопления – 14,5 ц/га.

Показатели урожайности пшеницы, высеянной на вариантах с применением нулевой обработки почвы, по всем предшественникам были самыми низкими: на варианте «первая культура после пара» – 16,3 /га, на варианте «четвертая культура после пара» – 12,0 ц/га.

Таблица 4 – Урожайность яровой пшеницы, ц/га в зависимости от приема обработки почвы и предшественника, 2021-2023 гг.

Вариант	1 пшеница после пара	4 пшеница после пара	В среднем по обработкам
Глубокая плоскорезная обработка со снегозадержанием (ПГ – 3-5, 25-27 см)	18,4	14,5	16,4
Глубокая плоскорезная обработка без снегозадержания (КПШ – 3, 12-14 см)	16,7	13,3	15,0
Стерня без основной обработки (No-till), без снегозадержания	16,3	12,0	14,5
НСР ₀₉₅ , ц/га	1,5	2,2	-

Таким образом, как на паровом в начале ротации, так и на стерневом фоне применение снегозадержания положительно влияет на продуктивность яровой пшеницы, формируя существенную прибавку к урожайности.

Заключение

Климатические условия в течение трех лет исследований характеризовались как засушливые. Тем не менее, проведение снегозадержания положительно повлияло на состояние водного баланса в почве и на формирование урожайности культуры.

Так, среди вариантов, где пшеница высевалась первой культурой после сидерального пара наилучшие показатели накопления снега на полях, были отмечены на варианте с применением снегозадержания после глубокой плоскорезной обработки (высота снега – 37,3 см, запасы воды в снеге – 115,7 мм). Среди вариантов, где пшеница выращивалась четвертой культурой после пара, самые лучшие показатели также наблюдались при проведении глубокой обработки и применении снегозадержания на полях (высота снега - 52,8 см, запасы воды в снеге – 132,0 см).

Соответственно, запасы продуктивной влаги в почве к моменту посева были самыми высокими на вариантах с плоскорезной обработкой и снегозадержанием как на вариантах, где пшеница была первой культурой после сидерального пара, так и на вариантах, где она размещалась четвертой культурой после пара (122,4 мм и 124,2 мм соответственно).

На вариантах со снегозадержанием, несмотря на механическое дополнительное воздействие на почву сельскохозяйственными машинами, был зафиксирован наименьший показатель плотности почвы – 1,21 г/см³ и 1,18 г/см³ на первом и втором фонах. В данном случае, накопление запасов влаги в почве способствовало формированию оптимальной плотности почвы.

Урожайность пшеницы, возделываемой первой культурой после сидерального пара, была максимальной на варианте с проведением глубокой плоскорезной обработки и снегозадержания (18,4 ц/га). Продуктивность пшеницы, возделываемой четвертой культурой после пара, также была самой высокой на варианте с глубоким рыхлением почвы и снегозадержанием (14,5 ц/га).

Важно также отметить, что наименьшие показатели накопления влаги в почве и, как результат, формирования урожайности культуры были отмечены на вариантах нулевой технологии.

Таким образом, в биологизированных короткоротационных севооборотах с сидеральным паром в условиях Акмолинской области рекомендуется применение механического снегозадержания ввиду его положительного влияния на водный режим почвы и урожайность яровой мягкой пшеницы.

Вклад авторов

ЖС: определил цель и структуру работы, организовал научно-исследовательскую работу, собрал и проанализировал результаты исследований, оформил предварительный текст статьи, КЭ: принимала участие в исследовательском процессе, провела обзор литературы, осуществила математический анализ данных, ЖС и КЭ: вместе провели вычитку, обсудили и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проведены в рамках государственной программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана».

Список литературы

- 1 Смагулов, ЕН. (2021). Пространственная дифференциация влияния климатических изменений на сельское хозяйство в Акмолинской области. *Аридные экосистемы*, 3(88), 72-80.
- 2 Григорук, ВВ, Аюлов, АМ, Долгих, СВ, Байшоланов, СС. (2012). *Акмолинская область: климат и урожай*. Алматы: 88.
- 3 Ирмулатов, БР, Мустафаев, БА, Кабыкенов, ТА. (2015). Совершенствование приемов влагонакопления в ресурсосберегающих технологиях. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве*, 91-94.
- 4 Шумаков, ББ. (1979). *Гидромелиоративные основы лиманного орошения*. М.: Гидрометеиздат, 215.
- 5 Шульмейстер, КГ. (1995). *Избранные труды*. Волгоград: 218-219.
- 6 Киденко, НС, Непра, АС, Романенко, НС. (2020). Снегозадержание при сельскохозяйственном производстве. *Инновационные механизмы и стратегические приоритеты научно-технического развития*, 143-144.
- 7 Алаторцев, ЕК. (1971). *Комплексное использование местного стока*. М.: Колос: 198.
- 8 Ильина, СА. (2019). Готовим зимой влагу для богатого урожая яровой пшеницы. *Научный журнал*, 2(36), 19-21.
- 9 Бараев, АИ. (1988). *Избранные труды*. М.: «Агропромиздат», 382.
- 10 Сулейменов, МК. (2013). Сберегающее плодосменное земледелие Северного Казахстана. *Новости науки Казахстана*, 4, 9-27.
- 11 Максютлов, НА. (2015). Влагосберегающие приемы и технологии в земледелии Оренбуржья. *Зерновое хозяйство России*, 6, 67-72.
- 12 Максютлов, НА. (2012). *Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала*. Оренбург: 332.
- 13 Клышбеков, ТА, Беляев, ВИ. (2014). Продуктивность яровой пшеницы в зернопаровом и плодосменном севооборотах в зависимости от технологии возделывания в засушливых условиях Северного Казахстана. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9(119), 9-13.

References

- 1 Smagulov, EN. (2021). Prostranstvennaya differenciaciya vliyaniya klimaticheskikh izmeneniina sel'skoe hozyaistvo v Akmolinskoi oblasti. *Aridnye ekosistemy*, 3(88), 72-80.
- 2 Grigoruk, VV, Ayulov, AM, Dolgih, SV, Baisholanov, SS. (2012). *Akmolinskaya oblast': klimat i urozhai*. Almaty: 88.
- 3 Irmulatov, BR, Mustafaev, BA, Kabykenov, TA. (2015). Sovershenstvovanie priemov vlagonakopleniya v resursosberegayushchih tekhnologiyah. *Nauchno-tekhnicheskij progress v sel'skohozyajstvennom proizvodstve*, 91-94.
- 4 Shumakov, BB. (1979). *Gidromeliorativnye osnovy limannogo orosheniya*. M.: Gidrometeoizdat, 215.
- 5 Shul'meister, KG. (1995). *Izbrannye trudy*. Volgograd: 218-219.
- 6 Kidenko, NS, Nepira, AS, Romanenko, NS. (2020). *Snegozaderzhanie pri sel'skohozyajstvennom proizvodstve. Innovacionnye mekhanizmy i strategicheskie prioritety nauchno-tekhnicheskogo razvitiya*, 143-144.
- 7 Alatorcev, EK. (1971). *Kompleksnoe ispol'zovanie mestnogo stoka*. M.: Kolos, 198.

8 Il'ina, SA. (2019). Gotovim zimoivlagu dlya bogatogo urozhaya yarovoi pshenicy. *Nauchnyi zhurnal*, 2(36), 19-21.

9 Baraev, AI. (1988). *Izbrannye trudy*. M.: «Agropromizdat», 382.

10 Sulejmenov, MK. (2013). Sberegayushchee plodosmennoe zemledelie Severnogo Kazakhstana. *Novosti nauki Kazakhstana*, 4, 9-27.

11 Maksyutov, NA. (2015). Vlagosberegayushchie priemy i tekhnologii v zemledelii Orenburzh'ya. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 6, 67-72.

12 Maksyutov, NA. (2012). *Povyshenie plodorodiya pochvy, urozhajnosti i kachestva produkcii sel'skohozyajstvennyh kul'tur v polevyh sevooborotah stepnoj zony Yuzhnogo Urala*. Orenburg: 332.

13 Klyshbekov, TA, Belyaev, VI. (2014). Produktivnost' yarovoi pshenicy v zernoparovom i plodosmennom sevooborotah v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya v zasushlivykh usloviyakh Severnogo Kazakhstana. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 9(119), 9-13.

**Ақмола облысының тәлімі жерлеріндегі биологиялық негізделген ауыспалы егіс
жүйесінде қар тоқтату тәсілдерінің су балансын реттеу мен жаздық бидайдың
өнімділігін арттырудағы рөлі**

Журик С.А., Келлер Э.Н.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ақмола облысы – жылдық жауын-шашын мөлшері орта есеппен 320-360 мм болатын, оның едәуір бөлігі қар түрінде түсетін құрғақ аймаққа жатады. Бұл ретте қар жамылғысының биіктігі дәнді дақылдардың аңызы есебінен 15-25 см аралығында жиналады, ал қалған қар орман белдеулеріне ұшырылып, дәнді дақылдардың өнімділігін қалыптастыруға қатыспайды. Зерттеудің мақсаты – жасыл сүрі жермен биологиялық негізделген қысқа ротациялық ауыспалы егісте қар тоқтату тәсілдерінің топырақтың ылғал режимі мен жаздық бидайдың өнімділігіне әсерін зерттеу болды.

Материалдар мен әдістер. Үш жыл бойы қар жинақталу жағдайына, агрофондардың ылғалмен қамтамасыз етілуіне және бұршақ-сұлы қоспасынан кейінгі жасыл сүрі жерде жаздық бидайдың өнімділігіне бақылау жүргізілді. Бұл ретте қар жамылғысының сапалық көрсеткіштері (биіктігі, тығыздығы және су қоры) анықталды. Қар ерігеннен кейін, бидай себер алдында және жинау алдында 1 метрлік топырақ қабатындағы өнімді ылғал қоры өлшенді. Өсіп-өну кезеңінің соңында бидай өнімділігі есептелді.

Нәтижелер. Жасыл сүрі жерлен кейінгі бірінші дақыл ретінде себілген бидай егілген учаскелерде қар тоқтату тәсілдері қолданылған нұсқаларда топырақтың су-физикалық қасиеттері мен дақыл өнімділігінің ең жақсы көрсеткіштері байқалды. Қар биіктігі – 37,3 см, қардағы су қоры – 115,7 мм, себу алдындағы топырақтағы өнімді ылғал қоры – 122,4 мм. Жасыл сүрі жер кейінгі ауыспалы егісте төртінші дақыл ретінде егілген бидай учаскелерінде де қар жинау тәсілдері қолданылған нұсқаларда жақсы көрсеткіштер тіркелді: қар биіктігі – 52,8 см, қардағы су қоры – 132,0 мм, топырақтағы ылғал қоры – 124,2 мм. Бұл ретте топырақ тығыздығының ең төменгі көрсеткіштері тіркелді – бірінші агрофонда 1,21 г/см³ және екіншісінде 1,18 г/см³. Қар тоқтату тәсілдері қолданылған нұсқаларда бидайдың дән өнімділігі ең жоғары болды – тиісінше 18,4 ц/га және 14,5 ц/га.

Қорытынды. Зерттеу жылдарында ауа райының құрғақ болуына қарамастан, қар тоқтату тәсілдерін қолдану топырақта ылғалдың жинақталуына және бидай өнімділігінің қалыптасуына оң әсер етті.

Кілт сөздер: ылғал режимі; топырақ тығыздығы; жасыл сүрі жер; қар тоқтату; өнімділік.

The role of snow retention in regulating water balance and productivity of spring wheat in biologized crop rotations in the rainfed zone of Akmola region

Sergey A. Zhurik, Evelina N. Keller

Abstract

Background and Aim. Akmola region is an arid region, where the annual precipitation averages 320-360 mm, a significant part of which falls as snow. However, snow cover height accumulated due to stubble remaining after grain crops (typically, 15-20 cm is often blown away into shelterbelts and does not contribute to grain crop yield. The purpose of this research was to study the effect of snow retention on the soil water regime and the yield of spring wheat within a biologized short-rotation crop sequence that includes a green manure fallow.

Materials and Methods. Over three years, observations were made regarding snow accumulation, background moisture supply, and spring wheat yield following a green manure fallow planted with a pea-oat mixture. The qualitative indicators of the snow cover (height, density and water reserve) were determined concurrently. After the snow melted and prior to sowing wheat, and again before harvest, the reserves of productive moisture in the top one-meter soil layer were measured. At the end of the growing season, the wheat grain yield was recorded.

Results. In plots where wheat was sown as the first crop following the green manure fallow, the best soil water-physical properties and crop productivity were noted in the variant utilizing snow retention. In this variant, snow depth was 37.3 cm, water reserves in the snowpack were 115.7 mm, and productive soil moisture reserves were 122.4 mm. In plots where wheat was sown as the fourth crop in the rotation following the green manure fallow, the best indicators were also achieved with snow retention techniques: snow depth was 52.8 cm, water reserves in the snow were 132.0 cm, and productive soil moisture reserves were 124.2 mm. Furthermore, the lowest soil density was recorded in this variant (1.21 g/cm³ and 1.18 g/cm³ on the first and second backgrounds, respectively). The highest spring wheat grain yield in the variants using snow retention was 18.4 c/ha and 14.5 c/ha on the first and second backgrounds, respectively.

Conclusion. Despite the dry climatic conditions during the study years, the implementation of the snow retention positively affected both moisture accumulation in the soil and the final wheat yield.

Keywords: water regime; soil density; green manure fallow; snow retention; 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. -№ 3 (127). - Р.208-216. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2038

УДК 543.3+631.8

Исследовательская статья

Синтез наноудобрений на цеолитовой основе: подход и характеристики

Нургазина Г.М.¹ , Алимкулова Э.Ж.² , Букеева А.Б.² , Әшірбек А.Қ.² 

¹Международный университет Астана

Астана, Казахстан,

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Нургазина Г.М.: ast.gulnar@mail.ru

Соавторы: (1: ЭА) alimkulova_ema@mail.ru; (2: АБ) akbota712@mail.ru;

(3: АӘ) aynur.ashirbekova@mail.ru

Получено: 30.07.2025 **Принято:** 26.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Рост затрат на минеральные удобрения снижает рентабельность сельского хозяйства и требует внедрения инновационных агротехнологий. Одним из решений является использование наноудобрений на основе цеолита как носителя, способного обеспечивать пролонгированное высвобождение питательных веществ. Целью настоящего исследования является получение эффективных наночастиц удобрений с использованием природного цеолита для фиксации и доставки макро- и микроэлементов.

Материалы и методы. В работе применяли природный клиноптилолит (Казахстан), модифицированный соединениями фосфора, калия и микроэлементов (Zn, Cu, Mn). Используются физико-химические методы анализа: ИК-спектроскопия, ВЕТ-анализ, атомно-абсорбционная спектроскопия.

Результаты. Эксперименты показали высокую сорбционную способность цеолита, устойчивое удержание и равномерное высвобождение питательных веществ в зависимости от среды. Биотесты продемонстрировали ростовую активность удобрений и повышение устойчивости растений к стрессовым условиям.

Заключение. Разработанные наноудобрения на основе модифицированного цеолита отличаются экологической безопасностью, пролонгированным действием и способствуют устойчивому сельскому хозяйству.

Ключевые слова: цеолит; наноудобрения; медленное высвобождение; микроэлемент; ионообмен; сорбция.

Введение

В последнее десятилетие рост мирового населения заставляет сельскохозяйственный сектор увеличить урожайность, чтобы удовлетворить потребности человека. Опыты показывают, что крупномасштабное применение химических удобрений для повышения урожайности приводят к непоправимому повреждению структуры почвы, минеральных циклов, микробной флоры почвы, растений, тем самым нарушая минеральный баланс почвы и снижая плодородие почвы [1, 2, 3]. Большая часть удобрений во влажной почве быстро распадаются, смывается дождями и талыми водами, попадая в реки, озера и грунтовые воды, попадая в атмосферу в виде оксидов создают серьезную экологическую проблему. Быстрый распад удобрения снижает необходимое его количество, которое должны получить корни растений. Это все приводит к необходимости

использования больше удобрений для увеличения производства. Вот почему мы должны найти новые способы доставки питательных веществ, минимизируя при этом их воздействие на окружающую среду. Внедрение наноудобрений – одна из инновационных стратегий, направленных на решение этой проблемы [4].

Термин «нанотехнология» ввел в науку японский учёный Норио Тонигучи в 1974 г. Размер наночастиц колеблется между 1 и 100 нм (1 нм = 10⁻⁹ м) [5].

Наночастицы, которые были получены многими учеными [6, 7], обладают большой удельной площадью поверхности и высокой реакционной способностью, что открывает множество путей их использования в самых разных областях человеческой деятельности, включая сельское хозяйство.

Наноудобрения – это не столько подкормка микроудобрениями, сколько дозированное поступление в клетки микроэлементов, необходимых для синтеза ферментов, которые ускоряют рост и развитие, формируя мощную корневую систему [8].

Функционирование живых организмов, включая растения, связано с большим числом биохимических процессов, катализируемых особыми белковыми молекулами – ферментами. Для поддержания их активности необходимы определённые микроэлементы, такие как железо, медь, цинк, марганец, кобальт и молибден. Однако, не все из этих элементов в доступной форме могут легко проникать сквозь клеточные мембраны и усваиваться растениями. В результате часто применяется избыточное внесение удобрений, что не только снижает их эффективность, но и увеличивает нагрузку на окружающую среду [9].

Согласно данным из работы [4], наночастицы успешно действуют как транспортные структуры для фосфатных соединений, обеспечивая их равномерное и замедленное поступление в почву. Исследования свидетельствуют, что растения способны регулировать потребление элементов питания: в фазе активного роста корневая система выделяет органические кислоты (например, лимонную и щавелевую), которые растворяют наночастицы и запускают высвобождение фосфатов. Таким образом, скорость отдачи питательных веществ напрямую зависит от физиологического состояния растения.

Для стабилизации и доставки наночастиц требуются эффективные носители, способные обеспечивать контролируемое и пролонгированное высвобождение питательных компонентов.

Среди различных материалов, используемых в качестве носителей для питательных веществ, природные цеолиты занимают особое место благодаря своей уникальной структуре [8, 9]. Эти минералы представляют собой алюмосиликатные соединения с пространственно-упорядоченной пористой решеткой, образованной тетраэдрами кремния и алюминия. Такая структура формирует развитую систему каналов и полостей, способных аккумулировать и контролируемо выделять важнейшие элементы питания растений. Цеолиты характеризуются высокой сорбционной способностью и эффективным ионным обменом, что позволяет уменьшить потери азота, фосфора и других компонентов за счет снижения их вымывания и испарения. Помимо этого, они являются стабильными, экологически нейтральными соединениями, безопасными для почвы, с возможностью многократного использования без снижения эффективности [10, 11].

Научная новизна работы заключается в разработке комплексной технологии получения наноудобрений с использованием природного клиноптилолита в качестве носителя, модифицированного макро- и микроэлементами. Такой подход обеспечивает контролируемое и пролонгированное высвобождение питательных веществ, адаптированное к физиологическим потребностям растений, что позволяет повысить эффективность использования удобрений и снизить экологическую нагрузку на почву и водные экосистемы.

Цель исследования – разработка и исследование эффективных наночастиц удобрений на основе модифицированного природного цеолита для пролонгированной доставки макро- и микроэлементов, обеспечивающих оптимальное питание растений и повышение их устойчивости к стрессовым факторам.

Материалы и методы

В качестве основного носителя использовался природный цеолит (клиноптилолит) фракции 0,1-0,5 мм, предварительно очищенный и прокалённый при температуре 300 °С. Для

модификации использовались водные растворы соединений фосфора (NaH_2PO_4), калия (KNO_3) и микроэлементов (ZnSO_4 , CuSO_4 , MnCl_2).

Для количественного определения содержания микроэлементов (Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+}), сорбированных цеолитом и высвобождаемых в модельных условиях, применяли методы спектрофотометрически и атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Измерения проводились на спектрометре с пламенной атомизацией, при строго контролируемых параметрах (длина волны, поток газа, температура горения). Для каждого элемента использовалась индивидуальная аналитическая линия: цинк (Zn^{2+}) – 213,9 нм, медь (Cu^{2+}) – 324,8 нм, марганец (Mn^{2+}) – 279,5 нм.

Калибровочные растворы готовились из стандартов с известной концентрацией, с построением градуировочных графиков, обладающих линейной зависимостью в диапазоне рабочих концентраций. Образцы отбирались после экстракции раствором с заданным pH на разных стадиях (через 0, 2, 4, 6, 8, 10 суток), с последующим фильтрованием.

Определение удельной поверхности и пористости проводилось методом БЭТ (низкотемпературная адсорбция азота). Изотермы снимались при относительном давлении P/P_0 от 0,05 до 0,35.

Эксперименты по высвобождению питательных веществ оценивались в водной и слабокислой среде с определением концентрации с периодическим отбором проб через каждые 24 часа. Биотестирование эффективности сорбированных форм проводили на ячмене и салате в лабораторных условиях. Ростовые характеристики оценивали в сравнении с контрольной группой.

Результаты и обсуждение

Важной характеристикой цеолитов, определяющей их сорбционную способность и эффективность в качестве носителей питательных веществ, являются параметры пористой структуры. Для оценки влияния модификации на текстурные свойства природного клиноптилолита был проведён ВЕТ-анализ. В таблице 1 представлены ВЕТ-характеристики цеолита до и после модификации.

Таблица 1 – ВЕТ-характеристики цеолита до и после модификации

Параметр	До модификации	После модификации
Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	41,7	37,1
Объем пор, $\text{см}^3/\text{г}$	0,140	0,119
Средний диаметр пор, нм	3,3	3,1

Из таблицы 1 видно, что модификация цеолита растворами питательных веществ приводит к снижению его текстурных характеристик. Удельная поверхность снизилась с 41,7 до 37,1 $\text{м}^2/\text{г}$, объем пор – с 0,140 до 0,119 $\text{см}^3/\text{г}$, а средний диаметр пор уменьшился с 3,3 до 3,1 нм. Эти изменения свидетельствуют о частичном заполнении пор модифицирующими ионами и возможной блокировке микропористой структуры.

Несмотря на уменьшение пористости, цеолит сохранил достаточную поверхность для эффективного взаимодействия с ионами, а изменение структуры может быть даже полезным с точки зрения контролируемого высвобождения. Снижение объема пор и диаметра может способствовать удержанию элементов внутри структуры, тем самым создавая условия для пролонгированного действия удобрения.

Таким образом, ВЕТ-анализ подтвердил, что цеолит после модификации сохраняет высокую структурную активность, обеспечивая как сорбцию, так и замедленную десорбцию питательных веществ.

Исследования показали, что цеолиты эффективно сорбируют питательные элементы. В таблице 2 представлены данные по сорбции ионов фосфора, калия и микроэлементов на 1 г цеолита.

Таблица 2 – Сорбция питательных веществ цеолитом

Элемент	Соединение	Количество сорбированного вещества, мг/г
Фосфор (P)	NaH_2PO_4	11,7
Калий (K)	KNO_3	7,4
Цинк (Zn^{2+})	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4,1
Медь (Cu^{2+})	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	3,1
Марганец (Mn^{2+})	MnCl_2	2,7

Согласно данным таблицы 2, модифицированный цеолит эффективно сорбирует как макроэлементы (фосфор, калий), так и микроэлементы (цинк, медь, марганец). Наибольшая сорбционная емкость зафиксирована для ионов фосфора (11,7 мг/г), что согласуется с литературными данными о высокой аффинности цеолита к фосфат-анионам. Это может быть связано с возможностью комплексообразования между PO_4^{3-} и поверхностными группами Si–O[–] и Al–O[–] в структуре клиноптилолита.

Калий в форме KNO_3 сорбировался в меньшем количестве (7,4 мг/г), что связано с его высокой растворимостью и слабой сорбцией на ионообменных сайтах. Микроэлементы Zn^{2+} , Cu^{2+} и Mn^{2+} продемонстрировали удовлетворительную сорбцию в пределах 2,7–4,1 мг/г, причем цинк показал наибольшую степень фиксации. Это может быть обусловлено, как электростатическим взаимодействием, так и гидратной энергией иона, а также сродством к катионообменным центром цеолита.

Таким образом, полученные значения подтверждают, что цеолит является эффективным сорбентом, способным удерживать различные типы питательных веществ – как катионы, так и анионы – и может быть использован в качестве универсального носителя в составе наноудобрений.

На рисунке 1 представлены ИК-спектры цеолита до и после сорбции соединений фосфора (PO_4^{3-}), калия (K^+) и микроэлементов (Cu^{2+} , Zn^{2+}).

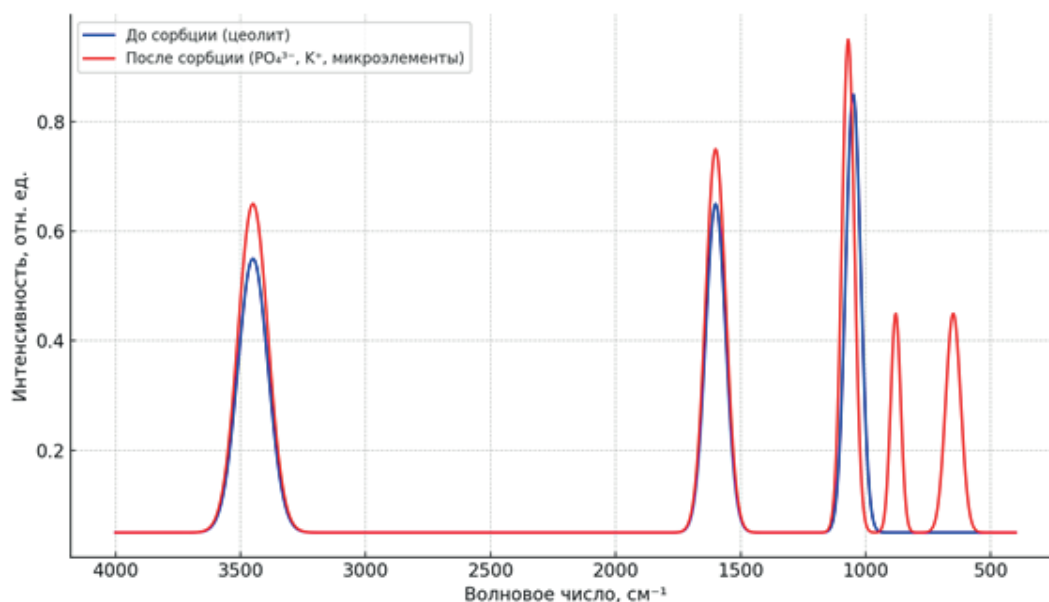


Рисунок 1 – ИК-спектры цеолита до и после сорбции соединений фосфора (PO_4^{3-}), калия (K^+) и микроэлементов

Как показано на рисунке 1, до сорбции (синий спектр) фиксируются характерные полосы каркасных колебаний Si–O–Si ($\sim 1050 \text{ см}^{-1}$) и вибрации воды (~ 1600 и 3450 см^{-1}). После сорбции (красный спектр) наблюдаются новые полосы около 1070 см^{-1} и 880 см^{-1} , соответствующие вибрациям иона PO_4^{3-} . Одновременно фиксируется смещение и расширение полос Si–O–Al, что свидетельствует о взаимодействии каркаса цеолита с фосфатными ионами PO_4^{3-} , а также

$\sim 650 \text{ см}^{-1}$ - проявление М–О связей (металл-кислородные связи в координационной сфере) микроэлементов. Также можно увидеть усиление полос в гидроксильной области (О–Н) за счет взаимодействия с водой или гидроксогруппами. Изменения в водных полосах также указывают на участие цеолита в процессе сорбции.

Присутствие алюминия в каркасе создаёт отрицательный заряд, компенсируемый подвижными катионами, которые могут быть легко замещены на другие питательные катионы, такие как PO_4^{3-} , K^+ , Zn^{2+} , Cu^{2+} . Благодаря этому цеолиты действуют как ионнообменники, захватывая питательные элементы из раствора и удерживая их в доступной форме.

Для оценки агрономической эффективности модифицированных цеолитов было проведено биотестирование на культурах салата и ячменя в лабораторных условиях. Результаты показали увеличение роста растений на 20-30% по сравнению с контрольной группой. Также наблюдалось улучшение устойчивости к засухе, что подтверждает эффективность разработанных систем.

ААС обеспечил высокую чувствительность при измерении остаточной концентрации ионов в растворе, что позволило рассчитать как общее количество сорбированного элемента (разность между исходной и равновесной концентрацией), так и степень его контролируемого высвобождения.

Таблица 3 – Результаты атомно-абсорбционной спектроскопии

Ионы микроэлементов	Сорбировано, мг/г	Высвобождено за 10 суток, %
Zn^{2+}	4,1	71,1
Cu^{2+}	3,1	65,5
Mn^{2+}	2,7	61,1

Анализ результатов, представленных в таблице 3, показывает, что модифицированный цеолит эффективно сорбирует ионы микроэлементов (Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+}) из водных растворов, а также обеспечивает их постепенное высвобождение в течение 10 суток. Наибольшее количество сорбированных ионов зафиксировано для Zn^{2+} (4,1 мг/г), далее следуют Cu^{2+} (3,1 мг/г) и Mn^{2+} (2,7 мг/г). Это может быть обусловлено различиями в ионном радиусе, заряде, а также аффинностью ионов к активным центрам цеолита.

На рисунке 2 показана динамика высвобождения ионов Zn^{2+} , Cu^{2+} и Mn^{2+} из модифицированного цеолита в течение 10 суток.

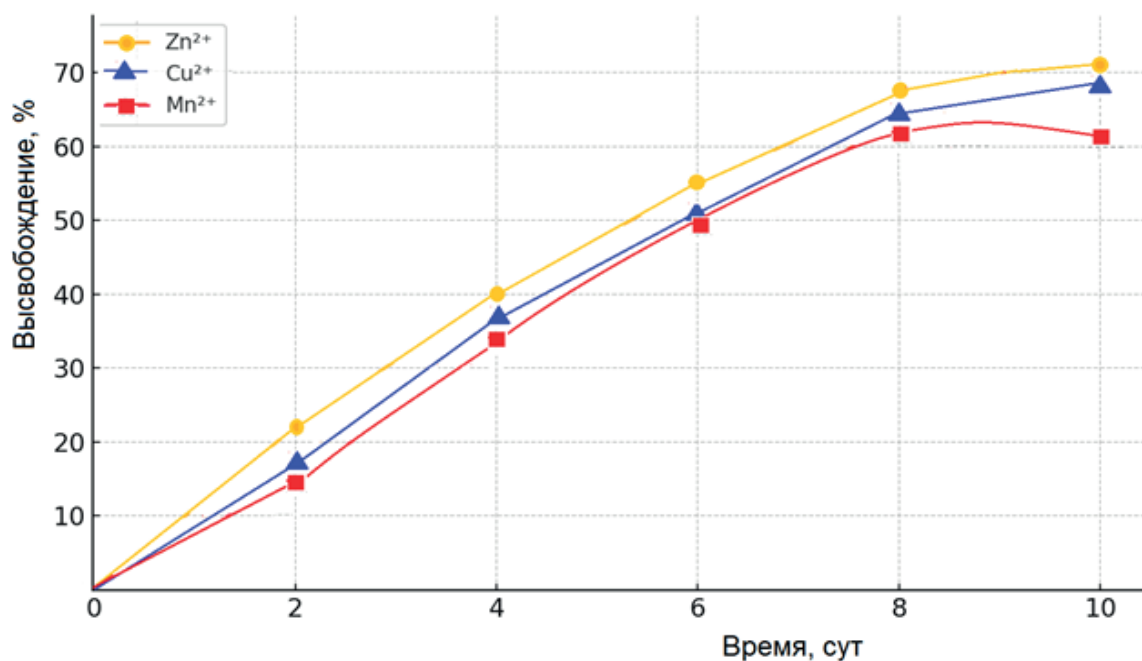


Рисунок 2 – Динамика высвобождения микроэлементов из цеолита

Из рисунка 2 можно увидеть процентное высвобождение ионов из цеолита в модельных условиях имитированного почвенного раствора, которое составило: 71,1% для Zn^{2+} , 68,5% для Cu^{2+} и 61,1% для Mn^{2+} . Таким образом, наблюдается умеренно-продолжительный характер десорбции, что свидетельствует о способности цеолита регулировать поступление элементов в раствор, снижая риски как дефицита, так и избыточного содержания микроэлементов в зоне корнеобитания.

Особенно важно, что равномерное высвобождение микроэлементов происходит в течение длительного периода, что соответствует принципам устойчивого земледелия и минимизирует потери элементов вследствие вымывания. Полученные данные подтверждают, что цеолит может быть использован в качестве носителя в составе наноудобрений, обеспечивая целенаправленную и дозированную доставку микроэлементов растениям.

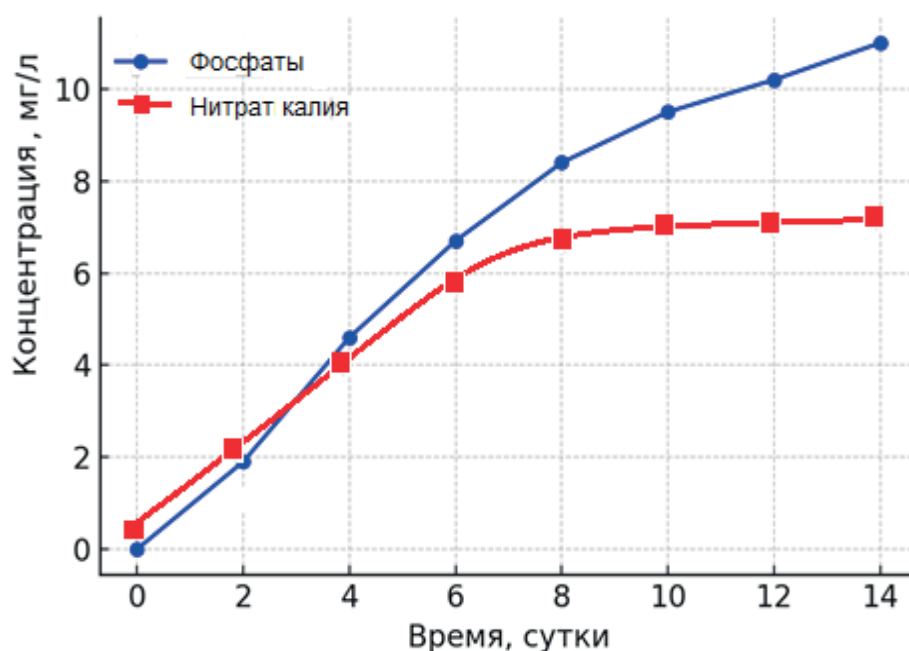


Рисунок 3 – Динамика высвобождения фосфор- и калийсодержащих соединений из модифицированного цеолита

Результаты модификации показали, что наибольшую сорбцию ионов продемонстрировал цеолит, обработанный фосфатами и ионами калия. Высвобождение происходило постепенно, с максимумом в течение 10-14 суток, в зависимости от типа иона условий среды и корневых выделений (органических кислот). Это согласуется с предыдущими исследованиями по медленному высвобождению из цеолитов [12, 13, 14].

Происходит стимулирование биохимических процессов в период прорастания семян, образования корней. В итоге формируется развитая корневая система, проникающая в глубинные слои почвы. Затем увеличивается площадь листовой поверхности, обеспечивая базу для фотосинтеза, способствуя интенсивному нарастанию зелёной массы растения. Вследствие этого увеличивается устойчивость к неблагоприятным климатическим факторам (засухи, низкие температуры), повышается урожайность, ускоряются сроки созревания плодов, а также улучшается их качество, уменьшая количество нитратов и нитритов.

Результаты исследований являются научной основой для разработки рекомендаций по применению наноудобрений, что позволяет в 4-6 раз повысить урожайность растений и обеспечить их высокие пищевые качества. Это приводит при полном цикле обработок к увеличению урожая от 35% и выше, сокращению сроков вегетации, существенному улучшению качества продукции по всем показателям, при сокращении внесения удобрений и пестицидов на 60-70%. Все это превращает наноудобрение из обычного удобрения в биологический защитно-стимулирующий комплекс.

Закключение

Результаты проведенных исследований подтверждают высокую эффективность природного цеолита в качестве носителя для макро- и микроэлементов при создании наноудобрений. Модифицированный цеолит демонстрирует значительную сорбционную емкость, пролонгированное и контролируемое высвобождение питательных веществ, а также положительное влияние на рост и устойчивость растений в лабораторных условиях. Методики ВЕТ и ААС позволили объективно оценить структурные и функциональные характеристики разработанных систем. Полученные данные подтверждают перспективность использования цеолитовых носителей в устойчивом земледелии и могут служить основой для разработки инновационных агротехнологий с пониженной нагрузкой на окружающую среду.

Вклад авторов

ГН: формулирование цели исследования, постановка задач, научное руководство и редактирование статьи. ЭА: проведение экспериментальных работ, получение и анализ ИК-спектров и ВЕТ-данных, оформление рукописи статьи. АБ: интерпретация результатов сорбции, обсуждение механизма взаимодействия цеолита с фосфатами, составление списка литературы, подготовка иллюстраций. АӘ: обработка экспериментальных данных, оформление таблиц (сорбция, ВЕТ, ААС), построение графиков.

Список литературы

- 1 Chen, J., Liu, X., Zheng, J., Zhang, M., Wang, H., Li, Y., Zhao, Q. (2022). Effects of long-term organic and inorganic fertilization on soil microbial community and functional genes: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 172, 108741. DOI: 10.1016/j.soilbio.2022.108741.
- 2 Ali, M., Ma, Y., Lu, J., et al. (2021). Chemical Fertilizer Management Practices and Their Effect on Microbial Diversity and Activity in Agricultural Soils: A Meta-analysis. *Agriculture*, 11(7), 615. DOI: 10.3390/agriculture11070615.
- 3 Zhang, Q., Sun, W., Wang, L., Li, H., Chen, X., Zhou, Y. (2023). Legacy of chemical fertilizers on soil health and sustainability in agricultural ecosystems. *Science of The Total Environment*, 866, 161236. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.161236.
- 4 Banishwal, AK, Rayalu, SS, Labhasetwar, NK, Devotta, S., Naidu, R. (2006). Surfactant-Modified Zeolite as a Slow Release Fertilizer for Phosphorus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4773-4779. DOI: 10.1021/jf060034b.
- 5 Танигути, Н. (ред.). (1996). *Nanotechnology: Integrated Processing Systems for Ultra-precision and Ultra-fine Products*. Oxford: Oxford University Press, 350.
- 6 Gäbler, C., Jeschke, J., Dietrich, S., Nurgazina, G., Schaarschmidt, D., Georgi, C., Schlesinger, M., Mehring, M., Lang, H. (2013). The Effect of PEGylated Dendrimers on the Catalytic Activity and Stability of Palladium Particles in the Suzuki Reaction. *Catalysis Letters*, 143(4), 317-323.
- 7 Нургазина, Г., Ермагамбет, Б., Абылгазина, Л., Козловский, А., Имашева, Б. (2015). Синтез и свойства наночастиц железа. *Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Серия техническая*, 6, 75-81.
- 8 Khan, MZH, Islam, MR, Nahar, N., Al-Mamun, M, Khan, MAS, Matin, MA. (2021). Synthesis and characterization of nanozeolite based composite fertilizer for sustainable release and use efficiency of nutrients. *Heliyon*, 7(1), e06091. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06091.
- 9 Sharma, V., Javed, B., Byrne, H., Curtin J., Tian F. (2022). Zeolites as Carriers of NanoFertilizers: From Structures and Principles to Prospects and Challenges. *Applied Nano Science*, 3(3), 163-186. DOI: 10.3390/applnano3030013.
- 10 Kumari, R. (2024). Effect of Zeolite/Hydroxyapatite Nanofertilizer on Soil Quality, Nutrients Status and Plant Productivity in Solanum melongena. *Current Agriculture Research Journal*, 12(2), 997-1007. DOI: 10.12944/CARJ.12.2.40.
- 11 Ibrahim, HMS, Mahmoud, AWM, Soliman, MM, Heider, SM, Mottaleb, SA. (2024). Assessing biochar, clinoptilolite zeolite and zeo-char loaded nano-nitrogen for boosting growth performance of *Spathiphyllum wallisii*. *BMC Plant Biology*, 924. DOI: 10.1186/s12870-024-05592-6.

12 Prisa, D. (2024). Zeolites synthesized from agro-industrial residues applied in agriculture: A review. *Soil Use and Management*, 40(1). DOI: 10.1111/sum.13003.

13 Fincheira, P., Hoffmann, N., Tortella, G., Ruiz, A., Cornejo, P., Diez, MC, Seabra, AB, Benavides-Mendoza, A., Rubilar, O. (2022). Eco-Efficient Systems Based on Nanocarriers for the Controlled Release of Fertilizers and Pesticides: Toward Smart Agriculture. *Nanomaterials*, 13(13), 1978. DOI: 10.3390/nano13131978.

14 Нургалиева, ДА, Нургазина, ГМ. (2019). Получение экологических наноудобрений для улучшения роста растений. *Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Серия техническая*, 3, 121-125.

References

1 Chen, J., Liu, X., Zheng, J., Zhang, M., Wang, H., Li, Y., Zhao, Q. (2022). Effects of long-term organic and inorganic fertilization on soil microbial community and functional genes: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 172, 108741. DOI: 10.1016/j.soilbio.2022.108741.

2 Ali, M., Ma, Y., Lu, J., et al. (2021). Chemical Fertilizer Management Practices and Their Effect on Microbial Diversity and Activity in Agricultural Soils: A Meta-analysis. *Agriculture*, 11(7), 615. DOI: 10.3390/agriculture11070615.

3 Zhang, Q., Sun, W., Wang, L., Li, H., Chen, X., Zhou, Y. (2023). Legacy of chemical fertilizers on soil health and sustainability in agricultural ecosystems. *Science of The Total Environment*, 866, 161236. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.161236.

4 Banishwal, AK, Rayalu, SS, Labhasetwar, NK, Devotta, S., Naidu, R. (2006). Surfactant-Modified Zeolite as a Slow Release Fertilizer for Phosphorus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4773-4779. DOI: 10.1021/jf060034b.

5 Taniguchi, N. (ed.). (1996). *Nanotechnology: Integrated Processing Systems for Ultra-precision and Ultra-fine Products*. Oxford: Oxford University Press, 350.

6 Gäbler, C., Jeschke, J., Dietrich, S., Nurgazina, G., Schaarschmidt, D., Georgi, C., Schlesinger, M., Mehring, M., Lang, H. (2013). The Effect of PEGylated Dendrimers on the Catalytic Activity and Stability of Palladium Particles in the Suzuki Reaction. *Catalysis Letters*, 143(4), 317-323.

7 Nurgazina, G., Ermagambet, B., Abylgazina, L. Kozlovskiy, A., Imasheva, B. (2015). Sintez i svojstva nanochastich zheleza. *Vestnik ENU im. L.N. Gumileva. Seriya tekhnicheskaya*, 6(109), 75-81.

8 Khan, MZH, Islam, MR, Nahar, N., Al-Mamun, M, Khan, MAS, Matin, MA. (2021). Synthesis and characterization of nanozeolite based composite fertilizer for sustainable release and use efficiency of nutrients. *Heliyon*, 7(1), e06091. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06091.

9 Sharma, V., Javed, B., Byrne, H., Curtin J., Tian, F. (2022). Zeolites as Carriers of NanoFertilizers: From Structures and Principles to Prospects and Challenges. *Applied Nano Science*, 3(3), 163-186. DOI: 10.3390/applnano3030013.

10 Kumari, R. (2024). Effect of Zeolite/Hydroxyapatite Nanofertilizer on Soil Quality, Nutrients Status and Plant Productivity in Solanum melongena. *Current Agriculture Research Journal*, 12(2), 997-1007. DOI: 10.12944/CARJ.12.2.40.

11 Ibrahim, HMS, Mahmoud, AWM, Soliman, MM, Heider, SM, Mottaleb, SA. (2024). Assessing biochar, clinoptilolite zeolite and zeo-char loaded nano-nitrogen for boosting growth performance of *Spathiphyllum wallisii*. *BMC Plant Biology*, 924. DOI: 10.1186/s12870-024-05592-6.

12 Prisa, D. (2024). Zeolites synthesized from agro-industrial residues applied in agriculture: A review. *Soil Use and Management*, 40(1). DOI: 10.1111/sum.13003.

