doi:10.18286/1816-4501-2026-3-61-69
УДК 633.111.1:631.527

Формирование урожайности и качества зерна у сортов яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции в условиях Среднего Поволжья

В. Г. Захаров✉, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции
О. Д. Яковлева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции
С. О. Ромадина, младший научный сотрудник отдела селекции
Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева,
433315, Ульяновская обл., п. Тимирязевский, ул. Институтская 19
✉ulniish@mail.ru

Резюме. В последние годы во многих регионах Российской Федерации наблюдается существенное увеличение площадей, занимаемых сортами иностранной, прежде всего европейской селекции. Их преимущество заключается в том, что они ориентированы на более высокий уровень урожайности, имеют невысокий и устойчивый к полеганию стебель. Вместе с тем они требуют сочетания полного комплекса факторов и условий, способных обеспечить реализацию их генетического потенциала. Российские сорта по уровню реализации урожайности часто не уступают лучшим возделываемым сортам и по многим признакам превосходят их. Целью проведенных исследований являлось проведение сравнительной оценки стабильности формирования урожайности и качества зерна рекомендованных к возделыванию сортов пшеницы мягкой яровой отечественной и иностранной селекции в контрастных погодно-климатических условиях Среднего Поволжья. Полевые опыты закладывали в 2022-2025 гг. на опытном поле Ульяновского НИИСХ- филиала СамНЦ РАН. В качестве экспериментального материала служили пять отечественных сортов – Ульяновская 105, Бурлак, Никон, Зауральский простор, Ульяновская 115 и четыре иностранных – КВС Торридон, КВС Аквилон, Гранни и Тризо. Урожайность в опыте по сортам варьировала от 4,01 т/га до 5,37 т/га. Наибольшую среднюю урожайность отмечали у сорта Бурлак (4,87 т/га). Максимальная урожайность (6,18 т/га) по всему набору сортов за годы исследований получена у сорта КВС Торридон в благоприятном 2025 г. Оценка урожайности и её стабильности методом биплот анализа показала, что наименее стабильными были сорта Бурлак, Никон, Тризо, Гранни. К наиболее стабильным отнесены сорта Ульяновская 115, Ульяновская 105, Зауральский простор. Отечественные сорта значительно превосходили иностранные по физическим параметрам качества. Наиболее крупное зерно в среднем за четыре года имели сорта Зауральский простор (39,4 г), Ульяновская 115 (38,2 г) и Никон (38,0). Максимальные значения натурного веса зерна имели сорта Никон (864 г/л), Ульяновская 115 (857 г/л), Бурлак (852 г/л) и Зауральский простор (850 г/л). Им существенно уступали КВС Торридон (754 г/л), Гранни (768 г/л) и Тризо (776 г/л). Различия по биохимическим и хлебопекарным свойствам определялись генотипом и не зависели от происхождения сортов.

Ключевые слова: пшеница яровая, урожайность, стабильность, биплот- анализ, качество зерна, протеин, белок, масса 1000 зерен, признак.
Для цитирования: Захаров В. Г., Яковлева О. Д., Ромадина С. О. Формирование урожайности и качества зерна у сортов яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции в условиях Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 3 (75). С. 61-69. doi:10.18286/1816-4501-2026-3-61-69

Yield and grain quality development in spring wheat varieties of domestic and foreign breeding in the Middle Volga region

V. G. Zakharov✉**, O. D. Yakovleva, S. O. Romadina**
Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev
433315, Russian Federation, Ulyanovsk Region, Timiryazevsky Settlement, Institutskaya Street 19
✉ulniish@mail.ru

Abstract. In recent years, many regions of the Russian Federation have seen a significant increase in the area occupied by foreign, primarily European, varieties. Their advantage lies in their higher yield potential and their low, lodging-resistant stems. At the same time, they require a combination of a full range of factors and conditions capable of ensuring the realization of their genetic potential. Russian varieties, in terms of yield, are often comparable to the best cultivated varieties and, in many respects, surpass them. The aim of the research was to conduct a comparative assessment of the stability of yield formation and grain quality of soft spring wheat varieties recommended for cultivation, both domestic and foreign, in the contrasting weather and climatic conditions of the Middle Volga region. Field trials were conducted from 2022 to 2025 in the experimental field of the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture, a branch of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Five domestic varieties – Ulyanovskaya 105, Burlak, Nikon, Zauralskiy Prostor, and

Ulyanovskaya 115 – and four foreign varieties –KWS Torridon, KWS Akvilon, Granni, and Trizo – served as experimental material. Yields in the experiment varied between 4.01 t/ha and 5.37 t/ha across varieties. The Burlak variety achieved the highest average yield (4.87 t/ha). The maximum yield (6.18 t/ha) across all varieties over the years of study was achieved by the KVS Torridon variety in the favorable year of 2025. Evaluation of yield and its stability using biplot analysis revealed that the Burlak, Nikon, Trizo, and Granni varieties were the least stable. The Ulyanovskaya 115, Ulyanovskaya 105, and Zaural'skiy Prostor varieties were considered the most stable. Domestic varieties significantly outperformed foreign varieties in physical quality parameters. The largest grains on average over four years were produced by the Zaural'skiy Prostor (39.4 g), Ulyanovskaya 115 (38.2 g), and Nikon (38.0 g). The varieties Nikon (864 g/l), Ulyanovskaya 115 (857 g/l), Burlak (852 g/l), and Zaural'skiy Prostor (850 g/l) had the highest natural grain weights. KWS Torridon (754 g/l), Granni (768 g/l), and Trizo (776 g/l) were significantly inferior. Differences in biochemical and baking properties were determined by genotype and were not dependent on variety origin.

Keywords: spring wheat, yield, stability, biplot analysis, grain quality, protein, thousand-kernel weight, trait.
For citation: Zakharov V. G., Yakovleva O. D., Romadina S. O. Yield and grain quality development in spring wheat varieties of domestic and foreign breeding in the Middle Volga region **//** Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.3 (75): 61-69 doi:10.18286/1816-4501-2026-3-61-69

Исследования проведены при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Минобрнауки России (соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий №075-15-2025-174 от 23.04.2025 г.)

