

ВАРИАЦИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

Губашева Б.Е.¹, кандидат сельскохозяйственных наук
bibigul690305@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2084-9434>

Цыганков В.И.², кандидат сельскохозяйственных наук
zigan60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3652-3888>

Булекова А.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук
akgibek73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0199-9085>

Цыганков А.В.², старший научный сотрудник
mirestnones1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1782-962X>

Лиманская В.Б.³, кандидат сельскохозяйственных наук
v.limanskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8982-6471>

Цыганкова М.Ю.², старший научный сотрудник
tsigum@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3538-6001>

¹*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан*

²*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт коневодства и кормопроизводства», г. Актобе, Казахстан*

³*ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», г. Уральск, Казахстан*

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного анализа вариации качественных характеристик зерна яровой твёрдой пшеницы различных генотипов, возделываемых в условиях Западного Казахстана. Основная цель исследования заключалась в всесторонней оценке продуктивного и технологического потенциала сортов и селекционных линий посредством анализа совокупности ключевых показателей качества зерна и выявления наиболее перспективных генотипов для дальнейшей селекции и практического применения.

В качестве основных критериев оценки использовались масса 1000 зёрен, натура зерна, стекловидность, содержание протеина и клейковины, что позволяет охарактеризовать как продуктивность, так и технологическую ценность зерна. Анализ проводился на основе данных 2024–2025 гг., что обеспечило сопоставление показателей качества при различных агроклиматических условиях. Полученные результаты продемонстрировали устойчивое увеличение средних значений всех изученных признаков в 2025 году, что, вероятно, связано с более благоприятными условиями формирования урожая, способствовавшими лучшему наливу и повышению плотности зерна.

Селекционные линии проявили наибольшую отзывчивость на улучшение условий среды, показав значительный рост как продуктивных, так и качественных характеристик. Сорта группы «Янтарная» отличались стабильностью и высоким содержанием протеина и клейковины, а отдельные образцы селекции «Каргала» - высокой натурой зерна. Статистический анализ подтвердил достоверность результатов и снижение вариабельности признаков в более благоприятный год, что указывает на повышенную устойчивость генотипов.

Таким образом, комплексная оценка качества зерна позволила выделить генотипы с оптимальным сочетанием продуктивности и технологических свойств, представляющие особый интерес для селекции и практического внедрения в условиях Западного Казахстана.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорта и линии, качество зерна, генотипическая вариабельность, технологические свойства.

Введение. Яровая твердая пшеница (*Triticum durum Desf.*) является одной из важнейших зерновых культур, используемых преимущественно для производства макаронных изделий, круп и специализированных продуктов питания. Качество зерна

данной культуры в значительной степени определяется содержанием и свойствами клейковины, которые выступают ключевыми показателями технологической и перерабатывающей ценности сырья [1, 2]. В условиях современного растениеводства требования к качеству зерна яровой твердой пшеницы неуклонно возрастают, что обусловлено как развитием перерабатывающей промышленности, так и необходимостью повышения конкурентоспособности сортов на внутреннем и внешнем рынках.

Формирование количества и качества клейковины носит комплексный характер и зависит от генетических особенностей сорта, эколого-климатических условий возделывания, а также уровня агротехники [3-5]. При этом именно генотип является базовым фактором, определяющим потенциальные возможности растения по накоплению белковых веществ и формированию клейковинного комплекса [6]. Рядом исследований показано, что различные генотипы яровой твердой пшеницы существенно различаются по содержанию сырой клейковины и показателям её упругости и эластичности, оцениваемым, в частности, с использованием индекса деформации клейковины (ИДК) [7, 8].

Несмотря на значительное количество работ, посвящённых оценке качества зерна пшеницы, вопросы генотипической варибельности показателей клейковины у яровой твердой пшеницы различного происхождения остаются недостаточно изученными, особенно в контексте отбора исходного материала для селекционных программ, ориентированных на улучшение технологических свойств зерна. В этой связи актуальным является проведение комплексной оценки количества и качества клейковины у образцов яровой твердой пшеницы с применением методов вариационной и корреляционной статистики, что позволяет выявить наиболее ценные генотипы и установить характер взаимосвязей между изучаемыми признаками.

Клейковина, как один из ключевых компонентов зерна яровой твердой пшеницы (*Triticum durum*), играет определяющую роль в оценке его технологического качества и пригодности для переработки на макаронные изделия и специализированные продукты питания. В отечественной аграрной науке вопросы формирования клейковинного комплекса традиционно связываются с генетическими особенностями сорта, а также с взаимодействием генотип–среда в конкретных агроклиматических условиях. Современные исследования в Казахстане подчеркивают важность многофакторного подхода к оценке качества зерна, поскольку устойчивое проявление качественных признаков, таких как содержание и качество клейковины, зависит от совокупности генотипических и средовых факторов [9, 10].

Работа Жылкыбаева и соавторов показала, что селекционные линии яровой твердой пшеницы, адаптированные к условиям Северного Казахстана, способны формировать зерно с высоким содержанием белка и качественной клейковиной, что делает их перспективными для включения в государственные испытания и селекционные программы [11]. Эти результаты согласуются с представленными данными о значительном генетическом разнообразии коллекций яровой твердой пшеницы, выявленном при использовании молекулярных маркеров, что свидетельствует о широком спектре варибельности признаков качества зерна, включая клейковину [12].

