

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. - № 2 (125). - Р. 160-171. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1905

УДК 633.11:631.527

Обзорная статья

Обзор результатов селекции факультативной мягкой пшеницы в Республике Казахстан

Нурпеисов И.А.¹ , Кадырбекова Ж.Д.² 

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
Алмалыбак, Казахстан,

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
Алмалыбак, Казахстан

Автор-корреспондент: Нурпеисов И.А.: nisatay@mail.ru

Соавтор: (1: ЖК) jumbakkyz@mail.ru

Получено: 08-04-2025 Принято: 26-06-2025 Опубликовано: 30-06-2025

Аннотация

В обзоре представлены основные результаты селекции сортов факультативной мягкой пшеницы в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (далее КазНИИЗиР) за 2013- 2024 годы.

Объектом исследования служили сортообразцы, гибриды и линий факультативной пшеницы питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ). Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на светло каштановых почвах. Посев производился осенью и весной. Закладка питомников, учеты, гибридизация, структурный анализ, оценка, анализ VRN генов материалов, статистическая обработка результатов проводились с использованием методик отечественных и зарубежных источников.

Выявлены методические аспекты селекции факультативной пшеницы, выделены новые источники гермоплазмы в виде исходных родительских форм, а также выведены перспективные линии в качестве новых сортов этой культуры.

Ключевые слова: пшеница; исходный материал; гибрид; отбор; линия.

Введение

В повышении эффективности аграрного сектора Казахстана большое значение имеет использование новых, адаптированных к конкретным условиям окружающей среды сортов.

Отмечено, что сорта зерновых культур, возделываемых в производстве, должны характеризоваться пластичностью, устойчивостью к отрицательным температурам, засухе и к болезням и вредителям [1].

Среди зерновых культур различают группы с различным развитием: озимую, яровую и двуручку (факультативную). Отличительной особенностью факультативной пшеницы по сравнению с озимой и яровой пшеницей является ее высокая пластичность и адаптивность к стрессовым факторам. Благодаря этому данные сорта пользуются спросом и возделываются в производстве, как в качестве озимой, так и яровой пшеницы [2, 3, 4]. Так, многие сорта озимой пшеницы в неблагоприятные годы перезимовки гибнут, что наносят ощутимый вред зерновому хозяйству. А у факультативных сортов пшеницы при повреждении осенних посевов от зимних неблагоприятных условий можно провести подсев ранней весной, что позволит получить хороший и чистосортный урожай. Факультативные сорта пшеницы в особенности незаменимы в регионах с мягким климатом и где приходится маневрировать со сроками посева пшеницы из-за организационно-производственных причин или из-за засушливых почвенно-климатических условий в осенний период, которые на юге и юго-востоке РК повторяются довольно часто.

Так, продолжительная сухая осень приводит к проведению поздних посевов озимой пшеницы и соответственно снижению ее урожайности. В таких ситуациях осенне-весенний посев сортов факультативной пшеницы также обеспечить хозяйству, получить гарантированный урожай зерна.

Селекционная работа по двуручке в бывшем СССР впервые начата в 1993 году в Российской Федерации (РФ) – Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко и продолжается по сей день [2]. В результате ими были созданы и допущены к использованию в условиях Краснодарского края более 20 сортов этой культуры с урожайностью более 75 ц/га в осеннем и более 60 ц/га в весенних посевах. Ими первый сорт – двуручка мягкой пшеницы передан в Государственное сортоиспытание в 2001 г. под названием Ласточка. Урожайность этого сорта в осеннем посеве составила в зависимости от условий года порядка 75-80 ц/га, а в весеннем посеве – 60-65 ц/га, превышая урожайность районированных яровых сортов пшеницы на 15-20 ц/га.

В СССР отдельные исследования по селекции факультативной пшеницы проводились также в Кыргызстане и Армении. Так, в Кыргызской Республике созданы такие сорта факультативной пшеницы, как Интенсивная, Жамин, Аракет, Касиет, Данк, Вассан, Наздан [5]. В Армении в результате экологических испытаний выделены ряд сортообразцов пшеницы, которые дали хорошие показатели урожайности как на озимых, так и на яровых посевах [6, 7].

В странах дальнего зарубежья факультативную пшеницу практически нигде не выращивают, за исключением Мексики, Турции и Ирака, где яровая пшеница является культурой для осенних посевов [8]. Известны только единичные результаты по выбору факультативных сортов пшеницы в Турции и Новой Зеландии. Так, в Турции новый факультативный генотип пшеницы Таиса, посеянный 15 марта превысил по урожаю типичный яровой сорт Пэдурени на 419 кг/га, что означает важный прогресс в селекции пшеницы [3]. В условиях Эрзурума (Турция) выделен факультативный сорт Туркмен с высокой продуктивностью, белым зерном, и рекомендован для этого региона [9]. Aquilla – сорт факультативной мягкой пшеницы, выведен Новозеландским институтом исследований сельскохозяйственных культур и пищевых продуктов. Она пригодна для посева в Новой Зеландии в Кентерберри с мая по октябрь и на юге Северного острова весной, где дает хорошую урожайность [10].

В настоящее время в Казахстане в производстве успешно возделываются всего четыре сорта факультативной пшеницы отечественной (Казахстанская 10, Память 47, Егемен) и Кыргызской (Интенсивная) селекции, что является недостаточным. Причиной этому является то, что в Казахстане до последнего времени селекция факультативной пшеницы не была выделена в качестве отдельного направления исследований. Целенаправленная селекционная работа сортов факультативной мягкой пшеницы в РК впервые начата с 2013 года в ТОО КазНИИЗиР, основные результаты которых представлены в данной работе.

На основании вышеизложенного, вытекает актуальность проведения исследований по селекции факультативных сортов пшеницы в Республике Казахстан с комплексом ценных признаков и свойств.