Введение

Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.) для многих стран является одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Мировая урожайность пшеницы увеличивается лишь на 0,9 % в год при необходимых 1,16…1,31 %. Ожидается, что к 2034 г. производство пшеницы возрастет на 74 млн тонн – до 874 млн тонн [1]. В Ульяновской области посевная площадь яровой пшеницы за последние пять лет стабилизировалась на уровне 120…125 тыс. га. Так в 2024 г. она составила 122,9 тыс. га, а в 2025 г. – 119,5 тыс. га при средней урожайности 3,0 т/га.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по состоянию на 2026 г., включено 362 сорта яровой мягкой пшеницы [2]. В их числе 166 (46 %) отнесены по качеству зерна к сортам ценной пшеницы и 66 (18 %) сильной. Доля сортов иностранной селекции и созданных с участием селекционеров других стран составляет 9,4 %.

Одна из основных задач современной селекционной работы – реализация направления создания сортов, максимально реализующих генетический потенциал урожайности в благоприятные годы и одновременно проявляющих высокий уровень стабильности её формирования в различных стрессовых условиях. Вместе с этим новые сорта должны обладать качественными показателями, соответствующими возрастающим требованиям со стороны производства и перерабатывающей промышленности, поэтому селекционер в своей работе обязан учитывать множество факторов, обеспечивающих адаптивность сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям, позволяющим получать стабильно высокий урожай зерна [3].

В последние годы наблюдается существенное увеличение площадей, занимаемых сортами западноевропейской селекции, в том числе в регионах, где они не имеют допуска в производство. Так, по данным ФГБУ «Россельхозцентр» в 2025 г. в рейтинг десяти лидирующих по объемам высева семян в Российской Федерации сортов входило семь иностранных: Гранни, Ликамеро, КВС Буран, КВС Аквилон, Корнетто, КВС Торридон и КВС Сансет [4]. Их преимущество в сравнении с большинством отечественных сортов заключается в том, что сорта западноевропейской селекции ориентированы на более высокий уровень урожайности, имеют невысокий и устойчивый к полеганию стебель, колос с развитыми колосками. Однако они требуют сочетания полного комплекса факторов и условий, способных обеспечить реализацию их высокого потенциала.

Сорта отечественной селекции способны достойно конкурировать с иностранной по урожайности, особенно на почвах с невысоким содержанием элементов питания в почве и умеренными дозами минеральных удобрений, внесенных перед посевом [5].

В исследованиях, проведенных в Западной Сибири, показано, что по сравнению с зарубежными (США и Канада) отечественные сорта пшеницы хорошо адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, но более восприимчивы к грибным болезням, менее технологичны и отзывчивы на факторы интенсификации. Также выявлены достоверные различия по качеству зерна между сортами отечественной и иностранной селекции, для которых характерно повышенное содержание белка и клейковины в зерне при меньшей массе 1000 зерен [6]. Другими авторами на наборах сортов Омского АНЦ и европейской селекции показано преимущество местных по содержанию белка в зерне на 0,53…2,97 % и формированию высоких хлебопекарных свойств при более высокой натуре зерна у сортов Аквилон и Буран [7].

Сравнительный анализ использования сортов отечественной и иностранной селекции выявил высокую стабильность, проявляющуюся в получении гарантированного урожая в неблагоприятных условиях у первых, которая придает им особую ценность и конкурентные преимущества по сравнению с зарубежными сортами. К тому же их наличие является серьезным конкурентным стимулом для российских научных учреждений в части создания и выведения на рынок новых более эффективных селекционных достижений [8]. При этом

особую актуальность заслуживает использование в сельскохозяйственном производстве высокоадаптивных сортов с хорошей продуктивной и качественной отдачей, обладающих устойчивостью к многообразным стрессовым факторам [9].

Цель исследований – проведение сравнительной оценки стабильности формирования урожайности и качества зерна рекомендованных к возделыванию сортов пшеницы мягкой яровой отечественной и иностранной селекции в контрастных погодно-климатических условиях Среднего Поволжья.

Материалы и методы

В качестве экспериментального материала служили отечественные и иностранные сорта яровой мягкой пшеницы, имеющие допуск к возделыванию в различных регионах РФ.

В число сортов отечественной селекции включено пять, созданных за последнее десятилетие в Ульяновском НИИСХ-филиале СамНЦ РАН: Ульяновская 105, Бурлак, Никон, Зауральский простор и Ульяновская 115.

Сорт Ульяновская 105 по морфотипу относится к волжской лесостепной агроэкологической группе. По продолжительности вегетационного периода среднеспелый, но при достаточном количестве осадков во второй половине развития удлиняет вегетацию, что обеспечивает получение высокой урожайности (до 7,3 т/га в ГСИ). Сорт обладает устойчивостью к бурой ржавчине (ген *Lr* 19), мучнистой росе и твердой головне. Формирует зерно с хорошими хлебопекарными свойствами.

Бурлак превосходит Ульяновскую 105 по генетическому потенциалу продуктивности (более 8,0 т/га в ГСИ) и отличается меньшей продолжительностью вегетационного периода. Сорт высокоустойчив к твердой головне, способен формировать зерно с хорошими физическими и биохимическими параметрами.

Сорт Никон сочетает в себе способность формирования высокой урожайности и агроэкологическую пластичность, формирует зерно с хорошими физическими, биохимическими и хлебопекарными свойствами. По морфотипу является переходным к сортам более интенсивного типа.

Зауральский простор-среднеранний высокопродуктивный (максимальная урожайность в ГСИ – 7,86 т/га) сорт. Обладает устойчивостью к полеганию, засухе и бурой ржавчине (ген *Lr* 19). Имеет хорошие хлебопекарные свойства.

Новый сорт Ульяновская 115 в период государственного испытания конкурировал по урожайности с сортами-стандартами европейской селекции. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, к поражению пыльной и твердой головней, при соблюдении сортовой агротехнологии формирует зерно, соответствующее ценным по качеству сортам.