Важным аспектом оценки варибельности клейковины являются молекулярно-генетические исследования, демонстрирующие влияние аллельных вариаций генов, кодирующих высокомолекулярные глютенины, на количество и свойства клейковины. Российские исследования отмечают, что определенные аллели в локусах *Glu-A1* и *Glu-B1* благоприятно сказываются на показателях клейковины и её индексе, что важно для формирования качественных технологических свойств зерна в

разных условиях выращивания [13]. Такие генетические маркеры становятся перспективным инструментом селекции, направленной на целенаправленное улучшение качественных признаков зерна.

Кроме того, отечественные агрономические исследования указывают, что вариация содержания и качества клейковины у пшеницы тесно связана с адаптивными реакциями растений на агроклиматические условия. Так, вариабельность признаков зерна, включая клейковину, в значительной степени определяется как наследственными факторами, так и комплекса почвенно-климатических условий и агротехники [14]. Это подчеркивает необходимость комплексного анализа, включающего вариационную статистику и моделирование взаимодействий генотип-среда для выявления наиболее стабильных и высококачественных генотипов.

Таким образом, современная научная литература подчеркивает широкий диапазон вариабельности показателей клейковины у яровой твердой пшеницы, обусловленный как генетическими различиями, так и влиянием внешних факторов. Это делает актуальной комплексную оценку генотипов различного происхождения с использованием интегрированных подходов, включающих молекулярно-генетическую и фенотипическую характеристику, а также продвинутые методы статистического анализа.

Материалы и методы исследования. Объектом настоящего исследования послужили десять образцов яровой твердой пшеницы, отличающихся по генетическому происхождению и потенциальным хозяйственно-ценным признакам. Экспериментальная часть работы была реализована на базе нескольких научно-исследовательских учреждений аграрного профиля, что позволило обеспечить комплексный подход к изучению исследуемого материала. Полевые и первичные опытные работы проводились в условиях ТОО «Казахский научно-исследовательский институт коневодства и кормопроизводства» и ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», где осуществлялось выращивание и отбор исследуемых образцов.

Лабораторные исследования, направленные на определение показателей качества зерна, выполнялись в лаборатории биохимии и технологической оценки качества сельскохозяйственных культур ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева»; а также частично – в лабораториях ТОО «Казахский НИИ коневодства и кормопроизводства» и Актюбинского филиала АО «КазАгрЭкс». В ходе лабораторного анализа проводилась комплексная оценка технологических и биохимических характеристик зерна, позволяющая определить уровень его качества и пригодность для дальнейшего использования в селекционных и производственных целях.

Объектом качественной оценки являлся урожай зерна, полученный в 2024 и 2025 годах, что позволило проанализировать проявление исследуемых признаков в различных агрометеорологических условиях и обеспечить более объективную характеристику вариабельности показателей качества зерна у изучаемых образцов. Оценка качества зерна осуществляли в соответствии с действующими нормативными документами и стандартными методиками. В процессе исследования определяли следующие показатели: натуру зерна, г/л (ГОСТ 10840–2017); массовую долю белка, % (СТ РК 1564–2006); содержание клейковины, % и ее качество, выраженное в единицах ИДК (СТ РК 1054–2002); массу 1000 зерен, г (ГОСТ ISO 520–2014); стекловидность зерна, % (ГОСТ 10987–64). Классификацию зерна по качественным показателям проводили в соответствии с требованиями стандарта СТ РК 1046–2008. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием методов вариационной статистики. Для количественной характеристики исследуемых выборок определяли основные показатели описательной

статистики: среднее арифметическое значение (M), стандартное отклонение (SD) и коэффициент вариации (Cv). Оценку взаимосвязей между исследуемыми параметрами осуществляли с применением корреляционного анализа. Интерпретацию результатов выполняли в соответствии с общепринятыми методологическими подходами биометрии и математической статистики, широко применяемыми в биологических исследованиях [15-17].

Результаты исследования и их обсуждение. Качество зерна формируется под влиянием как генетических особенностей сорта, так и условий выращивания. К числу ключевых показателей, характеризующих выполненность и технологическую ценность зерна, относятся масса 1000 зёрен и натура. Их совместный анализ позволяет более полно оценить продуктивный потенциал сортов и селекционных линий.

Сравнение данных за 2024-2025 гг. показывает, что по обоим показателям наблюдается устойчивая положительная динамика. Это свидетельствует о более благоприятных условиях формирования урожая в 2025 году, которые способствовали лучшему наливу и повышению плотности зерна.

Наиболее выраженные изменения отмечены у селекционных линий. Линия 316/КС-т-24 продемонстрировала значительный рост массы 1000 зёрен (с 35,6 до 52,4 г) и одновременно существенное увеличение натуры зерна (с 756 до 812 г/л) - рисунки 1, 2. Аналогичная тенденция характерна для линии 315/КС-т-24 (33,5-50,0 г и 785-803 г/л, соответственно). Линии 242-243т/24 и 247-257т/24 также показали уверенный рост по обоим показателям, хотя в последнем случае динамика была несколько более умеренной, что может указывать на её стабильность при изменении условий среды.