13 Fincheira, P., Hoffmann, N., Tortella, G., Ruiz, A., Cornejo, P., Diez, MC, Seabra, AB, Benavides-Mendoza, A., Rubilar, O. (2022). Eco-Efficient Systems Based on Nanocarriers for the Controlled Release of Fertilizers and Pesticides: Toward Smart Agriculture. *Nanomaterials*, 13(13), 1978. DOI: 10.3390/nano13131978.

14 Nurgalieva, DA, Nurgazina, GM. (2019). Poluchenie ekologicheskikh nanoudobrenii dlya uluchsheniya rosta rasteniii. *Vestnik ENU im. L.N. Gumileva. Seriya tekhnicheskaya*, 3(128), 121-125.

Цеолит негізіндегі нанотыңайтқыштарды синтездеу: тәсілі мен сипаттамалары

Нургазина Г.М., Алимкулова Э.Ж., Букеева А.Б., Әшірбек А.Қ.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Минералды тыңайтқыштардың қымбаттауы ауыл шаруашылығы өнімдерінің өзіндік құнына әсер етіп, инновациялық агротехнологияларды енгізуді қажет етеді. Бұл мәселенің тиімді шешімдерінің бірі – макро- және микроэлементтерді баяу және ұзақ мерзімді түрде шығаратын, цеолит негізінде дайындалған нанотыңайтқыштарды қолдану. Зерттеудің мақсаты: табиғи цеолитті тасымалдаушы ретінде пайдалана отырып, экологиялық таза нанотыңайтқыштар алу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуде Қазақстаннан алынған табиғи клиноптилолит қолданылып, фосфор, калий және микроэлементтермен (Zn, Cu, Mn) модификацияланды. Физика-химиялық зерттеу әдістері ретінде ИК-спектроскопия, БЭТ беткі аумақты анықтау және атомды-абсорбциялық спектрометрия қолданылды.

Нәтижелер. Цеолиттің қоректік элементтерді сіңіру қабілеті жоғары екендігі және оларды ортаға байланысты біртіндеп шығаратыны анықталды. Биотест нәтижелері өсімдіктердің өсуінің артқанын және қолайсыз жағдайларға төзімділігінің жақсарғанын көрсетті.

Қорытынды. Модификацияланған цеолит негізінде алынған нанотыңайтқыштар экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, ұзақ әсер ететін және тұрақты ауыл шаруашылығында қолдануға тиімді.

Кілт сөздер: цеолит; нанотыңайтқыш; баяу босату; микроэлемент; ион алмасу; сорбция.

Synthesis of zeolite-based nanofertilizers: approach and characteristics

Gulnar M. Nurgazina, Elmira Zh. Alimkulova, Akbota B. Bukeeva, Ainur K. Ashirbek

Abstract

Background and Aim. The rising cost of mineral fertilizers negatively impacts the competitiveness of agricultural production, necessitating innovative technologies. One promising solution is the use of zeolite-based nanofertilizers, which provide gradual and prolonged nutrient release. This study aimed to develop nanofertilizers using natural zeolite as a carrier for macro- and micronutrients.

Materials and methods. Natural clinoptilolite from Kazakhstan was modified with phosphorus, potassium, and trace element compounds (Zn, Cu, Mn). The zeolite samples were characterized using FTIR spectroscopy, BET surface area analysis, and atomic absorption spectroscopy.

Results. The modified zeolites demonstrated high nutrient sorption capacity and stable, environment-dependent nutrient release. Biological tests indicated enhanced plant growth and increased resistance to abiotic stress.

Conclusion. The synthesized nanofertilizer formulations are ecologically safe, provide long-lasting nutrient release, and are effective for sustainable agriculture.

Keywords: zeolite; nanofertilizer; slow release; micronutrients; ion exchange; sorption.

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. - № 3 (127). - P.217-232. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).2039

ЭОЖ 632. 727:574.3(574)(045)

Зерттеу мақаласы

Қазақстанның екі түрлі агроклиматтық аймағының мысалында табиғи өсімдік қауымдастықтарындағы шегіртке зиянкестерінің популяциясының таралу ерекшеліктері

Байбусенов К.С.¹ , Ажбенев В.К.² , Аманбай Ж.З.¹ , Суйеубаев О.А.³ ,
Джумагулов А.А.¹ 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

²Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты
ЖШС, Алматы, Қазақстан

³ҚР АШМ АӨК МИК «Республикалық фитосанитарлық диагностика және болжамдар
әдістемелік орталығы» РММ, Астана, Қазақстан

Автор-корреспондент: Байбусенов К.С.: kurmet_1987@bk.ru

Бірлескен авторлар: (1: АВ) azbenovvalerij@gmail.com; (2: АЖ) amanbai_zhasulan@mail.ru;

(3: СО) keblaro@mail.ru; (4: ДА) dzhumagulov.arsen@mail.ru

Қабылданған күні: 31.07.2025 **Қабылданды:** 26.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстанның түрлі агроклиматтық аймақтарында кездесетін зиянды шегірткелердің түрлік құрамын, арақатынасын, жиілігін және басым түрлерін нақтылап, зерделеу өзекті мәселелерінің бірі болып есептеледі. Бұл – жиі кездесетін әрі экономикалық тұрғыдан маңызды зиянды түрлерді, олардың белгілі бір таралу ошағы мен қоректік ортасын анықтау үшін маңызды. Зерттеудің мақсаты - Қазақстанның әртүрлі агроклиматтық аймақтарындағы зиянды шегіртке түрлерінің таралу ерекшеліктерін, түрлік арақатынасын, пайда болу жиілігін, үстемдігін және популяциялық динамикасын нақтылау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу орны ретінде кейіннен нәтижелерді салыстыру үшін Қазақстандағы екі ірі агроклиматтық аймақ таңдалды: Қазақстанның ылғалды орташа жылы және әлсіз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақтары. Өсімдіктерді қорғау мен фитосанитариялық мониторингте жалпы қабылданған әдістемелерге сәйкес өсімдік қауымдастықтарында түр құрамын, санын, пайда болуын, тұраралық үстемдігін және таралуын есепке алу бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттелетін орындардың GPS координаттары тіркелді.

Нәтижелер. Ылғалды, орташа жылы агроклиматтық аймақта 15 түрі, ал Қазақстанның әлсіз ылғалды, орташа жылы агроклиматтық аймағында шегірткелердің 14 зиянды түрі анықталды. Қарастырылып отырған екі агроклиматтық аймақта да *Calliptamus italicus* түрі жиі кездеседі. Ылғалды, жылы агроклиматтық аймақта орташа кездесетін түрлерге *Paracryptera microptera microptera*, *Doclostaurus brevicollis*, *Doclostaurus kraussi*, *Stenobothrus fischeri* жатады. Әлсіз ылғалды, жылы агроклиматтық аймақта *Calliptamus italicus*-тен басқа жиі кездесетін түрлер ретінде *Oedaleus Decorus* және *Stenobothrus fischeri*, *Chorthippus biguttulus* түрлері орташа кездесетін түрлерге жатады. Шегіртке зиянкестерінің әртүрлі түрлері үшін ең қолайлы өсімдіктер қауымдастығы дәнді-жусанды және қаулы-дәнді өсімдіктер болды, онда барлық анықталған шегіртке зиянкестерінің 19% табылды. Одан басқа, барлық шегіртке зиянкестерінің 14% анықталған әртүрлі шөпті-бозды-қаулы және бозды-бидайықты өсімдіктер қауымдастығын атап өтуге болады.

Қорытынды. Қазақстанның екі түрлі агроклиматтық аймағының мысалында табиғи өсімдіктер қауымдастықтарында шегіртке зиянкестері популяцияларының таралу ерекшеліктері

бойынша алынған деректер Қазақстанда шегіртке зиянкестерінің таралуының цифрлық картасын жасау жөніндегі түпкілікті нәтижелердің бөлігі болып табылады, сондай-ақ зиянкестер популяцияларының болжауын жасайтын модельдерінің болжаушылары болып табылады.

Кілт сөздер: зиянды шегірткелер; популяция; таралу; өсімдіктер қауымдастығы; агроклиматтық аймақтар.

Кіріспе

Қазақстан Республикасы – ауыл шаруашылығына негізделген аграрлық ел, мұндағы негізгі экспортқа бағытталған тауар – ауыл шаруашылығы дақылдары [1]. Ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін төмендететін негізгі факторлардың бірі – зиянды организмдер, соның ішінде шегіртке тәрізді зиянкестердің қаптауы. Бұл зиянкестердің зияндылығы салдарынан агрометеорологиялық жағдайларға байланысты өнімнің орташа шығыны 30–50%-ға дейін жетуі мүмкін, ал жаппай көбеюген жылдары шығын 100%-ға дейін барады [2].

Қазақстан аумағында фитосанитариялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін зиянкестермен күрес стратегиясынан олардың популяциясын басқару стратегиясына көшу қажет. БҰҰ Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымының (бұдан әрі – ААҰ) мәліметінше, Орталық Азия елдерінде, соның ішінде Қазақстанда да, шегіртке тәрізді зиянкестердің жекелеген түрлерінің жаппай көбеюі жыл сайын дерлік орын алады [3]. Осыған байланысты шегіртке зиянкестерінің түрлеріне қарсы фитосанитариялық бақылау және популяцияны басқару шараларының маңызы арта түсуде. Зиянды организмдердің популяцияларын басқару үшін оларды болжау және бақылау әдістерін жетілдіру қажет. Бұл – қашықтан зондтау, геоақпараттық жүйелер (бұдан әрі ГАЗ) және қашықтықтан мониторинг жүргізу әдістеріне негізделуі тиіс. Сонымен қатар, алдын алу шараларын, оның ішінде аз уытты инсектицидтерді, биопестицидтерді және биологиялық құралдарды қолдану қажет [4]. Қазақстанның барлық өңірлерінде агроклиматтық ерекшеліктерге байланысты белгілі бір ауыл шаруашылығы дақылдары өсірілетін табиғи ауыл шаруашылығы алқаптары бар [5, 6]. Сонымен қатар, елдің әртүрлі агроклиматтық аймақтарында Қазақстан Республикасында аса қауіпті немесе зиянды организмдер тізіміне енгізілген зиянды шегіртке түрлерінің өзіндік түрлік құрамы немесе кешені таралғаны анық. Табиғи ауыл шаруашылығы алқаптары – саяқ шегірткелер үшін таралу ошағы болып табылады. Осыған байланысты, ауыл шаруашылығы дақылдарының егістіктерінің жайылымдық жерлерге тым жақын орналасуы бұл фитофагтардың (өсімдік қоректі зиянкестердің) қоныстануына қолайлы жағдай туғызады. Көп жағдайда бұл олардың көбеюіне қолайлы жағдайлардың қалыптасуымен байланысты [7]. Атап айтқанда, егістік алқаптарының құрылымының өзгеруі мен жыртатын жерлердің қысқаруы зерттеліп отырған зиянкестердің жаппай көбеюіне және сәйкесінше пестицидтік өңдеу көлемінің артуына алып келді [8].

Зиянды саяқ шегірткелердің кешені республиканың агроөнеркәсіптік кешені (АӨК) үшін айтарлықтай қауіп төндіреді, ал солтүстік егіншілік аймақтарында бұл зиянкестер жайылымдық өсімдіктер мен ауыл шаруашылығы дақылдарының өндірісіне тұрақсыздандырушы фактор болып табылады [9, 10]. Осыған байланысты, шегірткелердің популяциялық құрылымы мен биоэкологиялық ерекшеліктерін зерттеу – инсектицидтік өңдеулерді ғылыми тұрғыда негіздеу және өсімдіктерді қорғау құралдарын ұтымды пайдалану үшін аса өзекті мәселе болып табылады.

Қазақстан аумағында зиянды үйірлі және саяқ шегіртке түрлерін зерттеу бұрыннан бері жүргізіліп келеді. Шегіртке зиянкестері бойынша жан-жақты ғылыми зерттеулер жүргізілген [11-16]. Ғалымдардың мәліметтеріне сүйенсек, Қазақстанның кең байтақ аумағы мен әртүрлі ландшафтық-климаттық аймақтарының ерекшеліктеріне байланысты шегірткелер фаунасы айтарлықтай бай әрі алуан түрлі. Ел аумағында шегірткелердің 270 түрі мен түршелері кездеседі, олар 75 туысқа, 5 тұқымдасқа және 3 тармақшадан тұрады [7, 11, 12]. Алайда, олардың ішінен ауыл шаруашылығы алқаптарына үнемі және айтарлықтай зиян келтіретіндері – небары 15-20-ға жуық түрі ғана [12]. Қазақстанның солтүстік өңірлерінде зиянды саяқ шегірткелер фаунасы келесі түрлермен ұсынылған: *Calliptamus italicus* L., *Dociostaurus maroccanus* Thunb., *Locusta migratoria* L. және *Schistocerca gregaria* Fors. [17, 18, 19]. Тобырлы емес шегірткелердің ішінде жиі кездесетін басым түрлер мыналар: Атбасарлық – *Dociostaurus kraussi kraussi* (INGEN.), Кіші саяқ – *Dociostaurus brevicollis* (EV.), Сібірлік – *Aeropus sibiricus sibiricus* (L.), Айқыш саяқ

– *Pararcyptera microptera microptera* (F.-W.), Ақжолалты саяқ – *Chorthippus albomarginatus albomarginatus* (DEG.) және Қара қанатты саяқ – *Stauroderus scalaris* (F.-W.), Фишер шөптесін – *Stenobothrus fischeri* (EV.), Тұрандық – *Calliptamus turanicus* (TARB.) және Шөлейітті – *Calliptamus italicus* (COST.) [2, 7, 11].

Айта кету керек, қазіргі уақытта фитосанитарлық мониторинг пен болжам жүргізуде ГАЖ-технологиялар мен қашықтықтан зондтау (бұдан әрі ҚЗ) әдістерін қолдануға негізделген инновациялық зерттеулер аса өзекті болып отыр. Қазіргі таңда жүргізіліп жатқан ғылыми жұмысымыздың түпкі нәтижесі – ГАЖ-технологиялар мен ҚЗ әдістерін пайдалану арқылы елімізде ең зиянды шегіртке түрлерінің таралуының цифрлық картасын жасау, сондай-ақ машиналық оқыту технологиялары негізінде фитосанитарлық болжамдау үлгілерін әзірлеу болып табылады.

Алайда, зиянды шегіртке түрлеріне қарсы фитосанитарлық бақылау мен болжамдаудың жоғарыда аталған инновациялық тәсілдерін қолданбас бұрын, Қазақстанның түрлі агроклиматтық аймақтарында кездесетін зиянды шегірткелердің түрлік құрамын, арақатынасын, жиілігін және басым түрлерін нақтылап, зерделеу қажет. Бұл – жиі кездесетін әрі экономикалық тұрғыдан маңызды зиянды түрлерді, олардың белгілі бір таралу ошағы мен өсімдік қауымдастықтарымен байланысын, яғни қоректік ортасын анықтау үшін маңызды.

Аталған ерекшеліктер нақтыланғаннан кейін, алынған нәтижелерді цифрландыруға және олардың таралуы мен санын заманауи әдістер арқылы модельдеуде болжау предикторлары ретінде тиімді қолдануға болады.

Зерттеулердің мақсаты – Қазақстанның әртүрлі агроклиматтық аймақтарында зиянды саяқ шегіртке түрлерінің таралу ерекшеліктерін, түрлік қатынасын, кездесуі мен басымдылығын, сондай-ақ популяциялық динамикасын нақтылау арқылы жиі кездесетін, экономикалық маңызы бар зиянды шегіртке түрлерін және олардың таралу аймағы мен өсімдік қауымдастықтарына тәуелділігін анықтау.

Материалдар мен әдістер

Зерттеулер орны ретінде Қазақстанның екі ірі агроклиматтық аймағы таңдалып, алынған нәтижелерді кейін салыстыру мақсатында зерттеулер мен талдаулар келесі агроклиматтық аймақтар шеңберінде жүргізілді:

- Ылғалды, қалыпты жылы аймақ Солтүстік Қазақстан облысының барлық аумағын, Қостанай облысының солтүстік бөлігін, Ақмола облысының солтүстік және орталық бөліктерін, сондай-ақ Павлодар облысының ең солтүстік бөлігін қамтиды.

- аз ылғалды, қалыпты жылы аймақ Қарағанды қаласы мен оған жақын аудандарды, сондай-ақ Қарағанды облысының солтүстіктен оңтүстік-шығысқа қарай созылған аумақтарын қамтиды.

Саяқ шегірткелердің әртүрлі биотоптардағы тығыздығын, сондай-ақ олардың тәуелділік және маусымдық динамикасын анықтау үшін бірнеше есептеу әдістері қолданылады [20-23]:

1 – энтомологиялық аулағышпен 100 бірлік (немесе 50 қосарланған) үзік-қозғалысты үш-төрт рет қайталау арқылы жинау. Түрдің молдығын анықтау үшін келесі баған қолданылды [20]:

м – түр массалық кездеседі және кейбір жерлерде шоғырланады (1 сағат ішінде жинағанда – 100 дана);

ж – түр жиі кездеседі, бірақ шоғырланбайды (1 с ішінде – 21-ден 100-ге дейін дана);

қ – түр қалыпты түрде кездеседі (1 с ішінде – 10-нан 20-ға дейін дана);

с – түр сирек кездеседі (1 с ішінде – 3-тен 9-ға дейін дана);

д – түр дара кездеседі (1 с ішінде – 1-ден 3 данаға дейін).

2 – алдын ала белгіленген өлшемі 50×50 см ($0,25$ м²) сымнан жасалған рамкалар арқылы есеп жүргізу. Әр зерттелетін станцияда оның аумағына байланысты 8-16 рамка орнатылады, оларда шегірткелер саналады [20, 21].

3 – көрнекі есептеу әдісі арқылы, яғни шегірткелердің аралас популяциясындағы тобырлы емес шегірткелердің абсолютті саны бірлік ауданға (1 м²) шаққанда трансекциялық әдіспен анықталады. Трансекттер ұзындығы 10 м болып, 20 рет қайталанады. Зерттелетін учаскеде 2 ұшында ілмектері бар 10 м сым тартылып, сымды бойлай баяу жүріп, алдындағы 0,5 м екі

жақтағы жолақты мұқият қарап шығады. Осы кезде ұшып кеткен барлық шегірткелер тіркеледі. Барлық тіркелген жәндіктердің саны 20 трансектте (әрқайсысы 10 м, яғни барлығы 200 м) бөлініп, 1 м²-ге шаққандағы жәндіктер тығыздығы есептеледі [22].

Көрсетілген есептеу әдістерінің үйлесімі зерттелетін аймақтарда зиянды шегірткелердің, соның ішінде саяқ түрлерінің арақатынасын, олардың тығыздығын, басымдылығын және кездесу жиілігін анықтауға мүмкіндік береді [23].

Зиянкестердің тығыздығы келесі формула бойынша (1 м²-ге қайта есептеу арқылы) анықталады:

$$V = \frac{k}{n} \quad (1)$$

мұнда:

V - тығыздығы, дана/ш.м.;

k - барлық үлгідегі даралардың жалпы саны;

n - алынған үлгілер саны.

Салыстырмалы санын есептеу әдістері (уақыт бойынша шабу және жинау) басым және субдоминант түрлерді анықтауға мүмкіндік береді.

Үстемділік индексі – белгілі бір түр даралары санының жалпы жиналған даралар санына қатынасы арқылы есептеледі:

$$D = kx \times \frac{100}{K} \quad (2)$$

мұнда:

D – үстемділік, %;

K - барлық үлгідегі даралардың жалпы саны, дана;

k – бір түрдегі даралар саны, дана.

Правдиннің мәліметтері бойынша [24], доминант түрлерге – жалпы жиналған түрлердің 16%-дан астамын құрайтындар, ал субдоминант түрлерге – 4%-дан 16%-ға дейінгі үлесті алатындар жатады. Барлық жағдайда да жаппай таралған түрлер доминант болып саналады. Алайда, егер жаппай таралған түрлер анықталмаса, онда кездесу жиілігі көрсеткіші пайдаланылады. Бұл көрсеткіш келесі формула бойынша есептеледі:

$$P = n \times 100 / N \quad (3)$$

мұнда:

P - кездесу, %;

n – шегіртке түрі табылған үлгі, дана;

N – алынған барлық үлгілер саны, дана.

Саяқ шегірткелердің санының динамикасын зерттеу барысында барлық жылдардағы зерттеу кезеңінде ауа райы жағдайлары ескерілді, себебі олар бұл мәселе бойынша анықтаушы факторлардың бірі болып табылады. Зерттеу кезеңінде шегірткелер жиналып, олардың бір бөлігі энтомологиялық инелерге шаншылып, арнайы қораптарға орналастырылды, ал қалғандары түрлік және жас ерекшеліктерін кейін анықтау үшін мақта қабаттарына жайылды.

Нәтижелер мен талқылау

2024-2025 жылдары маршруттық зерттеулер зерттеліп отырған агроклиматтық аймақтарға кіретін жекелеген аудандарда жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – шегірткелердің түрлік құрамын, кездесу жиілігін және түрлер арасындағы үстемділікті анықтау болды.

Осылайша, өте ылғалды, қалыпты жылы агроклиматтық аймақтың шеңберінде зерттеу жұмыстары Қостанай облысының Федоровка және Қарабалық аудандарында, Солтүстік Қазақстан облысының Тимирязев, Аққайың және Уәлиханов аудандарында, сондай-ақ Ақмола облысының Бурабай, Сандықтау және Ақкөл аудандарында жүргізілді.

Аз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта Ақмола облысының Аршалы ауданы, Қарағанды облысының Бұқар жырау және Қарқаралы аудандары қамтылды.

Аталған зерттеу аудандары нысаналы зиянкестердің тіршілік етуіне қолайлы табиғи жағдайлар ескеріліп таңдалды.

1-кестеде зерттеу жүргізілген агроклиматтық аймақтарға жататын облыстардың аудандары және сол аудандардағы зерттеу нүктелерінің GPS координаттары келтірілген.

1-кесте – Зиянды шегірткелерді зерттеу жүргізілген орындар

Агроклиматтық аймақ	Әкімшілік облыстар	Әкімшілік аудандар	Зерттелген орындардың GPS координатасы
Ылғалды орташа жылы	Костанай облысы	Федоровка ауданы	N53.841902; E62.705015 N 53.919199; E62.594166 N54.031439; E62.482179
	Костанай облысы	Қарабалық ауданы	N53.81623; E61.94361 N 53.89909; E61.94438 N53.62306; E62.10640
	Солтүстік Қазақстан облысы	Тимирязов ауданы	N 66.471182; E53.918 501 N 66.323327; E 53.651 114 N66.355 341; E53.611 838
	Солтүстік Қазақстан облысы	Аққайың ауданы	N69.54196300; E54.58953200 N69.47992500; E54.55666200 N69.72132300; E54.54900200
	Солтүстік Қазақстан облысы	Уалиханов ауданы	N53,933712; E73,657609 N 53,926690; E73,689211 N53,912144; E73,615806
	Ақмола облысы	Бурабай ауданы	N 53,18089; E 70,10827 N.53.12432; E.70.59742 N 52.701147; E 70.00487
	Ақмола облысы	Сандықтау ауданы	E 52'573127; N068'669281 E 52'267221; N068'828204 E52'425463; N68'0566786
	Ақмола облысы	Ақкөл ауданы	N 70.360 E 51.913 N 71.277 E 52.087 N 70.914000 E 51.873000
Аз ылғалды орташа жылы	Ақмола облысы	Аршалы ауданы	N 50.4949; E 72.1038 N 50.5953; E 72.0624 N 50.6671; E 72.394
	Қарағанды облысы	Осакаровка ауданы	N 50643; E 72 695 N 50413; E 73430 N 50071; E 73254
	Қарағанды облысы	Бұқар жырау ауданы	N 498744; E 73564 N 50208; E 74501 N 49990; E 74134
	Қарағанды облысы	Қарқаралы ауданы	N 49749; E 75613 N 49 424; E 75696 N 49 565; E 75071

Фитосанитарлық зерттеулер нәтижесінде зиянды шегірткелердің түрлері нақтыланып анықталды, олардың басым көпшілігі зерттелген агроклиматтық аймақтарда саяқ шегірткелердің түрлері болып шықты (2-кесте).

2-кесте – Қазақстанның әртүрлі агроклиматтық аймақтарында шегірткелер зиянкестерінің түрлік құрамы мен кездесуі (2024-2025 жылдардың орташа көрсеткіші бойынша)

Түрлік құрамы		Кездесуі	
Латынша атауы	Түрдің дәстүрлі атауы	Ылғалды орташа жылы	Аз ылғалды орташа жылы
<i>Calliptamusitalicus</i> (Linnaeus, 1758)	Италяндық шегіртке	++++	++++
<i>Paracrypteramicropteramicroptera</i> (Fischer-Waldheim, 1833)	Айқыш саяқ шегіртке	++++	++
<i>Oedaleusdecorus</i> (Germar, 1817)	Қаражолалты саяқ шегіртке	+++	++++
<i>Celesvariabilis</i> (Pallas, 1774)	Өзгермелі шегіртке	+	+
<i>Dociostaurusbrevicollis</i> (Eversmann, 1848)	Кіші саяқ шегіртке	++++	+++
<i>Dociostauruskraussi</i> (Ingenitskij, 1897)	Атбасарлық саяқ шегіртке	++++	+++
<i>Bryodemellatuberculata</i> (Fabricius, 1775)	Кеңқанатты саяқ шегіртке	+	+++
<i>Stenobothrusfischeri</i> (Eversmann, 1848)	Фишер шөптесін саяқ шегіртке	+++	++++
<i>Chorthippusbiguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	Өзгермелі саяқ шегіртке	++	+++
<i>Stenobothruseurasius</i> (Zubovsky, 1898)	Евразиялық шөптесін саяқ шегіртке	++	+
<i>Chorthippusalbomarginatus</i> (De Geer, 1773)	Ақжолалты саяқ шегіртке	++	+
<i>Stauroderusscalaris</i> (Fischer-Waldheim, 1846)	Қарақанатты саяқ шегіртке	+	-
<i>Omocestushaemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	Қызыл қарындық шегіртке	+	+
<i>Oedipodaminiata</i> (Pallas, 1771)	Қызыл қанатты саяқ шегіртке	+	++
<i>Oedipodacaerulescens</i> (Linnaeus, 1758)	Көк қанатты саяқ шегіртке	++	+

Ескертпе – + – біржолғы кездесетін түр; ++ – сирек кездесетін түр; +++ – орташа жиілікпен кездесетін түр; ++++ – жиі кездесетін түр.

Осылайша, Қазақстанның зерттелген агроклиматтық аймақтарында зиянды шегірткелердің түр құрамы нақтыланды. Зерттеу аудандарында зиянды шегірткелер арасында агроөнеркәсіптік кешен үшін ең зиянды және экономикалық маңызды 15 негізгі зиянды түр анықталды. Олардың кездесуі мен 1 сағаттық жинау кезінде саны анықталды (2-3-кестелер). Барлық аталған түрлер қауымдастықта немесе түрлер кешенінде кездесетіндігі байқалды. Осы түрлер бойынша әрі қарайғы зерттеулеріміз жүргізілді.

3-кесте – Қазақстанның әртүрлі агроклиматтық аймақтарында 2024-2025 жылдардағы саяқ шегірткелердің 1 сағаттық жиналу санының орташа көрсеткіштері

Саяқ шегірткелердің түрлері	1 сағат жинау барысында жиналған жәндіктер саны, дана	
	Ылғалды орташа жылы	Аз ылғалды орташа жылы
<i>Calliptamusitalicus</i> (Linnaeus, 1758)	28,0	29,1
<i>Paracrypteramicropteramicroptera</i> (Fischer-Waldheim, 1833)	17,2	4,1
<i>Oedaleusdecorus</i> (Germar, 1817)	9,3	28,4
<i>Celesvariabilis</i> (Pallas, 1774)	4,5	2,5

3-кестенің жалғасы

<i>Dociostaurus brevicollis</i> (Eversmann, 1848)	17,1	8,2
<i>Dociostaurus kraussi</i> (Ingenitskij, 1897)	13,3	8,1
<i>Bryodemella tuberculata</i> (Fabricius, 1775)	1,1	7,5
<i>Stenobothrus fischeri</i> (Eversmann, 1848)	11,0	27,3
<i>Chorthippus biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	8,0	12,1
<i>Stenobothrus eurasius</i> (Zubovsky, 1898)	6,2	2,2
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)	7,7	2,2
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer-Waldheim, 1846)	2,0	-
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	1,0	1,5
<i>Oedipodamina</i> (Pallas, 1771)	1,6	9,3
<i>Oedipoda caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	8,3	2,0
Барлығы	136,3	144,5

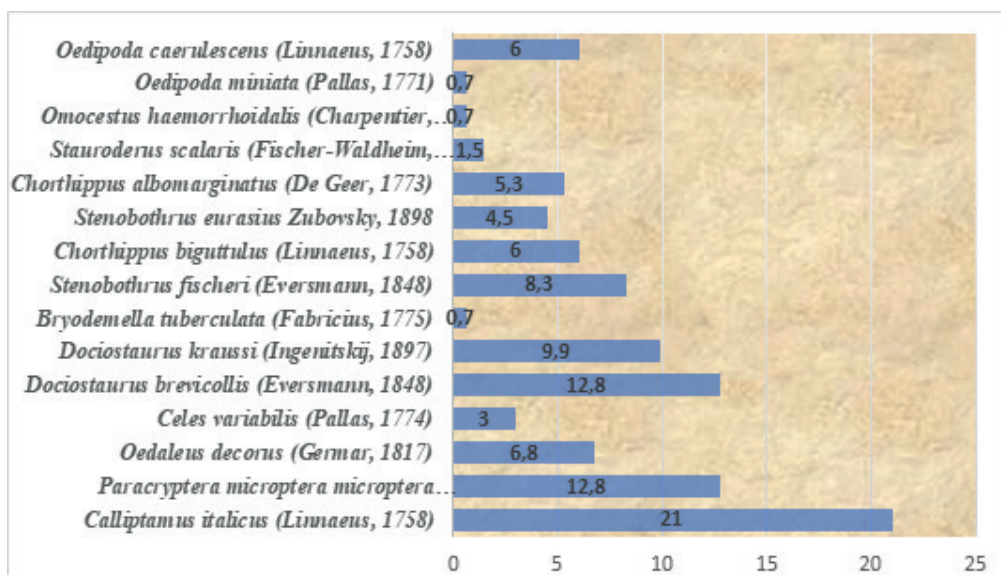
Қазақстанның ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймағында жүргізілген бақылауларға сәйкес, ең жиі кездесетін зиянды саяқ шегіртке түрі – *Calliptamus italicus* (1 с жинауда 28,0 дана). Орташа жиі кездесетін түрлер қатарына *Pararcyptera microptera microptera* (17,2 дана), *Dociostaurus brevicollis* (17,1 дана), *Dociostaurus kraussi* (13,3 дана) және *Stenobothrus fischeri* (11,0 дана) жатады.

Ал аз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта жиі кездесетін түрлер қатарына *Calliptamus italicus* (29,1 дана), *Oedaleus decorus* (28,4 дана) және *Stenobothrus fischeri* (27,3 дана) түрлері жатады. Орташа жиі кездесетін түр – *Chorthippus biguttulus* (12,1 дана). Қалған түрлер кез келген агроклиматтық аймақта сирек немесе жалғыздан кездескенімен, жиі және орташа жиі кездесетін түрлермен бірге болғанда олардың маңызы мен ауыл шаруашылығы мәдениеттеріне зиян келтіру деңгейі артады.

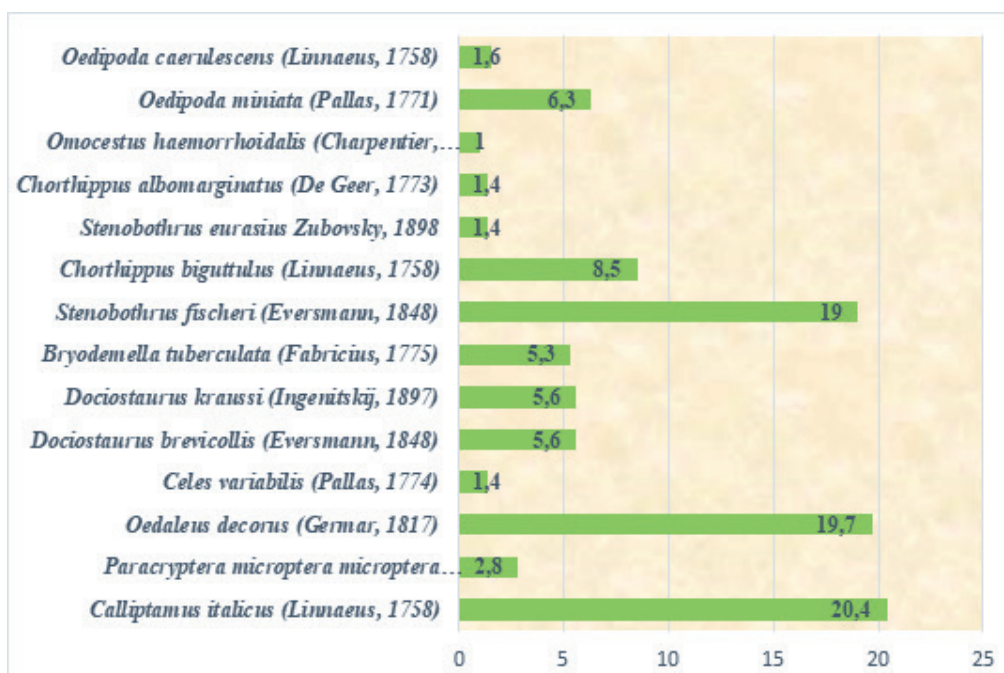
1, 2-суретте Қазақстанның зерттелген агроклиматтық аймақтарындағы шегірткелер зиянкестерінің түрлерінің үстемділік пайыздық көрсеткіштері берілген. Правдин [24] бойынша, доминантты формалар деп жалпы жиналған түрлердің 16%-дан астамын құрайтын түрлер есептеледі, ал субдоминантты түрлер – 4-тен 16%-ға дейінгі үлеске ие түрлер болып табылады.

Қазақстанның ылғалды, орташа жылы агроклиматтық аймағында шегірткелер зиянкестерінің доминация пайызын қарағанда, *Calliptamus italicus* түрі доминантты болып табылады (21%), ал қалған түрлер субдоминантты (16%-дан кем) болып есептеледі. Дегенмен, бұл олардың ауыл шаруашылығына экономикалық маңызын азайтпайды.

Ал аз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта *Calliptamus italicus* (20,4%), *Oedaleus decorus* (19,7%) және *Stenobothrus fischeri* (19%) түрлері доминантты болып табылған, ал қалған түрлер субдоминантты түрлер ретінде белгіленген.



1-сурет – Қазақстанның ылғалды қалыпты жылы агроклиматтық аймағында шегірткелер зиянкестерінің түрлерінің үстемділік пайызы (2024-2025 жылдардағы орташа мәліметтер бойынша)



2-сурет – Қазақстанның аз ылғалды қалыпты жылы агроклиматтық аймағында шегірткелер зиянкестерінің түрлерінің үстемділік пайызы (2024-2025 жылдардағы орташа мәліметтер бойынша)

Одан әрі, саяқ шегірткелерінің фитосанитарлық мониторингі жүргізілген және олардың нақты таралуы анықталған өсімдік қауымдастықтарының талдауы жүргізілді. 4-кестеде зерттелген агроклиматтық аймақтар шеңберіндегі әртүрлі өсімдік қауымдастықтарында шегірткелердің кездесуі туралы мәліметтер көрсетілген. Айта кету керек, қарастырылып отырған агроклиматтық аймақтардан тәуелсіз, белгілі бір зиянды шегіртке түрлері биологиялық бейімделуіне және таңдамалығына сәйкес ұқсас өсімдік қауымдастықтарында кездеседі.

4-кесте – Зерттелген агроклиматтық аймақтар шеңберіндегі түрлі өсімдік қауымдастықтарындағы шегіртке зиянкестерінің кездесуі (2024-2025 жылдардағы орташа көрсеткіштер бойынша)

Түрлері	Өсімдік қауымдастығы										Барлығы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		+	+	+	+	+	+	+	9
<i>Paracrypteramicroptera microptera</i> (Fischer-Waldheim, 1833)	+				+	+	+	+		+	6
<i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1817)	+						+	+		+	4
<i>Celes variabilis</i> (Pallas, 1774)	+		+	+							3
<i>Dociostaurus brevicollis</i> (Eversmann, 1848)	+		+	+							3
<i>Dociostaurus kraussi</i> (Ingenitskij, 1897)			+								1
<i>Bryodemella tuberculata</i> (Fabricius, 1775)				+							1
<i>Stenobothrus fischeri</i> (Eversmann, 1848)			+	+				+		+	4
<i>Chorthippus biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)			+			+					2
<i>Stenobothrus eurasius</i> (Zubovsky, 1898)	+		+	+			+	+		+	6
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)	+									+	2
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer-Waldheim, 1846)				+	+						2
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)			+								1
<i>Oedipodamina</i> (Pallas, 1771)	+			+							2
<i>Oedipoda caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	+			+						+	3
Барлығы:	9	1	7	9	3	3	4	5	1	7	49

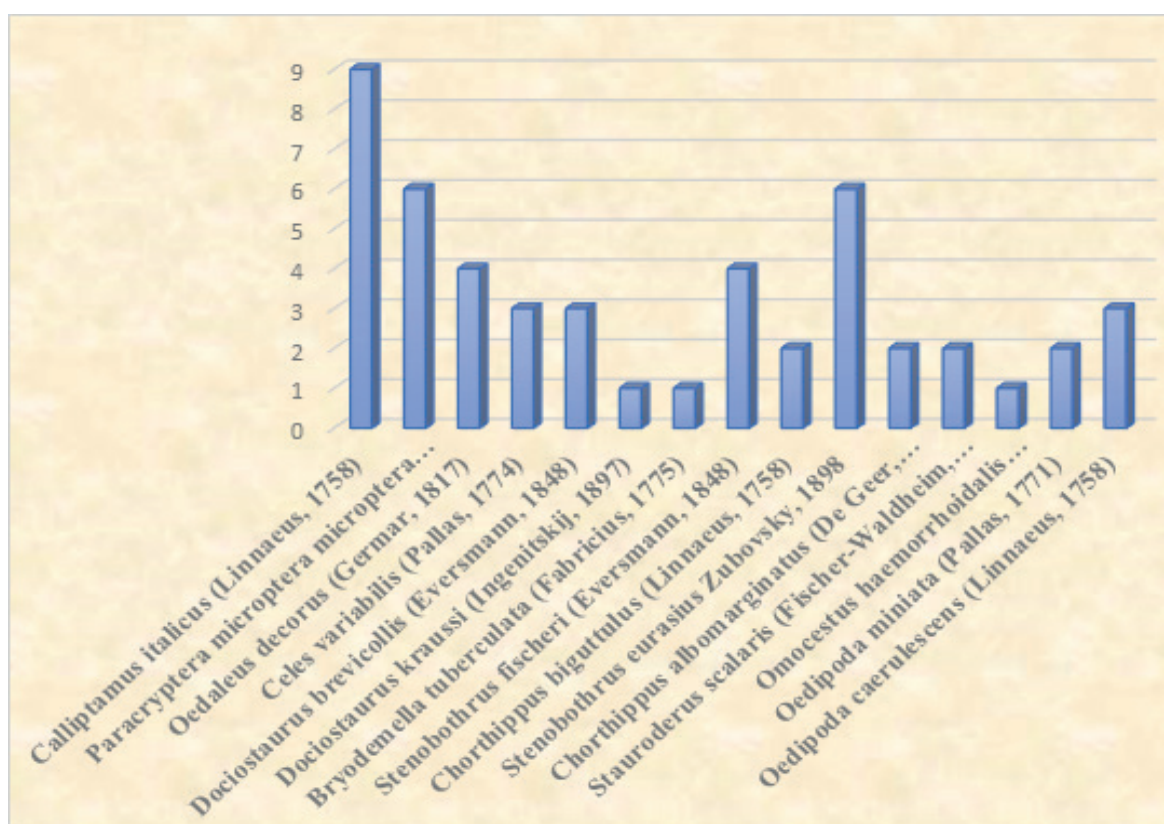
Белгілер: өсімдік қауымдастықтары келесідей бөлінеді: 1 – Қаулы-дәнді; 2 – Бозды-бидайық; 3 – Қаулы-бозды-жусанды; 4 – Қаулы-бозды; 5 – Қаулы-жусанды; 6 – Әртүрлі шөптер (жол жиегі); 7 – Дәнді-жусанды; 8 – Бидайықты-бозды; 9 – Бозды-жусанды; 10 – Әртүрлі шөптер-қаулы-бозды.

Calliptamus italicus түрі екі қарастырылып отырған агроклиматтық зонада да жиі кездеседі. Бұл түр топтасып өмір сүретін және кең таралған, негізінен көпжылдық құмайық-жауқазындық шөпті қауымдастықтарда тіркеліп, көбінесе аралас популяцияда басқа зиянды, бірақ топтасып жүрмейтін шегірткелермен бірге жалғыз фаза түрінде кездеседі. *Paracrypteramicroptera* түрі ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта (Солтүстік Қазақстанның негізгі аймағын қамтитын) жиі байқалды. Ал аз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта бұл түр аз мөлшерде кездесті. Бұл түр негізінен қоңызжапырақты-жауқазындық және қоңызжапырақты-тімірқыш-жауқазындық өсімдік қауымдастықтарында кездеседі.

Dociostaurus brevicollis және *Dociostaurus kraussi* түрлері ылғалды, жылы агроклиматтық зонада жиі кездеседі, ал сәл ылғалды, жылы агроклиматтық зонада олар орташа деңгейде байқалды. *Dociostaurus brevicollis* негізінен қаулы-дәнді және қаулы-бозды өсімдік қауымдастықтарында кездессе, *Dociostaurus kraussi* көбінесе қаулы-бозды-жусанды қауымдастығында тіркелді. *Stenobothrus fischeri* қаулы-бозды-жусанды қауымдастығында кездеседі. Өте ылғалды, жылы

агроклиматтық аймақта бұл түр орташа деңгейде байқалса, сәл ылғалды, жылы агроклиматтық аймақта жиі кездеседі. *Oedipoda miniata* түрі аз ылғалды, жылы агроклиматтық аймақта, негізінен қаулы-бозды және Қаулы-дәнді қауымдастықтарында кездеседі. Ал *Oedipoda caerulescens* түрі ылғалды, орташа жылы агроклиматтық аймақта көбірек кездесіп, негізінен әртүрлі шөптер-қаулы-бозды қауымдастығында тіркелді. Басқа көрсетілген түрлер де экономикалық маңызы бар, бірақ зерттелген агроклиматтық аймақтарда олар азырақ байқалды.

Сонымен қатар, зиянды шегірткелердің өсімдік қауымдастықтарындағы таралу ерекшеліктерін анықтау үшін зиянды шегірткелердің түрлерінің таралуы мен өсімдік қауымдастықтарының санының арақатынасы талданды (3-сурет), сондай-ақ әртүрлі өсімдік қауымдастықтарындағы зиянды шегірткелер түрлерінің кездесуі бойынша зерттеу жүргізілді (4-сурет). Осылайша, бұл зерттеу шегірткелердің түрлік әртүрлілігі ең жоғары өсімдік қауымдастықтарын, сондай-ақ зерттелген фитофагтардың ең көп кездесетін және артықшылық беретін тіршілік орталарын анықтауға мүмкіндік берді.



3-сурет – Зиянды шегірткелер түрлерінің таралуы (көлденең бойынша) мен өсімдік қауымдастықтарының санының (тігінен бойынша) арақатынасы (2024-2025 жылдардағы орташа көрсеткіш)

Анализге сәйкес, *Calliptamus italicus* түрі зерттелген өсімдік қауымдастықтарының ең көп – 9 қауымдастықта кездескен (3-сурет). *Paracryptera microptera* және *Stenobothrus eurasius* түрлері 6 табиғи өсімдік қауымдастығында тіркелсе, *Oedaleus decorus* және *Stenobothrus fischeri* түрі 4 қауымдастықта кездескен. Қалған түрлер 2-3 өсімдік қауымдастығында ғана тіркеліп, олардың қорек базасына қатысты таңдаулы бейімделгендігін көрсетеді.



