

МРНТИ 68.35.03

<https://doi.org/10.26577/bb20251056>

Д.Д. Алтыбаева¹ , В.А. Чудинов² , В.П. Шаманин³ ,
Т.В. Савин⁴ , И.А. Белан⁵ , Н.И. Коробейников⁶ ,
М.А. Розова⁶ , В.И. Цыганков⁷ , В.С. Юсов⁵ , А.И. Моргунов^{1*} 

¹Казахский национальный университет им. аль Фараби, Алматы, Казахстан

²Карабалыкская СХОС, Костанайская обл., Казахстан

³Омский государственный аграрный университет им. Столыпина, Омск, Россия

⁴Научно-производственный центр зернового хозяйства, Шортанды, Акмолинская обл., Казахстан

⁵Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

⁶Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

⁷Актюбинская СХОС, Актюбе, Казахстан

*e-mail: alexey.morgounov@gmail.com

АДАПТАЦИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ

Исследование посвящено сравнительному анализу адаптации и продуктивности яровой мягкой (*Triticum aestivum* L.) и твердой (*Triticum durum* Desf.) пшеницы в агроэкологических условиях Казахстана и России. Целью работы являлось определение различий между этими культурами по реакции на условия выращивания в основных регионах возделывания для повышения эффективности селекции и производства. Научная и практическая значимость работы заключается в выявлении специфических особенностей адаптации каждого вида пшеницы, что позволит более обоснованно подходить к их размещению в севооборотах и разработке сортовых технологий. Методология исследования основана на анализе результатов многолетних (2005–2024 гг.) полевых опытов Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) в четырех научных учреждениях: Карабалыкская СХОС, Актюбинская СХОС (Казахстан), Алтайский научный центр агробиотехнологий и Омский аграрный научный центр (Россия). Результаты показали, что яровая мягкая пшеница в условиях Казахстана демонстрирует более высокую урожайность, чем твердая (на 7–21%), при этом твердая пшеница формирует более высокорослые растения и имеет большую массу 1000 зерен. В условиях Западной Сибири (Алтайский край) твердая пшеница превосходила мягкую по урожайности на 8,6%. Установлена высокая положительная корреляция между урожайностью и высотой растений, массой 1000 зерен у обоих видов пшеницы. Выявлена более высокая чувствительность яровой мягкой пшеницы к повышенным температурам воздуха в июне и за период май–июль. Ценность исследования заключается в комплексном сравнительном анализе двух видов пшеницы, выращиваемых в одинаковых условиях, что позволило выявить их специфическую реакцию на факторы внешней среды. Практическое значение работы состоит в возможности более обоснованного выбора вида пшеницы для конкретных агроэкологических условий и разработки специфических для каждого вида стратегий селекции.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, яровая твердая пшеница, адаптация, продуктивность, корреляция, метеоусловия.

D.D. Altybayeva¹, V.A. Chudinov², V.P. Shamanin³, T.V. Savin⁴,
I.A. Belan⁵, N.I. Korobeynikov⁶, M.A. Rozova⁶, V.I. Tsygankov⁷,
V.S. Yusov⁵, A.I. Morgounov^{1*}

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Karabalyk Agricultural Enterprise, Kostanay Region, Kazakhstan

³Omsk State Agrarian University named after Stolypin, Omsk, Russia

⁴Research and Production Center of Grain Farming, Shortandy, Akmola region, Kazakhstan

⁵Omsk Agrarian Research Center, Omsk, Russia

⁶Altai Scientific Center of Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

⁷Aktobe Agricultural Enterprise, Aktobe, Kazakhstan

*e-mail: Alexey.morgounov@gmail.com

Adaptation and productivity of spring bread and durum wheat depending on conditions in Kazakhstan and Russia

The study is devoted to a comparative analysis of adaptation and productivity of spring bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum durum* Desf.) wheat in the agroecological conditions of Kazakhstan and Russia. The aim of the work was to determine the differences between these crops in response to growing conditions in the main cultivation regions in order to increase the efficiency of breeding and production. The scientific and practical significance of the work lies in identifying the specific features of adaptation of each wheat species, which will allow a more informed approach to their placement in crop rotations and the development of varietal technologies. The research methodology is based on the analysis of the results of long-term (2005–2024) field experiments of the Kazakhstan-Siberian Network for Spring Wheat Improvement (KASIB) in four scientific institutions: Karabalyk Agricultural Experimental Station (AES), Aktobe AES (Kazakhstan), Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies and Omsk Agricultural Research Center (Russia). The results showed that spring bread wheat in Kazakhstan conditions demonstrates higher yield than durum (by 7–21 %), even though durum wheat forms taller plants and has a larger 1000 grain weight. In Western Siberia (Altai Territory), durum wheat outperformed bread wheat in yield by 8.6 %. A strong positive correlation was established between yield and plant height, 1000 grain weight in both wheat species. Higher sensitivity of spring bread wheat to elevated air temperatures in June and for the May–July period was revealed. The value of the study lies in a comprehensive comparative analysis of two species grown under identical conditions, which allowed identifying their specific response to environmental factors. The practical significance of the work consists in the possibility of a more informed choice of wheat species for specific agroecological conditions and the development of breeding strategies specific to each species.

Keywords: spring bread wheat, spring durum wheat, adaptation, productivity, correlation, weather conditions.

Д.Д. Алтыбаева¹, В.А. Чудинов², В.П. Шаманин³, Т.В. Савин⁴,
И.А. Белан⁵, Н.И. Коробейников⁶, М. Розова⁶, В.И. Цыганков⁷,
В.С. Юсов⁵, А.И. Моргунов^{1*}

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Қарабалық ауыл шаруашылығы кәсіпорны, Қостанай облысы, Қазақстан

³Столыпин атындағы Омбы мемлекеттік аграрлық университеті, Омбы, Ресей

⁴Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Шортанды, Ақмола облысы, Қазақстан

⁵Омбы аграрлық ғылыми-зерттеу орталығы, Омбы, Ресей

⁶Алтай агробиотехнология ғылыми орталығы, Барнауыл, Ресей

⁷Ақтөбе ауыл шаруашылығы кәсіпорны, Ақтөбе, Қазақстан

*e-mail: alexey.morgounov@gmail.com

Қазақстан мен Ресейдегі жағдайларға байланысты жаздық жұмсақ және қатты бидайдың бейімделуі мен өнімділігі