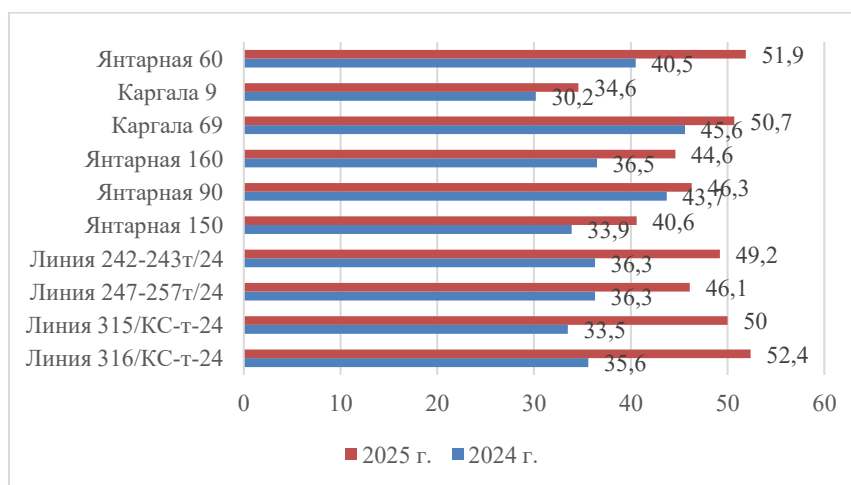


Рисунок 1 – Масса 1000 зерен, г образцов яровой твердой пшеницы

Сорта серии «Янтарная», в целом, характеризуются сочетанием стабильности и положительной динамики. Наиболее заметный рост массы 1000 зёрен зафиксирован у сорта Янтарная 60 (с 40,5 до 51,9 г), что сопровождалось увеличением натуры зерна с 807 до 822 г/л. Новый сорт Янтарная 90 (передан в ГСИ по регионам РК с 2026 г.) выделяется стабильно высокими значениями натуры зерна (824-833 г/л) при сравнительно умеренном увеличении массы 1000 зёрен. Янтарная 150 и Янтарная 160 демонстрируют устойчивый, но менее выраженный рост по обоим показателям.

Наиболее распространённый сорт актюбинской селекции Каргала 69 (допуск к использованию с 2012 г.) занимает лидирующее положение, демонстрируя рост массы 1000 зёрен с 45,6 до 50,7 г и натуры зерна с 825 до 838 г/л. В то же время первый сорт отечественной селекции для условий Западного Казахстана Каргала 9 (допуск к использованию с 2005 г.) характеризуется наиболее низкими значениями массы 1000

зёрен (30,2-34,6 г) и сравнительно невысокой натурой (762-782 г/л), что вполне объяснимо с точки зрения его уникальной скороспелости. Зачастую продолжительность вегетационного периода этого сорта не превышает 70-75 дней.

В целом результаты исследования подтверждают, что в 2025 году сложились более благоприятные условия для формирования качественного зерна. При этом наибольшую отзывчивость на улучшение условий проявили селекционные линии, тогда как сорта демонстрируют более выровненные и стабильные показатели.

Таким образом, комплексная оценка по массе 1000 зёрен и натуре зерна позволяет выделить перспективные генотипы, сочетающие высокий уровень продуктивности и качества, что имеет важное значение для дальнейшей селекционной работы и практического использования в производстве.

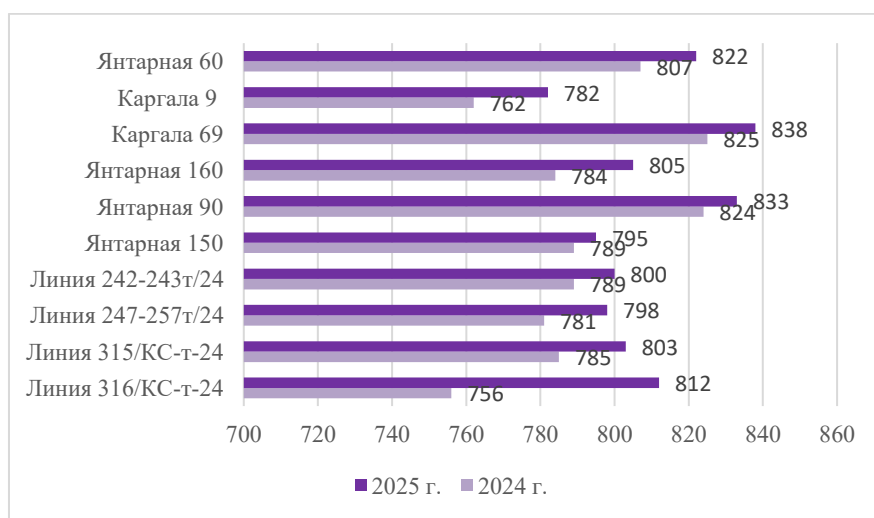


Рисунок 2 – Сравнительная оценка натуре зерна у сортов и селекционных линий в 2024-2025 гг.