4-сурет – Әртүрлі өсімдік қауымдастықтарында кездесетін шегіртке зиянкестерінің түрлерінің пайыздық үлестері (2024-2025 жылдар бойынша орташа мән)

4-суретте зерттелген өсімдік қауымдастықтарындағы шегіртке зиянкестерінің кездесетін түрлерінің саны көрсетілген талдау берілген. Ең қолайлы өсімдік қауымдастықтары ретінде қалың дәнді-жусанды және қаулы-дәнді қауымдастықтар анықталды, онда барлық табылған шегіртке зиянкестерінің 19% кездескен. Сонымен қатар, әртүрлі шөпті-бозды-қаулы және бозды-бидайықты қауымдастықтары да маңызды болып, онда барлық кездескен шегіртке зиянкестерінің 14% тіркелген. Қалған өсімдік қауымдастықтарында барлық анықталған фитофагтардың 10%-дан азы кездескен.

Қорытынды

2024-2025 жылдардағы зерттеулер нәтижесінде Қазақстанның ылғалды және аз ылғалды орташа агроклиматтық аймақтарындағы табиғи өсімдік қауымдастықтарында шегіртке зиянкестерінің популяцияларының таралу ерекшеліктері зерттелді. Ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта 15 түр анықталса, аз ылғалды орташа жылы аймақта 14 зиянды шегірткенің түрі тіркелді.

Екі қаралған агроклиматтық аймақта *Calliptamus italicus* түрі жиі кездеседі, оның саны 1 сағат жинау бойынша тиісінше 28,0 және 29,1 дана құрайды. Ылғалды орташа жылы аймақта орташа кездесетін түрлерге *Paracrypteramicoptera microptera* (17,2 дана), *Dociostaurus brevicollis* (17,1 дана), *Dociostaurus kraussi* (13,3 дана) және *Stenobothrus fischeri* (11,0 дана) жатады. Аз ылғалды орташа жылы аймақта *Calliptamus italicus*-тен басқа жиі кездесетін түрлер ретінде *Oedaleus decorus* (28,4 дана) және *Stenobothrus fischeri* (27,3 дана) анықталды, ал орташа кездесетін түрлерге *Chorthippus biguttulus* (12,1 дана) жатады.

Қазақстанның ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймағындағы шегіртке зиянкес түрлерінің үстемділік пайызы бойынша *Calliptamus italicus* доминантты түр болып табылады (21%), ал қалған түрлер субдоминантты ретінде (16%-дан төмен) анықталған. Аз ылғалды орташа жылы агроклиматтық аймақта доминантты көрсеткіші бойынша *Calliptamus italicus* (20,4%), *Oedaleus decorus* (19,7%) және *Stenobothrus fischeri* (19%) түрлері доминантты болып табылады, ал қалған түрлер субдоминантты ретінде белгіленген.

Әртүрлі шегіртке зиянкестері үшін ең тиімді өсімдік қауымдастықтары ретінде дәнді-жусанды және қаулы-дәнді қауымдастықтар анықталды, мұнда барлық анықталған шегіртке зиянкестерінің 19% кездеседі. Сонымен қатар, әртүрлі шөпті-бозды-қаулы және бозды-бидайықты қауымдастықтары да маңызды болып табылады, оларда кездесетін шегірткелердің үлесі 14% құрайды. Осыған байланысты, аталған табиғи жайылымдар шегіртке зиянкестерінің негізгі

резервуары болып табылады, сондықтан фитосанитарлық мониторинг жұмыстары алдымен осы аймақтарда жүргізілуі тиіс, бұл қауіпті зиянкестердің жаппай көбеюі мен ауыл шаруашылығы дақылдарына жақын орналасқан егістікке көшуін алдын алу мақсатында жасалады.

Қазақстанның екі түрлі агроклиматтық аймағындағы табиғи өсімдік қауымдастықтарында шегіртке зиянкестерінің түрлік құрамы, түрлер арасындағы үстемділігі және популяциялардың таралу ерекшеліктері туралы алынған деректер Қазақстандағы шегіртке зиянкестерінің таралуын көрсететін цифрлық картаны жасау негізінің бір бөлігі болып табылады. Бұл картада түрлердің таралуы мен кездескен орындарының GPS координаттары көрсетіледі.

Авторлардың қосқан үлесі

КС: зерттеудің міндеттерін қойып, әдістемесін жасап, деректерді талдап, мақаланың негізгі бөлімін жазды. ВК, ОА: Деректерді жинау және өңдеу, нәтижелерді талдауға қатысу. ЖЗ, А.А: алқаптық тәжірбиелерді жүргізу, бастапқы деректерді жинау. Барлық авторлар мақала мәтінінің соңғы нұсқасын оқып, қарап, мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеулер Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің 2024-2026 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру аясында ЖТН АР22784639 «Машиналық оқыту алгоритмдері мен ГАЗ-технологиялары негізінде Қазақстанда зиянды саяқ шегірткелер популяциясын фитосанитариялық болжам беруінің модельдерін әзірлеу» ғылыми жобасы аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер тізімі

1 Аймурзина, БТ, Каменова, МЖ, Джазыкбаева, БК, Ержанова, СК. (2023). Экономические механизмы развития экспортной деятельности сельскохозяйственных предприятий Казахстана. *Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли*, 3, 52.

2 Baibussenov, K., Bekbayeva, A., Azhbenov, V. (2022). Simulation of favorable habitats for non-gregarious locust pests in North Kazakhstan based on satellite data for preventive measures. *Journal of Ecological Engineering*, 23(7).

3 Куришбаев, АК, Ажбенев, ВК. (2013). Превентивный подход в решении проблемы нашествия саранчи в Казахстане и приграничных территориях. *Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. Вестник науки*, 1, 76.

4 Klein, I., Oppelt, N., Kuenzer, C. (2021). Application of remote sensing data for locust research and management - a review. *Insects*, 12(3), 233.

5 Мингалёв, ДЭ. (2021). Агроклиматическое районирование России и Казахстана в условиях современного изменения климата. *География и природные ресурсы*, 2, 24-31.

6 Байшоланов, СС, Павлова, ВН, Жакиева, АР, Чернов, ДА, Габбасова, МС. (2018). Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана. *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*, 1, 168-184.

7 Байбусенов, КС, Ажбенев, ВК, Бекбаева, АМ, Сарманова, РС. (2020). Структура популяций и биоэкологические особенности комплекса нестадных саранчовых вредителей в земледельческих районах Северного Казахстана. *Тенденции развития науки и образования*, 65(1), 133-141.

8 Лачининский, А., Федотова, А., Сергеев, М. (2023). От идеи фазовой изменчивости к пониманию полифенизма, стадного поведения и популяционной динамики стадных саранчовых. *Евразийский энтомологический журнал*, 22(3), 119-134.

9 Humphreys, JM, Srygley, RB, Branson, DH. (2022). Geographic variation in migratory grasshopper recruitment under projected climate change. *Geographies*, 2(1), 12-30.

10 Baibussenov, K., Bekbaeva, A., Azhbenov, V., Yatsyuk, S., Sarbaev, A. (2021). Investigation of factors influencing the reproduction of non-gregarious locust pests in northern Kazakhstan to substantiate the forecast of their number and planning of protective measures. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 21(1), 144-153.

11 Чильдебаев, МК. (2017). Материалы по фауне и экологии прямокрылых насекомых (Orthoptera) Карагандинской области (центральный Казахстан). *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологических и медицинских наук*, 3(321), 113-119.

12 Камбулин, ВЕ, Ыскак, С., Толеубаев, КМ. (2010). Динамика популяций стадных саранчовых в Казахстане. *Защита и карантин растений*, 4, 17-20.

13 Ажбенов, ВК, Динасилов, АС, Арыстангулов, СС, Жумагалиев, АК, Нурманов, ЖГ, Никоноров, АП. (2024). Фитосанитарный контроль за мароккской саранчой в Казахстане в условиях антропогенного влияния и масштабных изменений климата. *Elita. uz-ElektronIlmiy Jurnal*, 1(1), 20-22.

14 Насиев, БН, Габдулов, МА. (2015). Распространение азиатской саранчи в полупустынной зоне и эффективность современных инсектицидов. *Евразийский союз ученых*, 2-4(11), 70-72.

15 Шамуратов, ДА, Ниязбеков, ЖБ, Болтаев, МД, Есимов, УО, Башкараев, НА. (2021). Эффективность биопрепаратов против стадных видов саранчовых вредителей в Казахстане. *Защита растений от вредных организмов*, 411-413.

16 Абдыкапарова, АО, Турмаханбет, АМ. (2018). Исследование популяций саранчовых на региональном уровне. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 11-2, 320-324.

17 Сергеев, МГ, Чильдебаев, МК, Ванькова, ИА, Гаппаров, ФА, Камбулин, ВЕ, Коканова, ЭО, Молодцов, ВВ. (2022). Итальянская саранча *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758). FAO, 333. DOI: 10.4060/cb7921ru.

18 Лачининский, АВ, Сергеев, МГ, Федотова, АА, Чильдебаев, МК, Темрешев, ИИ, Гаппаров, ФА, Коканова, ЭО. (2023). Мароккская саранча *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). FAO, 560. DOI:10.4060/cc7159ru.

19 Лачининский, АВ. (2020). Руководство по трём видам стадных саранчовых на Кавказе и в Центральной Азии. FAO, 60. DOI:/10.4060/cb0879ru

20 Байбусенов, КС. (2021). Фитосанитарный мониторинг и прогноз развития и распространения нестатных саранчовых вредителей в Северном Казахстане. 184.

21 Сагитов, АО, Дуйсембеков, БА, и др. (2016). Фитосанитарный мониторинг вредных и особо опасных вредных организмов (вредителей, болезней, сорных растений). 376.

22 Дубровин, ВВ, Теняева, ОЛ, Крицкая, ВЛ. (2011). Методы фитосанитарного мониторинга в защите растений от вредных насекомых. 230.

23 Сулейменов, СИ, Абдрахманов, МА, Сулейменова, ЗШ, Камбулин, ВЕ, и др. (2016). *Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных угодий*. 312.

24 Правдин, ФН, Гусева, ВС, Крицкая, ИГ, Черняховский, МЕ. (1972). Некоторые принципы и приемы исследования смешанных популяций нестатных саранчовых, в ландшафтных условиях. *Фауна и экология животных*, 3-16.

References

1 Ajmurzina, BT, Kamenova, MZH, Dzhazykbaeva, BK, Erzhanova, SK. (2023). Ekonomicheskie mekhanizmy razvitiya eksportnoj deyatel'nosti sel'skohozyajstvennyh predpriyatii Kazahstana. *Vestnik Kazahskogo universiteta ekonomiki, finansov i mezhdunarodnoi trgovli*, (3), 52.

2 Baibussenov, K., Bekbayeva, A., Azhbenov, V. (2022). Simulation of favorable habitats for non-gregarious locust pests in North Kazakhstan based on satellite data for preventive measures. *Journal of Ecological Engineering*, 23(7).

3 Kurishbaev, AK, Azhbenov, VK. (2013). Preventivnyj podhod v reshenii problemy nashestviya saranchi v Kazahstane i prigranichnyh territoriyah. *Kazahskii agrotekhnicheskii universitet im. S. Seifullina. Vestnik nauki*, 1, 76.

4 Klein, I., Oppelt, N., Kuenzer, C. (2021). Application of remote sensing data for locust research and management - a review. *Insects*, 12(3), 233.

5 Mingalyov, DE. (2021). Agroklimaticheskoe rajonirovanie Rossii i Kazahstana v usloviyah sovremennogo izmeneniya klimata. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2, 24-31.

- 6 Bajsholanov, SS, Pavlova, VN, ZHakieva, AR, CHernov, DA, Gabbasova, MS. (2018). Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kazakhstana. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*, 1, 168-184.
- 7 Baibusenov, KS, Azhbenov, VK, Bekbaeva, AM, Sarmanova, RS. (2020). Struktura populyacii i bioekologicheskie osobennosti kompleksa nestadnyh saranchovyh vreditel'ei v zemledel'cheskih rajonah Severnogo Kazakhstana. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 65-1, 133-141.
- 8 Lachininskii, A., Fedotova, A., Sergeev, M. (2023). Ot idei fazovoj izmenchivosti k ponimaniyu polifenizma, stadnogo povedeniya i populyacionnoj dinamiki stadnyh saranchovyh. *Evraziatskii entomologicheskii zhurnal*, 22(3), 119-134.
- 9 Humphreys, JM, Srygley, RB, Branson, DH. (2022). Geographic variation in migratory grasshopper recruitment under projected climate change. *Geographies*, 2(1), 12-30.
- 10 Baibussenov, K., Bekbaeva, A., Azhbenov, V., Yatsyuk, S., Sarbaev, A. (2021). Investigation of factors influencing the reproduction of non-gregarious locust pests in northern Kazakhstan to substantiate the forecast of their number and planning of protective measures. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 21(1), 144-153.
- 11 CHil'debaev, MK. (2017). Materialy po faune i ekologii pryamokrylyh nasekomyh (Orthoptera) Karagandinskoy oblasti (central'nyj Kazakhstan). *Izvestiya Nacional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya biologicheskikh i medicinskih nauk*, 3(321), 113-119.
- 12 Kambulin, VE, Yskak, S., Toleubaev, KM. (2010). Dinamika populyacii stadnyh saranchovyh v Kazahstane. *Zashchita i karantin rastenii*, 4, 17-20.
- 13 Azhbenov, VK, Dinasilov, AS, Arystangulov, SS, ZHumagaliev, AK, Nurmanov, ZHG, Nikonorov, AP. (2024). Fitosanitarnyi kontrol' za marokkskoï saranchoi v Kazahstane v usloviyah antropogennogo vliyaniya i masshtabnyh izmenenii klimata. *Elita. uz-Elektron Ilmiy Jurnal*, 1(1), 20-22.
- 14 Nasiev, BN, Gabdulov, MA. (2015). Rasprostranenie aziatskoj saranchi v polupustynnoi zone i effektivnost' sovremennyh insekticidov. *Evraziiskii soyuz uchenykh*, 2-4(11), 70-72.
- 15 SHamuratov, DA, Niyazbekov, ZHB, Boltaev, MD, Esimov, UO, Bashkaraev, NA. (2021). Effektivnost' biopreparatov protiv stadnyh vidov saranchovyh vreditel'ei v Kazahstane. *Zashchita rastenii ot vrednyh organizmov*, 411-413.
- 16 Abdykaparova, AO, Turmahanbet, AM. (2018). Issledovanie populyacij saranchovyh na regional'nom urovne. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, 11-2, 320-324.
- 17 Sergeev, MG, CHil'debaev, MK, Van'kova, IA, Gapparov, FA, Kambulin, VE, Kokanova, EO, Molodcov, VV. (2022). Ital'yanskaya sarancha *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758). FAO, 333. DOI:10.4060/cb7921ru.
- 18 Lachininskii, AV, Sergeev, MG, Fedotova, AA, CHil'debaev, MK, Temreshev, II, Gapparov, FA, Kokanova, EO. (2023). Marokkskaya sarancha *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). FAO, 560. DOI:10.4060/cc7159ru.
- 19 Lachininskii, AV. (2020). Rukovodstvo po tryom vidam stadnyh saranchovyh na Kavkaze i v Central'noi Azii. FAO, 60. DOI:10.4060/cb0879ru.
- 20 Baibusenov, KS. (2021). Fitosanitarnyi monitoring i prognoz razvitiya i rasprostraneniya nestadnyh saranchovyh vreditel'ei v Severnom Kazahstane. 184.
- 21 Sagitov, AO, Dujsembekov, BA, i dr. (2016). Fitosanitarnyi monitoring vrednyh i osobo opasnyh vrednyh organizmov (vreditel'ei, boleznei, sornyh rastenii). 376.
- 22 Dubrovin, VV, Tenyaeva, OL, Krickaya, VL. (2011). Metody fitosanitarnogo monitoringa v zashchite rastenii ot vrednyh nasekomyh. 230.
- 23 Suleimenov, SI, Abdrahmanov, MA, Suleimenova, ZSH, Kambulin, VE, i dr. (2016). *Metodicheskie ukazaniya po uchetu i vyavleniyu vrednyh i osobo opasnyh vrednyh organizmov sel'skohozyajstvennyh ugodi*. 312.
- 24 Pravdin, FN, Guseva, VS, Krickaya, IG, CHernyahovskii, ME (1972). Nekotorye principy i priemy issledovaniya smeshannyh populyacii nestadnyh saranchovyh, v landshaftnyh usloviyah. *Fauna i ekologiya zhivotnyh*, 3-16.

Особенности распространения популяций саранчовых вредителей на естественных растительных ассоциациях на примере двух разных агроклиматических зон Казахстана

Байбусенов К.С., Ажбенов В.К., Аманбай Ж.З., Суйеубаев О.А., Джумагулов А.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Одной из актуальных проблем является уточнение и изучение видового состава, соотношения, частоты встречаемости видов вредных саранчовых, встречающейся в различных агроклиматических зонах Казахстана. Это важно для определения наиболее часто встречающихся и экономически важных вредных видов, их конкретного места распространения и кормовой среды. Цель исследований – уточнение особенностей распространения, видового соотношения, частоте встречаемости, доминирования и популяционной динамики вредных видов саранчовых в разных агроклиматических зонах Казахстана для выявления часто распространенных, экономически важных вредных видов саранчовых и их приуроченности к стациальным и растительным ассоциациям.

Материалы и методы. В качестве места исследований были выбраны две крупные агроклиматические зоны в Казахстане для последующего сравнения результатов: влажной умеренно теплой и слабо влажной умеренно теплой агроклиматических зон Казахстана. Проведены исследования по видовому составу, учету численности, встречаемости, межвидовому доминированию и распространенности на растительных ассоциациях, согласно общепринятым методикам в защите растений и фитосанитарном мониторинге. Были зафиксированы GPS координаты обследуемых мест.

Результаты. В условиях влажной умеренно теплой агроклиматической зоны было выявлено 15 видов, а в условиях слабо влажной умеренно теплой агроклиматической зоны Казахстана 14 вредных видов саранчовых. В обеих рассматриваемых агроклиматических зонах вид *Calliptamus italicus* встречался часто. Во влажной умеренно теплой агроклиматической зоне к умеренно встречаемым видам отнесены *Paracrypter microptera microptera*, *Dociostaurus brevicollis*, *Dociostaurus kraussi*, *Stenobothrus fischeri*. В слабо влажной умеренно теплой агроклиматической зоне в качестве часто встречаемых видов кроме *Calliptamus italicus*, также отнесены *Oedaleus decorus* и *Stenobothrus fischeri*, к умеренно встречаемым видам отнесен вид *Chorthippus biguttulus*. Наиболее предпочтительными растительными ассоциациями для разных видов саранчовых вредителей оказались злаково-полынная и ковыльно-злаковая, где встречались по 19% всех выявленных саранчовых вредителей. Далее можно отметить разнотравно-типчаково-ковыльная и типчаково-пырейная растительные ассоциации, где было выявлено по 14% всех встречавшихся саранчовых вредителей.

Заключение. Полученные данные по особенностям распространения популяций саранчовых вредителей на естественных растительных ассоциациях на примере двух разных агроклиматических зон Казахстана являются частью конечных результатов по созданию цифровой карты распространения саранчовых вредителей в Казахстане, а также являются предикторами создаваемых моделей прогнозирования популяций вредителей.

Ключевые слова: вредные саранчовые; популяция; распространение; растительные ассоциации; агроклиматические зоны.

The peculiarities of the distribution of locust pest populations in natural plant associations: A case study of two different agro-climatic zones of Kazakhstan

Kurmet S. Baibussenov, Valery K. Azhbenov, Zhasulan Z. Amanbay,
Oralbek A. Suiubayev, Arsen A. Jumagulov

Abstract

Background and Aim. One of the most pressing issues is the study and clarification of the species composition, ratios, frequency and dominant species of harmful locusts found in various agro-climatic zones of Kazakhstan. This is crucial for identifying the most widespread and economically significant species, their specific distribution patterns, and preferred host plants. The aim of this research was to

determine the distribution features, species ratio, frequency of occurrence, dominance and population dynamics of harmful locust species in different agro-climatic zones of Kazakhstan, in order to identify common and economically important species and their association with natural plant communities.

Materials and Methods. Two major agro-climatic zones in Kazakhstan were selected for comparison: the humid, moderately warm zone and slightly humid, moderately warm zone. Studies were carried out on species composition, abundance, occurrence, interspecific dominance and prevalence in plant associations using standard methods of plant protection and phytosanitary monitoring. GPS coordinates of all surveyed locations were recorded.

Results. Fifteen locust species were identified in the humid, moderately warm agro-climatic zone, and fourteen species were identified in the slightly humid, moderately warm agro-climatic zone of Kazakhstan. *Calliptamus italicus* was frequently found in both zones. In the humid, moderately warm agro-climatic zone, *Paracryptera microptera microptera*, *Dociostaurus brevicollis*, *Dociostaurus kraussi*, and *Stenobothrus fischeri* were classified as moderately common. In the slightly humid, moderately warm agro-climatic zone, in addition to *Calliptamus italicus*, *Oedaleus* and *Stenobothrus fischeri* were common, while *Chorthippus biguttulus* was moderately common. Grain-wormwood and feather grass-grain plant communities were the most preferred habitats, harboring 19% of all identified locust pests. Additionally, mixed grass-fescue- feather grass and fescue-wheatgrass plant communities harbored 14% of the locust pests.

Conclusion. The data obtained on the distribution of locust pest populations in natural plant communities, based on these two different agro-climatic zones of Kazakhstan, contribute to the development of a digital map of locust pests distribution in Kazakhstan, and to the creation of predictive models for pest population forecasting.

Keywords: harmful locusts; population; distribution; plant communities; agro-climatic zones.

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. - № 3 (127). - Р.233-245. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).1991

УДК 635.658(045)

Исследовательская статья

Изучение изменчивости показателей пригодности к механизированной уборке образцов чечевицы (*Lens culinaris* Medik)

Джатаев С.А.¹ , Кузбакова М.М.¹ , Хасанова Г.Ж.¹ , Гордеева Е.А.¹ ,
Жанбыршина Н.Ж.¹ , Середа Т.Г.² 

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

²ТОО «Карагандинская Сельскохозяйственная Опытная Станция им. А.Ф. Христенко»
Караганда, Казахстан

Автор-корреспондент: Кузбакова М.М.: happy.end777@mail.ru

Соавторы: (2: СА) satidjo@gmail.com, (3: ГЖ) khasanova-gulmira@mail.ru,
(4: ЕА) gordeeva1311@mail.ru (5: НЖ) nur767676@mail.ru (5: ТГ) sereda_t@bk.ru

Получено: 03.06.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Чечевица одна из перспективных культур в сельскохозяйственном производстве Казахстана. Непрерывная оценка изменчивости основных хозяйственно ценных признаков растений в течение длительного времени является одним из этапов работы в селекции. Целью исследований являлось изучение и отбор генотипов чечевицы, отличающихся высоким значением основных признаков пригодности к механизированной уборке (высота растений, высота прикрепления нижнего боба) и продуктивности.

Материалы и методы. В статье изложены данные изучения наиболее важных параметров пригодности к механизированной уборке у коллекционных образцов чечевицы, привезённых из различных ландшафтно-географических регионов (России, Казахстана и Австралии). Опыты закладывались в условиях Карагандинской сельскохозяйственной опытной станции им. А.Ф. Христенко (СХОС им. А.Ф. Христенко) согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур (сост. Н.И. Корсаков и др., 1975).

Результаты. В результате корреляционного анализа взаимосвязи биометрических показателей и урожайности, а также биометрических показателей между собой (высоты и ВПНБ) была установлена устойчивая положительная зависимость у обоих подвидов чечевицы. По продуктивности у крупносеменной чечевицы выявлены образцы с более высокой продуктивностью и равной стандарту (ILL 485, Сакура, PI 468898, PI 451764, PI 435960, Славянка), а мелкосемянной чечевицы выделен образец ВИР, к-192 наиболее приближенный к стандартному сорту Крапинка.

Заключение. На основании полученных в ходе проведения исследований результатов отобраны образцы крупносеменной (тарелочной) и мелкосемянной чечевицы, отличившиеся значениями хозяйственно ценных и морфо-анатомических показателей пригодности к механизированной уборке, которые планируется включить в дальнейшие ступени процесса селекции.

Ключевые слова: чечевица; высота прикрепления нижнего боба (ВПНБ); высота растения; урожайность; корреляция.

Введение

С увеличением культуры потребления растительного белка и нарастающей популяризации вегетарианских диет чечевица оказывается выгодной альтернативой продуктам питания из мяса среди целевой аудитории во всем мире [1]. Согласно статистике, культура относится к лидерам среди зерновых бобовых по мировым посевным площадям [2].

Чечевица культурная (*Lens culinaris* Medik) относится к зерновым бобовым культурам, имеющим важное народно-хозяйственное значение. В семенах чечевицы содержится от 22 до 30 % белка [3–5]. Белок чечевицы отличается высоким уровнем содержания незаменимых аминокислот – от 33,3 до 37,7 %, что в значительной степени предопределяет общую высокую питательную ценность белка семян чечевицы. Содержание лизина в этой культуре очень высокое и достигает 6,7–7,5 % в белке. Отмечается также повышенное количество треонина (3,1–3,8 %), валина (5,4–5,8 %), изолейцина (4,1–4,6 %), лейцина (6,5–7,4 %) и суммы тирозина с фенилаланином (6,8–7,7 %). В целом по сумме незаменимых аминокислот чечевичный белок близок к «идеальному» белку (95–109 %), поэтому чечевицу относят к наиболее ценным зернобобовым культурам с высоким качеством белка. Благодаря биохимическому составу белка чечевица входит в ряд незаменимых диетических продуктов, используемых как в повседневном рационе, так и в лечебном, детском и вегетарианском питании [6].

Чечевица возделывается не менее чем в пятидесяти странах земного шара [7]. По данным ФАО, мировое производство чечевицы в 2023 году превысило 7 млн тонн [8]. К крупнейшим производителям относятся Канада, Индия, Австралия, Турция, США. Перечисленные страны составляют значительную часть в мировом развитии, возделывании и экспорте чечевичного зерна (более 40 тыс. тонн) [9].

В Казахстане на современном этапе имеются серьезные предпосылки для увеличения площадей посева чечевицы. Одной из основных причин нестабильности урожаев в регионе Северного Казахстана и трудности возделывания является сложность механизации уборки чечевицы, обусловленная ее биологическими особенностями. В первую очередь – тип роста, когда при благоприятных погодных условиях (достаточное количество влаги в почве) бобы на нижних ярусах уже созревают, а на верхних ярусах продолжается цветение и завязывание бобов, кроме этого, длина стебля, низкое расположение бобов. Именно с этим и связаны большие потери при уборке чечевицы [10]. Так многими авторами [11, 12, 13] отмечено, что ниже бобы расположены у низких растений, это указывает на то, что при их механизированной уборке увеличиваются потери семян. Поэтому образцы, у которых в сочетании с высоким прикреплением нижнего боба (≥ 20 см) отмечен компактная форма растения, представляют повышенную селекционную ценность [14].

Поэтому работа селекционеров на создание сортов с адаптивными признаками, в том числе по технологичности, является перспективным направлением исследований.

В селекции сельскохозяйственных культур при создании нового исходного материала в первую очередь опираются на собранный генофонд, включающий достаточно большое разнообразие сортов [15], у которых проводят непрерывную оценку изменчивости основных хозяйственно ценных признаков на протяжении долгого периода, начиная еще на начальном этапе селекционного процесса [16].

Изучение международной коллекции чечевицы, характеризующейся многообразием образцов определенного экологического и географического происхождения, должны ежегодно оцениваться на наличие необходимых селекционных показателей. В последующем должны отбираться лучшие образцы, которые в дальнейшей селекции чечевицы будут применяться как источники ценных признаков [17].

Цель исследований – изучение и отбор генотипов чечевицы, отличающихся высоким значением основных признаков пригодности к механизированной уборке.

Новизна исследований заключается в изучении у новых коллекционных образцов чечевицы, привезённых из различных ландшафтно-географических регионов (России, Казахстана и Австралии) основных признаков пригодности к механизированной уборке (высота растений, высота прикрепления нижнего боба) и продуктивности в условиях сухостепной зоны Казахстана.

Материалы и методы

В исследовании использовались сорта и образцы чечевицы различного эколого-географического происхождения из России (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур), Казахстана и Австралии.

Опытные участки в центральном регионе Казахстана были размещены в СХОС им. А.Ф. Христенко. Посев проведен 17 мая. Подготовка поля перед посевом и закладка опытов проводились по соответствующим рекомендациям [18]. Предшественник – пар, глубина заделки семян – 6 см. Посев проводили вручную, размер учетной делянки 1 м². Фенологические наблюдения проводились согласно методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур по фазам роста и развития [19]. Полевые учеты и оценку проводили согласно методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур [20] и методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [18]. Уборка растений проведена вручную в фазу созревания.

Сорт-стандарт Шырайлы для крупносеменной чечевицы (среднеспелого типа созревания, продолжительность периода от всходов до созревания колеблется 76-101 дня, высота растений 35-49 см, стебель прямостоячей формы, с высоким прикреплением нижнего боба на растении – 19-25 см, отличается равномерностью созревания и Крапинка для мелкосемянной чечевицы (раннеспелого типа созревания, продолжительность периода от всходов до созревания 70-100 дней, растение среднерослое, высота от 20 до 62 см, с высоким прикреплением нижнего боба – 12-39 см, неполегающее, форма куста прямостоячая, компактная, ветвистость и облиственность средние, отличается равномерностью созревания). Оригинатор Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, п. Научный.

Статистическая обработка данных проведена по методике *Б.А. Доспехова* и с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и SPSS [18, 19].

Погодные условия в Карагандинской области в 2024 году характеризовались умеренными показателями. За сельскохозяйственный год выпало 441 мм осадков, что выше многолетних показателей на 126,6 мм. Май (96,6 мм) и июль (111,2 мм) месяцы отличились повышенной влажностью, что выше среднемноголетних показателей соответственно на 60,8 мм и 66,9 мм. Обильные дожди в мае очень часто вели к прерыванию посевных мероприятий, однако повышенное количество осадков и запасы продуктивной влаги в почве в слое 0-100 см 158,5 мм обеспечили появление дружных всходов. По температурному режиму самым жарким был июль, особенно в третьей декаде месяца температура воздуха доходила до 42°C, что отразилось на формировании продуктивности чечевицы (снижало высоту растений, количество и массу семян с растения).

Результаты и обсуждение

Всходы были получены со 2 по 10 июня 2024 г., полевая всхожесть семян составила от 53 до 100%. Наиболее высокой полевой всхожестью в 99% характеризовался образец крупносеменной чечевицы PI 468898, а также линии 1-11, 10-13, 1-10. А у мелкосемянной чечевицы - образец PI 509330; линии 5-12 и 10-12 (таблица 1). Вегетационный период образцов чечевицы составил от 97 до 101 дней, были отмечены все фазы развития растений. Визуальный осмотр сортов и образцов чечевицы не выявил каких-либо болезней или вредителей.

Таблица 1 – Образцы и гибридов чечевицы, выделившиеся по полевой всхожести, 2024 г.

№ п/п	Название образца	Полевая всхожесть %
Крупносеменная чечевица		
1	Шырайлы, ст.	53,3
2	971-1 (Веховская)	50,0
3	972 (Сакура)	62,5
4	972-1/19 (PI-468898)	99,0
5	973/18 (PI-451764)	92,9

Продолжение таблицы 1

6	974-1/17 (PI-435960)	88,2
7	975/15 (ILL-474)	99,0
8	976-1/14 (ILL-485)	88,9
9	979/10 (PI-557499)	63,6
10	937 (1-11)	99,0
11	938 (2-12)	80,0
12	946 (4-12)	80,0
13	939 (10-13)	99,0
14	936 (1-10)	99,0
Мелкосеменная чечевица		
15	Крапинка, ст.	99,0
16	977 /13 (ILL-5725)	65,0
17	978-1/11 (PI-543920)	62,5
18	980-1 /9 (PI-509335)	68,8
19	982-1/6 (PI-509330)	99,0
20	985/2 (ILL-1552)	84,6
21	986-1/1 (ILL-1464)	81,8
22	674 (ВИР, к-188)	31,6
23	675 (ВИР, к-192)	76,5
24	710 (ВИР, к-452)	44,0
25	711 (ВИР, к-467)	34,8
26	676 (ВИР, к-468)	72,2
27	677 (ВИР, к-474)	73,3
28	679 (ВИР, к-482)	24,0
29	929-1 (16-12)	80,0
30	929 (10-12)	90,0
21	928-1 (5-12)	99,0

В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства сорт обязан соответствовать высоким требованиям, основополагающим из которых является приспособленность к механизированному возделыванию. Для того чтобы проследить соответствие образцов чечевицы данным требованиям, нами проводилась их оценка по некоторым показателям пригодности к механизированной уборке.

Проведена оценка высоты растения и высоты прикрепления нижнего боба. К уборке у всех образцов сформировалась прямостоячая форма куста, что согласно методике ВИР, является одним из основных признаков пригодности к механизированной уборке (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Показатели пригодности к механизированной уборке выделенных коллекционных образцов чечевицы (крупносеменная)

№ п/п	Название сортообразца	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба (ВПНБ), см
1	Шырайлы, ст.	32,1	20,2
2	Веховская	38,6±6,5	17,9±2,3
3	Сакура	36,2±4,1	19,2±1
4	PI 468898	25,9±6,2	12,7±7,5

Продолжение таблицы 2

5	PI 451764	41,1±9	17,9±2,3
6	PI 435960	26,2±5,9	13,1±7,1
7	ILL 474	24,7±7,4	10,3±9
8	ILL 485	25,8±6,3	14,2±6
9	PI 557499	27,2±4,9	12,5±7,7
10	Славянка	27,6±4,5	18,8±1,4
11	Розовая	15,2±16,9	10,4±9,8
Среднее		28,9	14,7
V, %		25,25	24,13
HCP ₀₅		8.48	4.67
r =		0,11	0,25

По данным таблицы 2, высота сортообразцов у крупносеменной чечевицы была в среднем (28,9 см), что ниже стандарта Шырайлы на 3,2 см. Все образцы, кроме PI 451764, не имели существенных различий по этому показателю с контролем. Показатель ВПНБ варьировал от 10,3 до 19,2 см (в среднем по образцам 14,7см), что ниже стандарта на 5,5 см. Сортообразцы Веховская, Сакура, Славянка, PI 451764 не имели значительных различий по ВПНБ со стандартом, тогда как сортообразец Розовая, ILL 474 имели значения значительно ниже (50% от стандарта). Коэффициент вариации составил диапазон 20-33% (24,13), что говорит о высокой вариабельности данного признака.

Таблица 3 – Показатели пригодности к механизированной уборке выделившихся коллекционных образцов чечевицы (мелкосемянная)

№ п/п	Название образца	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см
1	Крапинка, ст.	44,1	17,1
2	Sel 97-39L	21,1 ±23	9,4 ±7,7
3	ILL 5725	37,5 ±6,6	16,4 ±0,7
4	PI 543920	28,8 ±15,3	12,9 ±4,2
5	PI 509335	29,2 ±14,9	13,1 ±4
6	PI 509334	23,2 ±20,9	12,6 ±4,5
7	PI 509330	28,3 ±15,8	15,3 ±1,8
8	ILL 4611	25,4 ±18,7	8,3 ±8,8
9	ILL 1552	38,9 ±5,2	14,8±2,3
10	ILL 1464	18,0 ±26,1	9,2 ±7,9
11	ВИР, к-188	29,3 ±14,8	11,1 ±6
12	ВИР, к-192	32,6 ±11,5	12,3 ±4,8
13	ВИР, к-452	41,1 ±3	15,3 ±1,8
14	ВИР, к-467	28,4 ±15,7	11,9±5,2
15	ВИР, к-468	31,8 ±12,3	12,7 ±4,4
Среднее		29,5	12,5
V, %		24,18	20,50
HCP ₀₅		10.07	4.69
r =		0,53	0,46

По данным таблицы 3, высота растений мелкосемянной чечевицы в среднем (29,5) была значительно ниже стандарта. Однако, сортообразцы ВИР, к-468; ВИР, к-452; ILL 1552; ILL 5725 не имели существенных различий по высоте с сортом Крапинка. Коэффициент вариации по этому показателю был также высоким 24,18 %, что говорит о высокой вариабельности данного признака.

Показатель ВПНБ сортообразцов у мелкосемянной чечевицы отличался от стандарта и в среднем составила 12,5 см, выделились образцы ILL 5725 (16,4 см), PI 509330 (15,3 см) и ВИР, к-452 (15,3 см), которые были наиболее приближены к стандартному сорту Крапинка (17,1 см). Сортообразцы ВИР, к-468 (12,7 см); ILL 1552 (14,8 см); PI 509335 (13,1 см); PI 509334 (12,6 см); PI 543920 (12,9 см) не имели существенных различий по этому показателю от стандарта. Коэффициент вариации составил 20,5%.

При проведении анализа корреляционной связи между высотой растений и урожайностью (Рисунок 1) была обнаружена положительная связь слабой степени ($r=0,11$), урожайности и высоты прикрепления нижнего боба ($r=0,25$) у образцов крупносемянной чечевицы. У мелкосемянной чечевицы была обнаружена положительная связь средней степени урожайности и высоты растения ($r=0,53$), урожайности и высоты прикрепления нижнего боба ($r=0,46$).

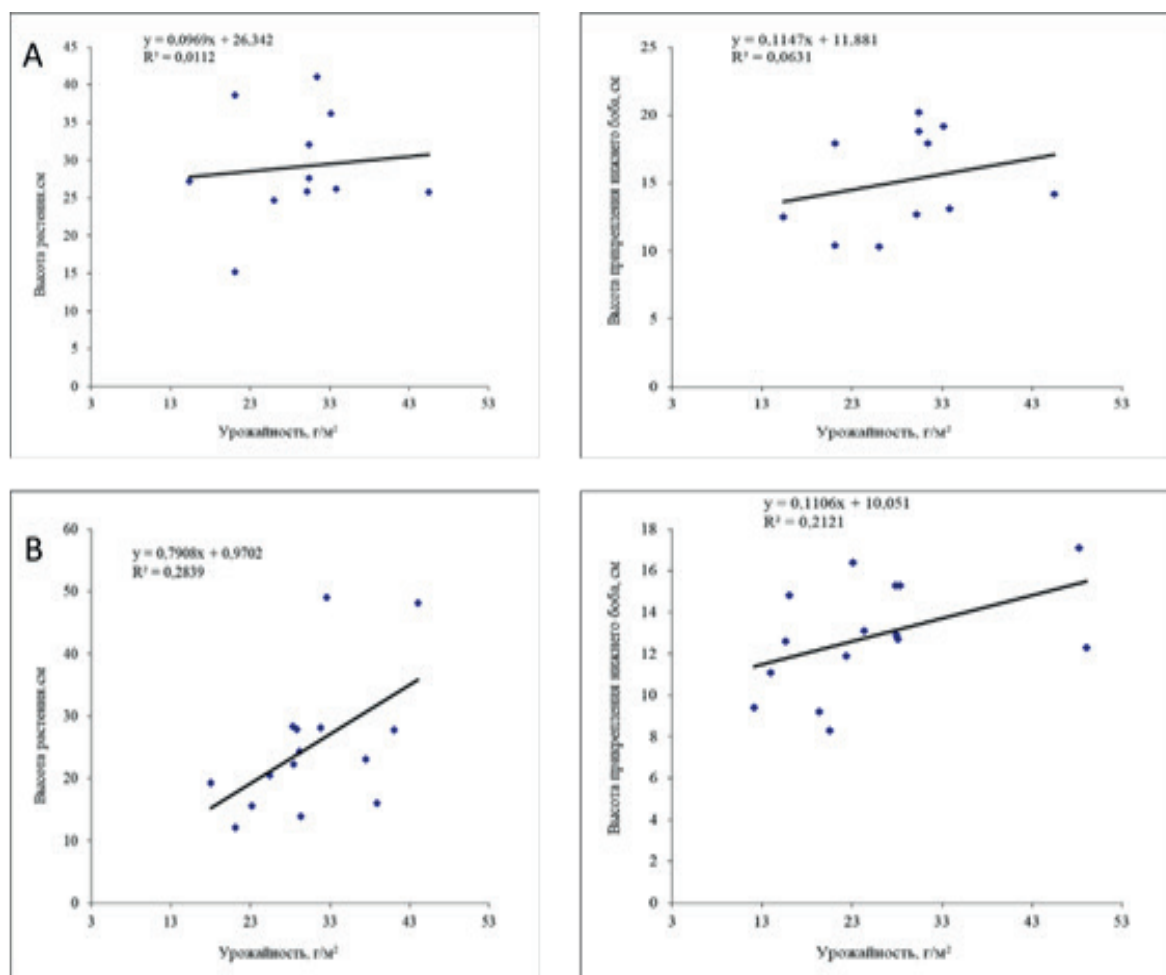


Рисунок 1 - Уравнение регрессии урожайности с высотой растений и ВП нижнего боба сортообразцов коллекции чечевицы (А -крупносемянная, В -мелкосемянная чечевица)

В результате корреляционного анализа взаимосвязи биометрических показателей (высоты растений и ВП нижнего боба) (рисунок 2) была установлена устойчивая положительная зависимость средней степени у крупносемянной ($r=0,77$) и у мелкосемянной ($r=0,83$) чечевицы.

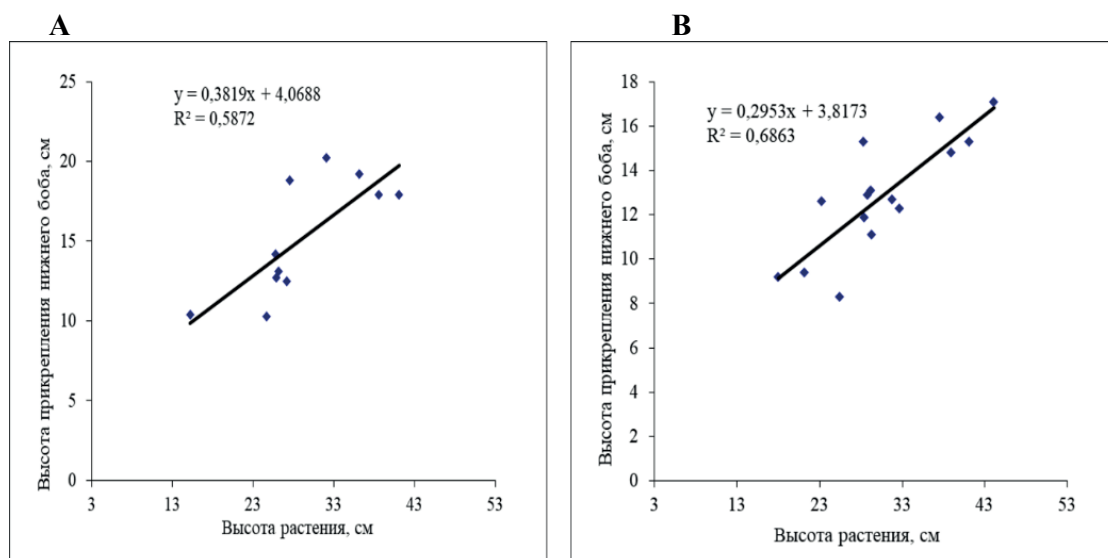


Рисунок 2 - Уравнение регрессии биометрических показателей (высота растения и ВП нижнего боба) сортов образцов чечевицы (А - крупносеменная, В - мелкосемянная чечевица)

Образцы, у которых в сочетании с высоким прикреплением нижнего боба (≥ 20 см) отмечен компактный габитус, представляют повышенную селекционную ценность [14].

Показатели урожайности чечевицы сильно различались в зависимости от изучаемых образцов (Таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Показатели урожайности коллекционных образцов чечевицы (крупносеменная)

№ п/п	Название сорта образца	Урожайность, г/м ²	(+,-) от стандарта
1	Шырайлы, ст.	30,4	0
2	Веховская	21,1	-8,8
3	Сакура	33,2	3,3
4	PI 468898	30,2	0,3
5	PI 451764	31,4	1,5
6	PI 435960	33,8	3,9
7	ILL 474	26,0	-3,9
8	ILL 485	45,5	15,6
9	PI 557499	15,3	-14,6
10	Славянка	30,4	0,5
11	Розовая	21,1	-8,8
V, %		27,76	
HCP ₀₅		5.3	

По данным таблицы 4, можно увидеть значительные различия по урожайности у крупносеменной чечевицы, в среднем 15,3-45,5 г/м² при коэффициенте вариации 27,76%. Значительное превышение по урожайности над стандартным сортом Шырайлы показал сорт образец ILL 485 (+15,6г/м²), незначительные показатели у образцов: Сакура (+3,3), PI 468898 (+0,3), PI 451764 (+1,5), PI 435960 (+3,9) и Славянка (+0,5).