Материалы и методы

Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на полевом стационаре КазНИИЗиР на светло каштановых почвах. Исходным материалом для эксперимента с лужили 50 сортообразцов пшеницы из международных питомников (FAWWON, FAWWON-SA, STEMRRSN, WVEERYT, RWKLDN, HLWSN, TCI, ПМП И ПОП – ЦАЗ); 10 сортов Республики Казахстан и 1 сорт из Киргизии. Они отличались по происхождению (США, Канада, Мексика, Турция, Кения, Россия, Туркмения, Кыргызская Республика, Республика Казахстан), хозяйственно-ценным признаком и биологическим свойством. Далее в качестве объектов использовали 54 гибридных популяции F2-F4, полученных от различных типов скрещивания (факультативные сорта × факультативные сорта; факультативные сорта × озимые сорта; факультативные сорта × яровые сорта; яровые сорта × озимые сорта) и 22 перспективных линии факультативной пшеницы из конкурсного сортоиспытания (КСИ). Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на светло каштановых почвах. Посев производился осенью и весной. Закладка питомников, учеты, гибридизация, структурный анализ, оценка, анализ VRN генов материалов, статистическая

обработка результатов проводилась с использованием методик отечественных и зарубежных источников.

Результаты исследований

Методические аспекты селекции факультативной пшеницы

Известно, что селекционная работа начинается с выбора исходного материала в качестве родительских форм. Отсюда вытекает необходимость изучения исходного материала и выделения среди них источников признаков и свойств, которые являются основным критерием их ценности для использования [11-15]. Это такие показатели как элементы продуктивности, продолжительность вегетационного периода, холодостойкость, морозо- и зимостойкость, жаро- и засухостойчивость, устойчивость к болезням, вредителям и полеганию, солеустойчивость, а также качество зерна и муки. Ряд таких сортообразцов факультативной мягкой пшеницы, выделившихся в качестве источников хозяйственно-ценных признаков приведены в таблице 1. Степень проявления лучших из них, в основном, были на уровне и выше уровня стандартных сортов Казахстанская 10, Интенсивная, Память 47 и озимого сорта Алмалы. Исходя из этого, их можно использовать как хорошие источники этих признаков при селекции факультативной пшеницы на урожайность и качество зерна и муки [14].

Таблица 1 – Сортообразцы факультативной пшеницы, выделившихся в качестве источников хозяйственно-ценных признаков

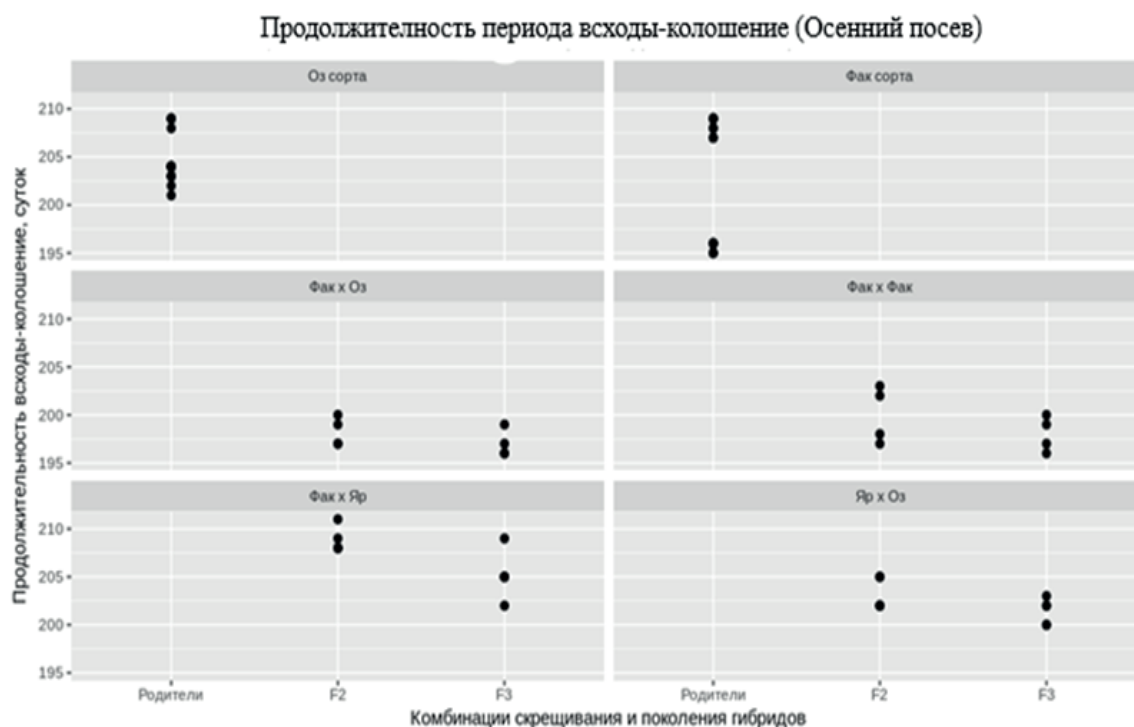
Сортообразец	Признак	Значение
Phib – Mutant, Cv. Lada, Eta и Cv. Rodina	Длина колоса, см	9,8 - 11,4
Yildiz 98, Sultan95/Atilla, Atay, Karakum, Or941611, Dh-Lines 1-1, Dh-Lines 2-1, Dh-Lines 5, Comp1, Eta, Cv. Rodina – 1, Chonte, Babax-3, Babax-7, Babax-9, Chibia, Kiritati-2, Fret2*2	Число зерен в колосе, шт.	44 - 53
Sultan95/Atilla, Bagl2002, Samar 10, Atay, Karakum, Pastor, Chonte, Pbw343*2-3, Babax-1, Babax-6, Babax-7, Babax-8, Babax-9, Chibia, Sm II Fret2*2	Масса зерна с растения, г	3,7 - 4,2
Samar 10, Pbw343*2-1, Pbw343*2-3, Babax-1, Babax-5, abax-6, Babax-7, Babax-9, Brbt1*2, Kamb1*2-1, Kamb1*2-2, Qt 6581-2, Chen II Tc87034	Масса 1000 зерен, г	39,0 - 41,6
Sultan95/Atilla, Samar 10. Karakum, Pastor, Babax-1. Babax-6. Brbt1*2, Falcin,	Число продуктивной кустистости на одно растение, шт.	2,9 - 3,2
Bagl2002, Phib – Mutant, Eta, Chonte, Babax-1, Babax-8	Натура зерна, г/л	свыше 768
Samar 10, Atay, Or 94 16 11, Polukarlikovaya (Olvia), Dh-Lines 5, Cv. Rodina – 1, Phib – Mutant, Pastor, Pbw343*2-1, Pbw343*2-2, Pbw343*2-4, Kiritati-1, Kiritati-2, Falcin, Ka/Nac, Kamb1*2-1, Ures, Vee, Chen, Fret2*2, Tc87034, Mon, Ga 961565-27-6	Содержание протеина, %	13,8 - 15,5
Atay, Or 94 16 11, Cv. Rodina – 1, Phib – Mutant, Kiritati-1, Chen, Fret2*2; Polukarlikovaya (Olvia) и Falcin	Седиментация муки и клейковины, %	55 и выше; клейковина свыше 28