Иностранные селекционные достижения представлены в исследовании сортами, имеющими распространение в Средневолжском регионе: КВС Торридон, КВС Аквилон, Гранни и Тризо. Из них Гранни, по данным ФГБУ «Россельхозцентр», являлся лидером по объемам высева семян в Российской Федерации в 2025 г. (106,1 тыс. тонн). Обладает высоким генетическим потенциалом продуктивности, устойчив к полеганию, но сильно восприимчив к бурой ржавчине, твердой и пыльной головне. Хлебопекарные качества уровня хорошего филлера.

В 2025 г. возросли объемы высева семян сортов КВС Аквилон (54,9 тыс. тонн) и КВС Торридон (52,2 тыс. тонн) вошедших в рейтинг 10 лидирующих сортов. КВС Торридон относится к интенсивным сортам, коротокостебельный, по продолжительности вегетационного периода – среднеспелый, устойчив к полеганию. Максимальная урожайность в годы государственного сортоиспытания составила 6,66 т/га. Среднезасухоустойчив, среднеустойчив к поражению бурой ржавчиной. Хлебопекарные качества на уровне хорошего филлера.

Наибольшая урожайность сорта КВС Аквилон в государственном сортоиспытании составила 5,42 т/га. Сорт высокоинтенсивный, растения короткие, среднеспелый. По качеству зерна отнесен к ценным сортам. Поражение бурой ржавчиной среднее.

Сорт Тризо до 2024 г. находился в списке десяти сортов, имеющих наибольшие объемы высева семян. Максимальная урожайность в ГСИ составила 5,94 т/га. По длине вегетации – среднепоздний. Устойчив к полеганию. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине, мучнистой росе, сильно восприимчив к твердой головне. Включен в список ценных по качеству сортов.

Годы, регионы допуска и группы качества изученных в исследовании сортов приведены в таблице 1.

Полевые опыты закладывали в 2022-2025 гг. на опытном поле Ульяновского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. Почва опытного участка представлена черноземом слабовыщелоченным тяжелосуглинистым. Мощность гумусового горизонта 0,79 м, содержание гумуса 5,3…5,9 %, реакция pH водной вытяжки верхнего горизонта 5,5…7,0. Посев проводили сеялкой Клен-1,5 в трехкратной повторности, площадь делянок 18,0 м^2. Норму высева устанавливали из расчёта 550 всхожих семян на 1 м^2. Закладку опытов и наблюдения проводили согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [10]. Технология возделывания яровой пшеницы была общепринятой для культуры. Учет урожайности с делянок проводили методом сплошного обмолота комбайном SAMPO-130. Оценку качества зерна проводили в аналитической лаборатории института.

Математическая обработка данных урожайности выполнена на компьютере с использованием программы Microsoft Office Excel.

Оценку взаимодействия генотип-среда и стабильность формирования урожайности анализируемых сортов провели методом GGE biplot анализа с помощью программы PBtools.

За период исследований гидротермические условия отличались специфичностью каждого года. Наиболее благоприятным для роста и развития растений, и соответственно реализации потенциала урожайности яровой пшеницы был 2022 год (ГТК = 1,6); умеренно благоприятными – 2023 (ГТК =0,5) и 2025 (ГТК = 1,2)

годы. Условия 2024 г. по общему количеству осадков за вегетацию и температурному режиму (ГТК = 0,9) соответствовали среднемноголетним значениям, однако наблюдался дефицит осадков в критические для реализации заложенной урожайности фазы развития растений.

Таблица 1. Годы и регионы допуска в Госреестр сортов яровой пшеницы

Категория	Сорт	Год включения	Регион допуска	Группа качества
Отечественные	Ульяновская 105 (St)	2017	4, 7, 9	филлер
	Бурлак	2019	3, 4, 7, 9	филлер
	Никон	2022	4, 7, 9, 10	ценная
	Зауральский простор	2024	4, 7, 9, 10	ценная
	Ульяновская 115	2025	3, 5, 7, 9	филлер
Иностранные	Тризо	2004	2, 3, 5	ценная
	Гранни	2009	5, 7	филлер
	КВС Аквилон	2013	3, 5, 10	ценная
	КВС Торридон	2015	3, 5, 10	филлер

Результаты

Урожайность пшеницы яровой в среднем по сортам варьировала от 4,01 т/га в 2024 г. до 5,37 т/га в более благоприятном 2025 г. (табл. 2). Наибольшую среднюю урожайность за четыре анализируемых года показал сорт Бурлак, причем лишь в 2024 г. он имел наивысшую урожайность. Несущественно ниже средняя урожайность у сортов Никон (4,81 т/га), Ульяновская 115 (4,70 т/га) и стандартного сорта Ульяновская 105 (4,72 т/га). Максимальная урожайность (6,18 т/га) по всему набору сортов за годы исследований получена у сорта КВС Торридон в 2025 г. Он и сорт КВС Аквилон имели одинаковую среднюю продуктивность (4,74 т/га), которая снижалась до 3,81 и 3,86 т/га, соответственно в менее благоприятных условиях 2024 г., тогда как отечественные сорта в тех же условиях имели более высокую урожайность.

Сорт немецкой селекции Тризо существенно уступил за анализируемый период по способности формировать урожайность всем сортам, в том числе стандарту Ульяновская 105 на 0,78 т/га, при средней урожайности 3,94 т/га и её значительной вариации по годам (CV=24 %). По результатам исследований урожайность сорта Гранни составила 4,24 т/га, при максимальном значении 5,71 т/га в 2025 г., что меньше, чем у Ульяновской 105 на 0,48 т/га, с уровнем вариации равной сорту Гранни (CV=24 %). Равную с ней урожайность имел и раннеспелый сорт Зауральский простор (4,27 т/га). В целом расчётные величины коэффициентов вариации показывают, что они значительно ниже у сортов отечественной селекции. Коэффициент вариации (CV) и регрессионные модели нередко используются в исследованиях в качестве меры относительной стабильности сортов в зависимости от экологических факторов [11, 12].