Таблица 5 – Показатели урожайности коллекционных образцов чечевицы (мелкосемянная)

№ п/п	Название сортообразца	Урожайность, г/м ²	(+, -) от стандарта
1	Крапинка, ст.	48,2	0
2	Sel 97-39L	12,1	-36,1
3	ILL 5725	23,1	-25,1
4	PI 543920	27,9	-20,3
5	PI 509335	24,3	-23,9
6	PI 509334	15,6	-32,6
7	PI 509330	28,3	-19,9
8	ILL 4611	20,5	-27,7
10	ILL 1552	16,0	-32,2
11	ILL 1464	19,3	-28,9
12	ВИР, к-188	13,9	-34,3
13	ВИР, к-192	49,1	0,9
14	ВИР, к-452	27,8	-20,4
15	ВИР, к-467	22,3	-25,9
16	ВИР, к-468	28,1	-20,1
V, %		41,92	
HCP ₀₅		4.9	

По данным таблицы 5, наблюдаются значительные различия по урожайности у мелко-семянной чечевицы, в среднем 12,1-49,1 г/м² при коэффициенте вариации 41,92%. В условиях СХОС им. А.Ф. Христенко. почти все мелкосемянные сортообразцы не смогли превысить стандарт Шырайлы по данному показателю, кроме сортообразца ВИР, к-192 который не имел существенных отличий от стандарта Крапинка (+ 0,9 г/м²).

Чечевица является важной продовольственной культурой, которой в Казахстане придается очень большое значение. Площади этой культуры в последние годы в Казахстане в основных регионах составили Североказахстанской 176 тыс., Костанайской 120 тыс., Акмолинской 69 тыс. га. Имеются серьезные предпосылки для увеличения этих площадей [23]. Одним из сдерживающих факторов увеличения площадей посева является низкая высота растений и низкое прикрепление плодов на них. Поэтому работа селекционеров на создание сортов с адаптивными признаками является перспективным направлением исследований. Это подтверждается в работах И.Ю. Сорокина., В.Д. Кумачева (2022) [11], Ю.П. Дорогова, Е.А. Тен, И.П. Ошергина (2025) [12], Т.В. Маракаева (2020) [13], К.Б. Шихалиева, Т.Н. Гусейнова, А.Д. Мамедова (2024) [24], К.Б. Шихалиева, М.А. Аббасов, Х.Н.Рустамов, С.М. Бабаева, З.И.Акперов (2018) [2] и других. Зависимости этих показателей от влияния почвенно-климатических условий также подтверждается во многих исследованиях [25]. В работах И.В. Кондыков, А.А. Янова, А.В. Иконников, А.В. Амелин (2009) [26] сортообразцы различного происхождения показывали различные уровни продуктивности, высоты растений и прикрепления нижнего боба и других показателей. Аналогичные данные подтверждаются в исследованиях Г.Н. Суворова, А.В. Иконников (2015) [27], А.А. Янова, И.В. Кондыков, А.В. Иконников, Е.И. Чекалин, А.В. Амелин, Н.М. Державина (2011) [28], Ю.П. Дорогова, Е.А. Тен, И.П. Ошергина (2025) [12]. Наши исследования подтверждают исследования данных авторов.

Закключение

На основании проведенного исследования можно констатировать: у крупносемянной чечевицы высокорослостью выделился образец PI 451764, у мелкосемянной отличились сортообразцы ВИР, к-468; ВИР, к-452; ILL 1552; ILL 5725, которые имели показатели наиболее приближенные к стандарту.

Высота прикрепления нижнего боба (ВПНБ) существенно зависит от подвида чечевицы. У крупносеменной ВПНБ была выше в сравнении с мелкосемянной чечевицей на 2 см при одинаковой высоте растений. В результате корреляционного анализа взаимосвязи биометрических показателей (высоты и ВПНБ) между собой была установлена устойчивая положительная зависимость средней степени ($r=0,77$) у крупносеменной и ($r=0,83$) у мелкосемянной чечевицы. Корреляционный анализ показал также положительную между урожайностью и высотой растения ($r=0,53$), урожайностью и высотой прикрепления нижнего боба ($r=0,46$) только у образцов мелкосемянной чечевицы.

В процессе анализа у крупносеменной чечевицы выявлен высокопродуктивный сортообразец ILL 485 (+15,6 г/м²), а также образцы, наиболее приближенные к стандарту Шырайлы (Сакура, PI 468898, PI 451764, PI 435960, Славянка). По продуктивности у мелкосемянной чечевицы выделен образец ВИР, к-192 (49,1 г) с небольшим превышением над стандартим Крапинка (+ 0,9 г/м²).

Таким образом, на основании полученных в ходе проведения исследований результатов отобраны образцы крупносеменной (тарелочной) и мелкосемянной чечевицы, отличившиеся значениями хозяйственно ценных и морфо-анатомических показателей пригодности к механизированной уборке. Выделенные коллекционные образцы планируется включить в дальнейшие ступени процесса селекции.

Вклад авторов

ММ и ГЖ: концептуализировал и оформил исследование, провёл всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. СА, ЕА, НЖ и ТГ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Данное исследование проведено в рамках грантового финансирования на 2024-2026 годы Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, проекта AP23489286 «Маркер-опосредованная селекция образцов мировой коллекции и гибридных популяций чечевицы по генам, контролирующим время зацветания растений и высоту прикрепления нижнего боба».

Список литературы

- 1 Зотиков, ВИ, Вилунов, СД. (2021). Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 25(4), 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
- 2 Шихалиева, КБ, Аббасов, МА, Рустамов, ХН, и др. (2018). Роль генофонда чечевицы (*Lens culinaris* Medik.) из коллекции зернобобовых культур в решении задач селекции в Азербайджане. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2, 3643. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10013.
- 3 Бенкен, ИИ, Волузнева, ТА, Мирошниченко, ИИ. (1977). Активность ингибиторов трипсина и содержание белка в семенах чечевицы и чины. *Научно-технический бюллетень ВИР*, 73, 29-34.
- 4 Зотиков, ВИ, Павловская, НЕ, Ерохин, АИ, Гаврилова, АЮ. (2016). Семеноведение зернобобовых культур. 184.
- 5 Варлахов, МД. (1996). Перспективы селекции чечевицы в условиях Нечерноземья. В Сб. ст. науч.-метод. координационного совещания. Орел: 127-129.
- 6 Задорин, АД, Исаев, АП, Новиков, ВМ. (2012). Роль зернобобовых и крупяных культур в развитии устойчивого земледелия. *Земледелие*, 5, 79.
- 7 Зотиков, ВИ, Полухин, АА, Грядунова, НВ, и др. (2020). Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 4, 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198.
- 8 Маракаева, ТВ, Горбачева, ТВ. (2018). Перспектива развития производства чечевицы в Омской области. Второй Международный форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России». Омск: 123-126.

- 9 Гриднева, ЕЕ, Калиакпарова, ГШ. (2019). Тенденции развития мирового рынка нишевых культур: рапса, льна, чечевицы. *Проблемы агрорынка*, (3), 148-153.
- 10 Кобызева, ЛН, Тертышный, АВ, Гончарова, ЕА. (2013). Перспективный исходный материал зернобобовых культур в НЦГРРУ для создания сортов различных групп спелости. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(6), 96-100.
- 11 Сорокина, ИЮ, Кумачева, ВД. (2022). Изучение коллекционных образцов чечевицы для создания новых сортов в условиях юга России. *МНИИЖ*, 4(12), 66-69., 1-1(115).
- 12 Дорогова, ЮП, Тен, ЕА, Ошергина, ИП. (2025). Оценка продуктивности образцов чечевицы в условиях Акмолинской области. *In The World Of Science and Education*, 45-102.
- 13 Маракаева, ТВ. (2020). Пригодность к механизированной уборке селекционных образцов чечевицы. *Вестник КрасГАУ*, 9(162).
- 14 Иконников, АВ, Суворова, ГН. (2014). Результаты изучения селекционных линий чечевицы. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 4, 66-69.
- 15 Цаценко, ЛВ. (2020). *Инновационные технологии в агрономии: селекция и семеноводство*. Краснодар: КубГАУ, 88.
- 16 Крылова, ЕА, Хлесткина, ЕК, Бурляева, МО, Вишнякова, МА. (2020). Детерминантный характер роста зернобобовых культур: роль в доместикации и селекции, генетический контроль. *Экологическая генетика*, 18(1), 43-58. DOI: 10.17816/ecogen16141.
- 17 Tullu, et al. (2001). "Lentil germplasm collection and evaluation", *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI: 10.1023/A:1017577914646.
- 18 *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур* (С.О. Скобаев). (2002). Алматы: 378.
- 19 *Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур*. (1975). Сост. Н. И. Корсаков, О. П. Адамова, В. И. Буданова и др. ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 59.
- 20 Вишнякова, МА, Сеферова, ИВ, Буравцева, ТВ, и др. (2018). *Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. руководство*. СПб.: ВИР. 143 с.
- 21 Бююль, А. (2005). *SPSS: искусство обработки информации*. СПб.: ДИАСофтЮП. 608
- 22 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов*. М.: Агропромиздат.
- 23 *Чечевица-2025: предпосылки к расширению площадей*. (n.d.). (2025). Агробизнес. Казахстан. <https://agbz.kz/chechevica-2025-predposylki-k-rasshireniyu-ploshhadej/>
- 24 Шихалиева, КБ, Гусейнова, ТН, Мамедова, АД. (2024). Чечевица (*Lens culinaris* Medik.) – одна из ценнейших продовольственных культур среди зернобобовых. *ELS*, 275-281.
- 25 Тен, ЕА, Ошергина, ИП. (2023). Экологическая пластичность и урожайность коллекционных сортов чечевицы в условиях Акмолинской области. *ВЗ*, 3(105).
- 26 Кондыков, ИВ, Янова, АА, Иконников, АВ, Амелин, АВ. (2009). Исходный материал для селекции чечевицы на высокую семенную продуктивность в Центрально-Черноземном регионе РФ. *Вестник ОрелГАУ*, 3.
- 27 Суворова, ГН, Иконников, АВ. (2015). Характеристика перспективных краснозерных линий чечевицы. *Земледелие*, 4.
- 28 Янова, АА, Кондыков, ИВ, Иконников, АВ, Чекалин, ЕИ, Амелин, АВ, Державина, НМ. (2011). Архитектоника растений современных сортов чечевицы в связи с устойчивостью их агроценозов к полеганию. *Вестник ОрелГАУ*, 2.

References

- 1 Zotikov, VI, Vilyunov, SD. (2021). Sovremennaya selekciya zernobobovyh i krupyanyh kultur v Rossii. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*, 25(4), 381-387. DOI: 10.18699/VJ21.041. [in Russ].
- 2 Shihaliyeva, KB, Abbasov, MA, Rustamov, HN, i dr. (2018). Rol genofonda chechevicy (*Lens culinaris* Medik.) iz kollekcii zernobobovyh kultur v reshenii zadach selekcii v Azerbajdzhane. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2, 3643. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10013. [in Russ].

- 3 Benken, II, Voluzneva, TA, Mirosnichenko, II. (1977). Aktivnost inhibitorov tripsina i sodержanie belka v semenah chechevicy i chiny. *Nauchno-tehnicheskii byulleten VIR*, 73, 29-34. [in Russ].
- 4 Zotikov, VI, Pavlovskaya, NE, Erohin, AI, Gavrilova, AYU. (2016). Semenovodeniye zernobobovykh kultur. 184. [in Russ].
- 5 Varlahov, MD. (1996). *Perspektivy selekcii chechevicy v usloviyakh Nechernozem'ya*. V Sb. st. nauch.-metod. koordinatsionnogo soveshaniya. Orel: 127-129. [in Russ].
- 6 Zadorin, AD, Isaev, AP, Novikov, VM. (2012). Rol zernobobovykh i krupyanykh kultur v razvitiі ustojchivogo zemledeliya. *Zemledelie*, 5, 79 [in Russ].
- 7 Zotikov, VI, Poluhin, AA, Gryadunova, NV, i dr. (2020). Razvitiye proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kultur v Rossii na osnove ispolzovaniya selektsionnykh dostizhenii. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 4, 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198. [in Russ].
- 8 Marakaeva, TV, Gorbacheva, TV. (2018). Perspektiva razvitiya proizvodstva chechevicy v Omskoj oblasti. Vtoroi Mezhdunarodnyj forum «Zernobobovye kultury, razvivayusheesya napravlenie v Rossii». Omsk: 123-126. [in Russ].
- 9 Gridneva, EE, Kaliakparova, GSh. (2019). Tendentsii razvitiya mirovogo rynka nishovykh kultur: rapsa, lina, chechevicy. *Problemy agrorynka*, 3, 148-153. [in Russ].
- 10 Kobyzeva, LN, Tertyshnyi, AV, Goncharova, EA. (2013). Perspektivnyj ishodnyj material zernobobovykh kultur v NCGRRU dlya sozdaniya sortov razlichnykh grupp spelosti. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2(6), 96-100. [in Russ].
- 11 Sorokina, IYu, Kumacheva, VD. (2022). Izuchenie kollektsionnykh obrazcov chechevicy dlya sozdaniya novykh sortov v usloviyakh yuga Rossii, 4(12), 66-69. *MNIZh*, 1-1(115). [in Russ].
- 12 Dorogova, YuP, Ten, EA, Oshergina, IP. (2025). Ocenka produktivnosti obrazcov chechevicy v usloviyakh Akmolinskoi oblasti. *In The World of Science and Education*, 45-102. [in Russ].
- 13 Marakaeva, TV. (2020). Prigodnost k mehanizirovannoj uborke selektsionnykh obrazcov chechevicy. *Vestnik KrasGAU*, 9(162). [in Russ].
- 14 Ikonnikov, AV, Suvorova, GN. (2014). Rezultaty izucheniya selektsionnykh linii chechevicy. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 4, 66-69. [in Russ].
- 15 Cacenko, L. V. (2020). *Innovatsionnye tehnologii v agronomii: selektsiya i semenovodstvo*. Krasnodar: KubGAU, 88. [in Russ].
- 16 Krylova, EA, Hlestkina, EK, Burlyaeva, MO, Vishnyakova, MA. (2020). Determinantny harakter rosta zernobobovykh kultur: rol v domestikatsii i selekcii, geneticheskii kontrol. *Ekologicheskaya genetika*, 18(1), 43-58. DOI: 10.17816/ecogen16141. [in Russ].
- 17 Tullu, et al. (2001). Lentil germplasm collection and evaluation. *Genetic Resources and Crop Evolution*. DOI: 10.1023/A:1017577914646.
- 18 *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskohozyajstvennykh kultur* (S.O. Skobaev). (2002). Almaty: 378. [in Russ].
- 19 Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektsii zernovykh bobovykh kultur. (1975). Sost. N. I. Korsakov, O. P. Adamova, V. I. Budanova i dr. VASHNIL, Vsesoyuz. nauch.-issled. in-t rasteniyevodstva im. N. I. Vavilova. Leningrad: VIR, 59. [in Russ].
- 20 Vishnyakova, MA, Seferova, IV, Buravceva, TV, i dr. (2018). *Kollektsiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metod. rukovodstvo*. SPb.: VIR. 143. [in Russ].
- 21 Buuyul, A. (2005). *SPSS: iskusstvo obrabotki informatsii*. SPb.: DiaSoftYuP, 608 [in Russ].
- 22 Dosphehov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov*. M.: Agropromizdat. [in Russ].
- 23 *Chechevica-2025: predposylki k rasshireniyu ploshadej*. (n.d.). (2025). Agrobiznes. Kazakhstan. <https://agbz.kz/chechevica-2025-predposylki-k-rasshireniyu-ploshhadej/> [in Russ]
- 24 Shihalieva, KB, Gusejnova, TN, Mamedova, AD. (2024). Chechevica (*Lens culinaris Medik.*) – odna iz cennejshih prodovolstvennykh kultur sredi zernobobovykh. *ELS*, 275-281. [in Russ].
- 25 Ten, EA, Oshergina, IP. (2023). Ekologicheskaya plastichnost i urozhajnost kollektsionnykh sortov chechevicy v usloviyakh Akmolinskoi oblasti. *VZ*, 3(105). [in Russ].
- 26 Kondykov, IV, Yanova, AA, Ikonnikov, AV, Amelin, AV. (2009). Ishodnyi material dlya selekcii chechevicy na vysokuyu semennuyu produktivnost v Centralno-Chernozemnom regione RF. *Vestnik OrelGAU*, 3. [in Russ].

27 Suvorova, GN, Ikonnikov, AV. (2015). Harakteristika perspektivnyh krasnozernyh liniichevicy. *Zemledelie*, 4. [in Russ].

28 Yanova, AA, Kondykov, IV, Ikonnikov, AV, Chekalin, EI, Amelin, AV, Derzhavina, N M. (2011). Arhitektonika rastenii sovremennyh sortov chechevicy v svyazi s ustoichivostyu ih agrocenozov k poleganiyu. *Vestnik OrelGAU*, 2. [in Russ].

Жасымық (*Lens culinaris* Medik) үлгілерінің механикаландырылған жинау үшін жарамдылық көрсеткіштері өзгергіштігін зерттеу

Джатаев С.А., Кузбакова М.М., Хасанова Г.Ж., Гордеева Е.А.,
Жанбыршина Н.Ж., Середа Т.Г.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Жасымық Қазақстанның ауыл шаруашылығы өндірісіндегі перспективалы дақылдардың бірі болып табылады. Өсімдіктердің негізгі шаруашылық құнды белгілерінің ұзақ уақыт бойы өзгергіштігін үздіксіз бағалау селекциядағы жұмыс кезеңдерінің бірі болып табылады. Зерттеудің мақсаты механикаландырылған жинауға жарамдылығының негізгі белгілерінің жоғары мәнімен сипатталатын жасымық генотиптерін зерттеу және таңдау болды (өсімдік биіктігі, төменгі бұршақтың бекіту биіктігі және өнімділігі).

Материалдар мен әдістер. Мақалада әртүрлі ландшафтық-географиялық аймақтардан (Ресей, Қазақстан және Австралия) әкелінген жасымықтың коллекциялық үлгілерінде механикаландырылған егін жинауға жарамдылығының маңызды көрсеткіштерін зерттеудің деректері келтірілген. Тәжірибе Қарағанды ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясының жағдайында ауыл шаруашылығы дақылдарының мемлекеттік сорт сынағы әдістемесіне және дәнді бұршақ тұқымдас дақылдардың коллекциясын зерттеу бойынша әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүргізілді (Н.И. Корсаков және басқалар, 1975).

Нәтижелер. Биометриялық көрсеткіштер мен өнімділіктің, сондай-ақ биометриялық көрсеткіштердің өзара байланысын корреляциялық талдау нәтижесінде жасымықтың екі кіші түрінің де тұрақты оң тәуелділігі анықталды. Өнімділігі бойынша ірі тұқымды жасымық үлгілері өнімділігі жоғары және стандартқа тең (ILL 485, Сакура, PI 468898, PI 451764, PI 435960, Славянка), ал ұсақ тұқымды жасымықтардың ВИР, к-192 үлгісі стандартқа - Крапинка сортына жақын анықталды.

Қорытынды. Зерттеу барысында алынған нәтижелер бойынша ірі тұқымды (табақ) және ұсақ тұқымды жасымықтың үлгілері іріктеліп алынды, олар шаруашылық-құнды және механикаландырылған жинауға жарамдылығының морфо-анатомиялық көрсеткіштерінің тұрақты мәндерімен ерекшеленді, оларды селекциялық процестің келесі кезеңдеріне енгізу жоспарлануда.

Кілт сөздер: жасымық; төменгі бұршақты бекіту биіктігі (ТБББ); өсімдік биіктігі; өнімділік; корреляция.

Study of variability of indicators of suitability for mechanized harvesting of lentil (*Lens Culinaris* Medik) samples

Satyvaldy A. Jatayev, Marzhan M. Kuzbakova, Gulmira Zh. Khassanova,
Elena A. Gordeyeva, Nursaule Zh. Zhanbyrshina, Tatyana G. Sereda

Abstract

Background and Aim. Lentil is one of the promising crops in agricultural production of Kazakhstan. Continuous assessment of the variability of the main economically valuable traits of plants over a long period of time is one of the stages of work in selection. The aim of the research was to study and select lentil genotypes characterized by a high value of the main traits of suitability for mechanized harvesting (height of plants, height of attachment of the lower bean and productivity).

Materials and Methods. The article presents the data of the study of the most important parameters of suitability for mechanized harvesting in collection samples of lentils brought from various landscape-geographical regions (Russia, Kazakhstan and Australia). The experiments were laid out in the conditions of the Karaganda Agricultural Scientific and Technological Station according to the methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops and guidelines for studying the collection of grain legumes (comp. *N.I. Korsakov et al.*, 1975).

Results. As a result of the correlation analysis of the relationship between biometric indicators and yield, as well as biometric indicators between themselves (height), a stable positive relationship was established for both lentil subspecies. In terms of productivity, samples of large-seeded lentils were identified with higher productivity and equal to the standard (ILL 485, Sakura, PI 468898, PI 451764, PI 435960, Slavyanka), and of small-seeded lentils, the VIR sample, k-192, was selected, which is closest to the standard variety Krapinka.

Conclusion. Based on the results obtained during the research, samples of large-seeded (plate) and small-seeded lentils were selected, distinguished by stable values of economically valuable and morpho-anatomical indicators of suitability for mechanized harvesting, which are planned to be included in the further stages of the selection process.

Keywords: lentils; height to first pod (HFP); plant height; yield; correlation.

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. -№ 3 (127). - Р.246-256. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).1995

ЭОЖ 639.51

Зерттеу мақаласы

Австралиялық қызыл қысқышты шаянды *Cherax quadricarinatus* өсіруге арналған тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін құру

Гинаяттов Н.С.¹ , Шумейко Д.В.² , Арыстанғалиева В.А.² , Абитбекова А.У.² ,
Копиш А.Е.² , Бригида А.В.³ 

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті
Орал, Қазақстан

²Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университеті
Тараз, Қазақстан

³Бүкілресейлік интеграцияланған балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты
Мәскеу облысы, Ресей Федерациясы

Корреспондент автор: Абитбекова А.У.: aelinaabitbekova@gmail.com

Бірлескен авторлар: (1:НГ) nginayatov@mail.ru; (2: ДШ) dima-shum-92@mail.ru;
(3:BA) bakyt_kusy_kz@mail.ru; (4: AK) asylan.kopish@mail.ru; (5: AB) fish-vniir@mail.ru

Қабылданған күні: 01.07.2025 **Қабылданды:** 29.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) жоғары репродуктивтілігі және бейімділігінің арқасында аквакультурада перспективалы түр болып табылады. Дегенмен, дәстүрлі балық өсіру жүйелері шаян тәрізділердің ерекшеліктерін ескермейді, нәтижесінде бұл оның өсіру тиімділігін төмендетеді. Зерттеудің мақсаты шаян жас дарактарының қарқынды өсіру жағдайын оңтайландыру, биоөнімділікті арттыру және ресурс шығындарын азайту үшін тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысын әзірлеу.

Материалдар мен әдістер. Қондырғы көп деңгейлі полипропиленді науалары бар металл жақтауды (биіктігі 12-20 см, су тереңдігі 6-14 см), реттеу құбырлары бар суды беру және ағызу жүйесін, механикалық барабан сүзгісін, су жинақтаушысы бар «змеевик» түріндегі биологиялық сүзгіні, бактерицидті өңдеуге арналған ультракүлгін шамды және аэраторды қамтиды.

Нәтижелер. Тұйық сумен қамтасыз ету қондырғысы Австралиялық қызыл қысқышты шаянның (*Cherax quadricarinatus*) жас дарактарын өсіруде тиімділік көрсетті, нәтижесінде орташа жалпы салмақ 2,9 г, өміршеңдік 44,4-46,2% аралығында болып, өнімділік деңгейі 80 тәулік ішінде 131,5 г/м² құрады. Шығындарды азайту үшін сумен жабдықтауды реттеу және суды тазарту кезекті түрде жүзеге асырылды.

Қорытынды. Тұйық сумен қамту жүйесінің модернизациясы және су дайындауды оңтайландыру электр энергиясын тұтынумен қатар, су шығындарын азайтып өнімділікті жақсартты. Науаларды бөлу каннибализмді төмендетіп, судың тұрақты сапасы механикалық, биологиялық және бактерицидтік тазартумен қамтамасыз етілді. Әзірленген тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы маусымдықты ескерусіз, шаяндардың үнемді және тұрақты өндірісін қамтамасыз етеді. Қондырғы аквакультураның тұрақты дамуына ықпал ететін басқа шаян тәрізділер түрлерін өсіруге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: Австралиялық қызыл қысқышты шаян; аквакультура; тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы; тұрақты өндіріс.

Кіріспе

Дүниежүзілік шаян нарығы 2025 жылы шамамен 624,7 млн АҚШ долларын құрап, 2034 жылға қарай 1 004,57 млн АҚШ долларына жетеді деп болжануда, бұл болжамды кезеңде (2025-2034) сала 5,42% жылдық өсу қарқынын (CAGR) көрсетеді [1].

Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* Австралияның солтүстігінде және Жаңа Гвинеяның оңтүстігінде таралған тұщы судың ең ірі декаподтарына жатады. Ол ерте жетілумен қатар, репродуктивтіліктің жоғары деңгейімен танымал, яғни аналықтары мыңнан астам жұмыртқа салуға қабілетті. Табиғи тіршілік жағдайында бұл түр әдетте баяу ағып жатқан ағындыларға бейім, дегенмен әртүрлі ортада популяциялар құруға мүмкіндік беретін әртүрлі қоршаған орта жағдайларында дами алады. Бұл биологиялық және экологиялық ерекшеліктер қызыл қысқышты шаянды бүкіл әлем бойынша тартымды және танымал түр ретінде танытып, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) шаянынан кейінгі екінші экономикалық маңызды түрге айналдырды [2].

Бастапқыда Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсіру тек жақсы жылытылатын су айдындарында жайылым әдісі арқылы жүргізілді. Бұл нысанның аквакультурасы соңғы онжылдықта қарқынды және прогрессивті технологияларды қолдана отырып, айтарлықтай жоғары деңгейге көтерілді. Суық климаттық жағдайлар, келесі кезеңдерде: уылдырық шашу, инкубация және дернәсілдерді, дарақтарды өсіру тұйық сумен қамту жүйелерін міндетті түрде қолдануды талап етеді [3]. Сонымен бірге, қоңыржай және субтропикалық климаты бар елдерде өсіру әрмен бақыланатын жағдайда жалғасады [4].

Тұйық сумен қамту жүйелерінің әртүрлі анықтамалары бар, бірақ олар ең алдымен жүйе көлемінің 90% астамын қайта өңдейтін қондырғылар деп түсініліп, ал алмасу уақыт бірлігіне жүйе көлемінің 10% азын құрайды [5]. Тұйық сумен қамту технологиясы дамудың әртүрлі кезеңдерінде және қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларында аквакультура нысаналарын өсіру үшін маңызды. Мысалы, аналық топты күту үшін қолданылатын жүйелер жұмыс принципі бойынша уылдырық инкубацияланатын, дернәсілдер мен жас дарақтар өсірілетін жүйелер, сату үшін өсірілетін жүйелерден ерекшеленуі мүмкін, өйткені тығыздыққа, биомассаға, судың сапасына немесе оны тұтынуға қойылатын талаптар әртүрлі. Дегенмен, тұйық сумен қамту жүйелерінің жұмыс істеу принциптері өсірілген балық түріне қарамастан өзгеріссіз қалады. Тұйық сумен қамту жүйелері қоршаған ортаға тәуелді емес бақыланатын өсу жағдайында, үзіліссіз өсіру аралықтарында суды аз пайдалана отырып балық өндіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тұйық сумен қамту технологиясы қосылатын және жүйедегі судың сапасын бақылау арқылы өсіру нысаналарының тіршілік кезеңдерін, өсу қарқыны мен денсаулығын оңтайландыруға мүмкіндік береді [6, 7, 8, 9]. Суды көп мөлшерде (>90%) қайта пайдаланатын әдеттегі тұйық сумен қамту қондырғысы жинақталған тіршілік өнімдерін (азот пен фосфат қосылыстары), органикалық заттар мен бөлшектерден суды тазарту немесе түрлендіру үшін өндірістік резервуарлар мен суды даярлау бөлімінен тұрады [7, 10, 11, 12].

Көбінесе шаян тәрізділерді көбейту үшін қарапайым балық өсіру қондырғыларын қолданады. Шаян тәрізділерге арналған қондырғылар стандартты жабдықтар жиынтығынан тұрады: өсіру цистерналары, циркуляциялық сорғылар, механикалық тазарту қондырғысы, биологиялық сүзгі, терморегулятор және тығыздығы жоғары атмосфералық ауаны жеткізетін компрессор түріндегі аэрациялық құрылғы. Шаян тәрізділерді көбейту үшін қарапайым балық өсіруге арналған бассейндерді пайдалану бұл түрге арналған арнайы жабдықтың болмауымен байланысты. Сонымен қатар, оларды өсірудің биологиялық және биотехникалық негіздері балық өсірумен салыстырғанда өзіндік ерекшеліктерге ие, нәтижесінде айналым жүйелерін құру барысында осы өзгешіліктерді ескеру қажет.

Бұл зерттеудің мақсаты Австралиялық қызыл қысқышты шаянның (*Cherax quadricarinatus*) жас дарақтарын өсіруге арналған тұйық сумен қамту қондырғысын оңтайландырып, өнімділігіне әсерін бағалау.

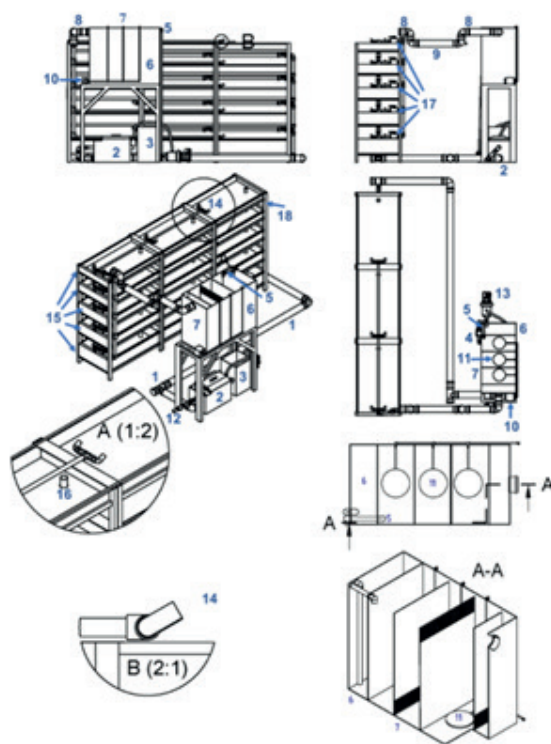
Материалдар мен әдістер

Бұл жұмыс бойынша зерттеу Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университетіне қарасты «Аквакультура» ғылыми-өндірістік орталығында жүргізіліп, шаян жас дарақтарының тез және нәтижелі өсуі үшін міндетті шарттар сақталды [13].

Зерттеу нысаны ретінде Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* жас дарақтарының 2600 данасы (орташа салмағы 0,09 г) қолданылды. Олар әрқайсысы 520 жас дарақтан тұратын бес эксперименттік топқа бөлінді (екі реттік қайталаным).

Жас дарақтар тәулігіне «Alltech Coppens B.V.» (Нидерланды) түйіршіктелген жемімен (ақуыз мөлшері 54-58%) дене салмағының 3-5% мөлшерінде қоректендірілді.

Австралиялық қызыл қысқышты шаянды (*Cherax quadricarinatus*) өсіруге арналған тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғылары келесі компоненттерді қамтиды: көп деңгейлі науаларды орналастыруға арналған метал жақтау (18); жас дарақтарды іріктеу үшін бөлімдерге бөлу мүмкіндігі бар гидробионттарды ұстауға арналған полипропиленнен жасалған науалар (15); құбырларды қамтитын суды беру және ағызу жүйесі (1, 8), крандар (17), су беру қарқындылығын (14) және су деңгейін реттеуге (16) арналған жылжымалы келте құбырлар. Суды даярлау қондырғысы суды тазартуға арналған орнатылған контроллері бар механикалық барабан сүзгісін (2), биологиялық сүзгіге су беру мақсатында су жинақтаушы-сумматорды (3), микроорганизмдер субстраты ретіндегі пластикалық түйіршіктерден тұратын су жинақтаушы (6) «змеевик» түріндегі биологиялық сүзгіні (7), кварц және ультракүлгін сәулесімен бактерицидтік өңдеу блогын (9), суды оттегімен қанықтыруға арналған ауа поршенді компрессорды (10), мембраналық аэраторды (11), айналым сорғысын (4) және сүзгілерге су жіберу мақсатында орнатылған жоғары қысымды сорғыны (13) қамтиды. Тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысының графикалық моделі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсірудің дәстүрлі әдісі

Қондырғыны әзірлеу Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсірудің биологиялық және биотехникалық ерекшеліктерін ескере отырып жүргізілді. Негізгі назар биопродуктивтілікті арттыру және ресурс шығындарын азайту мақсатында жас дарақтарды ұстау жағдайларын оңтайландыруға бағытталған. Судың ең аз тереңдігі мен науалардың биіктігі эксперименталды түрде зерттелді (науаның биіктігі үшін 12-20 см және судың тереңдігі үшін 6-14 см). Науалар пайдалы аумақты ұлғайту үшін деңгейлерге орналастырылды (дәстүрлі 3-4 деңгей орнына 5-6). Бекіту арматурасының құнын төмендету мақсатында сумен жабдықтауды реттеу дәстүрлі тұтқалардың орнына құбырлар арқылы жүзеге асырылды. Биологиялық сүзгі су жинақтаушымен біріктіріліп, кеңістікті оңтайландыру мақсатында механикалық сүзгінің үстіне орналастырылды.

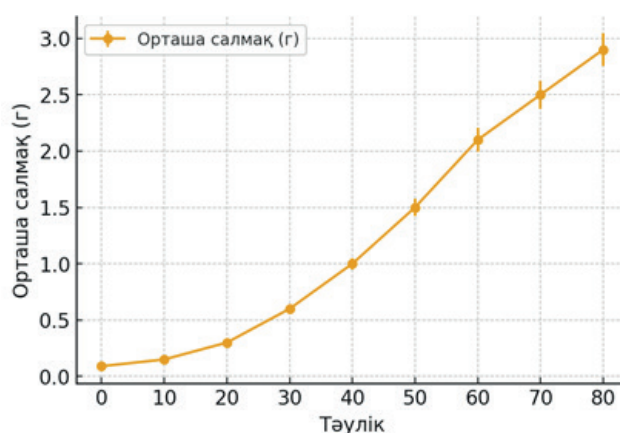
Судың сапасы кезекті түрде түзетілді: механикалық тазарту (барабан сүзгісі), биологиялық тазарту (улы азот қосылыстарының тотығуы), бактерицидтік өңдеу (ультрақұлгін) және аэрация (оттегімен қанықтыру).

Негізгі көрсеткіштер әр 10 тәулік сайын өлшенді (барлығы 8 кезең). Орташа салмақ дәлдігі 0,01-1 г диапазонында болатын электронды таразы арқылы анықталды. Өміршеңдік деңгейі бастапқы жас дарақтар санымен салыстырғандағы тірі дарақтар үлесі ретінде есептелді. Биомасса орташа салмақты тірі қалған даралар санына көбейту арқылы анықталып, өнімділік биомассаны науалардың ауданына бөлу арқылы есептелді (5,32 м² бір топқа).

Алынған деректер топтар арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін Манн–Уитни U-критерийі арқылы ($p < 0,05$) *Microsoft Excel* және *Statistica* 12 бағдарламалық жүйесін қолдана отырып, жалпы қабылданған әдістемелер бойынша талданды.

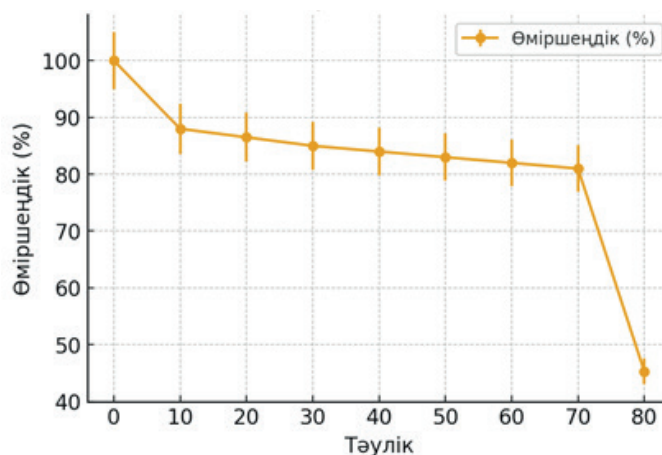
Нәтижелер және талқылау

Өзірленген тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы өндірістік аудандарда шаян жас дарақтарының өнімділігін және өсуін қамтамасыз етті. Орташа салмақ 2-суретте көрсетілгендей 0,09 г бастапқы көрсеткіштен 2,9 г дейін өсті. Бұл тәулігіне 7-66 мг салмақ қосуға сәйкес келеді.



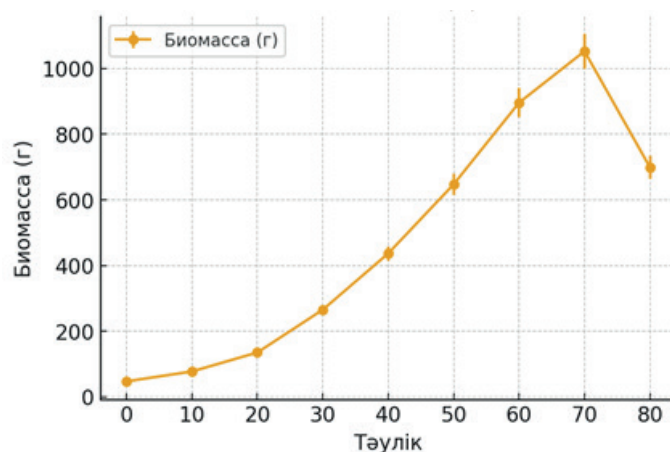
2-сурет – Орташа салмақтың кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Өміршеңдік 88% көрсеткішінен 81% дейін төмендеді, ал соңғы мәні 44,4-46,2% болды. Австралиялық қызыл қысқышты шаян жоғары каннибализм деңгейімен белгілі, әсіресе шабақтар арасында, бұл олардың территориялық мінез-құлқымен түсіндірілетін агрессиямен байланысты [13] (3-сурет). Сұрыптау мен жасырыну орындарын қолдануға қарамастан, каннибализм шығындардың елеулі факторы болып қала берді. Дегенмен, жасырыну орындарын қолдану оның әсерін төмендетіп, оңтайландыру (мысалы, жеке ұяшықтар) өміршеңдікті 80-90% дейін арттыруы мүмкін [17].



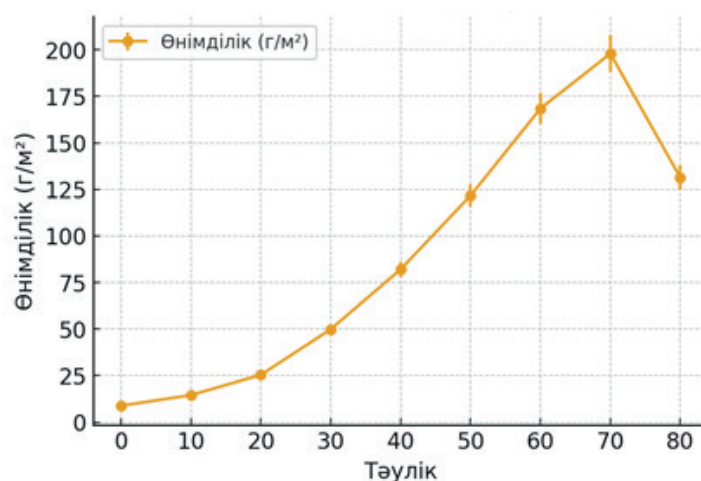
3-сурет – Өміршеңдіктің кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Биомасса 4-суретке сәйкес 46,8 г деңгейінен 1053 г шыңына дейін өсіп, өміршеңдіктің төмендеуіне байланысты 680,9-717,5 г деңгейіне дейін азайды.



4-сурет – Биомассаның кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Өнімділік 128-134,9 г/м² деңгейіне жетіп, шамамен 215-225 дарак/м² көрсеткішіне сәйкес келеді. Бұл нәтиже ұқсас жүйелерден (120-200 дарак/м²) 25 % жоғары [17] (5-сурет).



5-сурет – Өнімділіктің кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Бұл науалардың биіктігін 12-20 см диапазонында және судың тереңдігін 6-14 см аралығында оңтайландыру арқылы мүмкін болды, бұл деңгейлердің санын дәстүрлі 3-4-тен 5-6-ға дейін арттыруға мүмкіндік берді, осылайша өсіру үшін пайдалы аумақ кеңейтілді.

Ресурстық шығындардың айтарлықтай төмендеуіне де қол жеткізілді: су шығыны 60%, көп деңгейлі қондырғы науасы 180 л/м²-ден 70 л/м² дейін қысқарды. Тұтқалардың орнына реттеу құбырларын қолдану бекіту арматурасының құнын төмендетуге әкелді. Су жинақтаушыны биологиялық сүзгімен біріктіру және биологиялық сүзгіні механикалық сүзгінің үстіне 6-суретте көрсетілгендей орналастыру, өндіріс орындарын пайдалануды оңтайландыруға ықпал етті.



6-сурет – Су дайындау блогының жалпы көрінісі

Сонымен қатар, төмен қуатты ультракүлгін жүйесін, жеңіл металды жақтауларды және науалар үшін полипропиленнің аз өлшемін пайдалану жылыту мен қуат шығындарын азайтуға мүмкіндік берді.

Баламалы қондырғылармен салыстыру, қолданыстағы шешімдер шаян тәрізділердің ерекшеліктерін ескермейтінін немесе пайдалану тұрғысынан тиімділігі төмен екенін көрсетті [14, 15, 16]. Мысалы, тік және көлденең тіректерді қамтитын көп деңгейлі конструкция жұмыста су қабаттарындағы объектілерді толық бақылауды қамтамасыз етпеді, сонымен қатар пайдалану барысында қолайсыздықтар тудырады [14]. Салыстырмалы түрде, әзірленген қондырғы судың деңгейі мен қарқындылығын дәл реттеуге, сондай-ақ каннибализмді төмендету үшін жас дарақтарды іріктеуге мүмкіндік берді.

Тұйық сумен қамтасыз ету жүйелеріндегі биотехнологияларда өнімділік 150-250 дарак/м² деңгейіне 70-80% өміршеңдікпен жетеді, бірақ су шығыны жоғары болады. Ғаламдық шолулар алынған нәтижелердің, әсіресе, жыл бойғы өндіріс маңызды саналатын қоңыржай климатты өңірлер үшін аса перспективалы екенін атап өтеді [17].

Науаларды бөлу каннибализмді дәстүрлі жүйелермен салыстырғанда 20% азайтты [14]. Судың тұрақты сапасы (аммиак <0,1 мг/л, нитриттер <0,05 мг/л, оттегі 6-8 мг/л) кезекті түрде бақыланды. Құрылған тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесі аналогтарымен салыстырылып, нәтижесінде оның биоөнімділікті арттыру, су және энергияны үнемдеу бойынша салыстырмалы бәсекестігін анықтады (1-кесте).