Зерттеу Қазақстан мен Ресейдің агроэкологиялық жағдайларында жаздық жұмсақ (*Triticum aestivum* L.) және қатты (*Triticum durum* Desf.) бидайдың бейімделуі мен өнімділігін салыстырмалы талдауға арналған. Жұмыстың мақсаты селекция мен өндіріс тиімділігін арттыру үшін өсірудің негізгі аймақтарындағы жағдайларға реакциясы бойынша осы дақылдар арасындағы айырмашылықтарды анықтау болды. Жұмыстың ғылыми-практикалық маңызы әрбір бидайдың түрінің бейімделуінің ерекшеліктерін анықтауда, бұл оларды егіс айналымында орналастыруға және сорттық технологияларды әзірлеуге неғұрлым негізделген көзқарасты қалыптастыруға мүмкіндік береді. Зерттеу әдістемесі төрт ғылыми мекемеде жаздық бидайды жақсарту бойынша Қазақстан-Сібір желісінің (КАСИБ) көпжылдық (2005–2024 жж.) далалық тәжірибелерінің нәтижелерін талдауға негізделген: Қарабалық ауыл шаруашылығы станциясы, Ақтөбе ауыл шаруашылығы

станциясы (Қазақстан), Алтай агробиотехнологиялар ғылыми орталығы және Омбы аграрлық ғылыми орталығы (Ресей). Зерттеу нәтижесінде, жаздық жұмсақ бидай Қазақстан жағдайында қатты бидайға қарағанда жоғары өнімділікті (7–21%-ға) көрсетті, соған қарамастан қатты бидайдың биіктігі жоғарырақ және 1000 дәннің салмағы үлкенірек болды. Батыс Сібір жағдайында (Алтай өңірі) қатты бидай өнімділігі бойынша жұмсақ биайдан қарағанда 8,6%-ға асып түсті. Екі бидай түрінде де өнімділік пен өсімдіктің биіктігі, 1000 дән салмағы арасында жоғары оң корреляция анықталды. Маусым айында және мамыр–шілде кезеңінде ауа температурасының жоғарылауына жаздық жұмсақ бидайдың сезімталдығы жоғары екендігі анықталды. Зерттеудің құндылығы екі түрлі бидайдың, бірдей жағдайда өсірілу арқылы олардың қоршаған орта факторларына тән реакциясын анықтауға мүмкіндік берген кешенді салыстырмалы талдауында. Жұмыстың практикалық маңызы – нақты агроэкологиялық жағдайлар үшін бидай түрін неғұрлым негізді таңдау мүмкіндігі және әр түрге тән селекция стратегияларын әзірлеу.

Түйін сөздер: жаздық жұмсақ бидай, жаздық қатты бидай, бейімделу, өнімділік, корреляция, метеожағдайлар.

Введение

Пшеница является ценной и экономически важной зерновой культурой в мире, многие страны культивируют ее и занимаются селекцией для получения адаптированных и урожайных сортов. В наши дни в основном выращивают два вида пшеницы: яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), которая используется для хлеба, и яровая твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.), применяемая для приготовления макаронных изделий. В Казахстане яровая пшеница возделывается в основном в Северном регионе. Площадь яровой мягкой пшеницы составляет 12 млн га, а площадь яровой твердой пшеницы около 0.5 млн га. В Казахстане ученые ведут селекцию мягкой яровой пшеницы и твердой пшеницы в Казахском НИИ растениеводства и земледелия (Алматы), НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Ақмолинская область), Карабалыкской СХОС (Қостанайская область) и Ақтүбінской СХОС (г. Ақтобе). В России площадь яровой мягкой пшеницы более 12 млн га и твердой – более 1 млн га. В селекцию данных культур вовлечены множество государственных научных учреждений, университетов и частных компаний.

Пшеница (*Triticum*) берет свое начало более 10 000 лет назад в междуречье рек Тигр и Евфрат на территории Турции, а также в регионах Ближнего востока, включая западный Иран, Ирак и Сирию. Одомашненные пшеницы прошли долгий этап эволюции и развития, вместе с миграцией людей. Это способствовало дополнительной естественной гибридизации тетраплоидных форм с *Aegilops tauschii* (геном DD) и появлению гексаплоидной мягкой яровой пшеницы (*T.aestivum* L.ssp.*aestivum*, геном AABBDD) [1]. В результате яровые твердые сорта пшеницы и

мягкие яровые пшеницы имеют общие геномы А и В и долгую эволюционную историю [2,3]. Сортовая пшеница формировалась в результате отбора с учетом потребностей человека и адаптации к различным условиям окружающей среды [4].

Твердая (тетраплоидная) и мягкая (гексаплоидная) пшеницы представляют два близкородственных вида с потенциально разными адаптационными способностями и лишь несколькими отличающимися технологическими свойствами, которые делают твердую крупу и пшеничную муку более подходящими для производства макаронных изделий или хлеба и хлебобулочных изделий, соответственно [3,5]. Пшеница является энергетически ценным продуктом для организма человека, что подтверждается химическим составом зерна. В его состав входят белки (12–15% с колебаниями от 10 до 24%), углеводы (70%), жир (2%), клетчатка (2%), а также пигменты, витамины, ферменты и различные минеральные вещества. Усвояемость белков пшеницы достигает 95% [6,7]. Зерно пшеницы Северного региона Казахстана и Западной Сибири имеет высокий и устойчивый спрос на международном рынке продовольственного зерна. В условиях засушливого климата данного региона продуктивная почвенная влага является одним из самых важных факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур [8].

Пшеница как род *Triticum* прошла несколько этапов полиплоидизации, что стало ключом к ее генетическому разнообразию. Современные виды пшеницы имеют различные уровни пloidности: от диплоидных (2n) до тетраплоидных (4n) и гексаплоидных (6n) форм. Причиной такого разнообразия видов является эволюционный процесс, который на самом деле является очень сложным и длительным, начавшимся в доисторическом каменном веке [9].

Первые селекционные сорта, получившие широкое распространение, были раннеспелыми или среднеранними. Начиная с 1960-х годов преобладающим становится среднеспелый биотип. Диапазон продолжительности вегетационного периода в рамках экологической группы современных сортов, относящихся к среднеспелому биотипу, невелик [10]. Для селекции на адаптивность твердой пшеницы немаловажное значение имеют засухоустойчивые генотипы, которые характеризуются широкой нормой реакции и формируют высокий урожай в более благоприятных условиях. Их использование в гибридизации позволит создать пластичные сорта со стабильной урожайностью [11]. Дефицит влаги в почве приводит к снижению показателей газообмена, площади, сухого веса, фотосинтетических пигментов флагового листа у генотипов яровой твердой и яровой мягкой пшеницы [12]. Селекция способствовала адаптации корневых признаков к местным почвенно-климатическим условиям. Это может быть использовано, например, для определения местного идеотипа, адаптированного к будущим климатическим условиям [13]. Этим занимаются селекционеры пшеницы, которые при отборе сортов обращают внимание на показатель массы зерна с растения, учитываемый для подсчета зерна при определении показателя массы 1000 зерен [7,14].