Показатели стекловидности, содержания протеина и клейковины являются ключевыми характеристиками качества зерна, определяющими его технологические и хлебопекарные свойства. Их анализ позволяет не только оценить уровень качества, но и выявить реакцию сортов и селекционных линий на изменяющиеся условия выращивания.

Сравнение данных за 2024-2025 гг. свидетельствует о выраженной положительной динамике по большинству показателей. В первую очередь, это касается стекловидности зерна, которая у всех изученных образцов существенно возросла. Наиболее значительное увеличение зафиксировано у линии 242-243т/24 (с 75 до 96%) и сорта Янтарная 90 (с 58 до 98%), что указывает на формирование более плотного и высококачественного зерна в 2025 году (рисунок 3).

Селекционные линии в целом демонстрируют высокую отзывчивость. Линия 247-257т/24 увеличила стекловидность с 71 до 92%, одновременно повысив содержание протеина с 14,2 до 15,8% и клейковины с 35,3 до 37,2%. Линия 242-243т/24 также выделяется комплексным ростом всех показателей: протеин увеличился с 14,3 до 16,2%, а клейковина — с 34,2 до 39,3%. Существенные изменения отмечены и у линии 316/КС-т-24, где особенно заметен рост содержания клейковины (с 24,6 до 38,0%), несмотря на сравнительно умеренное увеличение протеина.

Сорта серии «Янтарная» характеризуются высоким уровнем качества зерна, прежде всего по содержанию белка и клейковины. Сорт Янтарная 150 демонстрирует максимальные значения протеина в оба года (17,5-19,6%), однако при этом отмечается

снижение содержания клейковины с 49,4 до 40,4%, что может быть связано с изменением структуры белкового комплекса. В то же время сорт Янтарная 90 показывает гармоничное улучшение всех показателей, достигая наивысшей стекловидности (98%) и увеличивая содержание клейковины до 41,2%.

Сорт Янтарная 60 также отличается высокими значениями: при увеличении протеина с 16,4 до 18,3% стекловидность достигает 95%, а содержание клейковины возрастает до 35,3%. Янтарная 160 демонстрирует устойчивый рост всех показателей, сохраняя баланс между качественными характеристиками.

У сорта Каргала 69 в 2025 г., в сравнении с условиями 2024 года, отмечено увеличение стекловидности с 56 до 77% и содержания клейковины с 32,5 до 36,1%, тогда как Каргала 9 демонстрирует более выраженное улучшение, особенно по стекловидности (70-88%) и протеину (15,2-16,8%).