1-кесте – Тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін өзге жұмыстармен салыстыру

Жүйе	Биоөнімділік, кг/м ² /цикл	Су шығыны, л/м ² /цикл	Жас дарақтардың өміршеңдігі, %	Энергия тұтыну, (кВт·сағ/м ²)	Температура, °C
Құрылған тұйық сумен қамту жүйесі	2,5-3,0	60-140	44-46	0,8-10	24-28
Дәстүрлі тұйық сумен қамту жүйесі [14]	1,8-2,2	150-200	75-80	1,2-1,5	22-26
Биотоп [15]	1,5-2,0	180-220	70-75	1,4-1,8	20-25

Ұсынылған жүйе әр циклде 2,5-3,0 кг/м² биоөнімділікті, отырғызу тығыздығы 40–60 дана/м² болғанда жас дарақтардың 85–90% тіршілігін қамтамасыз етеді. Дегенмен бұл мән 44,4-46,2% дейін төмендеді. Шаяндарды өсірудің негізгі шектеуі, әсіресе ересек дарақтардың жоғары тығыздығында (10-15 дарак/м²) [13].

Шаян тәрізділер аквакультурасында тіршілік ету ортасының параметрлерін, отырғызу тығыздығын, өлшемдік-массалық және жыныстық құрамын бақылауға мүмкіндік беретін тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін пайдалану ерекше орын алады [18, 19]. Оларды қолдану табиғи су қоймаларында оңтайлы температура мәндерінен төмен түсетін аймақтарда термофильді түрлерді өсірудің жалғыз мүмкін әдісі болып табылады. Әзірленген қондырғы Австралиялық қызыл қысқышты шаян өсіруде ғана емес, сонымен қатар ұқсас жағдайларды қажет ететін басқа шаян тәрізділерді де өсіруде қолдану мүмкіндігіне ие.

Қорытынды

Тұйық сумен қамтасыз ету қондырғысы Австралиялық қызыл қысқышты шаян (*Cherax quadricarinatus*) жас дарактарын өсіруде тиімділік көрсетті, нәтижесінде орташа жалпы салмақ 2,9 г, өміршендік 44,4-46,2% аралығында болып, өнімділік деңгейі 80 тәулік ішінде 131,5 г/м² құрады. Нәтижелер жүйенің типтік тұйық сумен қамту жүйелеріне қарағанда артықшылықтарын көрсетіп (өнімділік 25%-ға жоғары, су тұтыну 60%-ға төмен), оны шектеулі ресурстары бар өңірлерде тұрақты коммерциялық өндіріс үшін болашағы зор етеді. Су деңгейін азайту және ересектерге арналған жеке қораптарды пайдалану бойынша қосымша зерттеулер (тығыздығы 10-15 дарак/м²) жүйенің тиімділігін одан әрі арттыра алады. Жүйенің суды тұтынуды 60% азайтуы және өнімділікті ұқсас жүйелермен салыстырғанда 25% арттыру мүмкіндігі оның өнеркәсіптік аквакультураға әлеуетті әсерін айқындайды. Су шығынының төмендеуі тиімді қайта өңдеу және тұтқалардың орнына реттеу құбырларын пайдалану арқылы қол жеткізілді, бұл сонымен қатар бекіту арматурасының құнын төмендетті. Су жинақтаушыны биологиялық сүзгімен біріктіру және биофилтрді механикалық сүзгінің үстіне қою өндіріс кеңістігін пайдалануды оңтайландырды, ал қуаты аз ультракүлгін сәулелі тазарту жүйесін, жеңіл металды жақтауларды және полипропиленнің аз мөлшерін қолдану энергия мен жылыту шығындарын азайтты. Бұл нәтижелер жыл бойы үнемді түрде тірі өнімді алуды қамтамасыз ете отырып, шаян бизнесінің маусымдылығы мәселесін шешуде құрастырылған қондырғының әлеуетін көрсетеді. Қондырғы аквакультурада ұқсас жағдайларды қажет ететін басқа шаян тәрізділер түрлерін масштабтау үшін әлеуетті.

Авторлардың қосқан үлесі

ДШ, ДР, АА: зерттеуді рәсімдеді, әдебиеттерді жан-жақты іздестірді, жиналған деректерді талдады және қолжазбаны дайындады. ДШ және АК тәжірбиелік жұмыстардың барысын бақылады. ДШ, НГ және ВА: қолжазбаға түзету енгізіп, соңғы кезеңін дайындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, баспаға шығаруға ұсынды.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс BR24992799 «Жабық сумен жабдықтау қондырғыларын қолдана отырып, әртүрлі аквамәдениет объектілерін қарқынды және жоғары өнімді өндірудің жаңа технологияларын жетілдіру және әзірлеу» жобасы шеңберінде орындалды. Ғылыми жоба «Ғылымды дамыту» 217-бюджеттік бағдарламасы, «Ғылыми және/немесе ғылыми-техникалық қызмет субъектілерін бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру» 101 ішкі бағдарламасы бойынша ғылыми бағдарламаны жүзеге асыруға мемлекеттік тапсырыс шеңберінде қаржыландырылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Market Reports World. (n.d.). Crayfish market - *Global crayfish market size, share, price, trend and forecast*. (2025).
- 2 FAO. (2020). *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- 3 Shumeyko, D., Tsimbal, N., Abramchuk, A., Moskul, G., Taranik, A. (2020). Biotechnology of Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) juvenile ongrowing in recirculating aquaculture system. *E3S Web of Conferences*, 175, 02005. DOI:10.1051/e3sconf/202017502005.

- 4 Barki, A., Karplus, I., Manor, R., Parnes, S., Aflalo, ED, Sagi, A. (2006). Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? *Aquaculture*, 252(2-4), 348-355. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.07.012.
- 5 Timmons, MB, Ebeling, JM, Wheaton, FW, Summerfelt, ST, Vinci, BJ. (2001). Recirculating aquaculture systems. NRAC. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 6 Attramadal, KJK, Salvesen, I., Xue, R., Øie, G., Størseth, TR, Vadstein, O., Olsen, Y. (2012). Recirculation as a possible microbial control strategy in the production of marine larvae. *Aquacultural Engineering*, 46, 27-39. DOI:10.1016/j.aquaeng.2011.10.003.
- 7 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2007). Recirculating aquaculture. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 8 Martins, CIM, Eding, EH, Verdegem, MCJ, Heinsbroek, LTN, Schneider, O., Blancheton, JP, d'Orbcastel, ER, Verreth, JAJ. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93. DOI:10.1016/j.aquaeng.2010.09.002.
- 9 Martins, CIM, Ochola, D., Ende, SSW, Eding, EH, Verreth, JAJ. (2009). Is growth retardation present in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in low water exchange recirculating aquaculture systems? *Aquaculture*, 298(1-2), 43-50. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.09.030.
- 10 Colt, J. (2006). Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143-156. DOI:10.1016/j.aquaeng.2005.08.011.
- 11 Lekang, O. (Ed.). (2007). *Aquaculture Engineering*. Wiley. DOI:10.1002/9780470995945.
- 12 Good, C., Davidson, J., Welsh, C., Brazil, B., Snekvik, K., Summerfelt, S. (2009). The impact of water exchange rate on the health and performance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture*, 294(12), 80-85. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.05.014.
- 13 Shumeyko, D., (2022). Rearing of *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) juveniles using feed for sturgeons. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 57(4), 803-816. DOI:10.15389/agrobiology.2022.4.803rus.
- 14 Многоярусная конструкция для выращивания речного рака. (2020). Пат. РФ RU199367U1. Старцев А.В.; Пономарева Е.Н.; Журба Д.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет». Заявл. 24.04.2020; опубл. 28.08.2020
- 15 Искусственный биотип. (2003). Пат. РФ RU2202881C1. Бойко Ю.В.; Вышкварцев Д.И.; Лебедев Е.Б.; заявитель и патентообладатель Бойко Ю.В. заявл. 06.09.2001; опубл. 24.04.2003. Бюл. № 25.
- 16 Искусственный биотип. (2008). Пат. РФ RU2314684C1. Грицыхин В.А.; Афанасьев Д.Ф.; Барабашин Т.О.; Корпакова И.Г.; Елецкий Б.Д.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Унитарное предприятие "Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства". заявл. 24.04.2006; опубл. 20.01.2008; Бюл № 2.
- 17 Rigg, D. (2021). Identify factors influencing the variability of survivorship of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) in aquaculture. *James Cook University*. DOI:10.25903/P952-0Y21.
- 18 García-Ulloa, GM, Pérez-Moreno, MR, Rodríguez-González, D., Gallo-García, MC, Ponce-Palafox, JT, Rodríguez-González, H., Góngora-Gómez, AM. (2012). Stocking Density for Nursery Production of Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in a Recirculating System. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(1), 8-15. DOI:10.1080/10454438.2012.650599.
- 19 Drengstig, A., Bergheim, A. (2013). Commercial land-based farming of European lobster (*Homarus gammarus* L.) in recirculating aquaculture system (RAS) using a single cage approach. *Aquacultural Engineering*, 53, 14-18. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2012.11.007.

References

- 1 Market Reports World. (n.d.). *Crayfish market - Global crayfish market size, share, price, trend and forecast*. (2025).
- 2 FAO. (2020). *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

- 3 Shumeyko, D., Tsimbal, N., Abramchuk, A., Moskul, G., Taranik, A. (2020). Biotechnology of Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) juvenile ongrowing in recirculating aquaculture system. *E3S Web of Conferences*, 175, 02005. DOI:10.1051/e3sconf/202017502005.
- 4 Barki, A., Karplus, I., Manor, R., Parnes, S., Aflalo, ED, Sagi, A. (2006). Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? *Aquaculture*, 252(2-4), 348-355. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.07.012.
- 5 Timmons, MB, Ebeling, JM, Wheaton, FW, Summerfelt, ST, Vinci, BJ. (2001). Recirculating aquaculture systems. NRAC. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 6 Attramadal, KJK, Salvesen, I., Xue, R., Øie, G., Størseth, TR, Vadstein, O., Olsen, Y. (2012). Recirculation as a possible microbial control strategy in the production of marine larvae. *Aquacultural Engineering*, 46, 27-39. DOI:10.1016/j.aquaeng.2011.10.003.
- 7 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2007). Recirculating aquaculture. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 8 Martins, CIM, Eding, EH, Verdegem, MCJ, Heinsbroek, LTN, Schneider, O., Blancheton, JP, d'Orbcastel, ER, Verreth, JAJ. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93. DOI:10.1016/j.aquaeng.2010.09.002.
- 9 Martins, CIM, Ochola, D., Ende, SSW, Eding, EH, Verreth, JAJ. (2009). Is growth retardation present in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in low water exchange recirculating aquaculture systems? *Aquaculture*, 298(1-2), 43-50. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.09.030.
- 10 Colt, J. (2006). Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143-156. DOI:10.1016/j.aquaeng.2005.08.011.
- 11 Lekang, O. (Ed.). (2007). *Aquaculture Engineering*. Wiley. DOI:10.1002/9780470995945.
- 12 Good, C., Davidson, J., Welsh, C., Brazil, B., Snekvik, K., Summerfelt, S. (2009). The impact of water exchange rate on the health and performance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture*, 294(12), 80-85. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.05.014.
- 13 Shumeyko, D., (2022). Rearing of *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) juveniles using feed for sturgeons. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 57(4), 803-816. DOI:10.15389/agrobiologiya.2022.4.803rus.
- 14 Mnogoyarusnaya konstrukciya dlja vyrashhivaniya rechnogo raka. (2020). Pat. RF RU199367U1. Starcev A.V.; Ponomareva E.N.; Zhurba D.G.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe buydzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Donskoi gosudarstvennyi tehnikeskii universitet». zayavl. 24.04.2020; opubl. 28.08.2020
- 15 Iskusstvennyi biotip. (2003). Pat. RF RU2202881C1. Bojko Ju.V.; Vyshkvarcev D.I.; Lebedev E.B.; zayavitel' i patentoobladatel' Boiko Ju.V. zayavl. 06.09.2001; opubl. 24.04.2003. Byul. № 25.
- 16 Iskusstvennyi biotip. (2008). Pat. RF RU2314684C1. Gricyhina V.A.; Afanas'ev D.F.; Barabashin T.O.; Korpakova I.G.; Eleckii B.D.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe Gosudarstvennoe Unitarnoe predpriyatie Azovskii nauchno-issledovatel'skii institut rybnogo hozyaistva. zayavl. 24.04.2006; opubl. 20.01.2008; Byul № 2.
- 17 Rigg, D. (2021). Identify factors influencing the variability of survivorship of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) in aquaculture. *James Cook University*. DOI:10.25903/P952-0Y21.
- 18 García-Ulloa, GM, Pérez-Moreno, MR, Rodríguez-González, D., Gallo-García, MC, Ponce-Palafox, JT, Rodríguez-González, H., Góngora-Gómez, AM. (2012). Stocking Density for Nursery Production of Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in a Recirculating System. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(1), 8-15. DOI:10.1080/10454438.2012.650599.
- 19 Drengstig, A., Bergheim, A. (2013). Commercial land-based farming of European lobster (*Homarus gammarus* L.) in recirculating aquaculture system (RAS) using a single cage approach. *Aquacultural Engineering*, 53, 14-18. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2012.11.007.

Разработка замкнутой системы водоснабжения для выращивания Австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Гинаятов Н.С., Шумейко Д.В., Арыстангалиева В.А., Абитбекова А.У.
Копиш А.Е., Бригида А.В.

Аннотация

Предпосылки и цель. Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) является перспективным видом для аквакультуры благодаря высокой репродуктивности и адаптивности. Однако традиционные рыбоводные системы не учитывают специфику ракообразных, что снижает эффективность выращивания. Целью исследования является разработка установки замкнутого водоснабжения для оптимизации условий интенсивного выращивания молоди раков, повышения биопродуктивности и снижения ресурсозатрат.

Материалы и методы. Установка включает металлический каркас с многоярусными полипропиленовыми лотками (высота 12-20 см, глубина воды 6-14 см), систему подачи и слива воды с регулировочными патрубками, механический барабанный фильтр, биологический фильтр типа «змеевик» с водонакопителем, УФ-лампу для бактерицидной обработки и аэратор.

Результаты. Установка замкнутого водообеспечения показала эффективность в выращивании молоди Австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*), в результате чего средний общий вес составил 2,9 г, выживаемость 44,4-46,2%, а уровень продуктивности за 80 суток составил 131,5 г/м². Регулировка водоснабжения и очистка воды осуществлялись поэтапно для минимизации затрат.

Закключение. Модернизация УЗВ и оптимизация водоподготовки снизили затраты на электроэнергию, воду и улучшили эксплуатационные характеристики. Секционирование лотков уменьшило каннибализм, а стабильное качество воды поддерживалось механической, биологической и бактерицидной очисткой. Разработанная УЗВ обеспечивает рентабельное и экологичное производство раков, преодолевая сезонность. Установка применима для других ракообразных, способствуя устойчивому развитию аквакультуры.

Ключевые слова: Австралийский красноклешневый рак; установка замкнутого водоснабжения; аквакультура; устойчивое производство.

Development of a recirculating aquaculture system for the cultivation of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)

Nurbek S. Ginayatov, Dmitry V. Shumeyko, Venera A. Arystangalieva, Aelina U. Abitbekova,
Asylan E. Kopish, Artyom V. Brigida

Abstract

Background and Aim. The Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) is a promising species for aquaculture due to its high reproductive capacity and adaptability. However, traditional fish farming systems do not account for the specific biological needs of crayfish, which reduces cultivation efficiency. The aim of this study was to develop a recirculating aquaculture system to optimize conditions for intensive cultivation of young crayfish, increase bioproductivity and reduce resource costs.

Materials and Methods. The system comprises a metal frame with multi-tiered polypropylene trays (height 12-20 cm, water depth 6-14 cm), a water supply and drainage system with adjustable fittings, a mechanical drum filter, a coil-type biological filter with a water reservoir, a UV lamp for bactericidal treatment, and an aerator.

Results. The installation of a recirculating aquaculture system proved effective in the cultivation of young Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) resulting in an average body weight of 2.9 g, a survival rate of 44.4-46.2%, and productivity of 131.5 g/m² over an 80-day cultivation period. Water supply and purification were adjusted progressively to minimize operating costs.

Conclusion. Modernization of the recirculating aquaculture system (RAS) and optimization of water treatment reduced electricity and water consumption and improved operational performance. Tray sectioning helped decrease cannibalism, while stable water quality was maintained through mechanical, biological, and UV filtration. The developed RAS enables cost-effective and environmentally sustainable crayfish production, thereby overcoming seasonality. The system can also be adapted for other crustacean species, contributing to the sustainable development of aquaculture.

Keywords: Australian red-claw crayfish; recirculating aquaculture system (RAS); aquaculture; sustainable production.

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. - № 3 (127). - Р.257-267. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2007

УДК 639.512

Исследовательская статья

Оценка влияния плотности посадки пресноводной креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii*) на выживаемость и скорость роста

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

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. 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: 03.07.2025 **Принято:** 29.09.2025 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Выращивание пресноводной креветки Розенберга (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) набирает все больший оборот во всем мире, включая страны СНГ. Данный вид обладает высокой скоростью роста и высокими вкусовыми и питательными качествами. На данный момент большая часть креветок выращивается в прудах в регионах с большим вегетационным сезоном или в тропических странах. Однако, выращивание креветки в регионах с умеренным климатом не позволяет получить достаточно товарной продукции за сезон. Выращивание перспективных с коммерческой точки зрения членистоногих в установке замкнутого водоснабжения может стать решением для регионов с малым среднегодовым температурным сезоном, так как в данной системе возможно регулировать все технологические процессы и внешние условия среды обитания. Определение плотности посадки в данном случае имеет важную роль в эффективном ведении аквакультуры.

Материалы и методы. Выращивание креветки Розенберга проводили в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) при Казахском агротехническом исследовательском университете им. С.Сейфуллина. Установка состоит из 8 рыбоводных бассейнов по 2000 л, в трех из которых проводили выращивание членистоногих. Для контроля качества воды использовались профильное оборудование (термооксиметр и pH метр), а также капельные тесты для определения нитритов и нитратов. Для определения выживаемости и скорости роста, изучения динамики роста и скорости набора массы использовались общепринятые методики для аквакультуры.

Результаты. При одинаковых условиях выращивания, гидрохимическом режиме и кормления, в группе с наименьшей плотностью посадки набор массы происходил намного быстрее, чем в двух других группах. При относительно одинаковой начальной массе, абсолютный прирост за период эксперимента в группе с наименьшей плотностью посадки был на 44% больше, чем в 3-й группе, и на 26% больше, чем в 2-й группе. Относительный прирост в 1-й группе был на 45% больше, чем в 3-й группе и на 22% больше, чем во 2-й.

Закключение. Наибольшая выживаемость была в 1-й группе – 94%. Во 2-й и 3-й группе данный показатель составлял 86% и 82% соответственно. что свидетельствует о более оптимальных условиях выращивания при относительно небольшой посадке. Однако, необходимо учитывать и

то, что низкие плотности посадки могут привести и к снижению производительности хозяйства и данный показатель должен быть отрегулирован, учитывая относительные и абсолютные приросты.

Ключевые слова: креветка Розенберга; УЗВ; плотность посадки; выживаемость.

Введение

В отрасли рыболовства и аквакультуры в 2022 году был произведен наибольший объем продукции за весь период, который составил 223,2 млн т, что в денежном выражении составило 472 млрд долларов США. По расчётам данных показателей потребление морепродуктов на душу населения составил 20,7 кг в год. Так, данный сектор обеспечил примерно 15% потребности животного белка во всем мире, в некоторых странах Африки и Азии данная цифра составляла более 50%. Учитывая то, что объёмы вылова рыбной продукции с мирового океана за последние десять лет практически не менялись, объёмы выращивания рыбы в искусственных условиях и на водоёмах по сравнению с 2020 годом выросли на 6,6%. По предварительным расчётам данная отрасль обеспечила 57% продукции морепродуктов для употребления человеком [1].

Креветки – животные, известные большинству населения как питательный и вкусный деликатесный объект. Вылов и аквакультура креветок – жизненно важная часть экономики в некоторых странах мира. Эти ракообразные – ключевые экологические и трофические компоненты морских и пресноводных местообитаний. Креветки встречаются на всех глубинах и широтах океана. 4400 видов десятиногих креветок очень разнообразны по форме, размеру, цветовой гамме и естественной истории. Вылов креветок и аквакультура имеют как культурное, так и экономическое значение во многих странах, особенно в развивающихся, обеспечивая занятость многим людям по всему миру [2].

Креветки имеют важное значение для мировой аквакультуры и занимают значительную часть в экономике морепродуктов. Наряду с лобстерами, тунцом и головоногими моллюсками, они являются одним из самых главных объектов рыболовства и аквакультуры [3].

Как и культивирование морских креветок, культивирование пресноводных осуществляется экстенсивным, полуинтенсивным и интенсивным методами с различной степенью сложности, денежными затратами, трудоемкостью, режимами кормления, видами корма и сырьём для него и контролем гидрохимических показателей. Производительность хозяйств может составлять 560-2500 кг/га в год в регионах с умеренным климатом при получении только 1 урожая за сезон, так как вегетационный период составляет от 3 до 5 месяцев за год. В тропических странах возможно использование полициклического метода со сбором урожая не менее 3 раз в год.

Как правило, выращивание гигантской пресноводной креветки производят в монокультуре. Однако, в некоторых странах практикуется поликультура с мирными объектами аквакультуры, такие как карп, кефаль и тилапия [5].

Помимо влияния внешних условий окружающей среды, при выращивании интенсивным методом на различных этапах жизненного цикла необходимо учитывать такие биотехнологические факторы, как кормление и регулировка плотности членистоногих на единицу площади в зависимости от размера особей. Для сравнения, повышенная численность креветок при выращивании в водоёмах может повлиять на увеличение стрессовых ситуаций и угнетённому состоянию объектов аквакультуры, а также на резкое уменьшение кормовой базы. Низкая концентрация, в свою очередь, введёт к уменьшению продуктивности хозяйства и снижению рентабельности [6].

Целью данного исследования было изучение выживаемости и скорости роста креветки Розенберга при выращивании с различными плотностями посадки.

Материалы и методики

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

Изучение креветок осуществлялось посредством метода полного биологического анализа, включая индивидуальные измерения зоологической и промысловой длины, определение пола и визуальный контроль каждой особи [7].

В период эксперимента ежедневно проводили определение уровня растворенного кислорода в воде при помощи специализированного термооксиметра YSI DO200, а также измерение уровня водородного показателя – рН-метр testo 206. Каждые 3 дня проводили анализ гидрохимических показателей нитритов и нитратов использовались капельные тесты фирмы Tetra на определение NO_2 и NO_3 .

Для проведения исследований использовалась УЗВ, состоящая из полипропиленовых бассейнов прямоугольной формы (рисунок 1). Установка замкнутого водоснабжения состоит из 8 рыбоводных бассейнов по 2000 л и площадью дна $2,2 \text{ м}^2$ каждый, насосной системы, стерилизатора на основе ультрафиолета, механической и биологической фильтрации. Циркуляция воды проходила путём гидродинамического воздействия насоса по трубам из PVC, проходя через стерилизатор в рыбоводные ёмкости. Для увеличения площади и создания укрытий в бассейны поместили цилиндры из садовой сетки, связанные вместе по 10 шт. с грузилом в нижней части и поплавком в верхней (рисунок 2).



Рисунок 1 – УЗВ для выращивания креветки Розенберга



Рисунок 2 – Вертикальные укрытия из цилиндров садовой сетки

В таблице 1 представлены характеристики УЗВ для выращивания пресноводной креветки Розенберга.

Кормление креветок осуществляли комбинированным методом. При кормлении использовали продукционные комбикорма Aller Aqua 3 мм, замороженный рыбный фарш с гаммарусом и растительный корм (измельченные замороженные овощи). Суточный рацион для комбикорма составлял 7,5%, а для фарша с растительным кормом – 10%.

Таблица 1 – Технологические характеристики УЗВ для выращивания членистоногих

№ п/п	Наименование	Показатели
1	Количество бассейнов, шт.	8
2	Объем одного бассейна, л	2000
3	Количество блоков отчистки, шт.	3
4	Объем биологического фильтра, л	4000
5	Производительность механического барабанного фильтра, м³/ч	60
6	Мощность УФ стерилизатора, Вт	55
7	Общий объем бассейнов, л	16000
8	Мощность насоса, Вт	1100

Для изучения влияния плотности посадки креветки Розенберга были разделены на 3 бассейна по 50, 100 и 150 особей. Кормление осуществляли 2 раза в день (утром и вечером).

Результаты и обсуждение

По различным источникам, при экстенсивном методе выращивания оптимальной плотностью посадки является 50-100 шт./м², при полуинтенсивном методе – 100-200 шт./м², а при интенсивном методе – 250-300 шт./м². В условиях УЗВ плотность посадки креветки Розенберга может составлять до 85 шт./м² при наличии специализированных укрытий [8, 9, 10, 11]. Однако в данных источниках не указывается масса исследуемых объектов.

Для проведения эксперимента отбирались особи одинакового физиологического состояния и размерных характеристик. Креветку Розенберга рассадили на 3 бассейна с площадью 2,2 м² с разной плотностью: 1 группа – 50 особей; 2 группа – 100 особей; 3 группа – 150 особей. Кормление осуществляли комбинированным методом при использовании трех различных кормов: 1) продукционный комбикорм Aller Aqua (3 мм) - 4 раза в неделю, 2) рыбный фарш с сушеным гаммарусом – 2 раза в неделю, 3) измельченные овощи (морковь и кабачок) – 1 раз в неделю. График кормления и суточный рацион представлен в таблице 2.

Таблица 2 – График кормления креветки Розенберга за период проведения эксперимента

День недели	Наименование корма	Суточный рацион, %
Понедельник	Рыбный фарш с сушеным гаммарусом	10
Вторник	Продукционный комбикорм Aller Aqua (3 мм)	7,5
Среда	Продукционный комбикорм Aller Aqua (3 мм)	7,5
Четверг	Рыбный фарш с сушеным гаммарусом	10
Пятница	Измельченные овощи (морковь и кабачок)	10
Суббота	Продукционный комбикорм Aller Aqua (3 мм)	7,5
Воскресенье	Продукционный комбикорм Aller Aqua (3 мм)	7,5

Членистоногие содержались в бассейнах с интегрированными вертикальными укрытиями из цилиндров садовой сетки, которые обеспечивали увеличение площади поверхности для равномерного распределения особей по всему бассейну и минимизирования стрессовых (конфликтных) ситуаций.

Температура воды в УЗВ в период эксперимента составляла 27-30 °С, уровень растворенного кислорода варьировал в пределах 4,6-5,4 мг/л, а водородный показатель был в пределах 7,5-8,0.

Биологические показатели креветки Розенберга в начале эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Биологические показатели креветки Розенберга в начале эксперимента

Показатель	1 группа (50 особей)	2 группа (100 особей)	3 группа (150 особей)
Количество особей, шт	50	100	150
Средняя масса, г	4,0±0,52	3,75±0,39	4,09±0,45
Период выращивания, сут.	42	42	42
Плотность посадки, шт/м ²	22,7	45,5	68,2
Суточный рацион, %	7,5-10	7,5-10	7,5-10

В период эксперимента каждую неделю проводили контрольные промеры для определения скорости набора массы тела, расчета суточных рационов, а также подсчета общего количества креветки Розенберга.

В виду того, что плотность посадки в 1-й группе была в 2 и в 3 раза меньше, чем во 2-й и 3-й группе соответственно, особи креветок располагались в бассейне более разряженно. По наблюдениям за поведением членистоногих, конфликтных ситуаций в 1-й группе было гораздо меньше, чем во 2-й и 3-й группах.

Результаты проведённой работы представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты эксперимента по содержанию креветки Розенберга при различной плотности посадки

Показатель	1 группа (50 особей)	2 группа (100 особей)	3 группа (150 особей)
После 1-й недели выращивания			
Масса креветки Розенберга, г	5,41±0,57	4,68±0,48	4,83±0,49
Выживаемость, %	100	99	97
Абсолютный прирост, г	1,41	0,93	0,74
Среднесуточный прирост, г	0,2	0,13	0,11
Относительный прирост, %	35,3	24,8	18,1
После 2-й недели выращивания			
Масса креветки Розенберга, г	6,69±0,62	5,9±0,63	5,88±0,57
Выживаемость, %	100	99	95
Абсолютный прирост, г	1,28	1,22	1,05
Среднесуточный прирост, г	0,18	0,17	0,15
Относительный прирост, %	23,7	26,1	21,7
После 3-й недели выращивания			
Масса креветки Розенберга, г	8,12±0,73	6,42±0,69	6,28±0,66
Выживаемость, %	98	98	99
Абсолютный прирост, г	1,43	0,52	0,4
Среднесуточный прирост, г	0,2	0,07	0,06
Относительный прирост, %	21,4	8,8	6,8
После 4-й недели выращивания			
Масса креветки Розенберга, г	9,62±0,73	7,49±0,71	6,92±0,76
Выживаемость, %	98	98	99
Абсолютный прирост, г	1,5	1,07	0,64
Среднесуточный прирост, г	0,21	0,15	0,09
Относительный прирост, %	18,5	16,7	10,2
После 5-й недели выращивания			

Продолжение таблицы 4

Масса креветки Розенберга, г	10,6±0,79	8,57±0,84	7,62±0,86
Выживаемость, %	98	95	96
Абсолютный прирост, г	0,98	1,08	0,7
Среднесуточный прирост, г	0,14	0,15	0,1
Относительный прирост, %	10,2	14,4	10,1
После 6-й недели выращивания			
Масса креветки Розенберга, г	11,6±0,87	9,35±0,89	8,34±0,94
Выживаемость, %	100	97	95
Абсолютный прирост, г	1	0,78	0,72
Среднесуточный прирост, г	0,14	0,11	0,1
Относительный прирост, %	9,4	9,1	9,4
Абсолютный прирост за период эксперимента, г	7,6	5,6	4,25
Относительный прирост за период эксперимента, %	190	149	104
Выживаемость за период эксперимента, %	94	86	82

На рисунках 3, 4, 5 представлены относительные и абсолютные приросты, а также скорость роста членистоногих.

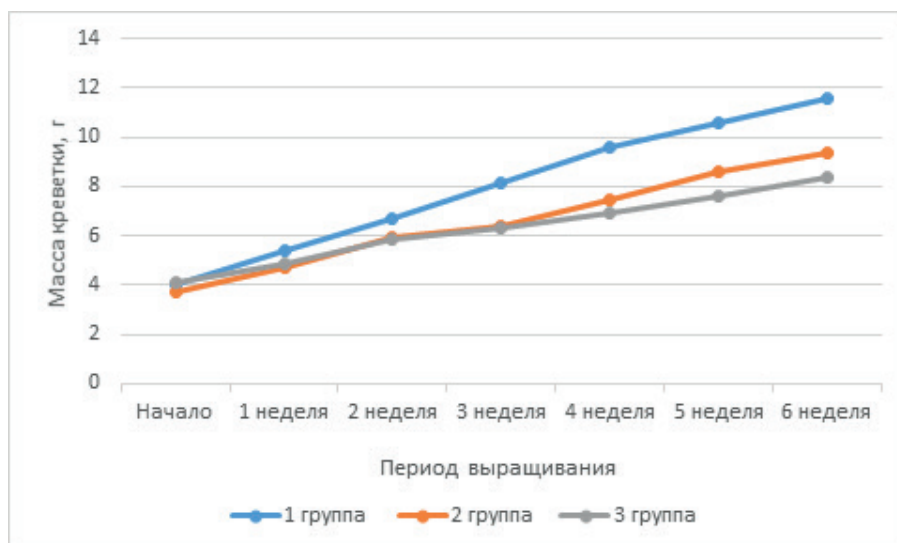


Рисунок 3 – Темпы роста креветки Розенберга в период эксперимента, г

На рисунке 3 показан темп роста креветки Розенберга за период проведения эксперимента. При одинаковых условиях выращивания, гидрохимическом режиме и кормления, в группе с наименьшей плотностью посадки набор массы происходил намного быстрее, чем в двух других группах. При относительно одинаковой начальной массе, абсолютный прирост за период эксперимента в 1-й группе был на 26% больше, чем во 2-й группе и на 44% больше, чем в 3-й группе, как и относительные приросты, которые в 1-й группе были на 22% больше, чем во 2-й и на 45% больше, чем в 3-й группе.

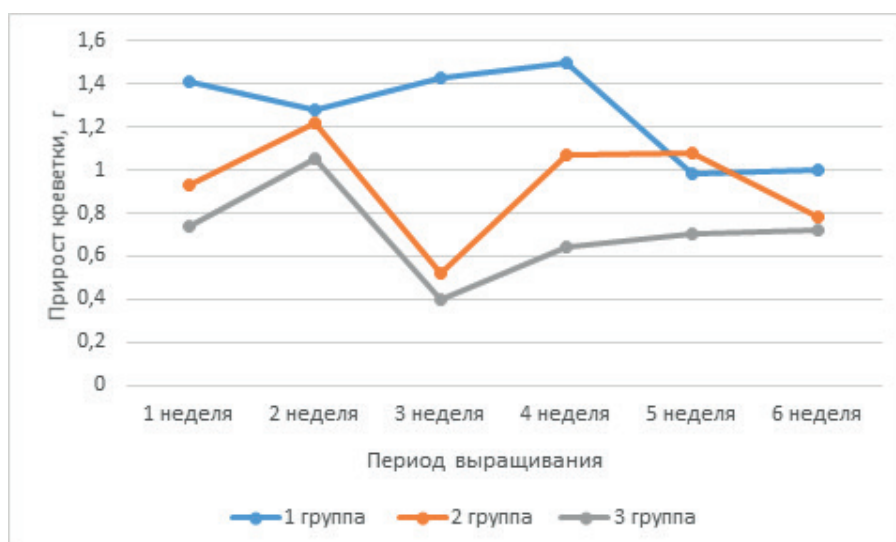


Рисунок 4 – Абсолютный прирост, г

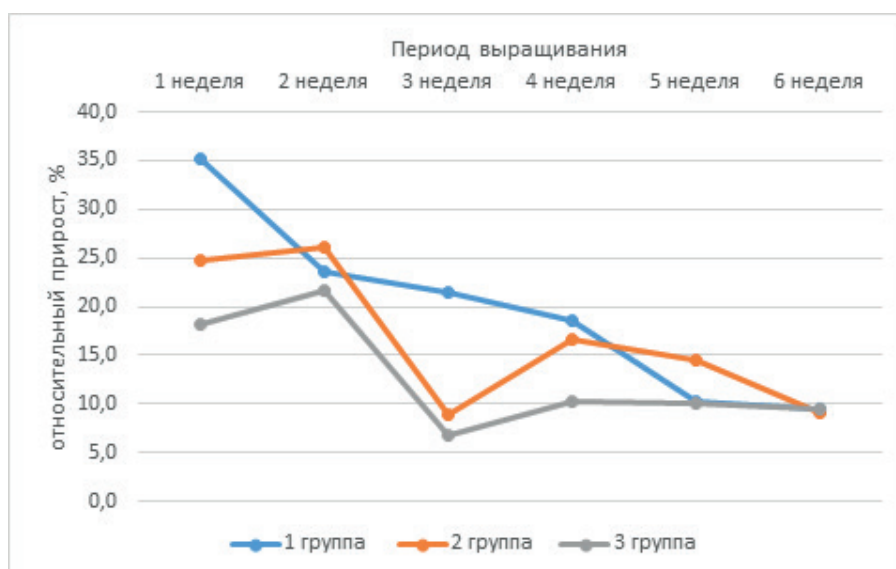


Рисунок 5 – Относительный прирост, %

Абсолютные приросты, как и относительные скорости роста имели нестабильную динамику. В первые 2 недели отмечался максимальный набор массы в виду более благоприятных условий содержания. На третьей неделе замечено снижение относительных приростов у всех групп, причиной которого стала линька членистоногих.

Абсолютные приросты за период эксперимента показывали стабильную динамику, чего нельзя сказать об относительных приростах, которые к концу выращивания у всех групп составили около 9%.

Наибольшая выживаемость креветки Розенберга за период выращивания составила в 1-й группе – 94%, по сравнению со 2-й и 3-й группами, где данный показатель был на уровне 86% и 82% соответственно. Однако, надо учитывать, что при выращивании в промышленных масштабах любого объекта аквакультуры необходимо учитывать и экономическую составляющую, а именно получение максимального объема товарной продукции с единицы площади.

В виду того, что выращиваемые особи были половозрелые, в период проведения эксперимента производили наблюдение за появлением икраных самок. Наибольший показатель наблюдался в 1-й группе, где было отмечено 5 самок с икрой. Во 2-й и 3-й группе за 6 недель выращивания было обнаружено всего 2 и 1 икраные самки соответственно. Данный факт свидетельствует о высоком потенциале при использовании низкой плотности посадки в воспроизводственных целях.

Заклучение

Проведенная исследовательская работа по содержанию пресноводной креветки Розенберга в установке с замкнутым циклом водоснабжения дает предпосылки к оптимизации процесса выращивания данного гидробионта в УЗВ, в виду определения оптимальной плотности посадки. Установлено, что наилучшие приросты за период выращивания составили в 1-й группе при наименьшей плотности посадки – 50 особей на бассейн или 22,7 шт/м². В данных условиях абсолютные и относительные приросты составили 7,6г и 190% соответственно, что на 26% и 22% больше, чем во второй группе и на 44% и 45% больше, сем в 3 группе соответственно. Наибольшая выживаемость также была в 1 группе и составила 94%, по сравнению с 2 группой с 86% и 3 группой 82%. Это свидетельствует о более оптимальных условиях выращивания. Однако, необходимо учитывать и то, что низкие плотности посадки могут привести и к снижению производительности хозяйства и данный показатель должен быть отрегулирован, учитывая относительные и абсолютные приросты. Также, следует отметить перспективы использования низких плотностей посадки для воспроизводственных целей, в виду многократного увеличения икранных самок.

Вклад авторов

КЖ, АГ, VK, БС: разработали и спроектировали концепцию исследования, поиск всесторонней литературы, анализ собранных данных и разработку рукописи. М^а и АА: выполнили последнюю редакцию и коррективировку 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».

Список литературы

- 1 FAO. (2024). *Краткий обзор. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2024. «Голубая трансформация» в действии*. FAO. DOI:10.4060/cd0690ru.
- 2 Bauer, RT. (2023). *Fisheries and Aquaculture*. In: Shrimps. Fish & Fisheries Series, vol 42. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-031-20966-6_11.
- 3 FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. FAO/Rome. DOI:10.4060/ca9229e.
- 4 Lovrich, G., Thiel, M. (2020). *The natural history of crustacea, fisheries and aquaculture*. Oxford University Press, New York, 217-232.
- 5 Zimmermann, S., Nair, CM, New, MB. (2009). *Grow-Out systems–Polyculture and integrated Culture. Freshwater Prawns: biology and farming*. Chapter 11. Wiley-Blackwell, Oxford, 195-217. DOI:10.1002/9781444314649.ch11.
- 6 Li, J., Xiao, Zh., Zhang, K., You, Zh., Zeng, L., Lin, L., Lv, X. (2025). Metabolic biochemistry of the fighting limbs and muscles of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, reflects agonistic behavior. *Comparative Biochemistry and Physiology Part - B: Biochemistry and Molecular Biology*. DOI: 10.1016/j.cbpb.2025.111137
- 7 Харченко, ЛН. (2023). *Методика и организация биологического исследования: учебное пособие для вузов*. Издательство Юрайт, 116-124.
- 8 Hou, V., Zhou, X., Zhang, Y., Huang, J., Zhang, D., Lv, Y., Lv, Y., Wen, B., Chen, Z., Kuok, F., Somony, Th., Wu, X. (2025). Optimal stocking density of all-male giant freshwater prawn enhanced farming performance and economic profit in rice-prawn co-culture system. *Aquaculture*, 599(1). DOI: 10.1016/j.aquaculture.2024.742112.

9 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*, 16-30. DOI:10.69540/2949-4079.2024.65.51.001.

10 Cai, X, Luo, J, Li, X, Yang, J, Hua, X, Liu, T. (2024). Alterations in feeding preference and gastric emptying of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) following administration of varying quantities of fermented soybean meal. *Aquaculture International*, 32, 9271-9290. DOI: 10.1007/s10499-024-01615-z.

11 Sravanthi, B., Lalitha, Ch., Lakshmi, V. (2023). Impact of feed on the yield of *Litopenaeus vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii* prawn culture from West Godavari district, Andhra Pradesh, India. *Research Journal of Biotechnology*, 19(1), 105-109. DOI 10.25303/1901rjbt1050109.

References

1 FAO. (2024). *Kratkij obzor. Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury – 2024. «Golubaya transformaciya» v dejstvii*. FAO. DOI:10.4060/cd0690ru. [in Russ].

2 Bauer, RT. (2023). *Fisheries and Aquaculture*. In: Shrimps. Fish & Fisheries Series, vol 42. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-031-20966-6_11.

3 FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. FAO/Rome. DOI:10.4060/ca9229e.

4 Lovrich, G., Thiel, M. (2020). *The natural history of crustacea, fisheries and aquaculture*. Oxford University Press, New York, 217-232.

5 Zimmermann, S., Nair, CM., New, MB. (2009). *Grow-Out systems–Polyculture and integrated Culture. Freshwater Prawns: biology and farming*. Chapter 11. Wiley-Blackwell, Oxford, 195-217. DOI:10.1002/9781444314649.ch11.

6 Li, J., Xiao, Zh., Zhang, K., You, Zh., Zeng, L., Lin, L., Lv, X. (2025). Metabolic biochemistry of the fighting limbs and muscles of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, reflects agonistic behavior. *Comparative Biochemistry and Physiology Part - B: Biochemistry and Molecular Biology*. DOI: 10.1016/j.cbpb.2025.111137.

7 Harchenko, LN. (2023). *Metodika i organizaciya biologicheskogo issledovaniya: uchebnoe posobie dlya vuzov*. Izdatelstvo Yurait. 116-124. [in Russ].

8 Hou, V., Zhou, X., Zhang, Y., Huang, J., Zhang, D., Lv, Y., Lv, Y., Wen, B., CHEN, Z., Kuok, F., Somony, Th., Wu, X. (2025). Optimal stocking density of all-male giant freshwater prawn enhanced farming performance and economic profit in rice-prawn co-culture system. *Aquaculture*, 599(1). DOI: 10.1016/j.aquaculture.2024.742112.

9 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*, 16-30. DOI:10.69540/2949-4079.2024.65.51.001. [in Russ].

10 Cai, X., Luo, J., Li, X., Yang, J., Hua, X., Liu, T. (2024). Alterations in feeding preference and gastric emptying of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) following administration of varying quantities of fermented soybean meal. *Aquaculture International*, 32, 9271-9290. DOI: 10.1007/s10499-024-01615-z.

11 Sravanthi, B., Lalitha, Ch., Lakshmi, V. (2023). Impact of feed on the yield of *Litopenaeus vannamei* and *Macrobrachium rosenbergii* prawn culture from West Godavari district, Andhra Pradesh, India. *Research Journal of Biotechnology*, 19(1), 105-109. DOI 10.25303/1901rjbt1050109.

Тұщы су асшаянының (*Macrobrachium rosenbergii*) отырғызу тығыздығының өміршеңдікке және өсу жылдамдығына әсерін бағалау

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

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Розенберг тұщы су асшаянын (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) өсіру әлем бойынша, оның ішінде ТМД елдерінде де кеңінен дамып келеді. Бұл түрдің өсу қарқыны жоғары, дәмдік және тағамдық қасиеттері өте жақсы. Қазіргі уақытта асшаяндардың көп бөлігі ұзақ вегетациялық маусымы бар аймақтарда немесе тропикалық елдерде тоғанда өсіріледі. Алайда, қоңыржай климатты аймақтарда асшаянды өсіру маусым ішінде жеткілікті тауарлық өнім алуға мүмкіндік бермейді. Коммерциялық тұрғыдан перспективалы шаянтәрізділерді тұйық су айналымы қондырғысында өсіру – орташа жылдық температурасы төмен өңірлер үшін тиімді шешім бола алады, себебі бұл жүйеде барлық технологиялық үдерістер мен тіршілік ортасының сыртқы жағдайларын реттеуге мүмкіндік бар. Осындай жағдайда отырғызу тығыздығын анықтау – аквакультураны тиімді жүргізудің маңызды факторы болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Розенберг асшаянын өсіру С.Сейфуллин ат. Қазақ агротехникалық зерттеу университетінде орналасқан тұйық су айналымы қондырғысында жүргізілді. Қондырғы 2000 л 8 балық өсіру бассейнінен тұрады, олардың үшеуінде шаянтәрізділер өсірілді. Су сапасын бақылау үшін арнайы жабдықтар (термооксиметр және рН-метр), сондай-ақ нитриттер мен нитраттарды анықтауға арналған тамшылы тестілер қолданылды. Тіршілік ету көрсеткіші мен өсу қарқынын анықтау, өсу динамикасы мен салмақ қосу жылдамдығын зерттеу үшін аквакультурада жалпы қабылданған әдістемелер қолданылды.