Таблица 2. Урожайность сортов пшеницы мягкой яровой, т/га

Сорт (фактор B)	Код генотипа	Годы (фактор A)					Отклонение от St	Коэффициент вариации CV, %
		E1 2022	E2 2023	E3 2024	E4 2025	среднее		
Бурлак	G1	5,05	4,60	4,82	5,00	4,87	+0,15	1
Никон	G2	4,97	4,70	4,79	4,78	4,81	+0,09	2
Ульяновская 115	G3	5,14	4,28	4,04	5,32	4,70	-0,02	13
Зауральский простор	G4	4,46	4,04	3,84	4,74	4,27	-0,45	10
Ульяновская 105 (St)	G5	4,58	4,29	4,57	5,41	4,72	0,00	10
КВС Торридон	G6	4,91	4,07	3,81	6,18	4,74	+0,02	23
КВС Аквилон	G7	4,79	4,16	3,86	6,16	4,74	+0,02	22
Гранни	G8	3,76	4,02	3,49	5,71	4,24	-0,48	24
Тризо	G9	4,21	3,59	2,89	5,07	3,94	-0,78	24
Среднее по сортам		4,65	4,19	4,01	5,37	4,56	-	13
$НСР_{05}$ по A=0,19; $НСР_{05}$ по B=0,29; $НСР_{05}$ по AB=0,58 Доля влияния: A – 47,4 %, B – 15,9 %, AB – 22,6 %								

Доля влияния факторов показывает, какая часть общей изменчивости зависимой переменной – урожайности объясняется конкретными компонентами рассматриваемой модели. Фактор A (годы исследования) существенно влияет на вариации результатов урожайности, фактор B (сорт) меньше, их совместное действие (AB) повышает долю. Доля фактора A (все условия года исследования) – это доля вариации урожайности, но только при учёте сортовых особенностей (фактора B). Доля совместных факторов AB – это влияние, возникающее только при их совместном действии.

Оценка стабильности сортов с помощью коэффициентов и уравнений регрессии не даёт полной и объективной оценки генотипам, так как именно стрессовые факторы, а не потенциальная продуктивность являются лимитирующим фактором урожайности.

Исходя из этого, при оценке адаптивности сортов необходимо принимать во внимание величину и стабильность урожайности при проявлении снижающих её условий. Следовательно, в пределах одной мегасреды их нужно оценивать одновременно по средней урожайности и стабильности в разных средах. Провести такую оценку и визуализировать результаты на графике позволяет GGE biplot анализ взаимодействия генотип × среда, что сложнее сделать при использовании других методов. Этот метод показывает, как генотипы ведут себя в разных средах, и помогает выделить группы сред со схожим профилем, для которых подходят близкие наборы генотипов [13, 14, 15, 16].

Проведенный дисперсионный анализ данных урожайности показал существенное преимущество в варьировании значений дисперсии условий года – 47,4 %, вклад генотипа составил – 15,9 %, а взаимодействия генотип × среда – 22,6 %. Выявленное наличие существенных различий по величине признака у исследуемых сортов позволило провести биплот-анализ.

Разложение взаимодействия генотип×среда на две первые главные компоненты (PC1, PC2) показало, что они объясняют 90,9 % вариации, обусловленной взаимодействием факторов (рис. 1).

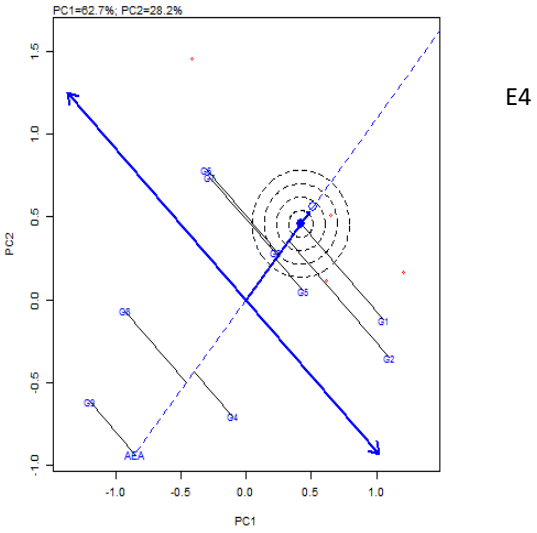


Рис. 1. Урожайность и стабильность сортов яровой пшеницы относительно «идеального» генотипа

Оценка урожайности и стабильности сортов проведена с использованием средней (тестовой) координаты (АЕА). Линия, проходящая через начало координат двух графиков, называется средней координатой среды и определяется средними значениями PC1 и PC2 для всех сред (годы). Удаление от начала абсциссы АЕА указывает на более высокую среднюю урожайность сортов в разные годы. Сорта, чьи векторы расположены ближе к этой линии, демонстрируют более стабильную среднюю урожайность. Чьи векторы дальше от этой линии – менее стабильны: их продуктивность сильнее колеблется в разных условиях.

В центре концентрических кругов находится условная точка «идеального» генотипа, а в их радиусе к нему-приближенные.

Нахождение вектора какого-либо из анализируемых сортов ближе к метке в центре круга указывает на более высокую среднюю урожайность.

Линия с двойной стрелкой – ордината АЕА свидетельствует о большей изменчивости (меньшей стабильности) в любом направлении.

Чем ближе сорт к линии, проведённой через «идеальный» генотип (сочетающий максимальную урожайность и стабильность), тем стабильнее он формирует урожай в разных средах. Чем дальше точка от начала координат вдоль этой оси, тем выше вариабельность (нестабильность) – то есть генотип сильно реагирует на изменения условий.