Из-за засухи, глобального потепления, заморозков и инфекционных болезней урожайность и адаптивность пшеницы снижаются. Таким образом, селекционеры пытаются найти более подходящие сорта для изменяющихся условий. Эффективность селекции повышается за счет применения молекулярных маркеров, более целенаправленного использования физиологических признаков формирования урожая, генетики растений, биостатистики и биоинформатики [15]. Селекция яровой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы различается. Это зависит от их места возделывания, географических особенностей выращивания, исходного материала. Негативное влияние на сорта оказывают грибные и бактериальные заболевания [16]. В некоторых случаях селекционеры используют диких сородичей пшеницы. Однако использование диких форм для улучшения урожая приводит к появлению значительного количества чужеродной ДНК в геноме сортов пшеницы [4]. Важно учитывать, что нельзя создать универсальный сорт, который с одинаковой эффективностью использует ресурсы среды и, прежде всего, запасы про-

дуктивной влаги, как в годы с обилием весенних осадков, так и в годы с летними осадками, различным их сочетанием, фонами температур и засухами. Это связано с тем, что скорость развития растений контролируется генетическими системами, которые реагируют с условиями среды таким образом, что ранги сортов при значительном колебании погоды практически не меняются [10].

Данное исследование основано на экспериментах, проведенных в четырех научных учреждениях-участниках Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ). Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция (СХОС), основанная в 1929 году, является одним из старейших научных учреждений Казахстана. Станция специализируется на создании сортов, адаптированных к условиям Северного Казахстана. Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция была основана в 1957 году. Станция занимается в основном селекцией сортов, адаптированных к засушливым условиям Западного Казахстана. Алтайский научный центр агробиотехнологии (НЦА) берет начало с XIX века и после нескольких реорганизаций получил нынешнее название в 2016 году. В Алтайском научном центре агробиотехнологий (НЦА) занимаются селекцией сортов и изучением таких культур как яровая мягкая пшеница, яровая твердая пшеница, озимая пшеница и овес. Омский аграрный научный центр (АНЦ) ведет свою историю с начала XIX века и был образован в нынешнем виде в 2018 году. В научном центре занимаются селекцией яровой твердой пшеницы, яровой мягкой пшеницы, селекцией озимых культур, качеством зерна, биохимией и биотехнологией растений.

Материалы и методы исследования

Основная научная гипотеза настоящего исследования заключалась в том, что яровая мягкая и твердая пшеницы имеют различную адаптацию к условиям возделывания в регионе Северного Казахстана и Западной Сибири, которая проявляется в различной продуктивности, что следует учитывать при размещении этих двух культур в производстве, а также при разработке и реализации стратегии селекции для региона.

Исследования проводились в рамках Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы, в которой участвуют 15-18 научных и селекционных учреждений. Тем не менее, для

проведения данного анализа были выбраны четыре учреждения, которые имеют длительный период участия в программе с момента ее основания по яровой мягкой и твердой пшенице. В данный анализ включены результаты полевых опытов двух учреждений Казахстана: Карабалыкская и Актюбинская СХОС и двух учреждений России: Алтайский научный центр агробιοтехнологий и Омский аграрный научный центр (Таблица 1). Они расположены в Евразийской полосе возделывания яровой пшеницы от Поволжья до Западной Сибири, включая западный и северный Казахстан, и расстояние между Актюбе и Барнаулом превышает 2000 км. Все четыре селекционных пункта расположены в разных агроклиматических зонах и существенно различаются по природным и климатическим ресурсам, а также по системе земледелия.

Материалом для исследований послужили результаты сортоиспытания сети КАСИБ по яровой мягкой и твердой пшенице, проведенного в

четырёх научных учреждениях в 2005-2024 годах. В каждом сортоиспытании по мягкой пшенице изучалось от 44 до 55 образцов, по твердой пшенице – от 20 до 30 образцов. Каждые два года состав сортоиспытания КАСИБ менялся за исключением долговременных стандартов. Сортоиспытания КАСИБ проводились на делянках площадью 3-5 м² в 2-3-кратной повторности в зависимости от пункта проведения опыта. Агротехника проведения опытов следовала местным рекомендованным практикам: посев после черного пара в оптимальные сроки, защита растений от сорняков. Удобрения и средства защиты от болезней не применялись. В период вегетации проводились наблюдения и оценка материала по признакам адаптации (высота растений, число дней от всходов до колошения и от колошения до созревания) согласно методике СИММИТ [17]. По достижении спелости все делянки убирались для учета урожайности с последующим определением массы 1000 зерен.

Таблица 1 – Характеристика условий пунктов проведения опытов КАСИБ

Научное учреждение	Местонахождение	Географические координаты	Число лет исследований	Среднегодовая температура, °С*	Среднегодовое количество осадков, мм*
Карабалыкская СХОС	п. Карабалык, Костанайская обл., РК	53.850809N 62.126478E	18	4.3	385
Актюбинская СХОС	г. Актюбе, РК	50.290666N 57.558675E	20	6.2	326
Алтайский научный центр агробιοтехнологий	г. Барнаул, РФ	53.413739N 83.493739E	20	2.9	445
Омский аграрный научный центр	г. Омск, РФ	55.053115N 73.360883E	20	1.8	418

* – средние за 2005–24 г.

Результаты каждого сортоиспытания заносились в таблицу Excel и определялись средние значения сортоиспытания по всем изучаемым образцам отдельно по мягкой и по твердой пшенице. Обычно сортоиспытания КАСИБ по этим двум культурам размещаются недалеко друг от друга в одном поле, и сравнение продуктивности и признаков адаптации между опытами мягкой и твердой пшеницы вполне обосновано. В некоторых случаях опыты проводились только по одной культуре – в этом случае данные для анализа не использовались. Таким образом, всего было

использовано 78 сортоиспытаний КАСИБ, в которых одновременно изучались образцы мягкой и твердой пшеницы, позволяя провести адекватное сравнение двух культур.

Метеоданные (температура воздуха и осадки по месяцам) в годы проведения опытов были получены из соответствующих научных учреждений на основе данных местных метеостанций.

Статистический анализ проводился путем расчета средних и их ошибок, коэффициентов корреляции в программе Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Характеристика погодных условий пунктов селекции

Самая высокая среднегодовая температура составила 6,2°C в Актыбинской СХОС, а самая низкая зафиксирована в Омском аграрном научном центре – 1,8°C (Таблица 1). В Карабалыкской СХОС среднегодовая температура составила 4,3°C, а в Алтайском научном центре агробиотехнологий – 2,9°C. Среднегодовое количество осадков в Алтайском научном центре агробиотехнологий оказалось самым высоким – 445 мм, а в Актыбинской СХОС зафиксировано самое низкое среднегодовое количество осадков – 326 мм. Среднегодовое количество осадков в Карабалыкской СХОС составило 385 мм, а в Омском аграрном научном центре – 418 мм.

Таким образом, на Актыбинской СХОС наблюдается самая высокая среднегодовая температура и самое низкое среднегодовое количество осадков. Чем выше среднегодовая температура и чем ниже осадки, тем суше почва, что отрицательно влияет на урожайность. Чем ниже среднегодовая температура, тем выше среднегодовое количество осадков и, соответственно, урожайность, что показано в Омском АНЦ и в Алтайском НЦА. В Карабалыкской СХОС на-

блюдались относительно средние показатели среднегодовой температуры и количества осадков по сравнению с другими научными учреждениями.