Устойчивость растений к полеганию тесно коррелирует с высотой растения. Изучаемые сортообразцы факультативной пшеницы проявили разный уровень высоты стебля. Среди них источниками высокостебельности с высотой более 99 см являются сорт образцы Cv. Lada, Eta, Cv. Rodina-1 и Phib – Mutant, а низкостебельности с уровнем высоты стебля ниже 65,0 см - Dh-Lines 1-1, Dh- Lines 2-1, Vee, Falcin, Pbw343*2-2, Babax-4, Babax-5, Qt 6581-1и Qt 6581-2b [14].

Продолжительность вегетационного периода имеет большое значение при селекции сортов пшеницы разного срока спелости как на юго-востоке, так и в северных регионах страны [16]. Создание скороспелых сортов мягкой пшеницы с высоким потенциалом урожайности зерна является одной из важнейших целей селекционеров пшеницы во всем мире [17]. В этом вопросе в условиях юго-востока РК такие сортообразцы факультативной пшеницы, как PBW343*2-2, BABAX-4, BABAX-5, BRBT1*2, CHIBIA, KIRITATI-1, KIRITATI-2, KA/NAC, KAMB1*2-1, KAMB1*2-2, QT 6581-1, QT 6581-2, CHEN, SRN, FRET2*2, TC87034 и MON показали раннеспелость, а сортообразцы Phib – Mutant, Cv. Lada и Eta позднеспелость, т.е. они являются соответственно источниками этих биологических свойств [14].

Известно, что одним из факторов, отрицательно влияющих на урожайность пшеницы является уровень ее поражаемости видами ржавчины. В этом аспекте нами выделены в качестве источников к трем видам ржавчины 11 сортообразцов (Ures, Vee, Chen, Pbw343*2-1, Babax-3, Babax-8, Kiritati-1, Qt 6581-1, Falcin, Kamb1*2-2 и Ka/Nac) факультативной пшеницы [14].

Вегетационный период имеет большое значение при селекции сортов пшеницы разного срока спелости. В этом аспекте представляет интерес выявления и отбор факультативных линий в гибридных популяциях, полученных от различных типов комбинации скрещивания (рисунок 1).



Фак. – факультативные сорта; Оз. – озимые сорта и Яр. – яровые сорта

Рисунок 1 – Продолжительность периода всходы – колошение у сортов пшеницы (озимая, факультативная, яровая) и их гибридов F2, F3

Анализ данных рисунка 1 свидетельствует, что у сортов и гибридов факультативной пшеницы осеннего посева длина периода всходы - колошение на 6 суток короче, чем у озимых сортов. Обратное наблюдается при их весеннем посеве, т.е. продолжительность этого показателя на 5 суток длиннее по сравнению с сортами яровой пшеницы. Такая закономерность нами отмечен, и в другой работе [18].

На основании изложенного можно заключить, что при селекции факультативной пшеницы продолжительность периода всходы - колошение является одним из критерием отбора таковых форм и линий.

Известно, что сорта факультативной пшеницы, в основном, выведены путем скрещивания сортов озимой и яровой пшеницы. По результатам наших исследований в условиях юго-востока Казахстана новые гибриды и перспективные линии факультативной пшеницы получены также и от скрещивания между собой факультативных, озимых и яровых сортов. В таблице 2 представлены результаты анализа VRN генов у линий факультативной пшеницы в контрольном питомнике (КТП), которые наглядно показывают достоверность этого вывода. Так, из данных этой таблицы следует, что факультативные линии получены от типов скрещивания озимые сорта х яровые сорта (по *VrnB1/vrnD1*), факультативные сорта х озимые сорта и факультативные сорта х факультативные сорта (по *Vrn-B1/Vrn-D1*).

Отмечено, что получение факультативных генотипов с использованием в скрещивания факультативных, озимых и яровых сортов связано со сложным формообразовательным процессом хозяйственно-ценных признаков. При этом выявлено, что у факультативной пшеницы уровень слагаемых компонентов продуктивности выше в осеннем посеве, чем в яровом. Так, в весеннем посеве факультативные сорт образцы по сравнению с осенним посевом снижают высоту растения, массы 1000 зёрен и натуры зерна, но повышают технологические показатели зерна. Высота сортов двуручек должна быть стабильной, в пределах 100 см при осеннем и 80 см при весенних посевах [2]. Заметим, что указанные особенности факультативной пшеницы в осенне-весеннем посевах подтверждаются и результатами наших исследований.