Любое направление от начала координат – если точка для какого-то генотипа сместилась от нуля по оси АЕА, это значит, что его взаимодействие со средой было заметным (он хорошо показал себя в одних условиях, но провалился в других). И наоборот: если точка легла близко к началу координат, взаимодействие было слабым, а стабильность – высокой. «Идеальными» в такой модели считают те генотипы, которые одновременно: имеют высокую среднюю урожайность (проекция на ось продуктивности), демонстрируют высокую стабильность (малая вариабельность, близость к началу координат по оси АЕА). На двухмерном графике они близки к началу координат и имеют более короткий вектор от линии АЕА. Таким образом, наименее стабильными в изученном наборе сортов за анализируемые годы были сорта Бурлак (G1), Никон (G2), Тризо (G6), Гранни (G7). К наиболее стабильным отнесены сорта Ульяновская 115 (G3), Ульяновская 105 (G5), Зауральский простор (G4). Сорта, расположенные на правой стороне биплота, имеют урожайность выше средней по опыту, а с левой стороны- ниже средней. Соответственно Ульяновская 115 и Ульяновская 105 имеют более высокую стабильность и продуктивность и в конечном итоге являются более ценными. Их ценность выше, несмотря на то, что сорта Бурлак и Никон по величине средней урожайности ближе к виртуальному «идеальному» генотипу, который используется в качестве эталона для оценки сортов методом биплот - анализа. В левой части биплота расположены генотипы, у которых урожайность ниже средней (Зауральский простор, Гранни, Тризо). Из них Зауральский простор является более стабильным. Сравнительный анализ урожайности и её стабильности у сортов иностранной и отечественной селекции показал, что у первых более высокая продуктивность формировалась в условиях одной среды (2025 г.), в то время как у российских она была выше ожидаемой в трех средах (2022-2024 гг.).

Визуализацией особенностей взаимодействия между генотипом и средой является двухмерный биплот «кто где выиграл», показывающий их преимущество в отдельной или группе тестовых гипотетических сред (рис. 2).

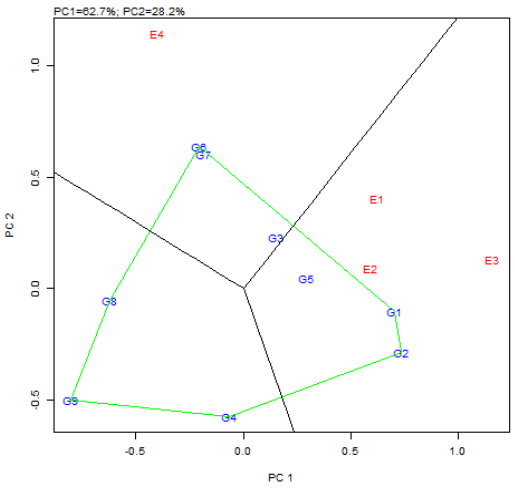


Рис. 2. Биплот «кто где выиграл»

Сорта, расположенные в вершинах многоугольника для каждого сектора, сформированы либо лучшими, либо самыми худшими в одной или нескольких средах.

На рисунке условия четырех лет изучения разделены на три сектора, образующих две мегасреды. Первая образована условиями 2022, 2023 и 2024 гг. В вершинах многоугольника находятся сорта Бурлак и Никон, также в этой мегасреде находится сорт Ульяновская 105. Они являются наиболее адаптированными к условиям этих лет, которые в целом отражают агроэкологические возможности зоны проведения исследований. Вторая мегасреда состоит из одного (2025 г.), наиболее благоприятного, но нетипичного для реализации потенциала продуктивности года. Лучшими в этой мегасреде были два сорта иностранной селекции КВС Аквилон и КВС Торридон. Интересным представляется расположение на границе двух сред сорта Ульяновская 115, который адаптирован для условий обеих сред, что позволяет считать его универсальным для технологий различной интенсивности.

Генотипы, находящиеся в секторах без сред, уступают другим сортам по адаптивности, к ним относятся сорта Гранни, Тризо и раннеспелый засухоустойчивый сорт Зауральский простор.

Способность к формированию требуемого качества возделываемых сортов в производстве, наравне с урожайностью, определяет ценность сорта, при этом получение высоких урожаев зерна не гарантирует его качество. В проведенном исследовании сорта различались по массе 1000 зерен и натурному весу (табл. 3).

Наиболее крупное зерно в среднем за четыре года имели сорта Зауральский простор (39,4 г; CV=8 %), Ульяновская 115 (38,2 г; CV=12 %) и Никон (38,0 г; CV=10 %). В 2023 году масса 1000 зерен в среднем по сортам была самой низкой – 32,7 г, в 2022 самой высокой – 40,4 г. Существенно ниже масса 1000 зерен была у сорта Тризо с амплитудой колебаний от 28,6 до 37,7 г при среднем значении 31,8 г.

Максимальные значения натурного веса зерна в 2022 г. имели сорта: Никон (864 г/л), Ульяновская 115 (857 г/л), Бурлак (852 г/л) и Зауральский простор (850 г/л). За четыре года они существенно превысили величину признака по отношению к стандарту Ульяновская 105 и сортам иностранной селекции, но не значительно отличались друг от друга. Минимальные значения натуры зерна отмечены в 2025 г., в среднем по сортам они составили 740 г/л. Существенно уступали сортам отечественной селекции: КВС Торридон (754 г/л; CV=8 %), Гранни (768 г/л; CV=8 %) и Тризо (776 г/л; CV=8 %).

Таблица 3. Физические параметры качества зерна, 2022-2025 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Натура зерна, г/л	
	среднее лимиты	коэффициент вариации (CV), %	среднее лимиты	коэффициент вариации (CV), %
Бурлак	36,7 31,8-41,7	12	805 740-852	6
Никон	38,0 35,6-43,4	10	819 759-864	5
Ульяновская 115	38,2 33,6-44,4	12	820 782-857	4
Зауральский простор	39,4 36,7-43,6	8	809 759-850	5
Ульяновская 105 (St)	34,2 31,5-40,0	12	780 723-801	5
КВС Торридон	34,0 31,0-37,6	8	754 712-796	5
КВС Аквилон	32,7 29,6-37,4	11	797 760-831	4
Гранни	32,8 30,8-37,6	10	768 697-807	6
Тризо	31,8 28,6-37,7	13	776 729-820	5
Среднее по сортам	35,3	11	792	5
$НСР_{05}$	2,2	-	16,0	

Таблица 4. Биохимические показатели качества зерна сортов яровой пшеницы, 2022-2025 гг.