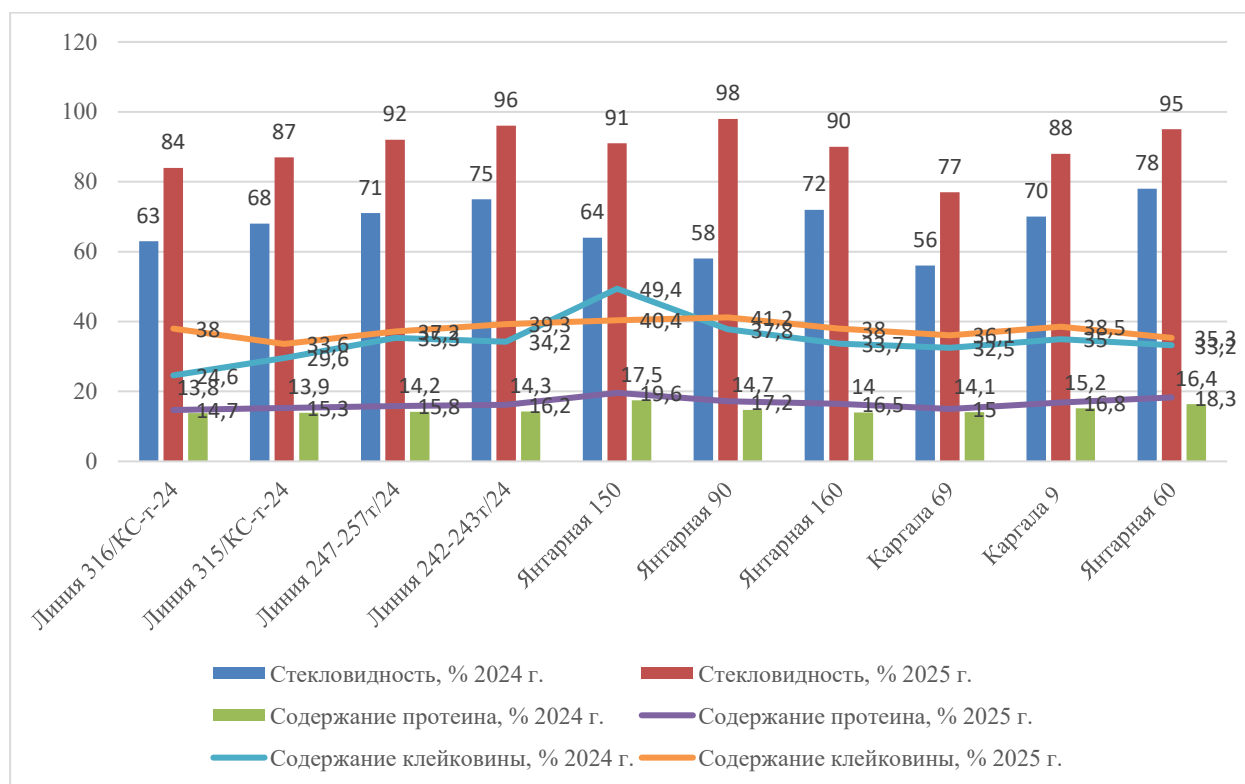


Рисунок 3 – Оценка стекловидности, содержания протеина и клейковины у сортов и селекционных линий в 2024–2025 гг.

В целом результаты исследования свидетельствуют о том, что в 2025 году сформировались более благоприятные условия для накопления белка и формирования структуры зерна, что отразилось на повышении стекловидности и улучшении качества клейковины. При этом наиболее перспективными являются генотипы, сочетающие высокий уровень протеина и клейковины с высокой стекловидностью, в частности линии 242-243т/24 и 247-257т/24, а также отдельные сорта из серии «Янтарная».

Для всесторонней и объективной характеристики сортов и селекционных линий наряду с анализом абсолютных значений показателей принципиальное значение приобретает их статистическая интерпретация. Она позволяет оценить достоверность выявленных различий, уровень вариабельности признаков, а также степень надёжности полученных экспериментальных данных.

Анализ средних величин свидетельствует о выраженной положительной динамике всех изученных показателей в 2025 году. Так, средняя масса 1000 зёрен

увеличилась с $37,2 \pm 1,42$ до $46,63 \pm 1,68$ г, натура зерна — с $790,2 \pm 6,9$ до $808,8 \pm 5,27$ г/л, стекловидность - с $67,5 \pm 2,15$ до $89,8 \pm 1,86\%$. Аналогичная тенденция прослеживается по содержанию протеина (с $14,81 \pm 0,37$ до $16,54 \pm 0,46\%$) и клейковины (с $34,53 \pm 1,9$ до $37,76 \pm 0,7\%$), что указывает на общее улучшение качественных характеристик зерна.

Статистическая значимость различий подтверждается величинами НСР₀₅. Для массы 1000 зёрен данный показатель составил 3,05 г в 2024 году и 4,2 г в 2025 году, для натуры зерна - 16,8 и 12,4 г/л, соответственно. По стекловидности значения НСР₀₅ находились в пределах 5,8-4,9%, по содержанию протеина - 0,77-1,05%, по клейковине - 3,92-2,05%. Указанные значения свидетельствуют о статистической значимости различий между изучаемыми генотипами по большинству анализируемых признаков.

Оценка коэффициента вариации (C_v) позволила установить степень изменчивости показателей в пределах выборки. В 2024 году наибольшая вариабельность отмечена по содержанию клейковины (17,4%) и массе 1000 зёрен (12,1%), тогда как натура зерна характеризовалась минимальной изменчивостью (2,76%). В 2025 году наблюдается тенденция к снижению вариабельности по большинству признаков, особенно по натуре зерна (2,06%) и стекловидности (6,6%), что указывает на более выровненные условия формирования урожая. Существенное уменьшение вариабельности по содержанию клейковины (до 5,82%) также свидетельствует о стабилизации данного показателя.

Показатели точности опыта (P , %) находятся на высоком уровне по всем признакам, что подтверждает надёжность экспериментальных данных. Наиболее высокая точность установлена для натуры зерна (0,87-0,65%) и стекловидности (3,18-2,08%). Несколько более высокие значения P отмечены для массы 1000 зёрен (3,82-3,6%) и содержания клейковины (5,51-1,84%), однако они не выходят за пределы допустимых значений для полевых исследований.

В целом совокупность статистических параметров указывает на высокую достоверность полученных результатов и позволяет корректно интерпретировать выявленные различия между сортами и селекционными линиями. Снижение вариабельности в сочетании с ростом средних значений в 2025 году подтверждает более благоприятные условия формирования зерна, обеспечившие не только повышение уровня показателей, но и их большую устойчивость.

Таким образом, проведённый статистический анализ органично дополняет оценку качества зерна и обосновывает выделение перспективных генотипов для дальнейшей селекционной работы и практического внедрения.

Заключение. Проведённые исследования позволили установить, что формирование показателей качества зерна у изученных сортов и селекционных линий определяется как их генетическими особенностями, так и условиями вегетационного периода. Сравнительный анализ данных за 2024-2025 гг. выявил устойчивую положительную динамику по всем основным признакам, включая массу 1000 зёрен, натуру, стекловидность, содержание протеина и клейковины.

Установлено, что в 2025 году сложились более благоприятные условия для формирования зерна, что способствовало не только увеличению абсолютных значений показателей, но и снижению их вариабельности. Это указывает на более полную реализацию продукционного потенциала генотипов и повышение стабильности качественных характеристик.