Урожайность и агрономические признаки в пунктах селекции в 2005–2024 гг.

Средние значения за все годы наблюдений по урожайности и другим признакам приведены в Таблице 2. В Алтайском НЦА была самая высокая урожайность – 3823 кг/га, а самая низкая на Актыбинской СХОС составила 1058 кг/га. В Омском АНЦ среднее значение высоты растений за 20 лет наблюдений составило 99,1 см, что является самым высоким показателем среди четырех пунктов. Самая низкая высота растений – 55,2 см, наблюдалась в Актыбинской СХОС. Также в Актыбинской СХОС зафиксирован самый длинный период всходы-колошение яровой твердой пшеницы – 44,4 дня, и минимальный период всходы-колошение яровой мягкой пшеницы – 41,4 дня. Самый длинный период от колошения до созревания – 46,1 дня, наблюдался в Омском АНЦ, а самый короткий – 36 дней в Актыбинской СХОС. По массе 1000 зерен Алтайский НЦА показал самое высокое среднее значение – 44 г, а Актыбинская СХОС – самое низкое – 31 г.

Таблица 2 – Средние значения агрономических признаков яровой мягкой и твердой пшеницы в четырех селекционных программах за 2005–2024 гг.

Научное учреждение	Культура	Высота растений, см	Число дней всходы-колошение	Число дней колошение-созревание	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, кг/га
Карабалыкская СХОС	ЯМП	82.9±2.1 ^{b*}	41.5±0.5	38.6±1.2 ^a	33.6±0.9 ^b	2759±297
	ЯТП	88.6±3.2 ^a	41.7±0.6	42.8±1.6 ^b	39.1±1.0 ^a	2559±325
Актыбинская СХОС	ЯМП	55.2±2.0 ^b	41.4±0.5 ^a	36.0±0.7	31.0±0.6 ^b	1339±128 ^b
	ЯТП	60.0±2.3 ^a	44.4±0.6 ^b	37.0±0.7	34.9±0.8 ^a	1058±114 ^b
Алтайский НЦА	ЯМП	91.8±3.2	43.3±0.7	40.3±0.7	35.5±0.5 ^b	3492±231
	ЯТП	87.8±2.5	44.0±0.6	39.5±0.9	44.0±0.7 ^a	3823±243
Омский АНЦ	ЯМП	99.1±2.4 ^a	43.5±0.5 ^a	44.4±0.8	35.0±0.8 ^b	2997±230
	ЯТП	88.9±2.1 ^b	42.3±0.5 ^b	46.1±0.9	40.3±0.7 ^a	2985±245
Все пункты	ЯМП	82.2±2.5	42.4±0.4	39.8±0.7	33.7±0.5 ^a	2646±144
	ЯТП	81.3±2.1	43.1±0.4	41.3±0.9	39.6±0.7 ^b	2616±165

* – средние значения по ЯМП и ЯТП в каждом пункте селекции и по всем пунктам, обозначенные разными буквами, достоверно различаются при уровне вероятности более 95%.

На Карабалыкской СХОС у яровой мягкой пшеницы урожайность была 2759 кг/га, что выше, чем у яровой твердой пшеницы на 7,8%, хотя разница была не достоверной. Разница по высоте растений имела положительную достоверность в пользу твердой пшеницы и составляла 5,7 см. Достоверное различие также отмечено по периоду колошения – созревание, у ЯТП этот период составил 42,8 дней в сравнении с 38,6 дней у ЯМП. По массе 1000 зерен твердая пшеница достоверно превысила мягкую на 16,3%. Таким образом, на Карабалыкской СХОС у яровой твердой пшеницы ушло больше дней на период от всходов до колошения и от колошения до созревания, чем у мягкой яровой пшеницы, растения были более высокими, но урожайность оказалась немного ниже, чем у мягкой яровой пшеницы.

На Актюбинской СХОС у яровой мягкой пшеницы урожайность составила 1339 кг/га, в сравнении с 1058 кг/га у яровой твердой пшеницы, что достоверно меньше на 21%. У яровой твердой пшеницы высота растений составила 60,0 см, а у яровой мягкой пшеницы – 55,2 см, разница между ними составляет 4,8 см и имеет достоверную зависимость. Разница в числе дней от всходов до колошения у яровой мягкой и яровой твердой пшеницы достоверна и составила 3 дня. Масса 1000 зерен у яровой твердой пшеницы – 34,9 г, а у мягкой яровой пшеницы – 31,0 г, что достоверно выше на 11,2%. Следовательно, в Актюбинской СХОС у яровой твердой пшеницы среднее значение высоты растений, числа дней от всходов до колошения и массы 1000 зерен оказались достоверно выше, чем у яровой мягкой пшеницы. При этом урожайность у яровой твердой пшеницы была ниже, чем у мягкой яровой пшеницы.

В Алтайском НЦА урожайность яровой мягкой пшеницы была ниже на 8,6% и составила 3492 кг/га, а урожайность яровой твердой пшеницы – 3823 кг/га. Тем не менее разница по урожайности недостоверна. Достоверным оказалась разница только по массе 1000 зерен, которая составила 8,5 г или 19,3% в пользу твердой пшеницы.

В Омском АНЦ разница урожайности яровой мягкой и твердой пшеницы незначительна. Высота растений яровой мягкой пшеницы составила 99,1 см, что достоверно выше на 10,3% в сравнении с яровой твердой пшеницей. Число

дней от всходов до колошения яровой твердой пшеницы составляет 46,1 дня, а у яровой мягкой пшеницы – 44,4 дня и показывает достоверную разницу. Масса 1000 зерен у яровой твердой пшеницы была достоверно больше на 13,2%, чем у яровой мягкой пшеницы. Она составила 40,3 г у яровой твердой пшеницы и 35,0 г у яровой мягкой пшеницы. Таким образом, в Омском АНЦ яровая мягкая пшеница выше, ей потребовалось больше дней на период от всходов до колошения и меньше дней на период от колошения до созревания, чем у яровой твердой пшеницы. Но урожайность двух культур одинакова.

Сходные исследования по сравнению урожайности и адаптивности яровой мягкой и твердой пшеницы проводились в Тюмени в 2015-2018 гг [18]. Авторы сравнивали урожайность пяти среднеранних, пяти среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы и пяти сортов твердой пшеницы. Самую высокую среднюю урожайность продемонстрировала твердая пшеница (3,26 т/га), затем среднеспелая мягкая (2,79 т/га) и среднеранняя (2,74 т/га). То есть аналогично данному исследованию, в более влажном регионе Тюмени преимущество имела твердая пшеница.