Сорт	Содержание протеина, %		Содержание клейковины, %		Индекс деформации клейковины, е.п.	
	среднее лимиты	коэффи-циент вариации (CV), %	среднее лимиты	коэффи-циент вариации (CV), %	среднее лимиты	коэффи-циент вариации (CV), %
Бурлак	12,9 11,6-14,4	10	29,2 27,0-30,8	13	95 85-104	9
Никон	13,4 12,0-14,0	7	31,5 26,4-36,4	14	98 83-109	12
Ульяновская 115	12,9 12,3-13,2	3	25,5 21,3-29,2	10	83 61-108	24
Зауральский простор	13,8 12,6-16,1	12	36,7 33,6-42,0	9	112 104-130	11
Ульяновская 105 (St)	13,4 12,1-15,5	12	32,5 29,6-36,6	7	103 88-113	10
КВС Торридон	13,7 12,3-15,3	11	31,2 29,2-34,0	13	95 90-99	4
КВС Аквилон	13,0 11,5-14,5	10	30,3 26,4-35,0	11	91 85-96	5
Гранни	13,0 11,3-14,0	10	31,5 28,6-36,6	17	99 84-107	10
Тризо	14,0 13,4-14,8	4	34,4 28,0-41,8	13	96 85-104	8
Среднее по сортам	13,3	9	31,4	12	97,0	10
$НСР_{05}$	-		2,78		11,2	

Массовая доля протеина (белка) и клейковины в зерне пшеницы являются основными показателями, которые напрямую влияют на её хлебопекарные качества и на пищевую ценность.

Наиболее высокие показатели содержания в зерне белка и клейковины в среднем по всем сортам были получены в 2022 г. – 14,5 % и 35,8 % соответственно. По величине массовой доли белка и клейковины выделился сорт Зауральский простор (16,1 и 42,0 %) (табл. 4). Вместе с тем исследования показали, что погодные условия и технология возделывания привела к формированию клейковины с низкими значениями показателя качества (ИДК), поэтому зерно не могло быть отнесено к I и II группам качества. Исключением являлся сорт Ульяновская 115, показатель ИДК которого соответствовал I группе качества сформированного в 2023 (61 е.п.) и в 2025 г. (75 е.п.), с существенной вариацией (CV=24 %) по годам. Показатели других сортов имели низкие значения индекса деформации клейковины от 83 е.п. до 130 е.п.

Сила муки – показатель, который отражает, сколько энергии требуется для растяжения теста до момента его разрыва, а также способность муки поглощать воду и удерживать выделяющиеся газы (CO_2) при брожении. В проведенных исследованиях сила муки варьировала по годам от 109 W у сорта Гранни и до максимального значения 352 W у сорта Тризо в 2023 г. В среднем за четыре года максимальные значения силы муки были получены у сортов: Тризо (243 W, CV=36 %), КВС Аквилон (234 W, CV=25 %) и Ульяновская 115 (232 W, CV=31 %) при среднем значении 192 W. У других сортов этот показатель был ниже средних значений (табл. 5).

Таблица 5. Реологические свойства сортов яровой пшеницы, 2022-2025 гг.

Сорт	Сила муки, W		Соотношение упругости и растяжимости теста (P/L)	
	среднее лимиты	коэффициент вариации (CV), %	среднее лимиты	коэффициент вариации (CV), %
Бурлак	187 151-206	14	0,88 0,34-1,30	46
Никон	165 138-190	17	1,03 0,61-1,62	46
Ульяновская 115	232 126-292	31	1,62 1,09-2,01	24
Зауральский простор	134 119-144	8	0,55 0,23-0,88	50
Ульяновская 105 (St)	167 134-246	32	0,74 0,30-1,09	51
КВС Торридон	186 164-209	10	1,10 0,66-1,69	48
КВС Аквилон	234 157-278	25	1,32 0,45-2,76	76
Гранни	176 109-241	32	0,69 0,44-1,09	42
Тризо	243 151-352	36	1,23 0,96-1,57	21
Среднее по сортам	192	23	1,02	45
$НСР_{05}$	52,6	-	0,56	

При производстве наиболее качественного хлеба для теста желателен баланс соотношения упругости и растяжимости (P/L) (слишком упругое тесто рвётся – высокий P/L, слишком растяжимое расплывается – низкий P/L). У анализируемых сортов показатель P/L формировался нестабильно, этот признак имел самую высокую вариацию по годам, от 21 % у Тризо до 76 % у КВС Аквилон. Вместе с тем у большинства сортов в среднем за четыре года размах варьирования находился в пределах оптимальных параметров (0,7…2,0) при среднем значении 1,02, за исключением сорта Зауральский простор (0,55).

Проведенный корреляционный анализ позволил определить зависимости между урожайностью и качеством зерна у анализируемого набора сортов.

Положительная, но несущественная связь выявлена между урожайностью, массой 1000 зерен (r=0,33) и натурой зерна (r=0,32). Незначительная корреляция с массой 1000 зерен скорее всего связана с низкими значениями признака у сортов иностранной селекции, у которых он не является основным в формировании урожайности. При этом масса 1000 зерен, как и следовало ожидать, находилась в тесной положительной корреляции с натурой зерна (r=0,78*). Умеренная и средняя отрицательная корреляция прослеживается между урожайностью, биохимическими и хлебопекарными показателями качества: содержанием протеина (r=-0,56), содержанием клейковины (r=-0,61), индексом деформации клейковины (r=-0,35). Существенные зависимости выявлены между величинами признаков качества. Высокая положительная связь выявлена между содержанием белка и клейковины (r=0,79*) с повышением содержания клейковины в зерне наблюдал0сь увеличение индекса деформации клейковины (ИДК) (r=0,89**) и снижение величины P/L (r=-0,67*). Чем выше были значения ИДК, тем существенно ниже были показатели силы муки (r=-0,81**) и соотношение упругости к растяжимости теста (P/L) (r=-0,91*).