Таблица 2 – VRN гены у линий мягкой пшеницы факультативного образа жизни в контрольном питомнике

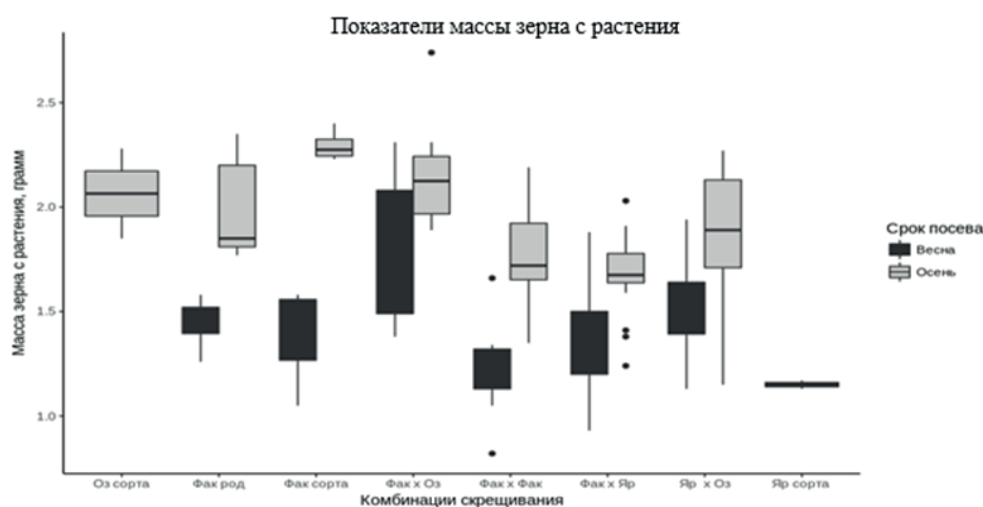
Линия – происхождение	<i>Vrn-B1/ vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1/ vrn-D1</i>
Интенсивная×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Интенсивная×PBW 343*2-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Sultan 95/Atilla×Новосибир 31	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Compi×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Уральск кукушка ×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
PBW 343*2-2×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Терция×ЕТА	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Байтерек×CV Lada	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Sonmez×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Интенсивная×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
GA961565-27-6×Интенсивная	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Байтерек×CV Lada	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Bagel 2002×Алтайская 110	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Polycarlicovaуа×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Уральская кукушка × Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Babax-7×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>

Продолжение таблицы 2

Интенсивная×РВW 343*2-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Фитон С-50×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Интенсивная×QT 6581-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Уральская кукушка×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>

При селекции сортов факультативной пшеницы очень важно, чтобы генотипы сохраняли устойчивость в широком диапазоне погодных и экологических условий. Для выделения такого типа генотипов в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко использовали возможности естественного отбора, высевая гибридные популяции попеременно осенью и весной, а отобранные линии - осенью и весной. Этот метод также нашел применение и в наших работах по селекции факультативной пшеницы.

В литературе нет сведений о степени выраженности элементов продуктивности в расщепляющихся гибридных популяциях F2-F4, полученных от различных типов комбинации скрещивания. Для отбора лучших генотипов из гибридной популяции в первую очередь необходимо знать ее природу в плане их происхождении, а также гомо- и гетерозиготности по селектируемым признакам и свойствам [19]. Они создают предпосылки отбора лучших генотипов из гибридной популяции. Нами с целью выявления лучших гибридных популяций F2, F3 и F4 по продуктивности в сравнении с лучшими родительскими формами и стандартными сортами факультативной пшеницы проведен структурный анализ слагаемых их элементов. Математические тесты указывали на достоверность полученных данных (t-test - p-value < 2.2e-16, тест Шапиро-Уилкса - W = 0.93222, p-value = 0.001144) по элементам продуктивности. Так, данные рисунка 2 и таблицы 3 показывают, что уровень проявления структурных элементов растений, при осеннем посеве у гибридов F2 и F3 в целом одинаковые. При этом степень проявления высоты растений у гибридов варьировал в пределах 91,4 - 115,4 см; длины колоса - 9,3 - 10,5 см; число зёрен в колосе - 42,6 - 49,3 штук; массы зерна с колоса - 1,6 - 2,1 г; массы зерна с одного растения - 3,4 - 4,6 г.; и массы 1000 зёрен - 32,3 - 44,2 г. А у лучших родительских форм и стандартов факультативной мягкой пшеницы эти показатели составили: по высоте растений от 66,7 до 101,0 см; длине колоса - 8,3-11,3 см; числу зёрен в колосе - 45,9 - 54,5 штук; массе зерна с колоса - 1,8 - 2,4 г; массы зерна с растения - 3,9 - 4,4 г. и массы 1000 зёрен - 36,5 - 45,3 г. Отсюда следует, что у гибридов F2 и F3 степень проявления высоты растения, длины колоса несколько выше; массы зерна с растения, массы 1000 зёрен на уровне; а число зёрен в колосе и массы зерна с колоса уступает лучшим родительским формам и стандартным сортам факультативной пшеницы.