Наибольшую отзывчивость на улучшение условий среды продемонстрировали селекционные линии, в частности 242-243т/24, 247-257т/24 и 316/КС-т-24, которые сочетали значительный рост продуктивных показателей с улучшением качественных характеристик зерна. Среди сортов наиболее сбалансированными по комплексу признаков следует считать образцы серии «Янтарная», особенно Янтарная 90 и

Янтарная 60, отличающиеся высоким уровнем стекловидности, протеина и клейковины. Сорт Каргала 69 выделяется высокими значениями натурности зерна, что подтверждает его ценность как источника данного признака.

Результаты статистического анализа подтверждают достоверность выявленных различий и надёжность экспериментальных данных, что позволяет обоснованно использовать полученные результаты в селекционной практике.

Таким образом, комплексная оценка показателей качества зерна позволила выделить перспективные генотипы, сочетающие высокий уровень продуктивности и технологических свойств. Полученные данные могут быть использованы при дальнейшем совершенствовании селекционного процесса и внедрении высококачественных сортов в производство.

Благодарность. Представленная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267, BR24892821 «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» (2024-2026 гг).

Литература:

- [1] **Кирьянов, А.А.**, Бабенко Л.М. Твердая пшеница: биология, селекция и технология возделывания. – М.: Колос, 2012. – 3 20 с.
- [2] **Dexter, J. E.**, Marchylo B. A. Recent trends in durum wheat milling and pasta processing // Trends in Food Science & Technology, 2001. – Vol. 12. – No. 3-4. – P. 131–140. <https://kumakursk.ru/wp-content/uploads/2020/06/bc2cbf4ed958dbdf15270b8cf5a0d36a2928.pdf>
- [3] **Жученко, А.А.** Экологическая генетика культурных растений и проблемы агро-сферы (теория и практика): монография. В двух томах. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – Том I. – 690 с. <https://cyberleninka.ru/article/n/zhuchenko-a-a-ekologicheskaya-genetika-kulturnyh-rasteniy-i-problemy-agrosfery-teoriya-i-praktika-monografiya-v-dvuh-tomah-m-ooo>
- [4] **Сапрыкин, В.Н.**, Гончаров Н.П. Влияние условий выращивания на качество зерна твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России, 2015. – № 2. – С. 18-22.
- [5] **Flagella, Z.**, Giuliani M.M., Giuzio L., Volpi C. and Masci, S. (2010) Influence of Water Deficit on Durum Wheat Storage Protein Composition and Technological Quality. European Journal of Agronomy, 33. – P. 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.05.006>
- [6] **Пухальский, В.А.** Генетические основы качества зерна пшеницы. – СПб.: ВИР, 2010. – 280 с.
- [7] **Курочкина, Л.А.**, Лысенко А.А. Оценка качества клейковины у сортов и линий яровой твердой пшеницы // Селекция и семеноводство, 2018. – № 4. – С. 45–50.
- [8] ГОСТ 54478–2011. Пшеница. Методы определения количества и качества клейковины. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
- [9] **Dashkevich, S.M.**, Utebayev M.U., Kradetskaya O.O., Chilimova I.V., Zhylykybaev R.S., Babkenov A.T. The Genetic Potential of Spring Durum Wheat Grain Quality in the North of Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences, 2022. – Vol. 22. – P. 347-355. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.347.355>
- [10] **Utebayev, M.**, Dashkevich S., Kradetskaya O., Chilimova I., Zhylykybaev R., Zhigula T. et al. Genetic diversity of prolamin loci related to grain quality in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) in Kazakhstan // Life 2026, 16(1), 157, P. 1-20. <https://doi.org/10.3390/life16010157>
- [11] **Zhylykybaev, R.S.**, Zhigula T.Yu., Shpigel A.L., Pototskaya I.V. Formation of yield and grain quality of durum wheat under conditions of Northern Kazakhstan. Agrarian Bulletin of the Urals. 2025; 25 (03): 360–370. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-360-370>
- [12] **Крупин, П.И.**, Беспалова Л.А., Крупина А.И., Яновский А.С., Коробкова В.А.,

Ульянов Д.С., Карлов Г.И., Дивашук М.Г. (2023). Связь высокомолекулярных субъединиц глютеина с качеством зерна и макаронных изделий из яровой твердой пшеницы (*Triticum turgidum* spp. *durum* L.). *Агронимия*, 13 (6). – 1510 с. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061510>

[13] **Al-Khayri, J. M.**, Alshegaihi R. M., Mahgoub E. I. et al. Association of High and Low Molecular Weight Glutenin Subunits with Gluten Strength in Tetraploid Durum Wheat // *Plants*. - 2023. – Vol. 12. – No. 6. – 1416. <https://doi.org/10.3390/plants12061416>

[14] **Tajibayev, D.**, Yusov V.S., Chudinov V.A. et al. Genotype by environment interactions for spring durum wheat in Kazakhstan and Russia // *Ecological Genetics and Genomics*. - 2021. -100099. <https://doi.org/10.1016/j.egg.2021.100099>

[15] **Лакин, Г.Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990.