Нәтижелер. Эксперимент жүргізу кезеңінде Розенберг асшаянының өсу қарқыны зерттелді. Өсіру жағдайлары, гидрохимиялық режимі және қоректендіру бірдей болған жағдайда, отырғызу тығыздығы ең төмен болған топта салмақ қосу әлдеқайда жылдамырақ жүрді. Бастапқы салмағы салыстырмалы түрде бірдей болған жағдайда, ең төменгі отырғызу тығыздығындағы топтағы абсолюттік өсім тәжірибе кезеңінде 3-ші топпен салыстырғанда 44%-ға, ал 2-ші топпен салыстырғанда 26%-ға жоғары болды. 1-ші топтағы салыстырмалы өсім 3-ші топпен салыстырғанда 45%-ға, ал 2-ші топпен салыстырғанда 22%-ға артық болды.

Қорытынды. Ең жоғары тіршілік сақталу көрсеткіші 1-ші топта байқалды – 94%. Ал 2-ші және 3-ші топтарда бұл көрсеткіш тиісінше 86% және 82% құрады, ол өз кезегінде, отырғызу тығыздығы төмен болған жағдайда өсіру жағдайларының неғұрлым оңтайлы болғанын көрсетеді. Алайда, отырғызу тығыздығының төмен болуы шаруашылық өнімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін екенін де ескеру қажет, сондықтан бұл көрсеткіш салыстырмалы және абсолюттік өсімдерге байланысты реттелуі тиіс.

Кілт сөздер: Розенберг тұщы су асшаяны; ТСЖҚ; отырғызу тығыздығы; өміршеңдік.

Evaluation of the effect of stocking density on survival and growth rate of freshwater Rosenberg shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*)

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

Abstract

Background and Aim. The cultivation of freshwater Rosenberg shrimp (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) is gaining momentum worldwide, including the CIS countries. This species possesses a high growth rate and superior taste and nutritional qualities. Currently, most shrimp are grown in ponds in regions with a long growing season or in tropical countries. However, growing shrimp in regions with a temperate climate does not allow obtaining sufficient marketable products per season. Cultivating commercially promising arthropods in a closed recirculating aquaculture system (RAS) can be a solution

for regions with a short average annual temperature season, since in this system it is possible to regulate all technological processes and external conditions of the habitat. Determining the stocking density in this case is important for the effective management of aquaculture.

Materials and methods. The Rosenberg shrimp were cultured in a recirculating aquaculture system (RAS) at the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University. The system consisted of 8 fish-breeding tanks of 2000 L each, three of which were used to grow the arthropods. Specialized equipment (a thermo-oximeter and a pH-meter) and drip tests for nitrites and nitrates were used to control the water quality. Generally accepted aquaculture methods were used to determine survival and growth rates, study growth dynamics, and calculate weight gain rates.

Results. The growth rate of Rosenberg shrimp was studied during the experiment. Under the same cultivation conditions and hydrochemical regime, the weight gain in the group with the lowest stocking density was significantly higher than in the other two groups. With relatively similar initial weights, the absolute gain during the experiment in the lowest density group was 44% greater than in the 3rd group and 26% greater than in the 2nd group. The relative gain in the first group was 45% greater than in the third group and 22% greater than in the second.

Conclusion. The highest survival rate was in the first group – 94%. In the second and third groups, this figure was 86% and 82%, respectively. This indicates more favorable growing conditions at a relatively lower stocking density. However, it is also necessary to take into account that low planting densities can lead to a decrease in farm productivity, and this figure should be adjusted by taking into account relative and absolute increases.

Keywords: Rosenberg shrimp; recirculating aquaculture system (RAS); stocking density; survival; growth rate.

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. -№ 3 (127). - Р.268-278. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).2032

УДК 636.32/38

Исследовательская статья

Результаты вымывания эмбрионов у овец казахской курдючной грубошерстной породы

Сембаева А.И. , Малмаков Н.И. , Искаков К.А. , Асылбекова Э.Б. ,
Есжанова Э.Б. , Бактыбаева Г.Е. 

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

Автор-корреспондент: Сембаева А.И.: sembaevaagul5782@gmail.com

Соавторы: (2: НМ) nurlan_malmakov@mail.ru; (3: КИ) kairat11101988@mail.ru;
(4: ЭА) elmira_0309@mail.ru; (5: ЭЕ) esel40@mail.ru; (6: ГБ) gulzhandana@mail.ru

Получено: 24.07.2025 **Принято:** 29.09.2024 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В последнее время актуальной задачей производства, а также хозяйствующих субъектов является внедрение инновационных технологий и их дальнейшее развитие. Один из приоритетных направлений – это трансплантация эмбрионов племенных животных с высоким потенциалом продуктивности. Цель исследований – сохранение ценного генетического материала овец казахской курдючной грубошерстной породы для дальнейшего размножения.

Материалы и методы. Исследования проведены на овцематках казахской курдючной грубошерстной породы в КХ «Медхан» Алматинской области в лаборатории биотехнологии воспроизводства овец Научно-исследовательского института овцеводства им. К.У. Медеубекова филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства». Для вызывания суперовуляции доноров использовали гормональные препараты фоллимаг и фоллтропин. Оценка реакции яичников выполнялась с помощью лапароскопа. Вымывание эмбрионов у доноров выполнялось методом лапаротомии. Крיוконсервация эмбрионов в соломинках 0,25 мл была выполнена на замораживателе Cryologic CL8800 (Австралия), витрификация эмбрионов проведена новым способом.

Результаты. При вызывании суперовуляции у 38 овец-доноров получено 107 эмбрионов из них крיוконсервировано 93 эмбриона на стадии морулы и бластоцисты были витрифицированы в соломинках объёмом 0,25 мл. Результативность вымывания эмбрионов составила 45%. При оценке качества замороженных эмбрионов через 2 месяца была проведена разморозка 6-ти соломинок. В двух соломинках, замороженных программным замораживателем Cryologic CL8800, у эмбрионов была разрушена внутриклеточная масса выживаемость составила 20%. Из трех соломинок с эмбрионом замороженным способом витрификации, одна соломинка была непригодна, выживаемость составила 40%.

Закключение. При использовании гормонального препарата фоллимаг в дозе 7 мл суперовуляция составила – 65,3%, фоллтропин в общей дозе 9 мл обеспечил суперовуляцию 50,0%. Реакция яичников на гормональный препарат фоллимаг была эффективней, чем фоллтропин на 15,3%. При этом, было вымыто 107 эмбрионов из них крיוконсервировано 93 эмбриона, на стадии морулы и бластоцисты вымывание эмбрионов составило 45%. Результаты исследования показали, что использование метода витрификации эмбрионов овец, способствует снижению затрат расходного материала и отличается практичностью в применении в полевых условиях.

Ключевые слова: овца; донор; ооцит; эмбрион; витрификация; замораживание.

Введение

За последние десятилетия биологическая наука бурно развивается и создает новые направления, которые не только помогают решать задачи, но и намечают пути принципиально нового производства, которое востребовано со стороны практики. Стремительно расширяющиеся знания о процессах жизнедеятельности позволяют не только приспосабливать эти процессы для практических целей, но и управлять ими, а также создавать весьма перспективные в практическом отношении новые системы, не существующие в природе, хотя и аналогичные существующим [1, 2, 3].

Овцеводство Казахстана традиционно является важной отраслью, значительная часть сельского населения разводят овец в придворных хозяйствах. Более 80% поголовья представлены овцами мясо-сальных пород, которые хорошо приспособлены к условиям резко-континентального климата и круглогодичного пастбищного содержания. Данная отрасль имеет огромный экспортный потенциал. Жесткая конкуренция на международном рынке интенсифицирует производство мяса и ориентирует селекционно-племенную работу на экономически важные признаки, такие как плодовитость, полиэстричность, молочность и материнские качества овцематок, масса тела, скорость роста, мясные, откормочные и убойные качества молодняка [4, 5].

Следует понимать, что увеличение объемов сельскохозяйственного производства невозможно без глубоких научно-практических разработок и широкого внедрения в производство высокотехнологичных современных методов введения сельского хозяйства. Тем более, что снижение производства продукции в нашей стране, является последствием не только уменьшения количества высокопродуктивных и племенных овцематок, но и главным образом в результате потери эффективности воспроизводства [6].

Низкая плодовитость животных напрямую связана с нарушением деятельности репродуктивных органов воспроизводства, в том числе с нарушениями функциональной деятельности яичников или кистозными образованиями и воспалительными процессами в слизистой оболочке матки. Кардинальное решение проблемы воспроизводства животных в настоящее время основывается на том, чтобы перейти к нетрадиционным способам увеличения плодовитости. Для этого применяется целый ряд биотехнологических методов, разработанных на основе углубленных исследований репродуктивной функции, гормонального статуса ее регуляции, а также на совершенствовании приемов манипуляции с эмбрионами, половыми и соматическими клетками.

Одним из эффективных и экономически выгодных методов, позволяющих наиболее полно реализовать потенциал животных является разработка методики получения эмбрионов *in vitro* [7].

В последние десятилетия ведутся интенсивные исследования в области криоконсервации эмбрионов и ооцитов методом витрификации, которая представляет собой ультрабыстрое замораживание клеток в стекловидное состояние без образования кристаллов льда за счет высокой концентрации криопротектора и минимального объема раствора [8]. Baril et al. [9] полагают, что витрификация может стать экономичной альтернативой медленному ступенчатому охлаждению с помощью компьютеризированных программных замораживателей. Она не требует наличия специального оборудования и, следовательно, может быть хорошо адаптирована к широкому практическому использованию. Massip A. et al [10] установили, что этим методом можно консервировать эмбрионы с высокой криогенной чувствительностью, например биопсированные, клонированные и полученные *in vitro*. Поэтому исследования в области витрификации эмбрионов и ооцитов имеют важное научно-практическое значение.

Определение оптимальной концентрации криопротектора для успешной витрификации эмбрионов является непростой задачей. Высокая скорость процессов замораживания и оттаивания, а также малый объем среды (не более 3 мкл) делают невозможным мониторинг температуры образца или визуальную оценку фазовых переходов раствора. Согласно теоретическим моделям, мелкие биологические объекты (например, гаметы и соматические клетки) могут быть витрифицированы в объеме до 3 мкл без добавления криопротектора при использовании открытых систем витрификации, обеспечивающих прямой контакт с жидким азотом. Также, при скорости охлаждения ниже 3000 °C/мин и концентрации криопротектора до 10%, витрификация может быть осуществлена в более значительных объемах среды. Однако, более крупные и

гидратированные клеточные структуры, такие как ооциты и предимплантационные эмбрионы, безусловно, требуют присутствия криопротектора.

Витрификация в исключительных случаях может быть достигнута при использовании опасно высоких концентраций криопротектора и значительно увеличенной скорости охлаждения и разморозки. Важной характеристикой витрификации является то, что с увеличением скорости замораживания есть возможность изменения концентрации криопротектора. Исследования, проведенные за последние 20 лет, показывают, что были разработаны новые подходы и методы, которые позволили витрификации конкурировать с традиционным медленным замораживанием [11, 12, 13]. Высокие скорости замораживания и оттаивания обеспечивают уникальное преимущество – частичное, а иногда и полное устранение криогенных повреждений, так как образец проходит через опасную температурную зону очень быстро, не оставляя времени формированию повреждений.

Материалы и методы

Исследования по вымыванию и сохранению эмбрионов овцематок-доноров казахской курдючной грубошерстной породы проводили в филиале ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» в Научно-исследовательском институте овцеводства имени К.У. Медеубекова

Исследования были проведены на овцематках казахской курдючной грубошерстной породы в КХ «Медхан» Алматинской области.

Для вызывания суперовуляции донорам (n=61) на 11-12-е дни эстрального цикла вводили внутримышечно 12 донорам – фоллтропин в общей дозе 9 мл и 49 донорам по 7 мл фоллимаг (РФ) 1400 МЕ. Через 48 ч инъецировали 125 мкг эстрофан (Чешская Республика) (таблица 1).

Как показывают данные таблицы 1, при проведении опыта реакция яичников на гормональный препарат фоллимаг была эффективней, чем фоллтропин на 15,3%.

Таблица 1 – Гормональная обработка овцематок-доноров

Вид гонадотропина	n	Из них с суперовуляцией		Количество овуляций	
		n	%	всего	на донора
Фоллтропин	12	6	50,0	44	7,33
Фоллимаг	49	32	65,3	234	7,31

Вымывание эмбрионов у доноров выполнялось на 5-6-й день после начала охоты методом лапаротомии. Перед вымыванием эмбрионов овец-доноров выдерживали на голодной диете в течение 20-24 часов. Для общей анестезии внутривенно вводили 0,3-0,4 мл «Telasol» (Zoetis, США). Для промывания рогов матки использовали катетер Фоллея и раствор Дюльбекко с добавлением сыворотки теленка (DPBS, Gibco, США) [14]. Для оценки реакции яичников применяли лапароскоп диаметром 10 мм и установленную на нем видеокамеру, оба инструмента производства Karl Storz (Германия).

Если реакция была слабой (1-3 овуляции) эмбрионы не вымывали. После вымывания промытую жидкость отстаивали в течение 15 мин, затем набирали ее пипеткой, сливали в чашку Петри и просматривали под стереомикроскопом.

Криоконсервация эмбрионов в соломинках 0,25 мл в контрольной группе была выполнена на замораживателе Cryologic CL8800 (Австралия) (рисунок 1) по методике Tervit, Gold [15], витрификацию эмбрионов проводили новым способом, как показано на рисунке 2.

После заправки осуществлялась маркировка соломинки следующим образом: в соломинку со стороны пыжа вставляли цветную пластмассовую пробку, на которой тонким маркером записывали дату вымывания, порода донора и стадию эмбриона.



Рисунок 1 – Замораживатель Cryologic CL8800 (Австралия)

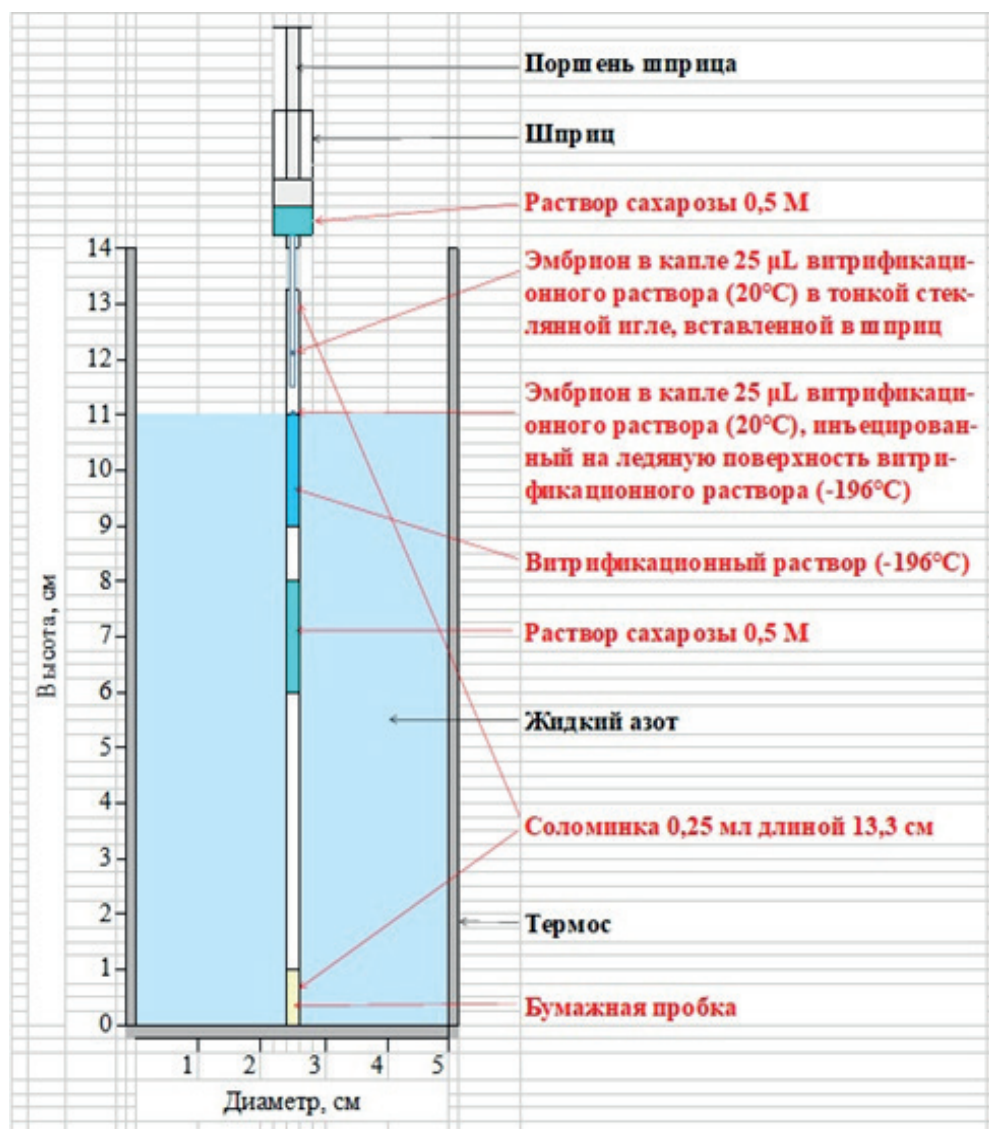


Рисунок 2 – Витрификация эмбриона в соломинке 0,25 мл новым способом

Результаты и обсуждение

Вызывание суперовуляции у овец-доноров индуцировали двумя гонадотропными препаратами: 1) фоллтропином в виде 6-ти внутримышечных инъекций в общей дозе 9 мл и 2) одной инъекцией 7 мл фоллимаг. В обеих схемах через 48 ч после начала обработки внутримышечно инъектировали 125 мкг эстрофана. Как видно из данных таблицы 2, после проявления индуцированной половой охоты, доноров осеменяли спермой баранов-производителей казахской курдючной грубошерстной породы.

Таблица 2 – Схема гормональной обработки овцематок-доноров и их осеменение

День обработки гонадотропином	Название гонадотропина	Доза гонадотропина (мл) / время введения (ч)	
		утро	вечер
11-12	Фоллтропин / Фоллимаг	9 - 7	9 - 7
14-15	Эстрофан	6 - 7	6 - 7
16	Охота и осеменение	+	+
17	Осеменение	+	+
21	Вымывание	8	-

На рисунке 3 показана оценка реакции яичников донора выведением на экран телевизора с помощью лапароскопа и видеокамеры.

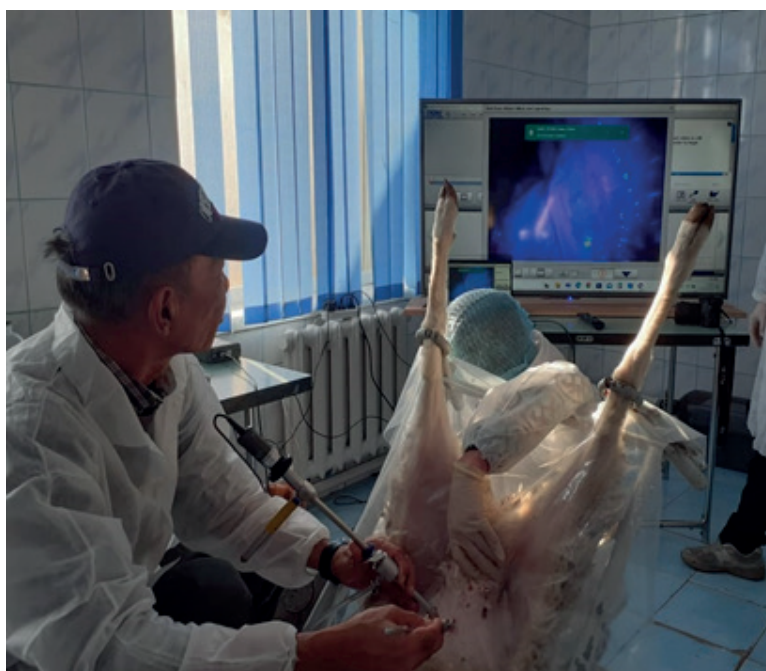


Рисунок 3 – Изображение реакции яичников донора на экране телевизора с помощью лапароскопа и видеокамеры, установленной на лапароскоп

Вначале с помощью лапароскопа оценивали реакцию донора на гормональную обработку. Вымывание эмбрионов проводили с помощью катетера Фоллея на 5-6-е дни (рисунки 4, 5).



Рисунок 4 – Процесс вымывания

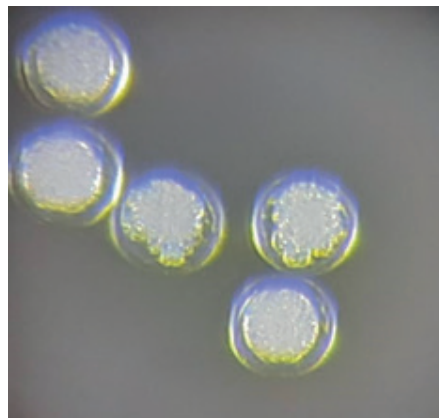


Рисунок 5 – 5-дневные эмбрионы овец

Методы криоконсервации основаны на двух главных факторах: криопротекторах и скорости замораживания-оттаивания. Выделяют два основных метода: традиционное медленное замораживание и витрификацию. Хранение, оттаивание и удаление криопротектора в этих методах имеют небольшие различия, основные различия заключаются в способе добавления криопротектора и скорости замораживания. Преимущества витрификации очевидны и бесспорны: образование кристаллов льда, которое является одной из основных и опаснейших причин криогенных повреждений, полностью устраняется за исключением переходного и очень короткого замерзания растворов во время оттаивания, которое для ооцитов и эмбрионов обычно считается безвредным.

Способ витрификации эмбрионов овец включает следующие этапы:

Погружение эмбрионов в растворы с увеличивающимися концентрациями глицерина и этиленгликоля (рисунок 6):

- 10% глицерин на 5 мин;
- 10% глицерин + 20% этиленгликоль на 5 мин.

Погружение в криопробирки с жидким азотом.



Рисунок 6 – Погружение эмбрионов в растворы с увеличивающимися концентрациями глицерина и этиленгликоля

Принцип витрификации заключается в помещении эмбрионов в высокую концентрацию криопротекторов в очень небольшие объёмы раствора, позволяя избежать образования кристаллов льда (рисунок 7).

Было проведено два эксперимента для проверки метода витрификации, который легко применять в полевых условиях. Все эмбрионы были собраны на 5-6-й день эстрального цикла у доноров овцематок, стимулированных ФСГ и оценены морфологически. Перед витрификацией эмбрионы содержали в модифицированном фосфатно-буферном растворе при комнатной температуре, после этого их промывали. Растворы готовили с постепенно увеличивающейся концентрацией глицерина и выдерживали эмбрионы определенное время в каждом растворе. Вымытые эмбрионы помещали в течение 5 мин в 10% среде глицерина и 20% этиленгликоля после перенесены в среду для витрификации (25% глицерина и 25% этиленгликоля). Все растворы были на основе mPBS. Эмбрионы, пригодные для замораживания (отличного, хорошего и удовлетворительного качества) набирали в соломинки (центральная часть 1 см, остальные части заполняли 0,8 М галактозой в mPBS (модифицированный фосфатно-буферный раствор)) и погружали в жидкий азот в течение 20-30 сек контакта с раствором для витрификации. Процедуру витрификации проводили при комнатной температуре 25 °C.



Рисунок 7 – Помещение эмбриона в капле 25 μ L криопротектора высокой концентрации

От 38 овец-доноров получено 107 эмбрионов или по 2,8 эмбриона на донора. Криоконсервировано 93 эмбриона. 21 эмбрион на стадии морулы и бластоцисты были витрифицированы в соломинках объемом 0,25 мл. Результативность вымывания эмбрионов составила 45%.

Для оценки качества замороженных эмбрионов через 2 месяца была проведена разморозка в количестве 6-ти соломинок, из них 3 соломинки были заморожены на программном замораживателе Cryologic CL8800 и 3 соломинки с эмбрионами, замороженными способом витрификации. В первую очередь размораживали и оценивали эмбрионы, прошедшие культивирование в инкубаторе CO₂ в течение суток. Следующим критерием отбора эмбриона являлось его качество, при этом учитывали внутриклеточную массу и трофктодермы, а также степень экспансии, т.е. размер эмбриона. Поэтому, в первый этап разморозки соломинки с эмбрионом помещали из жидкого азота непосредственно в раствор, нагретый до 37 °C. Второй этап разморозки эмбрионов проводился при комнатной температуре и заключался в постепенном замещении криопротектора и регидратации эмбриона. Для этого эмбрион последовательно перемещали из раствора с большей концентрацией криопротектора в раствор с меньшей концентрацией, конечный раствор уже не содержал криопротектор. Такое плавное снижение концентрации криопротектора имеет критическое значение и позволяет избежать повреждение эмбриона, связанное с осмотическим шоком. По окончании разморозки эмбрионы переносили в чашку для культивирования и помещали в инкубатор CO₂. Таким образом, из 6-ти размороженных соломинок в двух соломинках, замороженных программным замораживателем Cryologic CL8800, у эмбрионов была разрушена внутриклеточная масса (ВКМ), одна соломинка с эмбрионом замороженным способом витрификации была непригодна, так как внутриклеточная масса (ВКМ) была деформирована и непригодна для переноса.

По нашим результатам при размораживании эмбрионов, замороженных программным замораживателем Cryologic CL8800, выживали около 20% эмбрионов. Витрификация позволяет повысить частоту выживаемости до 40%.

Сравнивая методы криоконсервации эмбрионов в соломинках 0,25 мл и витрификацию эмбрионов новым способом, пришли к выводу, что новый способ витрификации оказался эффективнее и малозатратным, так как её можно использовать в полевых условиях не применяя электроэнергию, при этом расход жидкого азота меньше.

Заключение

Витрификация эмбрионов овец представляет собой ультрабыстрое замораживание клеток в стекловидное состояние без образования кристаллов льда за счет высокой концентрации криопротектора и минимального объема раствора. Таким образом, в соломинке процессы замораживания и оттаивания протекают значительно быстрее, по сравнению с медленным программным замораживанием, преимуществом способа является отсутствие специального оборудования.

Использование данного метода витрификации эмбрионов овец способствует снижению затрат расходного материала и применение его в полевых условиях.

Результаты исследований оценки качества при размораживании эмбрионов, замороженных программным замораживателем CryologicCL8800, показали 20% выживаемости эмбрионов. При использовании способа витрификации выживаемость составляет 40%.

Вклад авторов

АС, КИ, ЭА и ГБ: оформили исследование, провели поиск литературы, проанализировали собранные данные, подготовили рукопись. НМ и ЭЕ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи для подачи к публикации.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования на 2023-2025 годы Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан ИРН BR21882201 «Улучшение мясной продуктивности курдючных овец новыми методами селекции, генетики и биотехнологии».

Список литературы

- 1 Bols, PEJ, Stout, TAE. (2018). *Transvaginal Ultrasound-Guided Oocyte Retrieval (OPU: Ovum Pick-Up) in Cows and Mares*. In: Niemann, H., Wrenzycki, C. (eds) *Animal Biotechnology* 1. Springer, Cham.
- 2 Hansen, PJ. (2020). The incompletely fulfilled promise of embryo transfer in cattle-why aren't pregnancy rates greater and what can we do about it. *J Anim Sci*, 98(11), skaa288. DOI: 10.1093/jas/skaa288.
- 3 Kassens, A., et al. (2015). Intrafollicular Oocyte Transfer (IFOT) of Abattoir-Derived and In Vitro-Matured Oocytes Results in Viable Blastocysts and Birth of Healthy Calves. *Biol. Reprod.*, 92(6), 5-10. DOI: 10.1095/biolreprod.114.124883.
- 4 Malmakov, NI, Kulataev, BT, Iskakov, KA, Tastaganov, MA. (2023). Features of effective breeding methods to improve the reproduction ability of kazakhrough-wooled sheep. *Izdenister Natigeler*, 3(99), 150. DOI: 10.37884/3-2023/01.
- 5 Каташева, А., Кулатаев, БТ, Беднягин, Д. (2024). Етті-майлы күйрықты тұқымды қойлардың өнімді және биологиялық ерекшеліктерін арттыру. *Izdenister Natigeler*, 2(102), 36-42. DOI: 10.37884/2-2024/04.
- 6 Малмаков, НИ. (2016). *Совершенствование методов биотехнологии воспроизводства овец и коз*. Palmarium Academic Publishing, 127.

- 7 Rizos, D., Lonergan, P., Ward, F., Duffy, P., Boland, MP. (2002). Consequences of bovine oocyte maturation, fertilization, or early embryo development in vitro versus in vivo: Implications for blastocyst yield and blastocyst quality. *Molecular Reproduction Development*, 61, 234-248. DOI:10.1002/mrd.1153.
- 8 Спанов, АА, Бекенов, ДМ, Мусабаев БИ. (2014). *Методическая рекомендация по ускоренному воспроизводству крупного рогатого скота с использованием методов биотехнологии*. Рекомендация, Алматы: 39.
- 9 Baril, G., Traldi, AL, Cognie, Y., Leboeuf, B., Beckers, JF, Mermillod, P. (2001). Successful direct transfer of vitrified sheep embryos. *Theriogenology*, 56: 2, 299-305.
- 10 Massip, A., Van Der Zwalm, P., Scheffen, B., Ectors, F. (1989). Some significant steps in the cryopreservation of mammalian embryos with a note on a vitrification procedure. *Animal Reproduction Science*, 19(1-2), 117-129. DOI:10.1016/0378-4320(89)90052-3.
- 11 Malmakov, NI, Ptáček, M., Savvulidi, FG, Stadnik, L. (2022). Optimal time for Laparoscopic intrauterine insemination performed on ewes detected in natural heat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 10. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.103416.
- 12 Selionova, MI, Aibazov, MM, Zharkova, EK. (2023). Cryopreservation and Transfer of Sheep Embryos Recovered at Different Stages of Development and Cryopreserved Using Different Techniques. *Animals*, 13, 2361. DOI:10.3390/ani13142361.
- 13 Husein, MQ, Ababneh, MM, Ghozlan, HA. (2006). *Effect of progesterone supplement prior to pessary removal on reproductive performance of ewes out-of-season*. In: Book of Abstracts of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Antalya, Turkey: 12, 196.
- 14 Bari, F., Khalid, M., Haresign, W., Murray, A., Merrell, B. (2000). Effect of mating system, Flushing procedure, progesterone doze and donor ewe age on the yield and quality of embryos within a MOET programme in sheep. *Theriogenology*, 53: 3, 727-742.
- 15 Tervit, HR, Gold, PG. (1984). Deep freezing of sheep embryos. *Theriogenology*, 21, 268.

References

- 1 Bols, P.E.J., Stout, T.A.E. (2018). *Transvaginal Ultrasound-Guided Oocyte Retrieval (OPU: Ovum Pick-Up) in Cows and Mares*. In: Niemann, H., Wrenzycki, C. (eds) *Animal Biotechnology 1*. Springer, Cham.
- 2 Hansen, PJ. (2020). The incompletely fulfilled promise of embryo transfer in cattle-why aren't pregnancy rates greater and what can we do about it. *J Anim Sci.*, 98(11), skaa288. DOI: 10.1093/jas/skaa288.
- 3 Kassens, A., et al. (2015). Intrafollicular Oocyte Transfer (IFOT) of Abattoir-Derived and In Vitro Matured Oocytes Results in Viable Blastocysts and Birth of Healthy Calves. *Biol. Reprod.*, 92(6), 150. DOI: 10.1095/biolreprod.114.124883.
- 4 Malmakov, NI, Kulataev, BT, Iskakov, KA, Tastaganov, MA. (2023). Features of effective breeding methods to improve the reproduction ability of kazakhrough-wooled sheep. *Izdenister, nátiyeler*, 3(99), 5-10. DOI: 10.37884/3-2023/01.
- 5 Katasheva, A, Kulataev, BT, Bednyagin, D. (2024). Etti-maily quiryqty tuqymdy qoıardyń ónimdi jáne biologialyq erekshelekterin arttyrý. *Izdenister, nátiyeler*, 2(102), 36-42. DOI: 10.37884/2-2024/04. [in Kazakh].
- 6 Malmakov, NI. (2016). *Sovershenstvovanie metodov biotekhnologii vosпроизводства oves i koz*. Palmarium Academic Publishing: 127. [in Russ].
- 7 Rizos, D., Lonergan, P., Ward, F., Duffy, P., Boland, MP. (2002). Consequences of bovine oocyte maturation, fertilization, or early embryo development in vitro versus in vivo: Implications for blastocyst yield and blastocyst quality. *Molecular Reproduction Development*, 61, 234-248. DOI:10.1002/mrd.1153. [in Russ].
- 8 Spanov, AA, Bekenov, DM, Musabaev, BI. (2014). *Metodicheskaia rekomendasia po uskorennomu vosпроизводstvu krupnogo rogatogo skota s ispolzovaniem metodov biotekhnologii*. Rekomendasia, Almaty: 39. [in Russ].
- 9 Baril, G., Traldi, AL, Cognie, Y., Leboeuf, B., Beckers, JF, Mermillod, P. (2001). Successful direct transfer of vitrified sheep embryos. *Theriogenology*, 56: 2, 299-305.

- 10 Massip, A., Van Der Zwalm, P., Scheffen, B., Ectors, F. (1989). Some significant steps in the cryopreservation of mammalian embryos with a note on a vitrification procedure. *Animal Reproduction Science*, 19(1–2), 117-129. DOI:10.1016/0378-4320(89)90052-3.
- 11 Malmakov, NI, Ptáček, M., Savvulidi, FG, Stadnik, L. (2022). Optimal time for Laparoscopic intrauterine insemination performed on ewes detected in natural heat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 10. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.103416.
- 12 Selionova, MI, Aibazov, MM, Zharkova, EK. (2023). Cryopreservation and Transfer of Sheep Embryos Recovered at Different Stages of Development and Cryopreserved Using Different Techniques. *Animals*, 13, 2361. DOI:10.3390/ani13142361.
- 13 Husein, MQ, Ababneh, MM, Ghazlan, HA. (2006). *Effect of progesterone supplement prior to pessary removal on reproductive performance of ewes out-of-season*. In: Book of Abstracts of the 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Antalya, Turkey: 12, 196.
- 14 Bari, F., Khalid, M., Haresign, W., Murray, A., Merrell, B. (2000). Effect of mating system, Flushing procedure, progesterone dose and donor ewe age on the yield and quality of embryos within a MOET programme in sheep. *Theriogenology*, 53: 3, 727-742.
- 15 Tervit, HR, Gold, PG. (1984). Deep freezing of sheep embryos. *Theriogenology*, 21, 268.

Қазақтың құйрықты қылшық жүнді тұқымды қойларының эмбриондарын жуу нәтижелері

Сембаева А.И., Малмаков Н.И., Искаков К.А., Асылбекова Э.Б., Есжанова Э.Б.,
Бактыбаева Г.Е.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Соңғы уақытта өндірістің, сондай-ақ шаруашылық жүргізуші субъектілердің өзекті міндеті инновациялық технологияларды енгізу және оларды одан әрі дамыту болып табылады. Басым бағыттардың бірі – өнімділігі жоғары асыл тұқымды жануарлардың эмбриондарын трансплантациялау. Зерттеудің мақсаты – әрі қарай көбею үшін қазақтың құйрықты қылшық жүнді қойларының құнды генетикалық материалын сақтау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер Алматы облысының «Медхан» ШҚ қазақтың құйрықты қылшық жүнді тұқымды қой аналықтарында Қ.У. Медеубеков атындағы қой шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндіру ғылыми-зерттеу институты» ЖШС филиалы қой өсіру биотехнологиясы зертханасында жүргізілді. Донорлардың суперовуляциясын тудыру үшін фоллимаг пен фоллтропин гормоналды препараттары қолданылды. Аналық бездердің реакциясын бағалау лапараскоппен жүргізілді. Донорлардағы эмбриондарды жуу лапаротомия әдісімен жүргізілді. 0,25 мл түйіршік эмбриондарды криоконсервациялау Cryologic CL8800 (Австралия) мұздатқышында орындалды және эмбриондарды витрификациялау жаңа әдіспен жүргізілді.

Нәтижелер. Суперовуляцияны тудырған кезде 38 донор қойдан 107 эмбрион алынды оның ішінде морула сатысында 93 эмбрион криоконсервіленді және бластоцист 0,25 мл түйіршікке витрификацияланды. Эмбриондарды жуудың тиімділігі 45% құрады. Мұздатылған эмбриондардың сапасын бағалау кезінде 2 айдан кейін 6 түйіршік ерітілді. Cryologic cl8800 бағдарламалық мұздатқышымен мұздатылған екі түйіршікте эмбриондардың жасушаішілік салмағы жойылды өміршендік деңгейі 20% құрады. Мұздатылған витрификация әдісімен эмбрионы бар үш түйіршіктің бір түйіршігі жарамсыз болды, өміршендік деңгейі 40% құрады.

Қорытынды. Фоллимаг гормоналды препаратын 7 мл дозада қолдану кезінде суперовуляция – 65,3%, фоллтропин жалпы 9 мл дозада 50,0% суперовуляцияны қамтамасыз етті. Фоллимаг гормоналды препаратына аналық бездердің реакциясы фоллтропинге қарағанда 15,3% тиімді болды. Бұл ретте 107 эмбрион жуылды оның ішінде морула және бластоцист сатысында 93 эмбрион криоконсервацияланды эмбриондарды жуу 45% құрады. Зерттеу нәтижелері қой эмбриондарын витрификациялау әдісін қолдану шығын материалдарының шығындарын азайтуға ықпал ететіндігін және далада қолдануда практикалық тұрғыдан ерекшеленетіндігін көрсетті.

Кілт сөздер: қой; донор; ооцит; эмбрион; витрификация; мұздату.

The results of embryo flushing in Kazakh short-tailed coarse-haired sheep

Aigyl I. Sembayeva, Nurlan I. Malmakov, Kairat A. Iskakov, Elmira B. Assylbekova,
Elmira B. Yeszhanova, Gulzhan E. Baktybayeva

Abstract

Background and Aim. Recently, the introduction and further development of innovative technologies has become a pressing issue for production and economic entities. One of the priority areas is the transplantation of embryos from elite animals with high productive potential. The aim of this research was to preserve valuable genetic material from Kazakh fat-rumped coarse-wooled sheep for further breeding.

Materials and Methods. The research was conducted on ewes of the Kazakh fat-rumped coarse-wooled breed at the "Medkhan" farm in the Almaty region, in the laboratory of biotechnology of sheep reproduction at the Research Institute of Sheep Breeding named after K.U. Medeubekov, a Branch of the Kazakh Research Institute of Animal and Fodder Production LLP. To induce superovulation in donor-ewes the hormonal drugs Follimag and Follitropin were administered. Ovarian response and embryo flushing in donors were achieved via laparotomy. Embryo cryopreservation in 0.25 ml straws was performed using a Cryologic CL8800 freezer (Australia), and embryo vitrification was performed using a new method. Ovarian response to hormonal treatment was assessed by laparoscopy. Embryo flushing by donor ewes was performed by laparotomy. Cryopreservation of embryos in 0.25 ml straws was performed using a Cryologic CL8800 freezer (Australia), and embryo vitrification was performed using a new method.

Results. Superovulation was successfully induced in 38 donor ewes, yielding 107 flushed embryos, of which 93 embryos at the morula and blastocyst stages were cryopreserved and vitrified in 0.25 ml straws. The embryo flushing rate was 45%. To assess the quality of the frozen embryos after 2 months, 6 straws were thawed. In two straws frozen using the Cryologic CL8800 program freezer, the intracellular contents of the embryos were destroyed, and the survival rate was 20%. Of the three straws containing vitrified embryos, one straw was unusable, and the survival rate for vitrified embryos was 40%.

Conclusion. Administration of the hormonal drug Follimag at a dose of 7 ml resulted in superovulation in 65.3% of donor ewes, while Follitropin at a total dose of 9 ml resulted in superovulation in 50.0% of donor ewes. The ovarian response to Follimag was 15.3% more effective compared to Follitropin. A total of 107 embryos were flushed, of which 93 embryos at the morula and blastocyst stages were cryopreserved. Embryo flushing rate was 45%. The findings demonstrate that the vitrification method for sheep embryos reduces the cost of consumables and is practical for field application.

Keywords: sheep; donor; oocyte; embryo; vitrification; freezing.

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. - № 3 (127). - Р.279-287. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2027

УДК 636.022 636.082

Исследовательская статья

Селекционно-генетический анализ результатов испытаний по собственной продуктивности казахских белоголовых бычков в условиях КХ «Даурен»

Карымсаков Т.Н. , Кожемжаров Е.С. , Ергали Б.Б. , Сайлаубек П.Ж. ,
Атагелдиев Д.Д. 

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

Автор-корреспондент: Карымсаков Т.Н.: kartalgat@mail.ru

Соавторы: (1: ЕК) eroha-1963@mail.ru; (2: БЕ) bekarys.yergali@mail.ru

(3: ПС) sailaubek_pernebek@mail.ru; (4: ДА) datageldiyev@mail.ru

Получено: 22.07.2025 Принято: 29.09.2025 Опубликовано: 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Предпосылкой успешного развития отрасли мясного скотоводства Казахстана является получение животных, генетически предрасположенных к проявлению высокой мясной продуктивности и формированию качественной мясной продукции. Целью исследований явилось проведение испытаний бычков казахской белоголовой породы по собственной продуктивности, с охватом селекционно-генетических параметров изучаемых признаков, в том числе и прижизненной оценке их мясной продуктивности.

Материалы и методы. При проведении испытаний использовались общепринятые методики зоотехнических, генетических, статистических и биометрических исследований. Объектом исследований послужили бычки казахской белоголовой породы, после отбивки от коров-матерей (7-9 мес.) до годовалого возраста, проходившие испытания по собственной продуктивности в условиях базового хозяйства КХ «Даурен» Жарминского района, Абайской области.

Результаты. В результате исследований установлено, что живая масса бычков при постановке и снятии с испытаний по собственной продуктивности превышала средние значения показателей стандарта казахской белоголовой породы первого бонитировочного класса. Коэффициенты вариации среднего значения живой массы бычков в 365 дней и среднесуточного прироста массы в период от 205 до 365 дней, были достаточно высоки: 15,2% и 30,7%, соответственно. При постановке же бычков на испытания по собственной продуктивности в 205 дней, коэффициент вариации их живой массы составлял всего 3,2%. Следует отметить, что по показателю экстерьера (высота в крестце) бычки в годовалом возрасте, в пределах группы были относительно выровнены, на что указывает не высокое значение коэффициента вариации равное 3,5%. Достаточно высокая вариабельность отмечена по затратам корма на 1 кг прироста массы, площади мышечного глазка и толщине подкожного жира.

Закключение. При анализе результатов испытаний бычков по собственной продуктивности и расчете коэффициентов наследуемости установлено, что на селектируемые признаки от 30 до 54% оказывают воздействие генетические факторы. При этом, с повышением живой массы бычков на 1 кг, высота в крестце, в среднем по группе, увеличивается на 0,16%, площадь мышечного глазка на 3,05%, и толщина подкожного жира на 2,67%, что указывает на высокие положительные корреляционные связи между живой массой и изучаемыми признаками.

Ключевые слова: мясное скотоводство; селекция; испытания; продуктивность.

Введение

Общеизвестно, что селекционные параметры в племенном животноводстве используются для оценки генетического развития стада или популяции в целом, а также позволяют прогнозировать эффект селекции в каждом новом поколении.

В последние несколько десятков лет, во многих европейских странах, а также в США, Канаде и Австралии, при расчёте селекционно-генетических показателей в мясном скотоводстве на популяционном уровне были получены высокие значения по живой массе и качеству продукции.

Следует отметить, что в конечном счёте основная задача отрасли мясного скотоводства заключается в получении при убое полноценных качественных туш, что, в свою очередь, напрямую зависит от предубойной живой массы откормочного поголовья. Достижение как можно в короткие сроки желаемой живой массы в значительной степени предопределяется генотипами животных, которые при одинаковых условиях содержания, по-разному могут проявлять свои наследственные качества. Однако, и скороспелость и высокая живая масса могут обеспечить повышение выхода мяса и тяжёлые туши, но качество самой продукции при этом может оставаться низким [1].