Фак. – факультативные сортообразцы; Оз, – озимые сортообразцы; Яр. – яровые сортообразцы

Рисунок 2 – Показатели массы зерна с растения у гибридов F2, F3 и F4 в зависимости от типа комбинации скрещивания и осенне-весенних сроков посева

Таблица 3 – Структурные элементы у гибридных популяций F₂ и F₃ факультативной пшеницы (осенний посев)

Сорт, происхождение гибрида	Высота стебля, см		Длина колоса, см		Количество зёрен в колосе, шт.		Масса зерна с колоса, г		Масса зерна с растения, г		Масса 1000 зерен, г	
	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃
Фак × Фак	104,4	104,0	10,5	9,9	48,3	46,3	1,8	1,7	3,8	3,5	36,0	32,3
Фак × Оз	91,4	101,6	10,0	10,3	49,2	48,0	2,1	2,1	4,6	4,4	42,0	44,2
Фак × Яр	113,2	114,5	9,9	9,3	46,7	42,6	1,8	1,6	3,7	3,4	36,2	37,3
Яр × Оз	107,1	115,4	10,1	9,6	49,3	47,1	1,9	1,9	4,6	4,1	38,7	37,6
Bagel 2002	86,0		9,8		47,9		1,9		4,0		37,1	
Sonmez	88,1		9,9		49,0		1,8		4,1		37,6	
Каракум	76,7		8,3		49,3		1,8		3,9		36,5	
Chivia	71,2		10,5		48,8		2,2		4,6		37,4	
Chonte	66,7		10,4		50,3		2,4		4,1		37,6	
Казахстанская 10	101,0		9,7		46,0		2,3		4,0		41,9	
Интенсивная	86,0		11,0		54,5		2,2		4,4		38,8	
Память 47	82,7		11,3		45,9		2,3		4,3		45,3	
Егемен	87,8		10,1		49,6		2,4		4,0		39,7	

Примечание, где: Фак. – факультативные сортообразцы; Оз. – озимые сортообразцы; Яр. – яровые сортообразцы

Таким образом, в условиях осеннего посева у гибридов по хозяйственно-ценным признакам высоты растения, длины колоса, массы зерна с растения и массы 1000 зёрен есть возможность отбора лучших, чем родительские формы и сорта линий. В этом вопросе результатами наших исследований выявлено преимущество гибридов от типов скрещивания: озимые сорта × факультативные сорта и озимые сорта × яровые сорта, как при осеннем, так и при весеннем посевах [20]. Так как, именно в таких гибридных популяциях высокая выраженность таких признаков, как длина колоса, масса зерна с колоса, масса зерна с растения и масса 1000 зёрен.

Создание новых перспективных линий факультативной пшеницы по комплексу ценных признаков и свойств

В результате целенаправленных исследований селекции факультативной пшеницы были выделены перспективные линии по урожайности, качеству зерна срокам спелости, устойчивости к болезням и другим показателям, которые в настоящее время проходят испытания в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) (Таблица 4).

Таблица 4 – Лучшие линии факультативной пшеницы в КСИ при осеннем и весеннем посевах, 2022-2024 годы

Линия	Происхождение	Всходы- колоше ние, суток		Средняя урожай ность, ц/га		Качество зерна				Болезни ржавчины, тип поражения в %		
		осень	весна	осень	весна	натура, г/л	Стекловид ность, %	клейков. %	протеин, %	желтая	бурая	стеблевая
Эритроспермум 365	Фитон С 50×Алмалы	171	42	42,0	30,1	774	74	42,5	16,4	0	40MS	40MS
Ферругинеум 696	Фитон С 50×Алмалы	173	40	41,2	30,4	772	78	51,5	17,2	10S	40S	30MS

Продолжение таблицы 4

Велитинум 693	Polucarlisovaуа × Казахстанская 10	170	40	48,2	28,7	789	56	34,9	14,6	5S	60S	30MS
Ферругинеум 629	Уральская кукушка ×Алмалы	169	46	42,6	33,8	783	69	37,7	15,3	0	80S	60S
Лютесценс 363	Фитон С 50×Алмалы	171	51	43,1	25,6	802	75	40,8	15,0	0	60S	40S
Эритроспермум 305	Казахстанская 17×Егемен	179	49	43,5	29,4	787	74	35,8	15,5	0	30S	30MS
Лютесценс 957	PBW 343* 2-3× Богарная 56	174	52	48,4	29,8	789	75	43,5	15,8	0	20MS	40S
Эритроспермум 886	PBW 343* 2-2 × Стекловидная 24	169	47	41,0	29,0	792	76	37,9	17,0	0	60S	60S
Эритроспермум 374	Интенсивная ×Казахстанская 10	173	43	41,9	27,4	797	73	41,4	15,9	0	20MR	50S
Лютесценс 665	Целинная 3с×Богарная 56	172	51	44,1	25,8	806	74	43,9	16,1	0	70S	30MS
Эритроспермум 105	Уральская кукушка× Стекловидная 24	170	42	46,1	26,7	811	77	36,7	15,5	0	40MS	50S
Стандарт	Казахстанская 10	205	52	37,9	24,3	761	79	38,8	17,4	0	40S	60S
НСР 2,4 1,8												

Из данных таблицы 4 следует, что по урожайности как в осеннем, так и весеннем посевах выделяются линии Эритроспермум 886; Ферругинеум 696; Ферругинеум 629; Эритроспермум 365; Эритроспермум 305; Эритроспермум 105; Эритроспермум 374: Велитинум 693 и Лютесценс 957, превышая урожайность стандарта Казахстанская 10 до 10,5 ц/га и до 9,5 ц/га соответственно. Они характеризуются также среднеране и среднеспелостью, а по качеству зерна относятся к группе сильной и ценной пшеницы по стандарту [21].

Успешная селекция пшеницы на устойчивость к ржавчине требует постоянного мониторинга эффективности генов устойчивости и оценки влияния новых сортов пшеницы на вирулентность патогена [22]. В нашей работе 9 линий (Эритроспермум 365, 305, 886, 374, 105, Лютесценс 363, 957, 665, Ферругинеум 629) проявили иммунитет к желтой ржавчине (O). Линия Эритроспермум 374 отличалась умеренной устойчивостью к бурой ржавчине (MR - 20%), а линии Лютесценс 957, Эритроспермум 305, 105 и 365 умеренной восприимчивостью к этой болезни (MS-20-30-40%). Лишь линии Ферругинеум 696, Эритроспермум 365 проявили умеренную восприимчивость к стеблевой ржавчине со степенью 30-40%, а другие характеризовались восприимчивостью, в пределах 30-60% [21].