Обсуждение

В последнее десятилетие в связи с внедрением в производство европейских сортов яровой мягкой пшеницы нового поколения, более адаптированных к российским условиям, растет интерес к их возделыванию. Вместе с тем нередко эти интенсивные сорта не приносят ожидаемого результата, как по достигаемому уровню урожайности, так и по его качеству. В результате обсуждаемым является вопрос об адаптивности, урожайности и качестве зерна сортов российской и иностранной селекции [17, 18]. Сильной стороной иностранных сортов является способность максимально реализовать свой потенциал при сочетании благоприятных погодных условий и высокого уровня агротехники. В проведенном исследовании урожайность иностранных сортов варьировала по годам от 2,89 т/га у сорта Тризо в 2024 г. до 6,18 т/га в 2025 г. Размах варьирования этого признака у отечественных сортов в эти же годы был значительно меньше от 3,84 т/га (Зауральский простор) до 5,41 т/га (Ульяновская 105). Более высокая средняя урожайность у сортов Бурлак (4,87 т/га) и

Никон (4,81 т/га), по сравнению со средними значениями иностранных сортов выше, несмотря на максимальные величины достигнутой урожайности у сортов КВС Торридон (6,18 т/га) и КВС Аквилон (6,16 т/га). На практике это означает что российские сорта имеют преимущество в нестабильных условиях, что в целом согласуется с выводами других исследователей [20]. Вместе с тем, как показала оценка стабильности генотипов методом биплот - анализа делать выводы в целом о низкой стабильности сортов иностранной селекции в Средневолжском регионе не вполне корректно. Сорта интенсивного морфотипа полнее используют благоприятные годы, что оказывает влияние на среднюю урожайность.

Анализ формирования признаков качества зерна у изученных сортов, показал, что российские сорта имеют явное преимущество по массе 1000 зерен и натуре зерна, которые во все годы имели более высокие значения. Различия между сортами по биохимическим и хлебопекарным свойствам не имеют явно выраженных преимуществ в зависимости от происхождения генотипа.

Заключение

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что показатели урожайности и качества зерна в условиях Среднего Поволжья у сортов яровой пшеницы отечественной селекции не уступают зарубежной. Отечественные сорта демонстрируют стабильность урожайности в разные по погодным условиям годы. Показатели качества зерна в различных условиях возделывания формируются в зависимости от реакции генотипа сорта на стресс, нестабильно по годам. Российские сорта имеют явное преимущество по массе 1000 зерен и натуре зерна, которые во все годы имели более высокие значения, а по биохимическим и хлебопекарным свойствам не имеют явно выраженных преимуществ от места происхождения генотипа. С практической точки зрения сорта российской селекции для регионов с частым проявлением экстремальных условий, каким является Поволжье, более надежный выбор с точки зрения стабильности и предсказуемости урожайности.

Литература

1. FAO: официальный сайт. – URL: https://www.fao.org/newsroom /detail/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034-emerging-economies-will-drive-growth-in-animal-source-food-consumption-and-production/ru (дата обращения: 03.03.2026).

2. ФГБУ Госсорткомиссия: официальный сайт. Москва. URL: https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni (дата обращения 04.05.2026).

3. Шелаева Т. В., Джазина Д. М., Утебаев М.У. Экологическое испытание сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №2. С. 94-99. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-94-99

4. ФГБУ Российский сельскохозяйственный центр: официальный сайт. Москва. URL: https://rosselhoscenter.ru/upload/iblock/84a/oljx12bq 5shy2d4r6y 3a59tw9osdmp3f / Информационный%20листок%20№2.pdf (дата обращения 04.05.2026)

5. Ленточкин А. М. Формирование урожайности зерна сортов яровой пшеницы разных групп спелости // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №1 (81). С. 37-48. doi: 10.48012/1817-5457_2025_1_37-48

6. Кошкин М. Н., Виноградова А. О., Потоцкая И. В. Анализ урожайности и качества зерна отечественных и зарубежных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2025. №1. С. 25-32.

7. Сильные сорта – основа производства высококачественных продуктов переработки зерна мягкой пшеницы / И. В. Пахотина, Е. Ю. Игнатьева, И. А. Белан и др. // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. №5. С. 39-46. doi: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46

8. Нардин Д. С., Нардина С. А. Анализ использования сортов российской и зарубежной селекции при производстве яровой мягкой пшеницы на территории Омской области // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т.13. №12. С. 5817-5830. doi: 10.18334/epp.13.12.119958

9. Сафин Р.И. Оценка влияния различных факторов на дифференциацию семян яровой пшеницы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. №12 (2). С. 65-71.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред.: М.А. Федин. М.: Агропромиздат, 1985. Выпуск №1. 270 с.

11. Филиппов Е. Г., Брагин Р. Н., Донцов Д. П. Анализ показателей адаптивности сортов и линий ярового ячменя в экологическом испытании // Таврический вестник аграрной науки. 2022. №4 (32). С. 221-230. EDN: WFQBII.

12. Реализация методов оценки стабильности сортов сельскохозяйственных культур в пакете функций программной среды R / А. Ф. Чешкова, И. Г. Гребенникова, А. Ф. Алейников и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т.34. №7. С.91-96. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10716.

13. Identification of Stable Inbreds through GGE Biplot Analysis in Maize (Zea mays L.) / N. D. Sabitha, Mohan Reddy, D. Lokanatha Reddy et al. // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 2025. №14(06). P.174-180. doi:10.20546/ijcmas.2025.1406.016.

14. Nesa N.U., Das, A. &Sagor, G.H.M. AMMI and GGE Biplot Analysis for Selection of Some High Yielding Terminal Heat Stress Tolerant Wheat (Triticum aestivum) Genotypes in Bangladesh // Agric. 2025. Res 14. P. 436-451. doi:10.1007/s40003-024-00791-x.

15. Genotype by Environment Interaction Analysis for Grain Yield of Wheat (Triticum aestivum (L.) em.Thell) Genotypes / V. Gupta, M. Kumar, V. Singh, L. et al. // *Agriculture.* 2022. №*12. P.*1002. https://doi.org/10.3390/agriculture12071002.