Получение качественной говядины зависит от многих технологических факторов, однако, в плане селекционно-племенной работы, основным методом повышения качества мяса является использование препотентных по комплексу признаков быков-производителей. Поэтому в мировой практике оценке племенной ценности и препотентности быков-производителей уделяют особое внимание. Помимо высокой живой массой и скороспелости, селекция быков должна быть направлена на способность стойко передавать свои наследственные задатки потомству по многим другим признакам, в т.ч. и направленным на получение мраморной говядины.

В исследованиях учёных разных стран установлено, что оценка мраморности значительно влияет на качество и ценность говядины [2, 3, 4]. При этом если ранее качество мяса определялось только после убоя и сортировки его по классности, то с внедрением новых технологий, такую процедуру стало возможным проводить прижизненно, путём применения ультразвуковых сканеров [5].

Исследования селекционно-генетических параметров мясного скота, проведенные рядом зарубежных учёных, свидетельствуют о достаточной высокой положительной корреляции между прижизненной и послеубойной оценкой площади мышечного глазка и подкожного жира [6, 7, 8, 9], а также устойчивой наследуемости этих признаков (от 0,40 до 0,63) [10, 11]. Поэтому методика ультразвукового сканирования хорошо зарекомендовала себя в программах разведения крупного рогатого скота в США, Канаде и Австралии [12, 13], что нашло отражение в достаточно большом количестве научных публикаций [14, 15, 16, 17].

В Казахстане до настоящего времени оценка племенных качеств крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, традиционно основывается на трех показателях: живая масса, экстерьер и родословная, по которым рассчитывается комплексный класс животных, предопределяющий их дальнейшее использование в селекционно-племенной работе [18]. 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. Однако, по инициативе Республиканских палат, в частности казахской белоголовой породы, после окончания испытаний бычков по собственной продуктивности, помимо вышеуказанных признаков, в обязательном порядке, у испытуемых бычков с применением сканера должны оцениваться толщина подкожного жира и площадь мышечного глазка.

В племенных стадах казахской белоголовой породы весьма глубоко изучены селекционно-генетические параметры по таким основным признакам, как живая масса и экстерьер. При этом, существенный интерес представляют также показатели селекционно-генетических параметров, которые дают определенное представление об эффективности отбора бычков по желаемым качествам и передаче их последующим поколениям. Исходя из изложенного выше материала, вытекает цель наших исследований которая заключалась в изучении селекционно-генетических параметров основных селекционируемых признаков у бычков казахской белоголовой породы, в том числе и прижизненной оценке их мясной продуктивности.

Материалы и методы

Объектом исследований послужили бычки годовалого возраста казахской белоголовой породы, проходившие испытания по собственной продуктивности в условиях базового хозяйства КХ «Даурен».

Испытания бычков по собственной продуктивности организовывались, согласно Методике, утверждённой приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 января 2023 года № 27 [19]. Прижизненное ультразвуковое сканирование толщины подкожного жира и площади мышечного глазка осуществляли согласно ГОСТ Р 57784-2017 [20]. Расчёт среднего арифметического значения, стандартного отклонения, коэффициентов вариации и корреляции выполняли на программе Excel. Коэффициенты регрессии определяли по методике Е.К. Меркурьевой [21]. Наследуемость определяли в однофакторном дисперсионном комплексе [22].

Результаты и обсуждение

Известно, что важным элементом племенной работы в отрасли мясного скотоводства являются селекционные мероприятия, направленные на отбор лучших особей для последующего их спаривания. При этом, в репродукции любой популяции значительная роль отводится быкам-производителям, отбор которых по желательным признакам и правильный подбор к маточному поголовью, создают положительный эффект селекционного дифференциала в каждом новом поколении. Поэтому одним из путей точного и результативного отбора производителей специализированных мясных пород является их двухэтапная оценка по хозяйственно-полезным и генетическим признакам: первый этап – испытания по собственной продуктивности, второй – оценка по качеству потомства.

Для выполнения первого этапа, организации испытаний по собственной продуктивности, в 2024 году в базовом хозяйстве КХ «Даурен» была проведена бонитировка племенного стада с отбивкой и отбором бычков после отъема от коров-матерей. Лучшие по росту и развитию бычки были поставлены на испытания по собственной продуктивности. По достижению бычками годовалого возраста был проведен анализ селекционируемых признаков, результаты чего отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели основных селекционируемых признаков при проведении испытаний бычков казахской белоголовой породы по собственной продуктивности

Показатели	Единица измерения	M±m	σ	Cv
Живая масса, скорректированная на 205 дней	кг	208,4±0,6	6,7	3,2
Живая масса, скорректированная на 365 дней	кг	389,9±5,0	59,3	15,2
Среднесуточный прирост живой массы от 205 до 365 дней	г	1475±38,7	452,5	30,7
Затрачено кормов на 1 кг прироста живой массы в период испытания	к.ед	6,9±0,08	0,9	13,0
Высота в крестце	см	119,0±0,36	4,2	3,5
Площадь мышечного глазка	см ²	34,4±0,42	4,9	14,3
Толщина подкожного жира	см	1,4±0,03	0,8	27,5

Изучение представленных в таблице данных показало, что живая масса бычков при постановке и снятии с испытаний по собственной продуктивности значительно превышала средние значения показателей стандарта казахской белоголовой породы первого бонитировочного класса. Одним из важных селекционно-генетических показателей при обработке цифровых материалов, является коэффициент вариации (Cv), значение которого позволяет получить представление об изменчивости признака по отношению к его среднему значению. Коэффициенты вариации средних значений живой массы бычков в 365 дней и среднесуточного прироста от 205 до 365 дней, были достаточно высоки: 15,2% и 30,7%, соответственно. При постановке бычков на испытания

по собственной продуктивности в 205 дней, коэффициент вариации живой массы составил всего 3,2% из чего следует, что в момент постановки бычков на испытания, их вариабельность по живой массе была не значительна, а в период испытаний, подобранные генотипы по-разному проявили свои генетические возможности, что в итоге отразилось на конечных результатах.

Следует отметить, что по показателю экстерьера (высота в крестце) бычки в годовалом возрасте, в пределах группы были относительно выровнены, на что указывает не высокое значение коэффициента вариации равное 3,5%. Достаточно высокая вариабельность отмечена по затратам корма на 1 кг прироста массы, площади мышечного глазка и толщине подкожного жира.

При одинаковых условиях содержания бычков на испытаниях, по-разному проявлялись их фенотипические признаки, что также определялось их индивидуальной наследственностью. В этой связи, вторым изученным нами селекционно-генетическим показателем коэффициент наследуемости (h^2), который показывает относительную долю изменчивости признака, обусловленную генетическими факторами (рисунок 1).

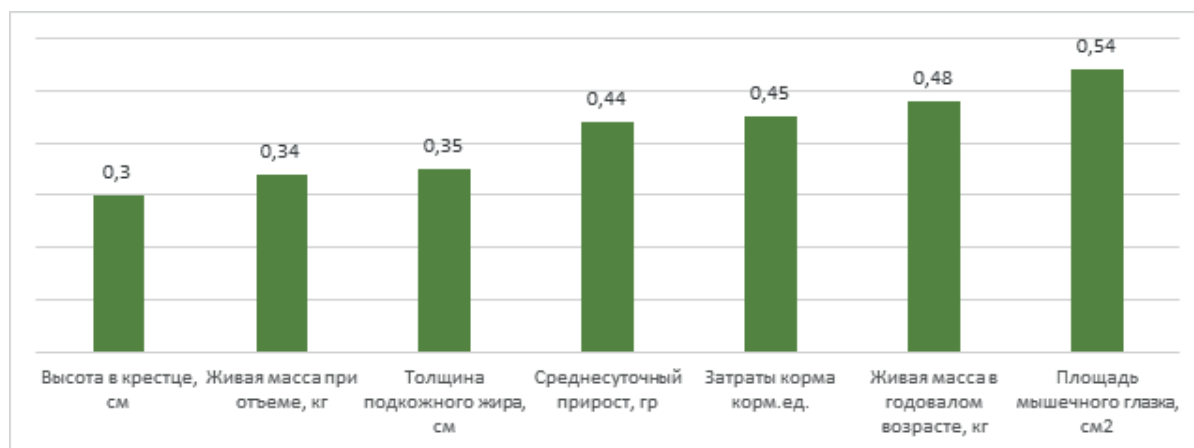


Рисунок 1 – Показатели наследуемости селекционируемых признаков

Из данных рисунка 1 видно, что в рамках прошедших испытания по собственной продуктивности бычков, от 30 до 54% на каждый селекционируемый признак приходится генетически обусловленный вклад родителей, остальная часть отведена факторам окружающей среды. Поэтому, полученные при проведении испытаний данные о наследуемости, указывают на важность генетического отбора по основным селекционируемым признакам и необходимость постоянного их улучшения, чего в свою очередь, можно добиться, используя в программе селекции генетически ценных производителей.

К третьему, изученному нами селекционно-генетическому показателю, относится коэффициент корреляции (r), показывающий прямолинейную связь между двумя переменными. Поскольку в мясном скотоводстве основным показателем является живая масса, то коэффициент корреляции рассчитывался нами между живой массой бычков в годовалом возрасте и тремя другими, селекционируемыми признаками (рисунок 2).

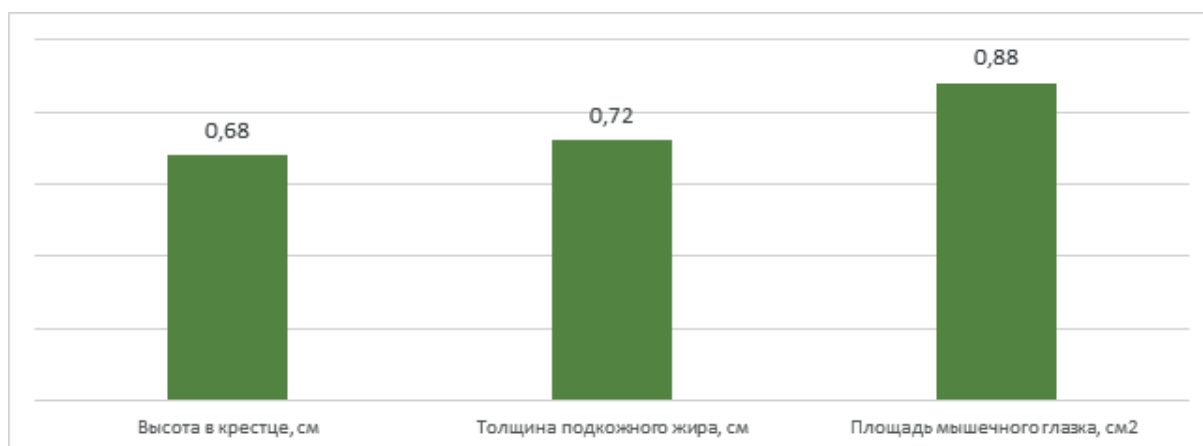


Рисунок 2 – Корреляционная связь живой массы с селекционируемыми признаками

Наши расчёты показали, что селекционируемые признаки, значения которых отражены на рисунке 2, достаточно высоко коррелируют с живой массой бычков в годовалом возрасте. Рассчитывать же корреляционную зависимость между живой массой бычков в годовалом возрасте и живой массой при отъёме, среднесуточным приростом и затратами корма на 1 кг прироста, не имеет смысла, поскольку живая масса телят при отъёме, это пройденный этап, не имеющий существенного значения для дальнейшей селекции, а среднесуточные приросты массы и затраты корма, в любом случае, между собой будут иметь высокую корреляцию.

В выполненных нами исследованиях было установлено, что высота в крестце, толщина подкожного жира и площадь мышечного глазка положительно сопряжены с живой массой подопытных бычков казахской белоголовой породы. Вместе с тем возникает вопрос, на сколько у бычков будут изменяться эти признаки при увеличении живой массы. Ответ на этот вопрос может дать изученный нами четвертый селекционно-генетический показатель – коэффициент регрессии (R), указывающий на сколько в среднем, в расчёте на единицу изменится зависимая переменная, при увеличении независимой. В нашем случае зависимыми переменными являются признаки в наибольшей степени, сопряжённые с живой массой, а независимой переменной – сама живая масса (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели коэффициентов регрессии селекционируемых признаков в наибольшей степени сопряженных с живой массой

Селекционируемые признаки	R	Фактические данные	Прогнозные данные
Живая масса в 365 дней, кг	-	389,9	400
Высота в крестце, см	0,16	119,0	120,6
Площадь мышечного глазка, см ²	3,05	34,4	44,9
Толщина подкожного жира, см	2,67	1,4	1,7

Данные таблицы 2 показывают, что при повышении живой массы испытываемых бычков на 1 кг, высота в крестце повышется на 0,16%, а площадь мышечного глазка и толщина подкожного жира, соответственно, на 3,05 и 2,67%. Если в процессе селекции каждое новое поколение бычков, в среднем достигнет живой массы 400 кг, то можно прогнозировать, что средний показатель их высоты в крестце повысится на 1,6 см, площадь мышечного глазка увеличится на 10,5 см², а толщина подкожного жира на 0,3 см. И эти показатели будут обеспечены только за счет генетических факторов, передаваемых от отца к сыну.

Заключение

Полученные в базовом хозяйстве КХ «Даурен» результаты испытаний бычков казахской белоголовой породы по собственной продуктивности позволили установить вариабельность селекционируемых признаков, при этом наиболее низким показателем отмечен признак высоты

в крестце. Другие признаки имеют достаточно высокую вариабельность что, с одной стороны, не желательно ввиду разнородности бычков в пределах группы, с другой же стороны, в этой группе имеется больше возможностей отбирать лучшие генотипы для последующей селекции. Изучение коэффициентов наследуемости показало существенное влияние генетических факторов родителей на основные селекционируемые признаки потомков, при этом от 46 до 70% влияния на эти признаки оказывают факторы окружающей среды. Изучение значений коэффициентов корреляции позволило установить признаки в наибольшей степени, связанные с живой массой. Повышение живой массы бычков непосредственно влияет на увеличении значений других признаков, при этом коэффициенты регрессии достаточно четко показали количественные изменения этих признаков при повышении живой массы бычков на 1 кг.

Вклад авторов

Все авторы участвовали в проведении исследований. ТК, ЕК, ЕБ, ПС, ДА: формулировали результаты, осуществили литературный обзор, провели анализ данных, подготовили статью, а также осуществили корректировку и провели вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную версию рукописи

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан ПЦФ BR22885686 «Разработка системы генетического совершенствования мясных пород с применением инновационных методов молекулярной генетики, селекции и цифровых технологий».

Список литературы

- 1 Natalia, PM, Nicola, MS, Morris, T., Nicolás, L., Julie, M., Rebecca, EH. (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 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.
- 3 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.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 Fabbri, G., Giancesella, 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.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 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.

- 10 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.
- 11 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.
- 12 *Beef CRC The Co-operative Research Centre for Cattle and Beef Quality* (2007).
- 13 *American Angus Association*. (2015). <http://www.angus.org./sireeval/>
- 14 Pauling, R. C., Speide, S. E., Thomas, M. G., Holt, T. N., Enns, R. M. (2023). Genetic parameters for pulmonary arterial pressure, yearling performance, and carcass ultrasound traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, Volume 101, 2023, skad288. DOI: 10.1093/jas/skad288.
- 15 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.
- 16 Fiore, E., Fabbri, G., Luigi, G., Morgante, M., Boso, M., Giancesella, 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.
- 17 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.
- 18 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 10 октября 2014 года № 3-3/517. «Об утверждении инструкций по бонитировке».
- 19 Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 января 2023 года № 27. «Об утверждении Правил проведения оценки (испытаний) племенных животных по собственной продуктивности».
- 20 Межгосударственный стандарт ГОСТ 577842017 - Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота мясного направления. (2017). Москва: Стандартинформ.
- 21 Меркурьева, ЕК. (1970). *Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных*. Москва: «Колос», 178-182.
- 22 Моисейкина, ЛГ, Турдуматов, БМ. (2006). *Методы и оценки количественных признаков в животноводстве*. Учебно-метод. пособие, Элиста, 57-60.

References

- 1 Natalia, PM, Nicola, MS, Morris, T., Nicolás, L., Julie, M., Rebecca, EH. (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 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.
- 3 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.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 Fabbri, G., Giancesella, 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.

- 7 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.
- 8 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.
- 9 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.
- 10 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.
- 11 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.
- 12 Beef CRC The Co-operative Research Centre for Cattle and Beef Quality. (2007).
- 13 American Angus Association. (2015). <http://www.angus.org./sireeval/>.
- 14 Pauling, R. C., Speidel, S. E., Thomas, M. G., Holt, T. N., Enns, R. M. (2023). Genetic parameters for pulmonary arterial pressure, yearling performance, and carcass ultrasound traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, Volume 101, 2023, skad288. DOI: 10.1093/jas/skad288.
- 15 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.
- 16 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.
- 17 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.
- 18 Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 10 oktyabrya 2014 goda № 3-3/517. «Ob utverzhdenii instrukcij po bonitirovke».
- 19 Prikaz Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 25 yanvary 2023 goda № 27. «Ob utverzhdenii Pravil provedeniya ocenki (ispytaniy) plemennyh zhivotnyh po sobstvennoi produktivnosti».
- 20 Mezhdgosudarstvennyi standart GOST 57784-2017 – Zhivotnye plemennye sel'skohozyajstvennye. Metody opredeleniya parametrov produktivnosti krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya. (2017). Moskva: Standartinform.
- 21 Merkur'eva, EK. (1970). *Biometriya v selekcii i genetike sel'kohozyajstvennyh zhivotnyh*. Moskva «Kolos», 178–182.
- 22 Moisejkina, LG, Turdumatov, BM. (2006). *Metody i ocenki kolichestvennyh priznakov v zhivotnovodstve*. Uchebno-metod. posobie, Elista, 57–60.

«Даурен» шаруа қожалығы жағдайында қазақтың ақбас тұқымды бұқашықтарын өз өнімділігі бойынша сынақтан өткізу нәтижелерінің селекциялық-генетикалық талдауы

Карымсаков Т.Н., Кожемжаров Е.С., Ергали Б.Б., Сайлаубек П.Ж., Атагелдиев Д.Д.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Етті ірі қара мал шаруашылығын табысты дамыту үшін жоғары ет өнімділігін көрсетуге және сапалы ет өнімін қалыптастыруға генетикалық бейімділігі бар малды алу басты алғышарт болып табылады. Зерттеудің мақсаты – қазақтың ақбас тұқымды бұқашықтарын өз өнімділігі бойынша сынақтан өткізу және зерттелетін белгілердің, соның ішінде ет сапасының селекциялық-генетикалық параметрлерін талдау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу материалы ретінде, «Даурен» шаруа қожалығының (Абай облысы, Жарма ауданы) базалық шаруашылығы жағдайында 7-9 айлығында ежелерінен айырылғаннан бастап бір жасқа дейін өз өнімділігі бойынша сынақтан өткен қазақтың ақбас тұқымды бұқашықтары алынды. Сынақтар зоотехникалық, генетикалық, статистикалық және биометриялық зерттеулердің жалпы қабылданған әдістемелері бойынша жүргізілді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде бұқашықтардың өз өнімділігі бойынша сынаққа қойылған кездегі тірілей салмағы тұқым стандартының ең төменгі көрсеткішінен 9,6%-ға, ал сынақтан алынған кездегі салмағы тиісінше 29,9%-ға жоғары екені анықталды. Бұқашықтардың 365 күндегі орташа тірілей салмағы 205-тен 365 күнге дейінгі орташа тәуліктік салмақ қосу көрсеткіштерінің вариация коэффициенттері сәйкесінше 15,2% және 30,7% болды. Бұқашықтар өз өнімділігі бойынша сынаққа қойылған кездегі 205 күндік тірілей салмағының вариация коэффициенті небәрі 3,2%-ды құрады. Сынақтан өткен бұқашықтар тобы бойынша тірілей салмақ пен құйымшақ биіктігінің көрсеткіштері біркелкілігімен ерекшеленді. Ал басқа зерттелген белгілер бойынша вариация коэффициенттері орташа және жоғары деңгейде – 13%-дан 37%-ға дейін болды.

Қорытынды. Бұқашықтардың өз өнімділігі бойынша сынақ нәтижелерін және тұқым қуалаушылық коэффициенттерін талдау негізінде, селекцияланатын белгілерге генетикалық факторлардың әсер ету деңгейі 30%-дан 54%-ға дейін болатыны анықталды. Сонымен қатар тірілей салмақ 1 кг артқанда, топ бойынша орта есеппен құйымшақ биіктігі 0,16%-ға, бұлшық ет көзінің ауданы 3,05%-ға, тері астындағы май қабатының қалыңдығы 2,67%-ға артады. Бұл тірілей салмақ пен зерттелетін белгілер арасындағы оң және жоғары корреляциялық байланыстардың бар екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: етті ірі қара шаруашылығы; селекция; сынақ; өнімділік.

Selection and genetic analysis of performance testing results in Kazakh white-headed bulls under the conditions of the “Dauren” farm

Talgat N. Karymsakov, Ertai S. Kozhemzharov, Bekarys B. Ergali,
Pernebek Zh. Sailaubek, Damir D. Atageldiyev

Abstract

Background and Aim. A key prerequisite for the successful development of beef cattle breeding is the production of animals genetically predisposed to high meat productivity and superior meat quality. The aim of this study was to conduct performance testing of Kazakh White-headed bulls, focusing on selection and genetic parameters of the studied traits, including meat quality.

Materials and Methods. The research material consisted of Kazakh white-headed bulls that were tested for individual performance from weaning (7-9 months) to 12 months of age under the conditions of the base farm “Dauren,” located in the Zharma District of the Abai Region. Standard zootechnical, genetic, statistical, and biometric research methods were used during the performance testing.

Results. The study revealed that the live weight of the bulls at the beginning of the performance test exceeded the breed standard minimum by 9.6%, and by the end of the test - by 29.9%. The coefficients of variation for the average live weight at 365 days and the average daily gain from 205 to 365 days were relatively high, at 15.2% and 30.7%, respectively. At the beginning of the test (205 days of age), the variation coefficient for live weight was only 3.2%. Among all tested bulls, the most consistent traits were live weight at weaning and height at the sacrum. For other traits, coefficients of variation ranged from moderate to high, between 13% and 37%.

Conclusion. The analysis of performance testing results and heritability coefficients showed that genetic factors affect 30% to 54% of the selection traits. Each 1 kg increase in live weight, was associated with an average increase of 0.16% in height at the sacrum, 3.05% in ribeye area, and 2.67% in subcutaneous fat thickness. These results indicate strong positive correlations between live weight and the key performance traits studied.

Keywords: beef cattle; performance testing; selection; genetic analysis; productivity.

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. - № 3 (127). - Р.288-302. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.3\(127\).2028](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2028)

УДК 631.582, 631.111.2.

Обзорная статья

Сравнительная оценка эффективности диверсификации посевов в Северо-Казахстанской области

Соловьёв О.Ю. , Евсеенко И.А. , Кадиров Б.У. 

Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция, Шагала, Казахстан

Автор-корреспондент: Соловьёв О.Ю.: solovyev_1990@mail.ru

Соавторы: (2: ИЕ) inna_evseenko@mail.ru; (3: БК) kadyrovbagdat9@gmail.com

Получено: 23.07.2025 **Принято:** 29.09.2024 **Опубликовано:** 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Одной из первостепенных проблем, на решение которой нацелена Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021-2030 годы, является слабый темп процесса диверсификации в растениеводческой отрасли. В основных зерносеющих регионах страны преобладает монокультура – пшеница. Оценивая общую структуру посевов по Северо-Казахстанской области в долгосрочной перспективе, можно отметить относительный рост площадей под зерновыми колосовыми (пшеница, ячмень) и зернобобовыми культурами (горох, чечевица), при этом значительное снижение доли масличных. Цель исследования – сравнительная оценка уровня и перспектив диверсификации сельскохозяйственных площадей Северо-Казахстанской области, в сравнении с опытом мировых лидеров сельскохозяйственной отрасли.

Материалы и методы. В исследовании использованы общенаучные методы: описание, анализ и синтез, формирование и анализ динамических рядов, а также системный анализ. Сравнительная оценка уровня диверсификации проведена на основании изучения статистики изменения посевных площадей, структуры посева отдельных предприятий области, мирового опыта, а также результатов научных исследований по диверсификации в сходных почвенно-климатических условиях.

Результаты. Представлена оценка эффективности, актуальность, текущее состояние уровня диверсификации, а также динамика структуры посевных площадей по Северо-Казахстанской области, оценка мирового опыта эффективности диверсификации, предложения производству на основании проведённых научно-исследовательских работ, опыта базовых и передовых хозяйств.

Заключение. На основании изучения мирового опыта диверсификации, таких стран как Канада, Российская Федерация, выявлены принципы: планомерного снижения черного пара в пользу перезанимающих культур, введение в структуру плодосменных севооборотов с включением высокорентабельных культур, ориентированных на конкретные цели и условия производства. Передовые предприятия Северо-Казахстанской области также практикуют опыт мировых стран лидеров сельскохозяйственной отрасли, в частности полным отказом от черного пара, и доведением структуры посевов до оптимального высокорентабельного соотношения.

Ключевые слова: диверсификация; площадь посева; севооборот; сельскохозяйственная культура; структура посева.

Введение

На основании изучения литературных источников, диверсификация деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях рыночной экономики позволяет снижать

риски необоснованно высоких затрат и гибко реагировать на изменяющуюся структуру спроса, сохранять потенциал организации и производственные мощности. Особенностью диверсификации для сельского хозяйства является возможность приспособиться к меняющимся условиям сельскохозяйственного рынка и даже оказывать воздействие на него [1, 2]. При этом, установление оптимального соотношения возделываемых групп культур, а также чистых паров, является важным фактором управления продуктивностью, плодородием и эффективностью производства [3, 4].

Так, важным фактором повышения устойчивости земледелия в условиях изменяющегося климата является диверсификация культур севооборота, увеличение посевных площадей под засухоустойчивыми, жаростойкими культурами, такими как кукуруза, просо, соя, нут и другие, а также новыми сортами, устойчивыми к абиотическим стрессам [5]. На основании исследований Красноярского государственного аграрного университета, было разработано эффективное соотношение посевных площадей, обеспечивающее максимальную продуктивность, а также производство кормопroteина с га, при котором доля зерновых и зернобобовых культур составляет 55,8% (в т.ч. пшеница – 38%, рожь – 5,1%, ячмень, овес – 8,1%, горох – 4,6%), доля кормовых – 28,8% (в т.ч. кукуруза (силос) – 12,5%, корнеплоды – 1,8%, однолетние и многолетние травы – 14,5%, зеленый корм – 10,9%), доля пара – 15,4% [6].

Исследованиями Владикавказского научного центра РАН установлено, что для подзоны неустойчивого увлажнения в структуре посевных площадей озимые и яровые зерновые должны занимать 33%, кукуруза на зерно – 30%, зернобобовые – 7%, кормовые – 16-17%, овощи – 5%, однолетние и многолетние травы – 8% [7]. При этом, согласно экспериментальным данным, полученным в Омской области, разработанные полевые, кормовые и почвозащитные севообороты с использованием технических культур увеличивают выход кормовых единиц с 1 га пашни на 15-25%, для этого необходимо: в структуре посевных площадей зерновые должны занимать 33%, кукуруза на силос – 30%, технические – 12%, кормовые – 16-17%, однолетние травы – 8% [8]. В условиях центрального черноземья и степной зоны, оптимальная структура для зернового производства: зерновые – 50%; зернобобовые – до 12%; крупяные – до 12%; пары – до 12% [9]. В данных условиях неоднозначным остается вопрос содержания чистого пара. Согласно многочисленным исследованиям, чистый пар – одна из наиболее противоречивых категорий в земледелии, с такими недостатками, как повышенная эрозионная опасность, сокращение поступления в почву растительных остатков, чрезмерная минерализация органического вещества, потери азота вследствие миграции нитратов за пределы корнеобитаемого слоя, высокий непроизводительный расход влаги [10, 11]. При этом, снижение доли пара, в сторону увеличения зернобобовых и масличных культур, многолетних и однолетних трав, или внедрение парозанимающих культур повышает выход продукции с севооборота, содержание органического вещества и общее плодородие почвы [12, 13, 14], снижает сезонную нагрузку на технику с повышением экономической эффективности производства в условиях рыночной экономики [15, 16].

Материалы и методы

В основе исследования лежат общенаучные методы: описание, анализ и синтез, формирование и анализ динамических рядов, а также системный анализ. Изучены и проанализированы базы данных Управления сельского хозяйства и земельных отношений Северо-Казахстанской области по диверсификации посевов и входящих в него районов (13 районов), данных о посеве передовых хозяйств области в период с 2020 по 2024 год, статистических баз данных Канады (www.statcan.gc.ca), России (www.rosstat.gov.ru). Методы описания и синтеза использовали при сборе и первичном анализе материала, анализе литературных источников, построении табличных форм и диаграмм. Метод анализа и синтеза применяли при изучении многолетних динамических рядов, изменения посевных площадей, уровней диверсификации, динамики площадей отдельных сельскохозяйственных культур, системный анализ – при изучении структуры посевных площадей, угодий, используемых севооборотов.

Результаты и обсуждение

Мировой опыт эффективности диверсификации в сходных почвенно-климатических условиях

Принятие определенных решений в плане корректировки структуры посевов, снижения доли чистых паров, увеличения доли зернобобовых и других, целесообразно принимать, изучив опыт передовых стран, которые ежегодно добиваются высоких показателей эффективности сельскохозяйственного производства, в том числе и за счет правильно выстроенной структуры посевных площадей и доли отдельных культур.

Обзор мирового опыта показывает, что в большинстве передовых стран взят курс с одной стороны на повышение устойчивости развития земледелия на фоне всевозрастающего негативного влияния глобальных климатических изменений, а с другой на переход к ресурсосберегающим и органическим технологиям, направленным на улучшение экологической ситуации и сохранение окружающей среды. Это, прежде всего, высокая степень диверсификации, переход к технологии точного земледелия и цифровизация всех технологических процессов [17, 18, 19].

Исследование наиболее выгодных схем чередования культур на севере и юге Канады (Манитоба, Саскачеван, Альберта) показали, что в северном регионе выгодная рыночная ротация состояла соотношения: масличные – 75%, зерновые – 25%; масличные – 50%, зерновые – 50%; масличные – 75%, бобовые – 25%, при этом из масличных большая доля представлена рапсом, из бобовых – горохом. В южном регионе выгодная рыночная ротация состояла из: лен-пшеница-чечевица-фуражный ячмень (масличные – 25%, зерновые – 50%, бобовые – 25%); рапс-пшеница-ячмень (масличные – 33%, зерновые – 66%). Основными факторами влияния в 2021-2024 годах выступили: недостаток влаги отдельных территорий, зональность применения определенных культур, рыночная конъюнктура цен (бобовые и рапс (канола) повышают эффективность производства) [20, 21]. Отдельные фермерские хозяйства практикуют эффективные технологии (no-till), а также соблюдение плодосменных севооборотов. Так, в одной из средних по площади экспериментальных станций «Свифт Каррент», расположенной в провинции Саскачеван (среднее количество осадков – 350 мм/год), в настоящий момент структура посевных площадей включает: твёрдую пшеницу-мягкую яровую пшеницу-красную и зелёную чечевицу-жёлтый горох-кормовые травы, в соотношении зерновые – 40%, бобовые – 43%, кормовые культуры – 17%. Данная структура с разнообразием культур обеспечивает эффективность производства в долгосрочной перспективе [22, 23, 24].

Однако те фермерские хозяйства, которые занимаются масличными культурами (лен) используют севообороты: в сухих регионах Канады – пшеница-лен-пшеница-чечевица (масличные – 25%, зерновые – 50%, бобовые – 25%); во влажных регионах чередование несколько иное, пшеница-лен-пшеница-рапс (зерновые – 50%, масличные – 50%) [25].

По данным агентства статистики Канады (statcan.gc.ca), в 2024 году в стране произведено больше рапса, ячменя, кукурузы на зерно, соевых бобов по сравнению с 2020-2021 годом, при этом площади пшеницы остались практически без изменений. Рост производства был в основном обусловлен более высокими урожаями. Общий объем производства пшеницы вырос на 37,6% до 35,9 млн т в 2024 году, что является самым высоким показателем за всю историю наблюдений (с 1908 г.). Урожайность (+12,5% до 3,37 т/га) и посевная площадь (+9,3% до 10,8 млн га) выросли по сравнению с периодом 2020-2021 гг. При этом, в Саскачеване посевная площадь увеличилась на 12,9% до 5,7 млн га, в Альберте площадь увеличилась на 8,3%, в Манитобе на 6,3% до 1,3 млн га. Посевная площадь канолы (рапса) также показывает устойчивый рост на 2,2% до 8,91 млн га, при этом за счет повышения урожайности (+9,2%), объёмы производства рапса значительно увеличены до 19,2 млн т (+12,3%). Производство сои увеличилось на 16,9% по стране до 7,6 млн тонн в 2024 году, при этом отмечено как увеличение площадей на 10,4%, так и средней урожайности до 3,3 т/га (+7,5%). Также значительно увеличено производство горчицы, нута и тритикале.

Динамика изменения посевных площадей под яровой пшеницей: после резкого падения в сезоне 2020-2021 гг. на 6,8% (до 9 492,0 тыс. га), в 2024 году отмечен рост на 9,2%, до 10 835 тыс. га, при этом наблюдается снижение площадей под ячменём (на 19,3%), просом (на 8,5%), овсом (на 23,2%). В целом, по яровой пшенице за последние 5 лет отмечен рост на 5,4%, а всего по пшенице, с учётом озимых и твёрдых видов на 5,9%.

По зернобобовым культурам наблюдается снижение площадей посева гороха, в 2024 году на 341,0 тыс. га (-20,8%), бобами на 11,6 тыс. га (-26,0%), при этом площади посева чечевицы держатся на одном уровне, в пределах 1703-1713 тыс. га, с незначительным отклонением. В целом, за 5 лет отмечается увеличение доли нута на 89,1 тыс. га (+45,8%), сои на 241,0 тыс. га (+10,4%). По большинству масличных культур также отмечается снижение (рисунок 1).

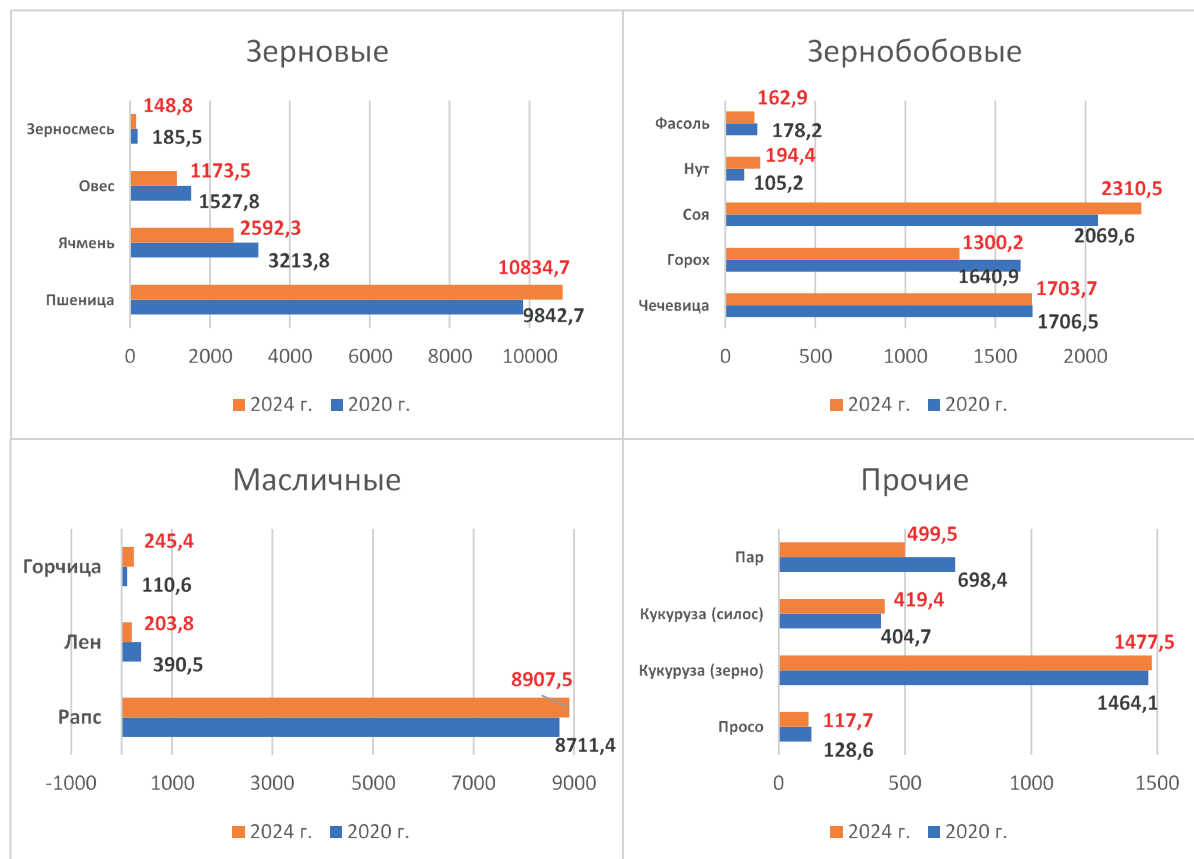


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей основных сельскохозяйственных культур в Канаде, период 2020-2024 гг. (в тыс. га)

Так, посевы подсолнечника резко упали на 40,7%, или 16,8 тыс. га, лен, после укрепления в 2021 году, в сезоне 2024 года снижен на 47,8% (снижение за 5 лет на 186,8 тыс. га). На фоне снижения площадей льна и подсолнечника, увеличивается доля горчицы: на 55% в 2024 г. до 245,4 тыс. га, и рапс: на 2,2% до 8 907,5 тыс. га [26].

Таким образом, проведённый анализ показывает, что за последние годы отмечается рост площадей под яровой пшеницей, среди бобовых – рост площадей сои и нута, масличных – горчицы и рапса, в основном за счёт снижения доли пара, и доли отдельных культур – гороха, льна, подсолнечника, ячменя и др.

Соотношение посевных площадей в Канаде находится в пределах: пар (1,3%) – зерновые (40,0%, в т.ч. пшеница – 28,6%) – бобовые (15,1%, в т.ч. соя–6,1%, чечевица–4,5%, горох–3,4%) – масличные (24,8%, в т.ч. рапс–23,5%) – кормовые (14,6%, в т.ч. кормовые травы – 13,5%) - прочие (4,3%), в соответствии с рисунком 2 [27, 28].

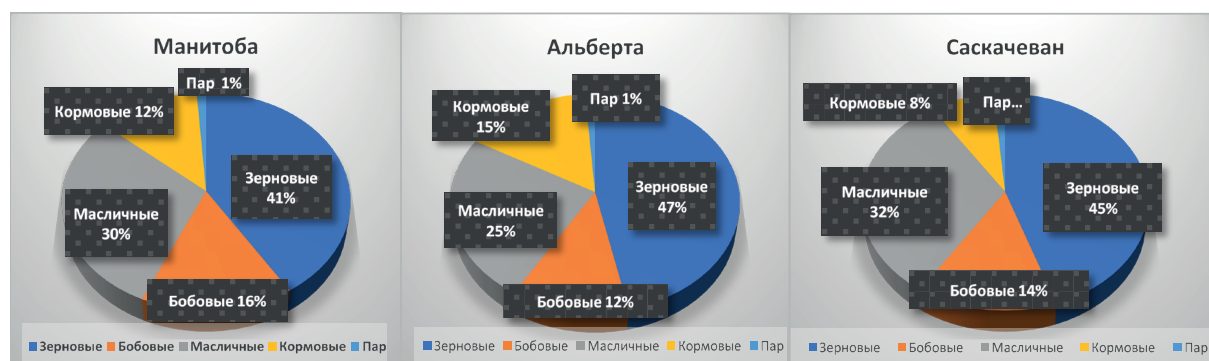


Рисунок 2 – Соотношение посевных площадей основных групп культур и пара в ряде сельскохозяйственных провинций Канады, в 2024 году

Оценка посевных площадей по областям Российской Федерации за период 2021-2024 гг., относящихся к западной и восточной Сибири, показывает увеличение посевов масличных и зернобобовых культур, при этом отмечается заметное снижение зерновых и кормовых [29, 30]. Так, наибольшая площадь зерновых культур (яровая и озимая пшеница, ячмень, овёс, рожь, тритикале) остаётся в «зерновом поясе»: Курганской области – 911,2 тыс. га, или 67% (в т.ч. пшеница – 53%); Челябинской области – 1321,6 тыс. га, или 71% (в т.ч. пшеница – 48%). Также, высокая доля зерновых отмечается в Омской – 1793,1 тыс. га, 62% посевных площадей, и Тюменской областях – 618,5 тыс. га, или 62% посевных площадей. При этом, за период исследования по большинству областей отмечается снижение площадей зерновых на 1-11%, и отдельно яровой и озимой пшеницы на 2-7% (таблица 1).

Таблица 1 – Структура посевов в областях Восточной и Западной Сибири РФ, с изменениями за период 2021-2024 сельскохозяйственные годы, тыс. га

Область, край	Всего посева	Зерновые		Зерно-бобовые		Кормовые		Масличные		Пшеница яровая и озимая	
	S, тыс. га	S, т.га	%	S, т.га	%	S, т.га	%	S, т.га	%	S, т.га	%
Курганская -2021 г.	1319,4	1032,9	78	41,2	3,1	100,2	7,6	160,9	12,2	796,3	60
2024 г.	1361,1	911,2	67	73,7	5,4	109,4	8,0	253,7	18,6	716,8	53
+/- за период	41,7	-121,7	-11	32,5	2,3	9,2	0,4	92,8	6,4	-79,5	-7
Алтайский – 2021 г.	5252,1	2705,6	51	185,0	3,5	643,1	12,0	1311,0	25,0	1861,0	35
2024 г.	5311,4	2734,2	51	344,9	6,5	554,3	10,4	1600,8	30,1	1627,4	31
+/- за период	59,3	28,6	0	159,9	3,0	-88,8	-1,6	289,8	5,1	-233,6	-4
Красноярский – 2021 г.	1476,3	794,2	53	19,0	1,3	312,7	21,2	196,1	13,3	580,8	39
2024 г.	1469,9	809,4	55	46,3	3,2	259,2	17,6	317,2	21,6	543,3	37
+/- за период	-6,4	15,2	2	27,3	1,9	-53,5	-3,6	121,1	8,3	-37,5	-2
Кемеровская – 2021 г.	943,0	594,0	63	38,9	4,1	183,0	19,4	120,8	12,8	345,3	36
2024 г.	959,8	501,3	52	77,3	8,1	147,4	15,4	210,8	22,0	290,6	30
+/- за период	16,8	-92,7	-11	38,4	4,0	-35,6	-4,0	90,0	9,2	-54,7	-6
Новосибирская – 2021 г.	2320,5	1433,3	61	91,0	3,9	537,2	23,2	253,5	10,9	981,9	42
2024 г.	2264,7	1248,7	55	162,4	7,2	453,4	20,0	371,7	16,4	832,7	37
+/- за период	-55,8	-184,6	-6	71,4	3,3	-83,8	-3,2	118,2	5,5	-149,2	-5
Омская – 2021 г.	2944,8	1866,4	63	140,0	4,8	477,3	16,2	434,7	14,8	1448,0	49
2024 г.	2903,1	1793,1	62	236,2	8,1	429,3	14,8	416,4	14,3	1359,9	47

Продолжение таблицы 1

+/- за период	-41,7	-73,3	-1	96,2	3,3	-48	-1,4	-18,3	-0,5	-88,1	-2
Тюменская – 2021 г.	1022,3	658,1	64	45,5	4,5	286,4	28,0	23,9	2,3	413,5	40
2024 г.	990,5	618,5	62	77,8	7,9	234,4	23,7	37,6	3,8	435,3	44
+/- за период	-31,8	-39,6	-2	32,3	3,4	-52	-4,3	13,7	1,5	21,8	4
Челябинская – 2021 г.	1951,6	1306,8	67	26,3	1,3	274,1	14,0	311,8	16,0	877,7	45
2024 г.	1874,3	1321,6	71	48,0	2,6	225,6	12,0	247,9	13,2	895,9	48
+/- за период	-77,3	14,8	4	21,7	1,3	-48,5	-2,0	-63,9	-2,8	18,2	3
Свердловская – 2021 г.	806,6	314,3	39	5,6	0,7	418,5	51,9	25,2	3,1	148,6	18
2024 г.	791,2	316,5	40	21,1	2,7	365,0	46,1	49,6	6,3	154,5	20
+/- за период	-15,4	2,2	1	15,5	2,0	-53,5	-5,8	24,4	3,2	5,9	2

Высокая доля масличных культур отмечена в Алтайском крае – 1600,8 тыс. га, 30,1% (в т.ч. подсолнечник – 55,4%, рапс – 15,4%, лен – 14%), Кемеровской области – 210,8 тыс. га, 22,0% (в т.ч. лен – 1,4%, рапс – 94,5%), Красноярский край – 317,2 тыс. га, 21,6% (в т.ч. лен – 2,4%, рапс – 93,8%). Области с наименьшей долей масличных – Свердловская – 49,6 тыс. га, 6,3% и Тюменская – 37,6 тыс. га, 3,8%, площади которых в основном представлены рапсом – 61-73%, и льном – 30-22% соответственно. Динамика диверсификации показывает рост площадей масличных по большинству областей, от 13,7 тыс. га, или 1,5% (по Тюменской области) – до 90,0 тыс. га, или 9,2% (по Кемеровской области). При этом, по Омской и Челябинской области площади находятся в стагнации [31, 32].