Таким образом, перспективные линии факультативной пшеницы КСИ отличаются кроме урожайности средне и среднераннеспелостью, сильными и ценными качественными показателями зерна, и устойчивостью к желтой ржавчине. Среди них по этим показателям выделяются линии Лютесценс 957, Велитинум 693, Эритроспермум 105, Ферругинеум 629, Эритроспермум 365, Эритроспермум 886 (таблица 4). Они являются кандидатами новых сортов факультативной мягкой пшеницы, которые в настоящее время готовятся к передаче в Государственную комиссию Республики Казахстан по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Заключение

Выделены источники по признакам: длины колоса, числа зерен в колосе, массы зерна с растения, массы 1000 зёрен, продуктивной кустистости, натуры зерна, содержания протеина, седиментация муки и клейковины, продолжительности вегетационного периода, устойчивости к полеганию и видам ржавчины.

Факультативные гибридные популяции проявляются в комбинациях скрещивания между собой факультативных, озимых и яровых сортов пшеницы. Это согласуется и генетическим анализом линии по VRN генам.

При селекции факультативной пшеницы длина периода всходы-колошение является одним из критерием отбора таковых форм и линий.

Выявлено преимущество гибридов от типов скрещивания: озимые сорта × факультативные сорта и озимые сорта × яровые сорта, как при осеннем, так и при весеннем посевах. Так как, именно в таких гибридных популяциях высокие показатели таких признаков, как длина колоса, масса зерна с растения и масса 1000 зёрен.

Лучшие перспективные линии факультативной пшеницы по комплексу ценных признаков и свойств готовятся для передачи в Государственное сортоиспытание.

Вклад авторов

ИН: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ИН, ЖК: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Научные исследования выполнены в рамках научно-технической программы ИРН BR24892821 «Селекция и первичное семеноводства зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических условиях Казахстана» ПЦФ МСХ РК 2024-2026 по проекту «Повышение производства зерна в условиях Юга и Юго-Востока Казахстана на основе селекции конкурентоспособных сортов факультативной пшеницы и разработки технологии их возделывания».

Благодарность

Выражаю благодарность техническому персоналу лаборатории факультативной и яровой мягкой пшеницы КазНИИЗиР за содействие при выполнении данной работы.

Список литературы

- 1 Есимбекова, МА. (2014). Система эффективного управления характерным набором пшеницы «зима-яровая» в условиях юго-востока Казахстана. *Вестник КазНУ*, 2(41), 193-198.
- 2 Филобок, ВА, Беспалова, ЛА, Гуенкова, ЕА, Кошкин, ВА, Потокина, ЕК. (2016). Создание адаптированного генофонда альтернативного образа жизни мягкой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*, 1(43), 38-42.
- 3 Keser, M., Özdemir, F., Morgunov, AI, Akin, B. (2020). 25th Facultative Winter Wheat Observation Nurseries - Semi Arid condition (25FAWWON-SA). <https://hdl.handle.net/20.500>.
- 4 Neugschwandtner, RW, Böhm K., Hall, RM, Kaul, HP. (2015). Development, growth, and nitrogen use of autumn- and spring-sown facultative wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 65(1), 1-8. DOI: 10.1080/09064710.2014.958522.
- 5 Пахомеев, ОВ, Усубалиев, БК, Ибрагимова, ВС, Адылбаев, НБ. (2023). Исходный материал по селекции пшеницы для почвенно-климатических условий регионов Киргизской Республики. *Известия Национальной АН Киргизской Республики*, 6, 90-95.
- 6 Барбарян, А., Аличян, Н., Геворгян, А. (2020). Результаты изучения факультативных сортов мировых коллекций пшеницы в условиях Республики Армения. *ЕСУ*, 11(80). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.4.80.1123.
- 7 Гукасян, АГ, Барбарян, АА, Матевосян, ЛГ, Алиханян, НА, Казарян, РГ. (2022). Результаты испытания некоторых факультативных сортов пшеницы мировой коллекции в условиях Арапатской равнины Армении. *Slovenian scientific journal*, 73, 9-12.
- 8 Дорофеев, ВФ, Удачин, РА, Семенова, ЛВ. (1987). Пшеницы Мира. Л.: 560.
- 9 Çağlar, Ö., Bulut, S., Kotancilar, HG, Karaoğlu, MM. (2011). Determination of some quality characteristics in winter and facultative bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(25), 3356-3362. DOI:10.3923/javaa.2011.3356.3362.