[16] **Glantz, S.A.** Primer of Biostatistics. – New York: McGraw-Hill, 1999.

[17] **Sokal, R.R.**, Rohlf F.J. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. – New York: W.H. Freeman and Company, 2012.

References:

[1] **Kir'janov, A. A.**, Babenko L. M. Tverdaja pshenica: biologija, selekcija i tehnologija vozdevlyvanija. – М.: Kolos, 2012. – 3 20 s. [in Russian]

[2] **Dexter, J. E.**, Marchylo B. A. Recent trends in durum wheat milling and pasta processing // *Trends in Food Science & Technology*, 2001. – Vol. 12. – No. 3-4. – P. 131–140. <https://kumakursk.ru/wp-content/uploads/2020/06/bc2cbf4ed958dbdf15270b8cf5a0d36a2928.pdf>

[3] **Zhuchenko, A.A.** Jekologicheskaja genetika kul'turnyh rastenij i problemy agro-sfery (teoriya i praktika): monografija. V dvuh tomah. – М.: ООО «Izdatel'stvo Agrorus», 2004. – Tom I. – 690 s. <https://cyberleninka.ru/article/n/zhuchenko-a-a-ekologicheskaya-genetika-kulturnyh-rasteniy-i-problemy-agrosfery-teoriya-i-praktika-monografiya-v-dvuh-tomah-m-ooo> [in Russian]

[4] **Saprykin, V.N.**, Goncharov N.P. Vlijanie uslovij vyrashhivaniya na kachestvo zerna tverdoj pshenicy // *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2015. – № 2. – S. 18-22. [in Russian]

[5] **Flagella, Z.**, Giuliani M.M., Giuzio L., Volpi C. and Masci, S. (2010) Influence of Water Deficit on Durum Wheat Storage Protein Composition and Technological Quality. *European Journal of Agronomy*, 33. – R. 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.05.006>

[6] **Puhal'skij, V.A.** Geneticheskie osnovy kachestva zerna pshenicy. – SPb.: VIR, 2010. – 280 s. [in Russian]

[7] **Kurochkina, L.A.**, Lysenko A.A. Ocenka kachestva klejkoviny u sortov i linij jarovoj tverdoj pshenicy // *Selekcija i semenovodstvo*, 2018. – № 4. – S. 45–50. [in Russian]

[8] GOST 54478–2011. Pshenica. Metody opredelenija kolichestva i kachestva klejkoviny. – М.: Standartinform, 2012. – 16 s. [in Russian]

[9] **Dashkevich, S.M.**, Utebayev M.U., Kradetskaya O.O., Chilimova I.V., Zhylykbaev R.S., Babkenov A.T. The Genetic Potential of Spring Durum Wheat Grain Quality in the North of Kazakhstan // *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2022. – Vol. 22. – P. 347-355. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2022.347.355>

[10] **Utebayev, M.**, Dashkevich S., Kradetskaya O., Chilimova I., Zhylykbaev R., Zhigula T. et al. Genetic diversity of prolamin loci related to grain quality in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) in Kazakhstan // *Life* 2026, 16(1), 157, P. 1-20. <https://doi.org/10.3390/life16010157>

[11] **Zhylykbaev, R.S.**, Zhigula T.Yu., Shpigel A.L., Pototskaya I.V. Formation of yield and grain quality of durum wheat under conditions of Northern Kazakhstan. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (03): 360–370. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-360-370>

[12] **Krupin, P.J.**, Bepalova L.A., Krupina A.I., Janovskij A.S., Korobkova V.A., Ul'janov D.S., Karlov G.I., Divashuk M.G. (2023). Svjaz' vysokomolekuljarnyh sub#edinic gljutenina s kachestvom zerna i makaronnyh izdelij iz jarovoj tverdoj pshenicy (*Triticum turgidum* spp. *durum* L.). *Агронимия*, 13 (6). – 1510 с. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061510> [in Russian]

[13] **Al-Khayri, J. M.**, Alshegaihi R. M., Mahgoub E. I. et al. Association of High and Low Molecular Weight Glutenin Subunits with Gluten Strength in Tetraploid Durum Wheat // *Plants*.

- 2023. – Vol. 12. – No. 6. – 1416. <https://doi.org/10.3390/plants12061416>

[14] **Tajibayev, D.**, Yusov V.S., Chudinov V.A. et al. Genotype by environment interactions for spring durum wheat in Kazakhstan and Russia // *Ecological Genetics and Genomics*. - 2021. -100099. <https://doi.org/10.1016/j.egg.2021.100099>

[15] **Lakin, G.F.** *Биометрија*. – М.: Vysshaja shkola, 1990. [in Russian]

[16] **Glantz, S.A.** *Primer of Biostatistics*. – New York: McGraw-Hill, 1999.

[17] **Sokal, R.R.**, Rohlf F.J. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. – New York: W.H. Freeman and Company, 2012.