16. Пономарев С.Н., Пономарева М. Л., Тагиров М. Ш. Оценка фенотипической стабильности сортов озимой

тритикале по урожайности зерна методом биплот-анализа // Земледелие. 2018. №8. С.34-38. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10810.

17. Урожайность и качество зерна современных сортов яровой пшеницы в условиях центрального Нечерноземья / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.М. Никифоров и др. // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 1 (107). С. 11-19.

18. Особенности формирования урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / Е. С. Кузьмина, В. Д. Василевский, П. В. Поползухин и др. // Вестник Омского ГАУ. 2025. № 4 (60). С. 58-67.

19. Формирование урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от физиологии растений / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. Н. Шулико и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2026. Т. 21. № 1(81). С. 51-56. doi: 10.31588/2073-0462-2026-21-1-51-56. EDN KJLJPQ.

20. Голова Т. Г., Чвилева И. Н. Изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы на современном этапе селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2025. №3(55). С. 123-131. doi: 10.24412/2309-348X-2025-3-123-131

References

1. FAO: official website. – URL: https://www.fao.org/newsroom/detail/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034-emerging-economies-will-drive-growth-in-animal-source-food-consumption-and-production/ru (date of access: 03.03.2026).

2. Federal State Budgetary Institution Gossortkomissiya: official website. – Moscow. – URL: https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni / (date of access: 04.05.2026)

3. Shelayeva T.V., Dzhazina D.M., Utebayev M.U. Environmental testing of spring soft wheat varieties in the conditions of Northern Kazakhstan // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 2. P. 94-99. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-94-99

4. Federal State Budgetary Institution Russian Agricultural Center: official website. Moscow. URL: https://rosselhoscenter.ru/upload/iblock/84a/oljx12bq 5shy2d4r6y 3a59tw9osdmp3f /Information%20sheet%20No.2.pdf (date of access 04.05.2026).

5. Lentochkin A.M. Formation of grain yield of spring wheat varieties of different maturity groups // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2025. No. 1 (81). P. 37-48. doi 10.48012/1817-5457_2025_1_37-48.

6. Koshkin M.N., Vinogradova A.O., Potockaya I.V. Analysis of grain yield and quality of domestic and foreign varieties of spring soft wheat in the conditions of Western Siberia // Bulletin of KrasSAU. 2025. No. 1. P. 25-32.

7. Strong varieties are the basis for the production of high-quality processed soft wheat grain products / I. V. Pakhotina, E. Yu. Ignatyeva, I. A. Belan, et al. // Grain economy of Russia. 2022. Vol. 14. No. 5. P. 39-46. doi: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-39-46)

8. Nardin D.S., Nardina S.A. Analysis of the use of Russian and foreign varieties in the production of spring soft wheat in the Omsk region // Economy, entrepreneurship and law. 2023. Vol. 13. No. 12. P. 5817-5830. doi: 10.18334/epp.13.12.119958.

9. Safin R.I. Assessment of the influence of various factors on the differentiation of spring wheat seeds // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2017. No. 12 (2). P. 65-71.

10. Methodology of state variety testing of agricultural crops / Ed. by M.A. Fedin. Moscow: Agropromizdat, 1985. Issue No. 1. 270 p.

11. Filippov E.G., Bragin R.N., Dontsov D.P. Analysis of adaptability indicators of spring barley varieties and lines in environmental testing // Tavricheskiy Vestnik of Agrarian Science. 2022. No. 4 (32). P. 221-230. EDN: WFQBII.

12. Implementation of methods for assessing the stability of agricultural crop varieties in the R software environment function package / A.F. Cheshkova, I.G. Grebennikova, A.F. Aleinikov, et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. Vol. 34. No. 7. P. 91-96. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10716

13. Identification of Stable Inbreds through GGE Biplot Analysis in Maize (Zea mays L.) / N.D. Sabitha, Mohan Reddy, D. Lokanatha Reddy, et al. // Int J. Curr.Microbiol.App.Sci. 2025. No. 14 (06). R.174-180. doi: 10.20546/ijcmas.2025.1406.016

14. Nesa N.U., Das, A. & Sagor, G.H.M. AMMI and GGE Biplot Analysis for Selection of Some High Yielding Terminal Heat Stress Tolerant Wheat (Triticum aestivum) Genotypes in Bangladesh // Agric. 2025. Res 14. P. 436-451. doi:10.1007/s40003-024-00791-x.

15. Genotype by Environment Interaction Analysis for Grain Yield of Wheat (Triticum aestivum (L.) em.Thell) Genotypes / V. Gupta, M. Kumar, V. Singh, et al. // Agriculture. 2022. No. 12. P. 1002. https://doi.org/10.3390/agriculture12071002

16. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Tagirov M.Sh. Evaluation of phenotypic stability of winter triticale varieties for grain yield using biplot analysis // Zemledelie. 2018. No. 8. pp. 34-38. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10810.

Yield and grain quality of modern spring wheat varieties in the Central Non-Chernozem region / V.E. Torikov, O.V. Melnikova, V.M. Nikiforov, et al. // Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 1 (107). P. 11–19.

18. Specifics of yield and grain quality formation in spring soft wheat in the southern forest-steppe of Western Siberia / E. S. Kuzmina, V. D. Vasilevsky, P. V. Popolzukhin, et al. // Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2025. No. 4 (60). P. 58–67.

19. 19. Formation of yield and grain quality of spring soft wheat depending on plant physiology / P. N. Nikolaev, O. A. Yusova, N. N. Shuliko, et al. // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2026. Vol. 21. No. 1(81). P. 51-56. doi: 10.31588/2073-0462-2026-21-1-51-56. EDN KJLJPQ.

20. Golova T.G., Chvileva I.N. Study of spring soft wheat source material at the current stage of breeding // Legumes and Groat Crops. 2025. No. 3 (55). Pp. 123-131. doi: 10.24412/2309-348X-2025-3-123-131.