Зависимость урожайности от агрономических признаков

Корреляционная зависимость урожайности и агрономических признаков яровой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы в научных учреждениях представлена в Таблице 3. В Карабалыкской СХОС корреляция урожайности и высоты растений имеет положительную достоверную зависимость. Этот показатель у яровой мягкой пшеницы был выше (0,76), чем у яровой твердой пшеницы (0,63). У яровой твердой пшеницы также отмечена более высокая положительная достоверная зависимость урожайности от числа дней от колошения до созревания и от массы 1000 зерен.

На Актюбинской СХОС коэффициент корреляции между урожайностью и высотой растений, а также массой 1000 зерен у яровой мягкой пшеницы выше, чем у яровой твердой пшеницы. Негативная достоверная зависимость урожайности с числом дней всходы-колошение отмечена у яровой твердой пшеницы со значением -0,65, в то время как у мягкой эта зависимость была не достоверной.

Таблица 3 – Корреляционная зависимость урожайности и агрономических признаков яровой мягкой и твердой пшеницы в четырех селекционных программах за 2005–2024 гг.

Научное учреждение	Культура	Коэффициенты корреляции урожайности с агрономическими признаками:			
		Высота растений, см	Число дней всходы-колошение	Число дней колошение-созревание	Масса 1000 зерен, г
Карабалыкская СХОС	ЯМП	0,76***	0,59**	0,55*	0,71***
	ЯТП	0,63**	0,50*	0,67**	0,55*
Актюбинская СХОС	ЯМП	0,71***	-0,35	-0,06	0,68***
	ЯТП	0,48*	-0,65**	-0,02	0,44*
Алтайский НЦА	ЯМП	0,65**	0,40	0,26	0,73***
	ЯТП	0,83***	-0,12	0,29	0,87***
Омский АНЦ	ЯМП	0,42	0,06	0,04	0,59**
	ЯТП	0,78***	0,13	0,29	0,60**
Все пункты	ЯМП	0,79***	0,46***	0,50***	0,68***
	ЯТП	0,74***	-0,07	0,40***	0,71***

*, **, *** – коэффициенты корреляции достоверно значимы при вероятности 95%, 99% и 99,9%, соответственно.

В Алтайском НЦА коэффициент корреляция урожайности с массой 1000 зерен у яровой мягкой пшеницы был 0,73, а у яровой твердой пшеницы 0,87, демонстрируя в обоих случаях высокую достоверную зависимость. Высота растений у яровой мягкой пшеницы показала положительную достоверную зависимость 0,65, а у яровой твердой пшеницы – 0,83. Корреляция урожайности и числа дней от всходов до колошения и от колошения до созревания у обеих пшениц была недостоверной.

В Омском АНЦ коэффициент корреляции между урожайностью и высотой растений у яровой твердой пшеницы показал более высокий достоверный результат (0,78), чем у яровой мягкой пшеницы (0,42). Корреляция урожайности с массой 1000 зерен была достоверной и практически равной у обеих пшениц: у яровой твердой пшеницы составила 0,60, а у яровой мягкой пшеницы – 0,59. Корреляция урожайности с периодами вегетации пшеницы была недостоверной.

Таким образом, урожайность яровой пшеницы практически во всех точках имела положительную зависимость с высотой растений. Тем не менее, в Карабалыке и Актобе эта зависимость была выше у мягкой пшеницы, а в Барнауле и Омске – у твердой пшеницы. Соответственно, в селекционном процессе следует отдавать предпочтение более высокорослым образцам, хотя селекция на короткостебельность остается актуальной. Масса 1000 зерен повсеместно и у обоих видов пшеницы оказывала положитель-

ный и достоверный эффект на урожайность, что следует учитывать при отборе. Эта зависимость была существенно выше у мягкой пшеницы в Карабалыке и Актобе. Длительность периода всходы-колошение и колошение-созревание имела положительный достоверный эффект на урожайность только в условиях Карабалыкской СХОС. У твердой пшеницы в условиях Актобе наблюдалась негативная связь урожайности и числа дней всходы-колошение. Расчеты по средним всех четырех пунктов показали достоверную среднюю зависимость урожайности и периода колошение-созревание у обеих пшениц, а зависимость с периодом всходы-колошение – только у мягкой пшеницы.

Зависимость урожайности яровой пшеницы от метеоусловий

Корреляционная зависимость урожайности яровой мягкой и твердой пшеницы от погодных условий в научных учреждениях представлена в Таблице 4. В процессе анализа данных нами были рассчитаны коэффициенты корреляции между урожайностью в каждом пункте и в каждый год оценки и соответствующими погодными данными в период вегетации: среднемесячной температурой воздуха и количеством осадков, а также этими показателями за период вегетации. В Карабалыкской СХОС урожайность имела достоверную негативную зависимость от средней температуры воздуха в мае-июле, причем эта зависимость была выше у мягкой пшеницы (-0,55) в

сравнении с твердой (-0,45). По осадкам достоверная положительная корреляция была обнаружена только в июле у яровой мягкой пшеницы (0,51). Все остальные корреляции были недостоверны.

На Актюбинской СХОС достоверная негативная корреляция обнаружена между урожай-

ностью и температурой воздуха в июне и за период май-июль. Причем эта зависимость была выше у мягкой пшеницы в сравнении с твердой. Достоверная корреляция урожайности с осадками наблюдалась только за период май-август, причем практически равная у двух культур.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость урожайности от температуры и осадков у яровой мягкой и твердой пшеницы в четырех селекционных программах за 2005–2024 гг.

Научное учреждение	Культура	Коэффициент корреляции между урожайностью и:					
		Температурой воздуха			Осадками		
		Июнь	Июль	Май-Июль	Июнь	Июль	Май-Август
Карабалыкская СХОС	ЯМП	-0.38	-0.25	-0.55*	0.51*	-0.07	0.13
	ЯТП	-0.30	-0.30	-0.45*	0.39	0.18	0.20
Актюбинская СХОС	ЯМП	-0.59**	-0.40	-0.67**	0.23	0.06	0.44*
	ЯТП	-0.54*	-0.36	-0.50*	0.25	0.06	0.45*
Алтайский НЦА	ЯМП	-0.48*	-0.27	-0.30	0.70***	-0.44*	0.04
	ЯТП	-0.38	-0.43	-0.29	0.63**	-0.45*	0.06
Омский АНЦ	ЯМП	-0.15	-0.20	0.05	-0.22	-0.35	-0.37
	ЯТП	-0.29	-0.07	-0.36	0.23	0.08	0.40
Все пункты	ЯМП	-0.10	-0.05	-0.14	0.49***	0.08	0.30***
	ЯТП	-0.13	-0.10	-0.08	0.54***	0.25*	0.49***

*, **, *** – коэффициенты корреляции достоверно значимы при вероятности 95%, 99% и 99,9%, соответственно.