- 10 Shorter, SC, Munro, CA, Hanson, R., Sinclair, KI, White, S., Hay, AS. (2010). Aquilla'-a premium quality facultative bread wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand J. Crop Hortic Sci.*, 33(3), 219-222. DOI: 10.1080 / 01140671.2005.9514353.
- 11 Коробейников, НИ, Валекжанин, ВС, Пеннер, ИН. (2020). Результаты селекции короткостебельных сортов мягкой яровой пшеницы интенсивного типа в Алтайском крае. *Достижения науки и техники АПК*, 34(7), 62-67. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10710.
- 12 Riaz, MW, Yang, L., Yousaf, MI, Sami, A., Mei, XD, Shah, L., Rehman, S., Xue, L., Si, H., Ma, C. (2021). Effects of heat stress on growth, physiology of plants, yield and grain quality of different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sustainability*, 13(5), 2972. DOI:10.3390/su13052972.
- 13 Subedi, M., Ghimire, B., Bagwell, JW, Buck, JW, Mergoum, M. (2022). Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Frontiers in Genetics*, 13, 1032601. DOI:10.3389/fgene.2022.1032601.
- 14 Нурпеисов, ИА. (2019). Источники ценных признаков и свойств для селекции факультативной пшеницы. *Исследования, результаты*, 3(83), 227-233. https://izdenister.kaznaru.edu.kz/files/full/2019_3.pdf
- 15 Нурпеисов, ИА, Баймагамбетова, КК, Булатова, КМ, Сарбаев, АТ, Ержебаева, РС. (2024). Создание нового конкурентоспособного и адаптированного к условиям юга и юго-востока Республики Казахстан сорта яровой мягкой пшеницы. *Исследования, результаты*, 2-1, 331-341.
- 16 Aidarbekova, TZh, Khussainov AT, Syzdykova GT, Nurpeisov IA, Kushanova R.Zh. (2024). Photosynthetic activity of spring wheat on chernozem soil under diverse mineral nutrition in Northern Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(3), 973-987. DOI:10.54910/sabrao2024.56.3.7.
- 17 Dorrani-Nejad, M., Kazemipour, A., Maghsoudi-Mood, AA, Abdolshahi, R. (2022). Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high water conditions? *Ecological and Experimental Botany*, 200, 104902. DOI:10.1016/j.envexpbot.2022.104902.
- 18 Есімбекова, МА, Нұрпейісов, ИА, Мукин, КБ, Ержанова, СТ. (2022). Факультативті жұмсақ бидайдың халықаралық селекциядағы гендік қорын Қазақстанның оңтүстік-шығыс жағдайында шаруашылыққа құнды белгілері бойынша біртектілігін анықтау. *Қорқыт ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы*, 4(63), 24-33.
- 19 Нурпеисов, ИА. (2006). Селекционно-генетические особенности формирования элементов продуктивности, морозостойкости, высоты стебля, качества зерна и продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 3, 17-26.
- 20 Нурпеисов, ИА. (2021). Эффективность отбора продуктивных линий факультативной мягкой пшеницы из гибридной популяции F2–F4, полученных от различных типов скрещивания. *Исследования, результаты*, 3(91), 33-42.
- 21 Нұрпейісов, ИА. (2024). Факультативті жұмсақ бидайдың болашақты нөмірлерінің шаруашылыққа – құнды белгілері. *Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университетінің Хабаршысы, Ауыл шаруашылығы ғылымдары* 3(70), 60-69.
- 22 Gultyayeva, E., Shaydayuk, E., Shreyder, E., Kushnirenko, I., Shamanin, V. (2024). Genetic diversity of promising spring wheat accessions from Russia and Kazakhstan for rust resistance. *Plants*, 13, 2469. DOI:10.3390/plants13172469.

References

- 1 Esimbekova, MA. (2014). Sistema effektivnogo upravleniya harakternym naborom pshenicy «zima-yarovaya» v usloviyah yugo-vostoka Kazahstana. *Vestnik KazNU*, 2(41), 193-198. [in Russ].
- 2 Filobok, VA, Bepalova, LA, Guenkova, EA, Koshkin, VA, Potokina, EK. (2016). Sozdanie adaptirovannogo genofonda al'ternativnogo obraza zhizni myagkoi pshenicy. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 1(43), 38-42. [in Russ].
- 3 Keser, M., Özdemir, F., Morgunov, AI, Akin, B. (2020). 25th Facultative Winter Wheat Observation Nurseries - Semi Arid condition (25FAWWON-SA). <https://hdl.handle.net/20.500>.

4 Neugschwandtner, RW, Böhm, K., Hall, RM, Kaul, H.-P. (2015). Development, growth, and nitrogen use of autumn- and spring-sown facultative wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 65(1), 1-8. DOI: 10.1080/09064710.2014.958522.

5 Pahomeev, OV, Usulbaev, BK, Ibragimova, VS, Adylbaev, NB. (2023). Ishodnyi material po selektsii pshenicy dlya pochvenno-klimaticheskikh uslovii regionov Kirgizskoi Respubliki. *Izvestiya Nacional'noi AN Kirgizskoi Respubliki*, 6, 90-95. [in Russ].

6 Barbarjan, A., Alichanjan, N., Gevorgjan, A. (2020). Rezul'taty izucheniya fakul'tativnykh sortov mirovykh kollektsii pshenicy v usloviyakh Respubliki Armeniya. *ESU*, 11(80). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.4.80.1123. [in Russ].

7 Gukasyan, AG, Barbarjan, AA, Matevosjan, LG, Alihanjan, NA, Kazaryan, RG. (2022). Rezul'taty ispytaniya nekotorykh fakul'tativnykh sortov pshenicy mirovoi kollektsii v usloviyakh Araratskoi ravniny Armenii. *Slovenian scientific journal*, 73, 9-12. [in Russ].

8 Dorofeev, VF, Udachin, RA, Semenova, LV. (1987). *Pshenicy Mira*. L.: 560. [in Russ].

9 Özcan, Ç., Bulut, S., Kotancilar, HG, Karaoglu, MM. (2011). Determination of Some Quality Characteristics in Winter and Facultative Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(25), 3356-3362. DOI: 10.3923/javaa.2011.3356.3362.

10 Shorter, SC, Munro, CA, Hanson, R., Sinclair, KI, White, S., Hay, AS. (2010). 'Aquila' a premium quality facultative bread wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand J. Crop Hortic Sci.*, 33(3), 219-222. DOI:10.1080/01140671.2005.9514353.

11 Korobeinikov, NI, Valekzhanin, VS, Penner, IN. (2020). Rezul'taty selektsii korotkostebel'nykh sortov myagkoi yarovoi pshenicy intensivnogo tipa v Altaiskom krae. *Dostizheniya nauki i tehniki APK*, 34(7), 62-67. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10710. [in Russ].