По оценке площадей зернобобовых культур отмечен устойчивый рост по всем изучаемым областям, в пределах 21,7 тыс. га, 1,3% (по Челябинской) – 38,4 тыс. га, 4,0% (по Кемеровской). Доля площадей на высоком уровне в Омской – 236,2 тыс. га, 8,1%, Кемеровской – 77,3 тыс. га, 8,1%, Тюменской областях – 77,8 тыс. га, 7,9%, в основном представленных горохом – 68,3-99,4%. Высокая доля сои отмечается только в Алтайском крае – 226,6 тыс. га, или 65,7%, в остальных областях доля находится в пределах 0 (Тюменская, Свердловская обл.) – 24,5% (Новосибирская обл.).

По кормовым культурам наибольшая доля отмечена в Свердловской – 365,0 тыс. га, 46,1% (в т.ч. многолетние травы – 70,7%, однолетние травы – 16,6%), Тюменской – 234,4 тыс. га, 23,7% (в т.ч. многолетние – 65,2%, однолетние травы – 21,9%), Новосибирской областях – 453,4 тыс. га, 20,0% (в т.ч. многолетние – 49,5%, однолетние травы – 35,0%) посевной площади. Это связано прежде всего с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями данных регионов, находящихся в зоне рискованного земледелия [33]. Близкая к оптимальной структура посевных площадей складывается в Кемеровской: зерновые – 52%; бобовые – 8,1%; масличные – 22,0%; кормовые – 15,4%, а также Новосибирской областях: зерновые – 55%; бобовые – 7,2%; масличные – 16,4%; кормовые – 20,0%.

Динамика изменения посевных площадей по Северо-Казахстанской области

На текущий момент в структуре посевов Северо-Казахстанской области доля зерновых культур остается довольно высокой, в пределах 52,2-64,2% по районам области, в соответствии с рисунком 3.

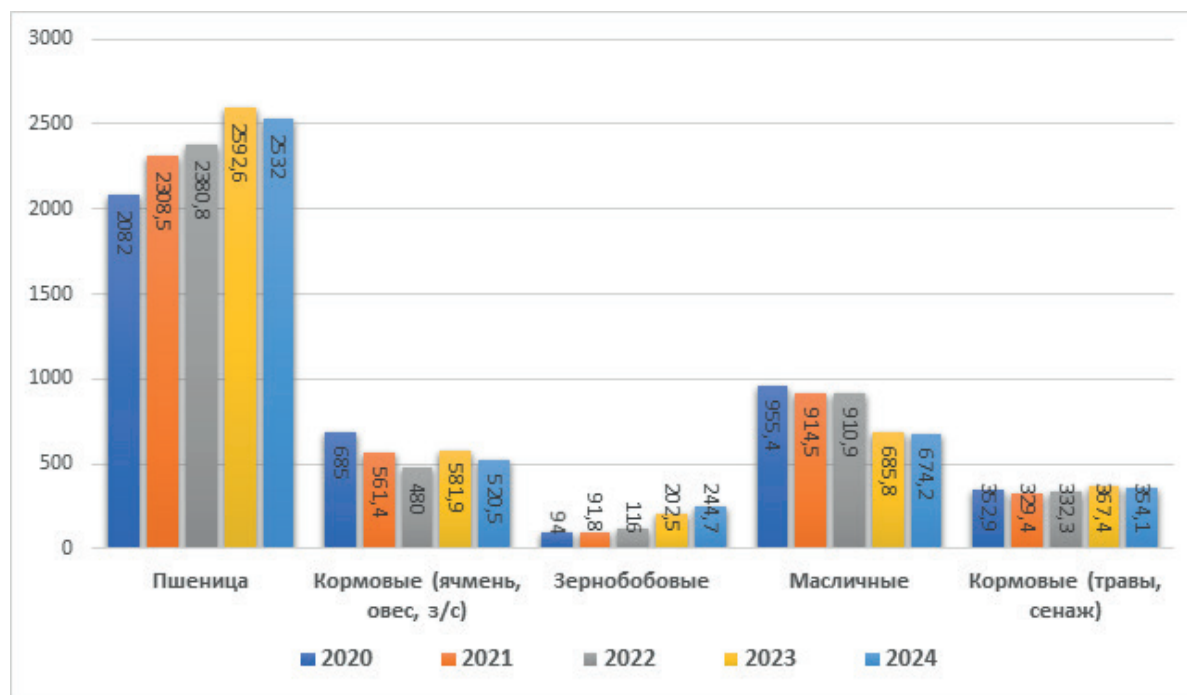


Рисунок 3 – Динамика изменения площадей сельскохозяйственных культур в разрезе Северо-Казахстанской области за последние 5 лет, тыс. га

По результатам долгосрочной оценки динамики изменения посевных площадей под посевами с/х культур в разрезе Северо-Казахстанской области за последние 5 лет, можно отметить относительный рост площадей под яровой пшеницей на 450,0 тыс. га или 21,6%, зернобобовыми культурами на 150,7 тыс. га, или 160,3%, и снижение площадей под кормовыми на 164,5 тыс. га, 24,0%, масличными на 281,2 тыс. га. 29,4%.

Отмечена динамика снижения доли чистого пара с 2020 г., при показателе 717,8 тыс. га (14,6% площади пашни), до 595,5 тыс. га (12,1% площади пашни) в 2024 сельскохозяйственном году [34].

В целом, площади полевых культур находятся в прямой зависимости от мировой конъюнктуры рынка и экспортной политики. Соотношение по группам культур в разрезе области находится в пределах: пар (12,1%) – зерновые (61,7%, в т.ч. яровая пшеница – 51,2%) – бобовые (5,0%) – масличные (13,6%) – кормовые (7,2%) [35, 36, 37].

При этом, ускорение темпов реальной диверсификации необходимо в целях увеличения загруженности перерабатывающих предприятий, роста объемов экспорта конкурентоспособной продукции, расширения кормовой базы отрасли животноводства, которая подразумевает оптимизацию (сокращение) площадей монокультур, водоемких культур (рис, хлопок) и расширение альтернативных высокорентабельных культур (масличных, зернобобовых, крупяных, зернофуражных, овощебахчевых, кормовых и др.), что будет способствовать увеличению их производства.

Статистика передовых агроформирований Северо-Казахстанской области по эффективности диверсификации посевов

Анализ структуры посевов передовых предприятий Северо-Казахстанской области, в основном расположенных в Кызылжарском, Тайыншинском, Аккайынском районах, показал преобладание диверсифицированной структуры посевов, которая в ситуации нестабильного ценообразования, частой смены рынков сбыта, неустойчивой мировой политики позволяет получать высокую эффективность производства и удерживать лидирующие позиции [38, 39].

Структура посевных площадей ТОО «Аби-Жер», широко применяющих минеральные удобрения, листовые подкормки и стимуляторы роста, при общей площади пашни 15 379 га, составляет: зерновые и зернобобовые – 8991 га (58,5%), в т.ч. пшеница – 4960 га (32,2%), ячмень,

овёс – 3321 га (21,6%); зернобобовые (горох) – 590 га (4%); масличные – 6388 га (41,5%), в т.ч. рапс – 14%, лен – 25%, соя – 2,5%. Незначительную часть площади занимают кормовые культуры и гречиха – 227 га. По анализу структуры можно отметить отсутствие черного пара, т.к. культуры возделываются в плодосменных севооборотах, с подбором лучшего предшественника и оптимизации питания в период вегетации. В целом специализация посевных площадей находится в пределах 3-х полного севооборота «масличные- зерновые (пшеница)-зерновые (ячмень, овёс)» (таблица 2).

Таблица 2 – Структура посевов передовых предприятий Северо-Казахстанской области в сравнении со среднеобластными данными, 2022-2023 г.

№	Предприятие	Площадь посева, га	Пар	%	Зерновые				Бобовые	%	Масличные	%	Кормовые	%
					всего	%	в т.ч. пшеница	%						
Кызылжарский район														
1	ТОО «Аби Жер»	15 486	-	-	8281	53,5	4960	32	978	6,3	5410	35	107	1
2	ТОО «Сервис Жарс»	6334	-	-	3297	52,1	2513	40	763	12,1	1532	24	742	11,7
3	ТОО «Шагала Агро»	9615	-	-	4959	51,6	3937	41	1928	20,1	2037	21	559	5,8
4	КТ «Зенченко и К»	25866	-	-	14035	54,3	8104	31	-	-	2995	12	8501	32,9
По району:		213013	10552	5,0	133739	62,8	108016	50	9001	4,2	37054	17	16844	7,9
Тайыншинский район														
5	ТОО «Вишневское GCK»	14982	-	-	7865	52,5	6028	40	2609	17,4	2876	19	1631	11,0
6	ТОО «Степноишимская СОС»	18826	-	-	13385	71,1	11862	63	2574	14,0	2828	15	39	0,2
7	ТОО «Агроном Тайынша»	6542	-	-	4230	64,7	3556	54	1061	16,2	1022	16	186	3,0
8	ТОО «Дашка- Николаевка»	11913	-	-	6961	58,4	4363	36	1446	12,2	3102	26	404	3,4
9	ТОО «Имран Агро»	10876	-	-	5211	47,9	5211	48	2562	23,6	2523	23	580	5,3
По району:		596724	-	-	388775	65,2	309826	52	30747	5,2	151873	26	22194	3,7
По области (тыс. га):		4875,3	611	12,5	2860	58,7	2381	49	115,7	2,4	907,2	19	332,3	6,8

Также одним из предприятий с диверсифицированной структурой посева является ТОО «Сервис-Жарс», где при общей площади посевного клина 6334 га зерновые и зернобобовые занимают 4060 га (64%), в т.ч. пшеница – 2513 га (40%), ячмень, овес – 784 га (12,4%), зернобобовые (горох, чечевица) – 763 га (12%); масличные – 1532 га (37,8%), в т.ч. рапс – 10,7%, лен – 7,1%, подсолнечник – 6,4%. Кормовые культуры занимают 742 га (11,7%), в числе которых кукуруза (3%) и однолетние травы (5,2%). Предприятие также не использует черные пары в пользу выбора оптимальных предшественников и соблюдения беспаровых плодосменных севооборотов. Доля рекомендованных парозанимающих культур (зернобобовые, пропашные, однолетние травы) составляет более 20%. В целом структура предприятия находится на уровне 4-х полного плодосменного севооборота «парозанимающая культура-масличные-зерновые-зерновые».

В ТОО «Шагала Агро», при общей площади пашни – 9615 га, зерновые и зернобобовые занимают 7019 га (73%), в том числе: зерновые (пшеница, ячмень, овес) – 51,6%, зернобобовые (горох, чечевица, бобы) – 20,0%; масличные (рапс, лен, подсолнечник) – 2037 га (21,2%), кормовыми культурами (многолетние травы) занято менее 6% площади, гречихой – 1,5%. Площадь посева данного предприятия на уровне классического плодосменного севооборота, с парозанимающей культурой «зернобобовые (20%) – зерновые (25%) – масличные (21%) – зерновые (25%)».

Одним из передовых предприятий северного региона, с довольно диверсифицированной структурой посева, с уклоном на кормопроизводство, является КТ «Зенченко и К». Хозяйство является лидером в производстве животноводческой продукции (мясо-молочное) не только на севере Казахстана, что отражается на структуре посевных площадей. Так, при площади пашни 25866 га, более 14035 га (54,3%) занимают зерновые и зернобобовые, в т.ч. пшеница – 8104 га (31,3%), ячмень, овес – 5931 га (23,0%); масличные (лен) – 2995 га (11,6%); кормовые – 8501 га (32,9%), в т.ч. кукуруза (15,0%), однолетние травы (6,5%), многолетние травы (12,8%). Под картофель и овощи определено 335 га (2,2%). Учитывая кормовую направленность предприятия, структура посевов находится на уровне 4-х полного плодосменного севооборота «кормовые (пропашные, однолетние травы)-зерновые-зерновые-масличные (лен)».

Площади посева хозяйств ТОО «Вишневское ГСК» и ТОО «Степноишимская опытная станция», находящихся в степной зоне севера Казахстана, довольно близки, в пределах 14 981 га, из которых зерновые и зернобобовые занимают 9333 га (62,3%), в т.ч. пшеница – 6028 га (40,2%), ячмень, овес – 1837 га (12,3%), горох – 426 га (3,0%), чечевица – 1042 га (7,0%). Доля масличных, при площади 4017 га, составляет 26,8%, в числе которых рапс, лен, подсолнечник, соя (7,6%). Кормовые культуры – 1631 га или 11% (однолетние травы, кукуруза). Предприятия также используют беспаровые севообороты, используя как ценные предшественники зернобобовые культуры, однолетние травы и пропашные. Используемая схема севооборота: «пар (парозанимающая культура)-зерновые-масличные-зерновые».

Также, к предприятиям, широко использующим эффект диверсификации, относятся ТОО «Агроном-Тайынша», «Дашка-Николаевка СК», ТОО «Имран Агро», с довольно близкой структурой посева. Площадь посева в ТОО «Имран Агро» составляет 10876 га, в т.ч. пшеница – 5211 га (47,9%), зернобобовые (горох, чечевица) – 2161 га (20%), масличные (рапс, лен, подсолнечник, соя) – 2924 (27%), кормовые (травы) – 580 га (5,4%) [40, 41].

Заключение

На основании изучения мирового опыта диверсификации выявлены принципы: планомерного снижения черного пара в пользу парозанимающих культур, введение в структуру 4–5 полных плодосменных севооборотов, ориентированных на конкретные цели и условия производства (соотношение площадей в Канаде – зерновые (40%) – бобовые (15%) – масличные (25%) – кормовые (14,6%) - прочие (5,8%)). В ряде областей Российской Федерации, сравнимых с Северным Казахстаном по почвенно-климатическим условиям, складывается близкая к оптимальной структура посевных площадей: в Кемеровской области: зерновые – 52%; бобовые – 8,1%; масличные – 22,0%; кормовые – 15,4%, Новосибирской: зерновые – 55%; бобовые – 7,2%; масличные – 16,4%; кормовые – 20,0%. Отмечена четкая тенденция увеличения площадей зернобобовых (горох, соя, чечевица, нут), масличных (озимый и яровой рапс, подсолнечник, горчица), а также кормовых культур, в основном за счет снижения клина зерновых культур, паровых и залежных земель.

Площади полевых культур по Северо-Казахстанской области и районам находятся в прямой зависимости от мировой конъюнктуры рынка и экспортной политики. Соотношение по группам культур в разрезе области находится в пределах: пар (12,1%) – зерновые (61,7%, в т.ч. яровая пшеница – 51,2%) – бобовые (5,0%) – масличные (13,6%) – кормовые (7,2%).

Передовые предприятия Северо-Казахстанской области уже практикуют опыт мировых стран лидеров сельскохозяйственной отрасли, в частности полным отказом от черного пара, и доведением структуры посевов до оптимального соотношения – зернобобовые (10–20%) – зерновые (50–60%) – масличные (20–27%) – кормовые (6–10%).

Вклад авторов

ОЮ: определение целей и задач исследования, разработка методологии, анализ данных и написание основной части статьи. ИА, БУ: сбор и обработка данных, литературный обзор, сравнительный анализ данных, рецензирование и редактирование. Все авторы прочитали, изучили и одобрили окончательную редакцию рукописи, с учетом доработок и представленных замечаний.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программы BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» на 2024-2026 гг.

Список литературы

- 1 Об утверждении Концепции развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021-2030 годы. (2021). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000960>.
- 2 Далисова, НА, Степанова, ЭВ. (2018). Диверсификация сельскохозяйственного производства на основе ресурсосбережения. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 6, 58-68.
- 3 Дудкин, ВМ. (1997). *Севообороты в современном земледелии России*. Курск.
- 4 Модель адаптивно – ландшафтного земледелия Владимирского Ополя. (2004). Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Агроконсалт, 456.
- 5 Зотиков, ВИ. (2014). Роль зернобобовых и крупяных культур в адаптивности и диверсификации растениеводства. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 3(11), 3-11.
- 6 Колпакова, ОП, и др. (2020). Оптимизация структуры посевных площадей на основе использования экологических критериев. *Астраханский вестник экологического образования*, 1, 97-101.
- 7 Мамиев, ДМ, и др. (2016). Усовершенствованная структура посевных площадей для различных агроэкологических групп земель предгорной зоны. *Научная жизнь*, 6, 37-46. DOI:10.18411/trnio-06-2022-235.
- 8 Чибис, ВВ. (2019). Оптимизированная структура посевных площадей и севооборотов для лесостепной зоны Западной Сибири. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*, 1(16), 2.
- 9 Черкасов, ГН, Акименко, АС. (2016). Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации Центрального Черноземья. *Земледелие*, 5, 8-9.
- 10 Кирюшин, ВИ, Иванова, АЛ. (2005). *Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно – ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство*. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 784.
- 11 Кирюшин, ВИ. (1993). *Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия*. Пушкино, ОНТИ ПНЦ РАН, 64.
- 12 Свиридов, ВИ, Комов, ВГ. (2015). Оптимизация структуры посевных площадей на основе использования экологических и экономических критериев. *Вестник Курской ГСХА*, 2, 33-35.
- 13 Shah, KK, Modi, B., Pandey, HP, Subedi, A., Geeta, A., Pandey, M., Shrestha, J. (2021). Diversified Crop Rotation: An Approach for Sustainable Agriculture Production. *Adv Agric.*, 1, 87-89. DOI:10.1155/2021/8924087.
- 14 Zou, Y., Liu, Zh., Chen, Y., Wang, Y., Feng, S. (2024). Crop Rotation and Diversification in China: Enhancing Sustainable Agriculture and Resilience. *Agriculture*, 14(9), 1465. DOI:10.3390/agriculture14091465.
- 15 Гилевич, СИ. (2013). *Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах. Основы устойчивого ресурсосберегающего земледелия*. Шортанды-Астана, 57.
- 16 Степных, НВ. (2014). Повышение конкурентоспособности растениеводства за счёт диверсификации структуры посевных площадей. *Агропродовольственная политика России*, 6(30), 44-47.
- 17 Makate, C., Wang, R., Makate, M., Mango, N. (2016). Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: adaptive management for environmental change. *Springer Plus*, 5(1), 1135. DOI:10.1186/s40064-016-2802-4.
- 18 Kurdyś-Kujawska, A., Strzelecka, A., Zawadzka, D. (2021). The Impact of Crop Diversification on the Economic Efficiency of Small Farms in Poland. *Agriculture*, 3(11), 250. DOI:10.3390/agriculture11030250.

- 19 Ang, F., Mortimer, SM, Areal, FJ, Tiffin, R. (2018). On the Opportunity Cost of Crop Diversification. *Journal of Agricultural Economics*, 3(69), 794-814. DOI:10.1111/1477-9552.12272.
- 20 Timlick, J. (2023). The best regional crop rotations are sought in Canada. <https://www.grainnews.ca/features/a-new-approach-provides-evidence-to-support-the-benefits-of-diversified-rotations>.
- 21 Июньские оценки основных площадей полевых культур в Канаде. (2022). <https://www.oilworld.ru/analytics/worldmarket/331448>
- 22 Акшалов К. (2013). No-till по Канадский. <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/15086-no-till-po-kanadski/>
- 23 Сулейменов, МК. (2014). Осенняя обработка почвы в северном регионе Казахстана. *КазахЗерно*, 17-18, 32-34.
- 24 Khakbazan, M., Liu, K., Bandara, M., Huang, J., Gan, Y. (2022). Pulse-included diverse crop rotations improved the systems economic profitability: evidenced in two 4-year cycles of rotation experiments. *Agron. Sustain. Dev*, 42(103). DOI:10.1007/s13593-022-00831-2.
- 25 Лён в Западной Канаде: снимаем засоренность, вводим бинарный посев, контролируем фосфор. (2020). <https://agbz.kz/ljon-v-zapadnoj-kanade-snimaem-zasorennost-vvodim-binarnyj-posev-kontroliruem-fosfor/>
- 26 Площадь сельскохозяйственных земель стран мира: данные Всемирного банка. (2024). <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.K2>
- 27 Агентство статистики Канады. Оценочные площади, урожайность, производство, 2022-2024. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3210035901>
- 28 Статистическое управление Канады. Сельское хозяйство. https://open.canada.ca/data/en/organization/statcan?_subject_limit=0&subject=agriculture.
- 29 Посевные площади в России в 2024 году сократились почти на 1 млн га. (2024) <https://glavagronom.ru/news/posevnye-ploshchadi-v-rossii-v-2024-godu-sokratilis-pochti-na-1-mln-ga>
- 30 Папаскири, ТВ, и др. (2024). Анализ структуры посевных площадей России в рамках концепции устойчивого земледелия. *Аграрная наука*, 1(9), 136-145. DOI:10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145.
- 31 Миненко, АВ, Селиверстов, МВ. (2024). Проблемы, которые возникли в связи с изменением структуры посевных площадей в алтайском крае. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 8-3(95), 162-164.
- 32 Публичная кадастровая карта России. Статистика по регионам. <https://a.roscaadastres.com/>
- 33 Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, 2022-2023. https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#
- 34 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Уточнённая посевная площадь основных сельскохозяйственных культур. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/dynamic-tables/>.
- 35 Степных, НВ, Нестерова, ЕВ. (2022). Стратегическое значение диверсификации растениеводства. *Земледелие*, 2, 7-9. DOI:10.24412/0044-3913-2022-2-7-13.
- 36 Дарибаева, А., Карбетова, Ш. (2018). Актуальные проблемы диверсификации сельского хозяйства Казахстана. *Проблемы агорынка*, 3, 54-60.
- 37 Рау, ВВ, Фролова, ЕЮ. (2019). Влияние экспорта зерновых и масличных культур на внутренний рынок стран-экспортеров. *Российский внешнеэкономический вестник*, 10, 121-124. DOI:10.24412.2072-8042-2019-00107.
- 38 Чистякова, ГН, и др. (2022). Растениеводство Северо-Казахстанской области как основа сельскохозяйственного кластера и обеспечения продовольственной безопасности населения. *Вестник Карагандинского университета*, 2, 169-170. DOI: 10.31489/2022BMG2/168-177.
- 39 Пашков, СВ. (2008). *Эколого-экономические аспекты развития сельского хозяйства Северо-Казахстанской области: монография* (2-е изд.), 168.
- 40 Статистический бюллетень 2018-2023. *Социально-экономическое развитие Северо-Казахстанской области*.
- 41 Департамент статистики СКО. *Статистический ежегодник Северо-Казахстанской области 2018-2024*. <https://stat.gov.kz/ru/region/sko/>

References

- 1 *Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2021-2030 gody.* (2021). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000960>
- 2 Dalisova, NA, Stepanova, JeV. (2018). Diversifikatsiya sel'skohoziastvennogo proizvodstva na osnove resursosberezheniya. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 6, 58-68.
- 3 Dudkin, VM. (1997). *Sevooboroty v sovremennom zemledelii Rossii*. Kursk.
- 4 *Model' adaptivno – landshaftnogo zemledeliya Vladimirskogo Opol'ja* (2004). Pod red. V.I. Kirjushina, A.L. Ivanova. M.: Agrokonsalt, 456.
- 5 Zotikov, VI. (2014). Rol' zernobobovyh i krupjanyh kul'tur v adaptivnosti i diversifikatsii rastenievodstva. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 3(11), 3-11.
- 6 Kolpakova, OP, i dr. (2020). Optimizatsiya struktury posevnyh ploshhadei na osnove ispol'zovaniya ekologicheskikh kriteriev. *Astrahanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*, 1, 97-101.
- 7 Mamiev, DM, i dr. (2016). Uovershenstvovannaya struktura posevnyh ploshhadei dlya razlichnyh agroekologicheskikh grupp zemel' predgornoi zony. *Nauchnaya zhizn'*, 6, 37-46. DOI:10.18411/trnio-06-2022-235.
- 8 Chibis, VV. (2019). Optimizirovannaya struktura posevnyh ploshhadei i sevooborotov dlja lesostepnoj zony Zapadnoj Sibiri. *Elektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal Omskogo GAU*, 1(16), 2.
- 9 Cherkasov, GN, Akimenko, AS. (2016). Sovershenstvovanie sevooborotov i struktury posevnyh ploshhadei dlya hozjajstv razlichnoi specializatsii Central'nogo Chernozem'ya. *Zemledelie*, 5, 8-9.
- 10 Kiryushin, VI, Ivanova, AL. (2005). *Agroekologicheskaya ocenka zemel', proektirovanie adaptivno – landshaftnyh sistem zemledeliya i agrotehnologii: metodicheskoe rukovodstvo*. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 784.
- 11 Kiryushin, VI. (1993). *Konceptiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya*. Pushhino, ONTI PNC RAN, 64.
- 12 Sviridov, VI, Komov, VG. (2015). Optimizatsiya struktury posevnyh ploshhadei na osnove ispol'zovaniya ekologicheskikh i ekonomicheskikh kriteriev. *Vestnik Kurskoi GSHA*, 2, 33-35
- 13 Shah, KK, Modi, B., Pandey, HP, Subedi, A., Geeta, A., Pandey, M., Shrestha, J. (2021). Diversified Crop Rotation: An Approach for Sustainable Agriculture Production. *Adv Agric.*, 1, 87-89. DOI:10.1155/2021/8924087.
- 14 Zou, Y., Liu, Zh., Chen, Y., Wang, Y., Feng, S. (2024). Crop Rotation and Diversification in China: Enhancing Sustainable Agriculture and Resilience. *Agriculture*, 14(9), 1465. DOI:10.3390/agriculture14091465.
- 15 Gilevich, SI. (2013). *Diversifikatsiya kul'tur i nulevye tehnologii v zasushlivykh regionah. Osnovy ustoichivogo resursosberegajushhego zemledeliya*. Shortandy - Astana, 57.
- 16 Stepnyh, NV. (2014). Povyshenie konkurentosposobnosti rastenievodstva za schot diversifikatsii struktury posevnyh ploshhadei. *Agroproduktivnaya politika Rossii*, 6(30), 44-47.
- 17 Makate, C., Wang, R., Makate, M., Mango, N. (2016). Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: adaptive management for environmental change. *Springer Plus*, 5(1), 1135. DOI:10.1186/s40064-016-2802-4.
- 18 Kurdy's-Kujawska, A., Strzelecka, A., Zawadzka, D. (2021). The Impact of Crop Diversification on the Economic Efficiency of Small Farms in Poland. *Agriculture*, 3(11), 250. DOI:10.3390/agriculture11030250.
- 19 Ang, F., Mortimer, SM, Areal, FJ, Tiffin, R. (2018). On the Opportunity Cost of Crop Diversification. *Journal of Agricultural Economics*, 3(69), 794-814. DOI:10.1111/1477-9552.12272.
- 20 Timlick, J. (2023). The best regional crop rotations are sought in Canada. <https://www.grainnews.ca/features/a-new-approach-provides-evidence-to-support-the-benefits-of-diversified-rotations>
- 21 *Iyun'skie ocenki osnovnyh ploshhadei polevyh kul'tur v Kanade.* (2022). <https://www.oilworld.ru/analytics/worldmarket/331448>
- 22 Akshalov K. (2013). No-till po Kanadskii. <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/15086-no-till-po-kanadski/>
- 23 Suleimenov, MK. (2014). Osenniy obrabotka pochvy v severnom regione Kazahstana. *KazahZerno*, 17-18, 32-34.

24 Khakbazan, M., Liu, K., Bandara, M., Huang, J., Gan, Y. (2022). Pulse-included diverse crop rotations improved the systems economic profitability: evidenced in two 4-year cycles of rotation experiments. *Agron. Sustain. Dev.*, 42(103). DOI:10.1007/s13593-022-00831-2.

25 Ljon v Zapadnoi Kanade: snimaem zasorennost', vvodim binarnyi posev, kontroliruem fosfor. (2020). <https://agbz.kz/ljon-v-zapadnoj-kanade-snimaem-zasorennost-vvodim-binarnyj-posev-kontroliruem-fosfor/>

26 Ploshhad' sel'skhozajstvennyh zemel' stran mira: dannye Vsemirnogo banka. (2024). <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.K2>

27 Agentstvo statistiki Kanady. (2024). *Ocenochnye ploshhadi, urozhajnost', proizvodstvo*, 2022-2024. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3210035901>

28 Statisticheskoe upravlenie Kanady. *Sel'skoe hozyaistvo*. https://open.canada.ca/data/en/organization/statcan?subject_limit=0&subject=agriculture

29 Posevnye ploshhadi v Rossii v 2024 godu sokratilis' pochti na 1 mln ga. (2024). <https://glavagronom.ru/news/posevnye-ploshchadi-v-rossii-v-2024-godu-sokratilis-pochti-na-1-mln-ga>

30 Papaskiri, TV, i dr. (2024). Analiz struktury posevnyh ploshhadei Rossii v ramkah koncepcii ustoichivogo zemledeliya. *Agrarnaya nauka*, 1(9), 136-145. DOI:10.32634/0869-8155-2024-386-9-136-145.

31 Minenko, AV, Seliverstov, MV. (2024). Problemy, kotorye vznikli v svyazi s izmeneniem struktury posevnyh ploshhadei v altaiskom krae. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 8-3 (95), 162-164.

32 Publichnaja kadaastrovaya karta Rossii. (2024). Statistika po regionam. <https://a.ros cadastres.com/>

33 Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki Rossiiskoi Federacii. *Sel'skoe hozyaistvo, ohota i lesnoe hozyaistvo*, 2022-2023. https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy#

34 Byuro nacional'noi statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. (2025). Utochnennaya posevnaya ploshhad' osnovnyh sel'skhozoyaistvennyh kul'tur. <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/dynamic-tables/>

35 Stepnyh, NV, Nesterova, EV. (2022). Strategicheskoe znachenie diversifikacii rastenievodstva. *Zemledelie*, 2, 7-9. DOI:10.24412/0044-3913-2022-2-7-13.

36 Daribaeva, A., Karbetova, Sh. (2018). Aktual'nye problemy diversifikacii sel'skogo hozyajstva Kazahstana. *Problemy agrorynka*, 3, 54-60.

37 Rau, VV, Frolova, EJu. (2019). Vliyanie eksporta zernovyh i maslichnyh kul'tur na vnutrennii rynek stran-eksporterov. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik*, 10, 121-124. DOI:10.24412.2072-8042-2019-00107.

38 Chistjakova, GN, i dr. (2022). Rastenievodstvo Severo-Kazahstanskoi oblasti kak osnova sel'skhozoyaistvennogo klastera i obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti naseleniya. *Vestnik Karagandinskogo universiteta*, 2, 169-170. DOI 10.31489/2022BMG2/168-177.

39 Pashkov, SV. (2008). *Ekologo-ekonomicheskie aspekty razvitiya sel'skogo hozyajstva Severo-Kazahstanskoi oblasti: monografiya* (2-e izd.), 168.

40 Statisticheskii bjulleten' 2018-2023. *Social'no-ekonomicheskoe razvitie Severo-Kazahstanskoi oblasti*

41 Departament statistiki SKO. *Statisticheskii ezhegodnik Severo-Kazahstanskoi oblasti 2018-2024*. <https://stat.gov.kz/ru/region/sko/>

Солтүстік Қазақстан облысында ауыл шаруашылығы дақылдарын эртараптандыру тиімділігін салыстырмалы бағалау

Соловьёв О.Ю., Евсеенко И.А., Кадиров Б.У.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасын шешуге бағытталған бірінші кезектегі проблемалардың бірі Өсімдік шаруашылығы саласындағы эртараптандыру процесінің әлсіз қарқыны болып табылады. Елдің негізгі астық егетін аймақтарында монокультура-бидай басым. Ұзақ мерзімді перспективада Солтүстік Қазақстан облысы бойынша егістердің жалпы

құрылымын бағалай отырып, дәнді масақ (бидай, арпа) және дәнді-бұршақты дақылдар (бұршақ, жасымық) алқаптарының салыстырмалы өсуін атап өтуге болады, бұл ретте майлы дақылдар үлесінің айтарлықтай төмендеуі байқалады. Зерттеудің мақсаты – ауыл шаруашылығы саласының әлемдік көшбасшыларының тәжірибесімен салыстырғанда Солтүстік Қазақстан облысының Ауыл шаруашылығы алаңдарын әртараптандыру деңгейі мен перспективаларын жан-жақты бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеуде жалпы ғылыми әдістер қолданылады: сипаттау, талдау және синтездеу, динамикалық қатарларды қалыптастыру және талдау және жүйелік талдау. Әртараптандыру деңгейін кешенді бағалау егіс алқаптарының өзгеру статистикасын, облыстың жекелеген кәсіпорындарының себу құрылымын, әлемдік тәжірибені, сондай-ақ ұқсас топырақ-климаттық жағдайларда әртараптандыру жөніндегі ғылыми зерттеулердің нәтижелерін зерделеу негізінде жүргізілді.

Нәтижелер. Әртараптандыру деңгейінің тиімділігін, өзектілігін, ағымдағы жай-күйін, сондай-ақ Солтүстік Қазақстан облысы бойынша егіс алқаптары құрылымының серпінін бағалау, әртараптандыру тиімділігінің әлемдік тәжірибесін бағалау, жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының, базалық және озық шаруашылықтардың тәжірибесінің негізінде өндіріске ұсыныстарды бағалау ұсынылған.

Қорытынды. Канада, Ресей Федерациясы сияқты елдерді әртараптандырудың әлемдік тәжірибесін зерделеу негізінде мынадай қағидаттар анықталды: парозанимациялық дақылдардың пайдасына қара буды жоспарлы түрде төмендету, өндірістің нақты мақсаттары мен шарттарына бағдарланған жоғары рентабельді дақылдарды қоса отырып, жемісті ауыспалы егіс құрылымына енгізу. Солтүстік Қазақстан облысының озық кәсіпорындары сондай-ақ әлемдік елдердің ауыл шаруашылығы саласының көшбасшыларының тәжірибесін, атап айтқанда қара будан толық бас тартуды және егіс құрылымын оңтайлы жоғары рентабельді арақатынасқа жеткізуді тәжірибелейді.

Кілт сөздер: әртараптандыру; егіс алаңы; ауыспалы егіс; ауыл шаруашылығы дақылдары; егіс құрылымы.

Comparative assessment of the effectiveness of crop diversification in the North Kazakhstan region

Oleg Yu. Solovyov, Inna A. Evseenko, Bagdat U. Kadirov

Abstract

Background and Aim. One of the key issues addressed by the Concept for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2030 is the slow pace of the diversification in crop production. In the main grain-growing regions of the country, monoculture, primarily wheat, prevails. Assessing the overall structure of crops in the North Kazakhstan region in the long term, we can note a relative increase in the area under grain crops (wheat, barley) and leguminous crops (peas, lentils), with a significant decrease in the proportion of oilseeds. The purpose of this study is to provide a comprehensive assessment of the current level and prospects of diversification of agricultural areas in the North Kazakhstan region, with a comparison to the experience of leading agricultural countries.

Materials and methods. The research uses general scientific methods, including description, analysis and synthesis, construction and analysis of dynamic series, as well as systems analysis. A comprehensive evaluation of diversification levels was conducted using statistical data on acreage changes, the sowing structure of individual enterprises in the region, international experience, as well as the results of scientific research on diversification in similar soil and climatic conditions.

Results. The study presents an assessment of the effectiveness, relevance, and current state of diversification, as well as the dynamics of the structure of acreage in the North Kazakhstan region, an assessment of the world experience in the effectiveness of diversification, production-oriented recommendations based on research, as well as the practices of baseline and advanced farms.

Conclusion. Based on the study of the global experience of diversification in countries such as Canada and the Russian Federation, the following principles have been identified: systematic reduction

of black fallow in favor of steam-reanimating crops, the introduction of crop rotations with legumes and other soil-restoring crops with the inclusion of highly profitable crops focused on specific goals and production conditions. Advanced enterprises of the North Kazakhstan region also practice the experience of the world's leading countries in the agricultural sector, in particular, by completely eliminating black fallow and optimizing the crop structure to achieve a highly profitable ratio.

Keywords: diversification; sowing area; crop rotation; crops; cropping structure.

**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=UeZIKY4bozg>.

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). ӘОЖ 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.

APA бойынша библиографияны транслитерациялау:

1 Stepanov, AS, Aseeva, TA, Dubrovin, KN. (2020). Vliyanie klimaticheskikh 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. ×, μ, η немесе ν сияқты белгілер пайдаланылса, оларды Word бағдарламасының Times New Roman тіліндегі таңбалар мәзірі арқылы қосу керек.

Таңбалар (°) немесе (×) 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 (+, −, ×, =, <, >) 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 ВТТ шрифтітерінің 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 № 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

Тезекбаева А.Е., Шестакова Н.А.

Математическое обоснование влияния агротехнических приёмов на урожайность
масличного льна в условиях Северного Казахстана..... 4

К. I. Kushenov, M. B. Tastybay, N. A. Meldebekova, K. B. Shanbayev, A. I. Seitbatalova
Using irrigated multispecies pasture systems for sustainable horse grazing on degraded lands..... 14

**Нұргүлсім Қ., Смакова А.К., Ускенов Р.Б., Исхан Қ.Ж., Бостанова С.К.,
Жумалин А.К.**
Қазақтың Мұғалжар жылқы тұқымының дене тұрқының өзгерісіне LCORL генінің
әсері..... 25

Максутбекова Г.Т., Науанова А.П., Баимбетова Э.М., Аманжолова А.А.
Тұзға төзімді бактериялардың зығыр тұқымының өнгіштігі мен өскінінің дамуына
әсері..... 36

Ғабдoла Ә.Ж., Хасанова Г.Ж., Джатаев С.А.
Оценка засухоустойчивости гибридных линий нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях
Акмoлинской oблаcти..... 45

**Аринов Б.К., Мусынов К.М., Хасанова Г.Ж., Кипшакбаева А.А., Кузбакова М.М.,
Зайлашева А.А.**
Асбұршақтың жапырылуға төзімділігін зерттеу..... 55

Адырбекова К.Б., Пангереев Б.С., Фeфeлов В.В., Исбеков Қ.Б.
Қазақстанның әртүрлі су айдындарындағы гаммарустардан *Gammarus* spp.
(Crustacea: Amphipoda) ДНҚ бөліп алу тиімділігі мен сапасын бағалау..... 71

Алсар Ж., Дускинова Б., Гаджимурадова А., Киргизова И., Жағипар Ф., Инсенов З.
Влияние диатомита на физико-химические характеристики засоленных каштановых
солонцеватых почв Северного Казахстана..... 81

S. S. Vitmer, R. Sh. Asaubayev, A. T. Daugaliyeva, S. T. Daugaliyeva, S. Peletto
Analysis and development trends of the pig industry in Kazakhstan..... 96

Сариев Б.Т., Шукуров М.Ж., Гинаятов Н.С., Туменов А.Н., Альбеков А.А.
Тұйық сумен камтамасыз ету қондырғылары жағдайында бекіре балықтарының
маусымдық биоритмдерін реттеу нәтижесі..... 109

Кальяскарова А.Е.
Изучение применения фосфор солиобилизирующего удобрения на чернозёмах
лесостепной зоны Северо-Казахстанской области..... 118

Сүлейман М.А., Хасанов В.Т., Вологин С.Г.
Оптимизация протокола ПЦР-диагностики вириода
веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd)..... 126

**Муранец А.П., Жаныбекова Ж.Т., Есимсеитова А.К., Рыскельдина А.Ж.,
Какимжанова А.А.**
Изучение микромицетов, выделенных из клубней картофеля, пораженных сухой
гнилью в Казахстане..... 138

**Ибраев Д.К., Омарова К.М., Шарапатов Т.С., Аққайыр Б.Ж., Мирамбекқызы А.,
Мухаметжарова И.Е.**
Племенные и экстерьерные показатели казахской грубошерстной курдючной породы овец..... 154

Канапин Ч.Б., Утельбаев Е.А., Мусынов К.М., Тахсин Нуреттин
Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева
и обработки семян препаратами..... 166

Ахатов К.Ж., Ражанов М.Р., Мұқан Г.С., Шадманова Л.Ш., Есжанова А.С., Канапин Ч.Б.	
Интродукция плодово-ягодных растений в Астанинский ботанический сад.....	176
Асылбекова Э.Б., Кенжебаев Т.Е., Есенбаев А.А., Ахатова З.А., Сембаева А.И., Исагулов Н.Е.	
Сравнительные особенности свойств шерсти чистопородного и помесного молодняка казахской курдючной грубошерстной породы.....	184
Журик С.А., Келлер Э.Н.	
Роль снегозадержания в регулировании водного баланса и продуктивности яровой пшеницы при разных предшественниках и способах обработки почвы Акмолинской области.....	196
Нургазина Г.М., Алимкулова Э.Ж., Букеева А.Б., Әшірбек А.Қ.	
Синтез наноудобрений на цеолитовой основе: подход и характеристики.....	208
Байбусенов К.С., Ажбенов В.К., Аманбай Ж.З., Суйеубаев О.А., Джумагулов А.А.	
Қазақстанның екі түрлі агроклиматтық аймағының мысалында табиғи өсімдік қауымдастықтарындағы шегіртке зиянкестерінің популяциясының таралу ерекшеліктері.....	217
Джатаев С.А., Кузбакова М.М., Хасанова Г.Ж., Гордеева Е.А., Жанбыршина Н.Ж., Середа Т.Г.	
Изучение изменчивости показателей пригодности к механизированной уборке образцов чечевицы (<i>Lens culinaris</i> Medik)	233
Гинаятов Н.С., Шумейко Д.В., Арыстангалиева В.А., Абитбекова А.У., Копиш А.Е., Бригида А.В.	
Австралиялық қызыл қысқышты шаянды <i>Cherax quadricarinatus</i> өсіруге арналған тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін құру.....	246
Қуанчалеев Ж.Б., Аубакирова Г.А., Андрущак А.Г., Мусина А.Д., Киҫера V., Бадрызлова Н.С.	
Оценка влияния плотности посадки пресноводной креветки Розенберга (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) на выживаемость и скорость роста.....	257
Сембаева А.И., Малмаков Н.И., Искаков К.А., Асылбекова Э.Б., Есжанова Э.Б., Бактыбаева Г.Е.	
Результаты вымывания эмбрионов у овец казахской курдючной грубошерстной породы.....	268
Карымсаков Т.Н., Кожемжаров Е.С., Ергали Б.Б., Сайлаубек П.Ж., Атагелдиев Д.Д.	
Селекционно-генетический анализ результатов испытаний по собственной продуктивности казахских белоголовых бычков в условиях КХ «Даурен».....	279
Соловьёв О.Ю., Евсеенко И.А., Кадиров Б.У.	
Сравнительная оценка эффективности диверсификации посевов в Северо-Казахстанской области.....	288

ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

№ 3 (127) 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 10.07.2025; Басуға қол қойылды 18.09.2025; Пішімі 60 x 84¹/₈;
Times New Roman гарнитурасы; Шартты б.т. 18,25; Есептік б.т. 18,76;
Таралымы 300 дана; Тапсырыс № 25071

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