В Алтайском НЦА только в июне наблюдалась негативная достоверная корреляция между урожайностью и температурой воздуха. В этом же месяце положительная достоверная корреляция была между урожайностью и осадками. У яровой твердой пшеницы зависимость была выше, чем у мягкой яровой пшеницы. Также достоверная негативная корреляция была в июле, причем зависимость у мягкой и твердой пшеницы была одинакова.

В Омском АНЦ достоверной корреляции между урожайностью и температурой или осадками не выявлено, тем не менее исследованиями проведены в «Омском АНЦ» в 1981–2019 гг. на яровой твердой пшенице установлено, что ее урожайность положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью мая, июня; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне [19].

Если рассматривать все 78 сорто-опытов, достоверная зависимость между урожайностью и осадками наблюдалась в июне, в июле и за период май-август (Рис.1), за исключением июля у яровой мягкой пшеницы. Причем эта зависимость оказалась выше у яровой твердой пшеницы в сравнении с мягкой. В целом можно констатировать, что твердая пшеница более отзывчива на количество осадков в период вегетации в сравнении с мягкой.

Аналогичный анализ урожайности яровой мягкой и твердой пшеницы провели Азизов и др. [20] для условий засушливого Поволжья за период 1986-2019 годов. Оказалось, что урожайность твердой пшеницы превышает мягкую во влажные годы, равная в средние по увлажнению года и ниже мягкой в засушливые сезоны.

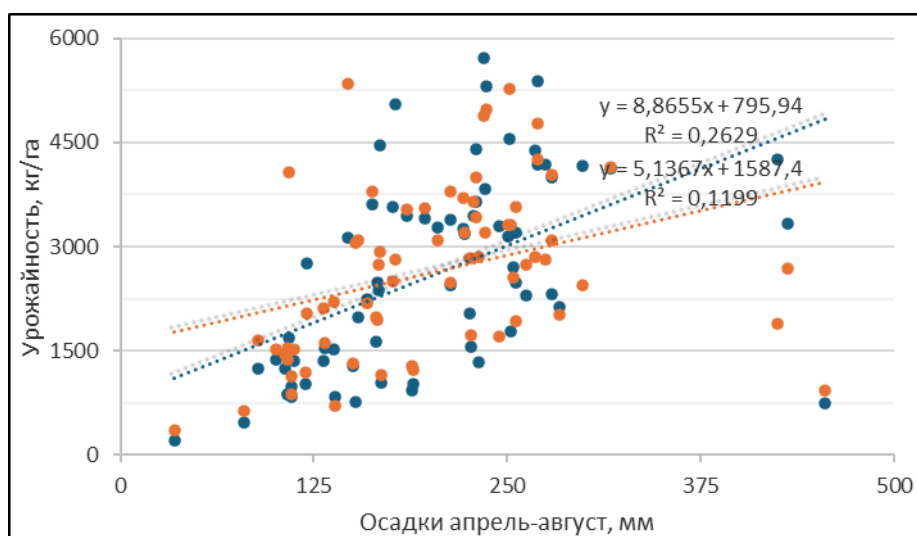


Рисунок 1 – Зависимость урожайности яровой мягкой (коричневый цвет) и твердой (синий цвет) пшеницы от осадков апреле-августе

Закключение

Проведенный нами многолетний сравнительный анализ яровой мягкой и твердой пшеницы в четырех эколого-географических пунктах Казахстана и России позволил выявить ряд важных закономерностей в адаптации и продуктивности этих культур. Установлено, что яровая мягкая пшеница превосходит твердую по урожайности в условиях Казахстана на 7-21%, что может быть связано с ее лучшей адаптацией к засушливым условиям региона благодаря наличию генома D. В более благоприятных условиях увлажнения Западной Сибири (Алтайский край) твердая пшеница, напротив, демонстрирует преимущество в урожайности (на 8,6%), что подтверждает различную реакцию этих видов пшеницы на условия выращивания.

Твердая пшеница во всех изучаемых пунктах формирует более крупное зерно – масса 1000 зерен у нее на 11-19% выше, чем у мягкой. Высота растений твердой пшеницы в Казахстане также превышает высоту мягкой на 4,8-5,7 см, в то время как в России в некоторых случаях наблюдается обратная зависимость. Это свидетельствует о неодинаковой реакции видов на почвенно-климатические и агротехнические условия выращивания.

Выявлена высокая положительная корреляция урожайности с высотой растений и массой 1000 зерен у обоих видов пшеницы во всех пунктах исследования, что подтверждает важность

этих признаков для формирования продуктивности. Продолжительность периодов вегетации также оказывает влияние на урожайность, но в меньшей степени и с различными эффектами в зависимости от региона выращивания.

Урожайность пшеницы в условиях Казахстана и Алтайского края имеет достоверную отрицательную корреляцию с температурой воздуха и положительную с осадками в июне, что подтверждает критическую важность этого периода для формирования продуктивности. Интересно отметить, что яровая мягкая пшеница проявляет большую чувствительность к температурному фактору, чем твердая. В селекции обоих видов пшеницы следует уделять внимание высоте растений и массе 1000 зерен как важным компонентам продуктивности. Для яровой твердой пшеницы необходимо акцентировать селекцию на засухоустойчивость, что позволит расширить ареал ее возделывания в регионах с недостатком влаги.

Данное исследование впервые предоставляет комплексное сравнение двух видов пшеницы в идентичных условиях и имеет большое значение для оптимизации размещения этих культур, совершенствования стратегий селекции и повышения эффективности производства зерна.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках Программно-целевого финансирования Министер-

ства сельского хозяйства Республики Казахстан 2024-2026 гг по программе BR24892821 «Селекция и первичное семеноводство зерновых куль-

тур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана»