12 Riaz, MW, Yang, L., Yousaf, MI, Sami, A., Mei, XD, Shah, L., Rehman, S., Xue, L., Si, H., Ma, C. (2021). Effects of heat stress on growth, physiology of plants, yield, and grain quality of different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sustainability*, 13(5), 2972. DOI:10.3390/su13052972.

13 Subedi, M., Ghimire, B., Bagwell, JW, Buck, JW, Mergoum, M. (2022). Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Sec. Genomics of Plants and the Phytoecosystem*, 13. DOI:10.3389/fgene.2022.1032601.

14 Nurpeisov, IA. (2019). Istochniki cennykh priznakov i svoystv dlja selektsii fakul'tativnoi pshenicy. *Issledovaniya, rezul'taty*, 3(83), 227-233. [in Russ].

15 Nurpeisov, IA, Bajmagambetova, KK, Bulatova, KM, Sarbaev, AT, Erzhebaeva, RS. (2024). Sozdanie novogo konkurentosposobnogo i adaptirovannogo k usloviyam yuga i yugo-vostoka Respubliki Kazakhstan sorta yarovoi myagkoi pshenicy. *Issledovaniya, rezul'taty*, 2-1, 331-341. [in Russ].

16 Aidarbekova, TZh, Khussainov, AT, Syzdykova, GT, Nurpeisov, IA, Kushanova, RZh. (2024). Photosynthetic activity of spring wheat on chernozem soil under diverse mineral nutrition in Northern Kazakhstan. *SABRAO J. Breed. Genet.*, 56(3), 973-987. DOI:10.54910/sabrao2024.56.3.7.

17 Dorrani-Nejad, M., Kazemipour, A., Maghsoudi-Mood, AA, Abdolshahi, R. (2022). Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high-water conditions? *Ecological and Experimental Botany*, 200, 104902. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2022.104902.

18 Esimbekova, MA, Nurpeisov, IA, Mykin, KB, Erjanova, ST. (2022). Fakul'tativti jumsaq bidaıdyń halyqaralyq seleksiadaǵy gendik qoryn Qazaqstannyń óntústik-shyǵys jaǵdaıynda sharıashylyqqa qundy belgileri boıynsha birtektiligini anyqtaı. *Qorqyt ata atyndaǵy Qyzylorda ýniversitetiniń Habarshysy*, 4(63), 24-33. [in Kaz].

19 Nurpeisov, IA. 2006. Selection-genetic characteristics of the formation of yield components, frost resistance, stem height, grain quality, and duration of the growing season in winter wheat. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 3, 17-26. [in Russ].

20 Nurpeisov, IA. (2021). Effektivnost' otbora produktivnykh liniifakul'tativnoi myagkoi pshenicy iz gibridnoi populyatsii F2-F4, poluchennykh ot razlichnykh tipov skreshhivaniya. *Issledovaniya, rezul'taty*, 3(91), 33-42. [in Russ].

21 Nurpeisov, IA. (2024). Fakul'tativti jumsaq bidaıdyń bolashaqty nomirleriniń sharıashylyqqa – qundy belgileri. *Qorqyt ata atyndaǵy Qyzylorda Ýniversitetiniń Habarshysy, Ayıl sharıashylyǵy ǵylymdary*, 3 (70), 60-69. [in Kaz].

22 Gulyaeva, E., Shaydayuk, E., Shreyder, E., Kushnirenko, I., Shamanin, V. (2024). Genetic diversity of promising spring wheat accessions from Russia and Kazakhstan for rust resistance. *Plants*, 13, 2469. DOI:10.3390/plants13172469.

Факультативті жұмсақ бидай селекциясының Қазақстан Республикасындағы нәтижелеріне шолу

Нұрпейісов И.А., Кадырбекова Ж.Д.

Түйін

Шолуда 2013 - 2024 жылдардағы Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының (ҚазЕЖӨШҒЗИ) ЖШС-де факультативті жұмсақ бидай сорттарын шығарудың негізгі нәтижелері ұсынылған.

Зерттеу нысаны ретінде бәсекелестік сорт сынау питомнигінің (БСС) сұрыптары, будандары және факультативті бидай желілері алынды. Тәжірибелер Іле Алатауының тау бөктерінде ашық каштан топырақтарында күзде және көктемде жүргізілді. Мөлтектерді себу, зерттеу материалдарын есепке алу, будандастыру, құрылымдық талдау, бағалау, VRN гендерін талдау, нәтижелерді статистикалық өңдеу отандық және шетелдік көздердің әдістемелерін пайдалана отырып жасалды. Факультативті бидай селекциясының әдістемелік аспектілері анықталды, бастапқы ата-аналық формалар түрінде гермоплазманың жаңа көздері бөлінді, сондай-ақ осы дақылдың жаңа сорттары ретінде болашақты желілері шығарылды.

Кілт сөздер: бидай; бастапқы материал; будан; сұрыптау; желі.

Review of breeding results of facultative soft wheat in the Republic of Kazakhstan

Issatay A. Nurpeisov, Zhumakyz D. Kadyrbekova

Abstract

This review summarizes the main results of breeding facultative soft wheat varieties at the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Industry LLP (KazNIIWR) during the period 2013-2024.

The study focused on varieties, hybrids, and lines of facultative wheat from the competitive variety trial (CVT) nursery. The experiments were conducted in the foothill zone of the Zailiyskiy Alatau on light chestnut soils. Sowing was carried out in both autumn and spring. Field trials, inventory assessments, hybridization, structural analysis, evaluation, VRN gene analysis, and statistical processing of the results were performed using both domestic and international methodologies.

The methodological aspects of facultative wheat breeding are discussed. New sources of germplasm in the form of initial parental lines were identified, and promising breeding lines were developed as potential new wheat varieties.

Keywords: wheat; germplasm; hybrid; selection; breeding line.