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ӘРТҮРЛІ ГЕНОТИПТІ ЖАЗДЫҚ ҚАТТЫ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІ ДӘН САПАСЫ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ

Губашева Б.Е.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Цыганков В.И.², ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Булекова А.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Цыганков А.В.², аға ғылыми қызметкер
Лиманская В.Б.³, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Цыганкова М.Ю.², аға ғылыми қызметкер

¹*Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ.,
Қазақстан*

²*«Қазақ жылқы шаруашылығы және мал азығын өндіру ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Ақтөбе қ., Қазақстан*

³*«Орал ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Орал қ., Қазақстан*

Андатпа. Мақалада Батыс Қазақстан жағдайында егістікке алынған әртүрлі генотиптерге тиесілі жаздық қатты бидай дәндерінің сапалық сипаттамаларының вариациясын кешенді талдау нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің негізгі мақсаты – дәннің негізгі сапа көрсеткіштерін кешенді бағалау арқылы сорттар мен селекциялық сызықтардың өнімділік және технологиялық әлеуетін жан-жақты анықтау, сондай-ақ одан әрі селекция және практикалық қолдану үшін перспективалы генотиптерді бөліп көрсету.

Бағалау негізгі критерийлері ретінде 1000 дәннің массасы, дәннің натурасы, шыны тәрізділік, протеин және клейковина мөлшері қолданылды, бұл көрсеткіштер дәннің өнімділігін ғана емес, технологиялық құндылығын да сипаттауға мүмкіндік береді. Талдау 2024–2025 жылдар аралығында жиналған деректер негізінде жүргізіліп, әртүрлі агроклиматтық жағдайларда сапа көрсеткіштерін салыстыруға мүмкіндік берді. Нәтижелер 2025 жылы барлық зерттелген көрсеткіштер бойынша орташа мәндердің тұрақты өсуін көрсетті, бұл, ең алдымен, қолайлы егін қалыптасу жағдайларымен және дәннің жақсы толуымен байланысты.

Селекциялық сызықтар орта жағдайдың жақсарғанына ең сезімталдық танытып, өнімді және сапалық көрсеткіштердің айтарлықтай өсуін көрсетті. «Янтарная» тобының сорттары тұрақтылық пен протеин мен клейковина мөлшерінің жоғары деңгейімен ерекшеленсе, «Каргала» селекциясының кейбір үлгілері дәннің натурасының жоғары көрсеткішімен бөлінді. Статистикалық талдау нәтижелердің сенімділігін растады және қолайлы жылы сипаттардың вариабельділігінің төмендегенін көрсетті, бұл генотиптердің тұрақтылығының жоғары екенін дәлелдейді.

Осылайша, дәннің сапалық сипаттамаларын кешенді бағалау өнімділік пен технологиялық қасиеттердің оңтайлы үйлесіміне ие генотиптерді анықтауға мүмкіндік берді, олар селекциялық жұмыстар мен практикалық егіншілік үшін ерекше қызығушылық тудырады.

Тірек сөздер: жаздық қатты бидай, сорттар мен желілер, дән сапасы, генотиптік өзгергіштік, технологиялық қасиеттер.

VARIATION IN GRAIN QUALITY TRAITS OF SPRING DURUM WHEAT GENOTYPES IN WESTERN KAZAKHSTAN

Gubasheva B. E.¹, Candidate of Agricultural Sciences

Tsygankov V. I.², Candidate of Agricultural Sciences

Bulekova A. A.¹, Candidate of Agricultural Sciences

Tsygankov A.V.², Senior Researcher

Limanskaya V. B.³, Candidate of Agricultural Sciences

Tsygankova M. Yu.², Senior Researcher

¹*West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan, Oral, Kazakhstan*

²*Kazakh Research Institute of Horse Breeding and Forage Production LLP, Aktobe, Kazakhstan*

³*Ural Agricultural Experimental Station LLP, Uralsk, Kazakhstan*

Annotation. The article presents the results of a comprehensive analysis of the variation in quality characteristics of spring durum wheat grain from different genotypes cultivated under the conditions of Western Kazakhstan. The primary objective of the study was a thorough evaluation of the productive and technological potential of varieties and breeding lines through the analysis of key grain quality indicators and the identification of the most promising genotypes for further breeding and practical application.

The main evaluation criteria included thousand-kernel weight, test weight, vitreousness, protein content, and gluten content, allowing for characterization of both productivity and technological value of the grain. The analysis was based on data collected in 2024–2025, which enabled comparison of quality indicators under varying agroclimatic conditions. The results demonstrated a consistent increase in the average values of all studied traits in 2025, likely associated with more favorable crop formation conditions, which contributed to improved grain filling and higher grain density.

Breeding lines exhibited the highest responsiveness to improved environmental conditions, showing significant increases in both productive and quality characteristics. Varieties of the “Yantarnaya” group were distinguished by stability and high protein and gluten content, while certain “Kargala” breeding samples stood out for their elevated test weight. Statistical analysis confirmed the reliability of the results and revealed a reduction in trait variability during the more favorable year, indicating enhanced stability of the genotypes.

Thus, the comprehensive assessment of grain quality allowed for the identification of genotypes with an optimal combination of productivity and technological traits, representing particular interest for breeding programs and practical cultivation under the conditions of Western Kazakhstan.

Keywords: spring durum wheat, varieties and lines, grain quality, genotypic variability, technological properties.