References

1. Dubcovsky J., Dvorak J. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication // *Science*. – 2007. – Vol. 316. – P. 1862–1866.
2. Гончаров Н.П. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц // Информационный вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12, № 1-2. – С. 159-179.
3. Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Desiderio F., Barabaschi D., Maccaferri M., Tuberosa R., Cattivelli L. Gene flow between tetraploid and hexaploid wheat for breeding innovation // In: Appels R., Eversole K., Feuillet C., Gallagher, D. (eds) *The Wheat Genome*. Springer, Cham. – 2024. – P. 135-164.
4. Balfourier F., Bouchet S., Robert S., Oliveira R.D., Rimbart H., Kitt J., Paux E. Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity // *Science Advances*. – 2019. – Vol. 5. – eaav0536.
5. Mastrangelo A.M., Cattivelli L. What makes bread and durum wheat different? // *Trends Plant Sci.* – 2021. – Vol. 26. – P. 7-15.
6. Сулейменов М.К. Агротехника яровой пшеницы // Алмата. – Кайнар. – 1981. 181 С.
7. Малицкая Н.В., Пучкова С.Ю., Сыздыкова Г.Т., Аленов Ж.Н., Айдарбекова Т.Ж., Рукавицина И.В., Галиуллин А.А. Урожайность и качество зерна различных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Акмолинской области Казахстана // *Известия ТСХА*. – 2020. – № 1. – С. 33-48.
8. Мамыкин Е.В., Назарова П.Е. Урожайность яровой мягкой пшеницы при нулевой технологии возделывания в условиях Акмолинской области // *Молодежь и наука – взгляд в будущее*. – 2022. – Т.1. – С. 152-155.
9. Adhikari L., Raupp J., Wu S., Wilson D., Evers B., Koo D.H., Poland J. Genetic characterization and curation of diploid A-genome wheat species // *Plant Physiology*. – 2022. – Vol. 188(4). – P. 2101–2114.
10. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Возможности создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2015. – Т.19(2). – С.176-184.
11. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Моргунов А.И., Зеленский Ю.И. Засухоустойчивый генофонд твердой яровой пшеницы, идентифицированный в многолетних испытаниях питомников казахстанско-сибирской селекции пшеницы // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – Т. 21(5). – С.515-522.
12. Allahverdiyev T.I., Talai M., Huseynova J., Aliyev J. Effect of drought stress on some physiological parameters, yield, yield components of durum (*Triticum durum* desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes // *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. – 2022. – Vol.1(1). – P.50-62.
13. Colombo M., Roumet P., Salon C., Jeudy C., Lamboeuf M., Lafarge S., Dumas A.V., Dubreuil P., Ngo W., Derapas B., Beauchêne K., Allard V., Le Gouis J., Rincet R. Genetic analysis of platform-phenotyped root system architecture of bread and durum wheat in relation to agronomic traits // *Front. Plant Sci.* – 2022. – Vol. 13. – 853601.
14. Fischer R.A. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson // *Field Crops Research*. – 2008. – Vol.105(1-2). – P.15–21.
15. Мальчиков П.Н., Розова М.А., Моргунов А.И., Мясникова М.Г., Зеленский Ю.И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2018. – Т.22(8). – С.939-950.
16. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Кирьякова М.Н., Мешкова Л.В., Пахотина И.В., Глушаков Д.А. Перспективные генетические источники для селекции яровой твердой пшеницы в Западной Сибири // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2022. – Т.26(7). – С.609-621.
17. Pask A.J.D., Pietragalla J., Mullan D.M., Reynolds M.P. Physiological breeding II: A field guide to wheat phenotyping // *CIMMYT*, Mexico City, Mexico. – 2012. – P. 135-261.
18. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2020. – Т.21(2). – С.114-123.
19. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – 71(5). – С.26–31.
20. Азизов З. М., Архипов В. В., Имашев И. Г. Урожайность проса, яровой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы в условиях засушливого Поволжья // *Аграрный вестник Юго-Востока*. – 2020. – № 1. – С. 11-17.

References

1. Adhikari L., Raupp J., Wu S., Wilson D., Evers B., Koo D.H., Poland J. Genetic characterization and curation of diploid A-genome wheat species. *Plant Physiology*, 2022, vol. 188, no. 4, p. 2101–2114.
2. Allahverdiyev T.I., Talai M., Huseynova J., Aliyev J. Effect of drought stress on some physiological parameters, yield, yield components of durum (*Triticum durum* desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2022, vol.1, no. 1, p. 50-62.

3. Azizov Z.M., Arkhipov V.V., Imashev I.G. Productivity of millet, spring soft and durum wheat in the conditions of arid Volga Region. Agrarian newsletter of South-East, 2020, no. 1, p. 11-17.
4. Balfourier, F., Bouchet, S., Robert, S., Oliveira, R. D., Rimbart, H., Kitt, J., Paux, E. Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity. Science Advances, 2019, vol. 5, no. 5, eaav0536.
5. Colombo M., Roumet P., Salon C., Jeudy C., Lamboeuf M., Lafarge S., Dumas A.V., Dubreuil P., Ngo W., Derepas B., Beauchêne K., Allard V., Le Gouis J., Rincet R. Genetic analysis of platform-phenotyped root system architecture of bread and durum wheat in relation to agronomic traits. Front. Plant Sci, 2022, vol. 13, 853601.
6. Dubcovsky J, Dvorak J (2007) Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. Science 316:1862–1866. <https://doi.org/10.1126/science.1143986> (In English)
7. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Kiryakova M. N., Meshkova L. V., Pakhotina I. V., Glushakov D. A. Promising genetic sources for the creation of varieties of durum spring wheat in Western Siberia. Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2022, vol. 26, no. 7, p. 609–621.
8. Evdokimov M.G., Yusov V.S., Morgounov A.I., Zelensky, Y.I. Drought tolerance gene pool in developing adaptive varieties of durum wheat identified in study nurseries under the Kazakhstan-Siberian program. Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2017, vol. 21, no. 5, p. 515–522.
9. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. Dependence of yield and grain quality of hard spring wheat on meteorological factors in the southern forest-steppe of Western Siberia. Grain farming of Russia, 2020, vol. 71, no. 5, p. 26–31.
10. Fischer R.A. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. Field Crops Research, 2008, vol.105, no. 1-2, p.15–21.
11. Goncharov N.P. Wheat origin, domestication and evolution. VOGIS Newsletter, 2008, vol. 12, no. 1-2, p. 159-179.
12. Malchikov P.N., Myasnikova M.G. Approaches to the development of durum wheat cultivars (*Triticum durum* Desf.) with wide variability of the growing season. Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2015, vol. 19, no. 2, p. 176-184.
13. Malchikov P. N., Rozova M. A., Morgunov A. I., Myasnikova M. G., Zelensky, Y. I. Yield performance and stability of modern breeding stock of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan. Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2018, vol. 22, no. 8, p. 939–950.
14. Malitskaya N.V., Puchkova S.Yu., Syzdykova G.T., Alenov Zh.N., Aydarbekova T.Zh., Rukavitsina I.V., Galiullin A.A. Relationship between the yield of spring soft wheat varieties and technological grain quality in the conditions of Akmola region of North Kazakhstan. Newsletter of Timiryazev Agricultural Academy, 2020, no. 1, p. 33-48.
15. Mamykin E.V., Nazarova P.E. Spring bread wheat yield under zero tillage in Akmola region. Youth and science – future perspective, 2022, vol. I, no. II, p. 152-155.
16. Mastrangelo AM, Cattivelli L What makes bread and durum wheat different? Trends Plant Sci., 2021, vol. 26, no. 7, p. 7-15.
17. Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Desiderio F., Barabaschi D., Maccaferri M., Tuberosa R., Cattivelli L. Gene flow between tetraploid and hexaploid wheat for breeding innovation. In: Appels R., Eversole K., Feuillet C., Gallagher, D. (eds) The Wheat Genome. Springer, Cham, 2024, p. 135-164.
18. Pask A.J.D., Pietragalla J., Mullan D.M., Reynolds M.P. Physiological breeding II: A field guide to wheat phenotyping. CIMMYT, Mexico City, Mexico, 2012, p. 135-261.
19. Sapega V. A., Tursumbekova G. S. Yield, ecological plasticity and stability of varieties of spring soft and durum wheat in the southern forest steppe of the Tyumen region. Agricultural Science Euro-North-East, 2020, vol. 21, no. 2, p. 114-123.
20. Suleymenov M.K. Agrotechnology of growing of spring wheat. Alma-Ata, Kajnar, 1981, 181 p.

Сведения об авторах:

Алтыбаева Дина Доненбаевна – магистрант кафедры биоразнообразия КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: dina.altymbayeva@gmail.com).

Чудинов Владимир Анатольевич – руководитель отдела селекции Карабалыкской СХОС (Костанайская область, Казахстан, e-mail: ch.den@mail.ru).

Шаманин Владимир Петрович – доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, директор Международного селекционно-генетического центра Омского ГАУ (Омск, Россия, e-mail: vp.shamanin@omgau.org).

Савин Тимур Владимирович – кандидат биологических наук, руководитель программы НИЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева (п. Шортанды, Акмолинская обл., Казахстан, e-mail: savintimur_83@mail.ru).

Белан Игорь Александрович – кандидат с.-х. наук, заведующий лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия, e-mail: belan_skg@mail.ru).

Коробейников Николай Иванович – кандидат биологических наук, руководитель Алтайского селекцентра и лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы Алтайского научного центра агробиотехнологий (Барнаул, Научный городок, Россия, e-mail: korobeinikovni@mail.ru).

Розова Маргарита Анатольевна – кандидат с.-х. наук, заведующая лабораторией селекции яровой твердой пшеницы Алтайского научного центра агробиотехнологий (Барнаул, Научный городок, Россия, e-mail: mrosova@yandex.ru).

Цыганков Владимир Игоревич – кандидат с.-х. наук, член-корр. НААН РК, зав. отделом селекции и первичного семеноводства, ТОО «Актюбинская с.-х. опытная станция» (Актобе, Казахстан, e-mail: zigan60@mail.ru).

Юсов Вадим Станиславович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции яровой твердой пшеницы, ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия, e-mail: yusov@anc55.ru).

Моргунов Алексей Иванович (корреспондентный автор) – кандидат с.-х. наук, преподаватель кафедры ботаники КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: alexey.morgounov@gmail.com).

Information about the authors:

Altybaeva Dina Donenbaevna – Master's Degree Student of the Department of Biodiversity, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: dina.altbayeva@gmail.com)

Chudinov Vladimir Anatolyevich – Head of the Breeding Department of the Karabalyk Agricultural Experimental Station (Kostanay region, Kazakhstan, e-mail: ch.den@mail.ru).

Vladimir P. Shamanin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Director of the International Breeding and Genetic Center of the Omsk State Agrarian University (Omsk, Russia, e-mail: vp.shamanin@omgau.org).

Savin Timur Vladimirovich – Candidate of Biological Sciences, Program Manager of the Scientific and Practical Center of Grain Farming named after A.I. Barayev (Shortandy village, Akmola region, Kazakhstan, e-mail: savintimur_83@mail.ru).

Igor A. Belan – Ph.D. in Agriculture, Head of the Laboratory of Spring Bread Wheat Breeding (Omsk ASC, Omsk, Russia, e-mail: belan_skg@mail.ru).

Korobeynikov Nikolay Ivanovich – Candidate of Biological Sciences, Head of the Altai Breeding Center and the Laboratory of Spring Bread Wheat Breeding of the Altai Scientific Center of Agrobiotechnology (Barnaul, Scientific City, Russia, e-mail: korobeynikovni@mail.ru).

Rozova Margarita Anatolyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Spring Durum Wheat Breeding of the Altai Scientific Center of Agrobiotechnology (Barnaul, Scientific City, Russia, e-mail: mrosova@yandex.ru).

Tsygankov Vladimir Igorevich – Candidate of Agricultural Sciences, Corresponding Member. NAAS of the Republic of Kazakhstan, Head of the Department of Breeding and Primary Seed Production, Aktobe Agricultural Experimental Station (Aktobe, Kazakhstan, e-mail: zigan60@mail.ru).

Yusov Vadim Stanislavovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Spring Durum Wheat Breeding (Omsk ASC, Omsk, Russia, e-mail: yusov@anc55.ru)

Morgunov Alexey Ivanovich (corresponding author) – Candidate of Agricultural Sciences, Lecturer of the Department of Botany, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: alexey.morgounov@gmail.com).

Авторлар туралы мәлімет:

Альтыбаева Дина Доненбаевна – Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биоалуантүрлік кафедрасының магистранты (Алматы, Қазақстан, e-mail: dina.altbayeva@gmail.com).

Чудинов Владимир Анатольевич – Қазақстандағы Қарабалық ауыл шаруашылығы кәсіпорнының селекция бөлімінің басшысы (e-mail: ch.den@mail.ru).

Владимир П. Шаманин – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, агрономия, селекция және тұқым өндірісі кафедрасының профессоры, Омск мемлекеттік аграрлық университетінің Халықаралық селекция және генетика орталығының директоры (Омск, Ресей, e-mail: vp.shamanin@omgau.org.).

Савин Тимур Владимирович – биологиялық ғылымдар кандидаты, А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-практикалық орталығының бағдарлама менеджері (Қысқанды ауылы, Ақмола облысы, Қазақстан, e-mail: savintimur_83@mail.ru).

Игорь А. Белан, ауыл шаруашылығы бойынша Ph.D., Омск АСК, Омск АСК, Көктемгі жұмсақ бидай селекциясы зертханасының меңгерушісі (Омск, Ресей, e-mail: belan_skg@mail.ru).

Колобейников Николай Иванович, биология ғылымдарының кандидаты, Алтай селекция орталығының және көктемгі жұмсақ бидай селекциясы зертханасының меңгерушісі (Барнаул, Ғылыми қала, Ресей, e-mail: korobeynikovni@mail.ru).

Розова Маргарита Анатольевна, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Алтай агробиотехнология ғылыми орталығының көктемгі қатты бидай селекциясы зертханасының меңгерушісі (Барнаул, Ғылыми қала, Ресей, e-mail: mrosova@yandex.ru).

Цыганков Владимир Игоревич, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ҰАҒ-ның корреспондент-мүшесі, Aktobe Agricultural Production ЖШС-ның Селекция және бастапқы тұқым өндірісі бөлімінің басшысы (Тәжірибелік станция, Ақтөбе, Қазақстан; e-mail: zigan60@mail.ru).

Юсов Вадим Станиславович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, көктемгі қатты бидай селекциясы зертханасының меңгерушісі (Омск АСК, Омск, Ресей, электрондық пошта: yusov@anc55.ru).

Моргунов Алексей Иванович (корреспондент автор), ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ботаника кафедрасының оқытушысы, Әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: alexey.morgounov@gmail.com).

Поступило 1 мая 2025 года
Принято 20 ноября 2025 года