

КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ САМАРСКОГО НИИСХ В СТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Е. Н. Шаболкина, Д. О. Долженко, Н. Э. Долженко, Н. В. Анисимкина

Реферат. Исследование проводили с целью оценки основных показателей качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Степного Заволжья и установления корреляционных связей между ними. Работу выполняли в 2022–2024 годы на чернозёме обыкновенном в Самарской области на 12 сортах озимой мягкой пшеницы, высевавшихся по чистому пару по типу конкурсного сортоиспытания. Агрометеорологические условия в 2022 году характеризовались благоприятным увлажнением, в 2023 и 2024 годы – засухой разной интенсивности. Содержание белка в зерне, объём хлеба, общая хлебопекарная оценка и особенно число падения зависели, преимущественно, от генотипа (доля влияния фактора 36,3...52,6%), а реологические свойства теста – в большей степени от условий года (35,2...52,4%). По содержанию белка в зерне и валориметрической оценке большинство изученных сортов можно отнести к категории хороший филлер. Требованиям к ценной пшенице по содержанию белка соответствовали Безенчукская 380 (13,5%) и Вьюга (13,1%), валориметрической оценке – Альтернатива, Скирда и Вьюга (58...65 е. вал.). Максимальными в опытах величинами ключевого для озимой пшеницы показателя качества «число падения» отличались сорта Эстафета, Вьюга, Интеграция (336...363 с). По комплексу показателей качества выделен новый короткостебельный сорт озимой мягкой пшеницы Вьюга. На основании результатов корреляционного анализа предложены такие критерии оценки хлебопекарных качеств мягкой пшеницы, как «стойкость теста» по фаринографу Брабендера и содержание белка в зерне. Последний из них может быть информативен в годы с благоприятным гидротермическим режимом периода вегетации озимой пшеницы, когда проявляется наибольшая дифференциация сортов по содержанию белка в зерне.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* L.), сорт, качество зерна, белок, реологические свойства, хлебопекарные свойства, число падения.

Введение. Особое место в зерновом балансе Самарской области отводится ценнейшей продовольственной культуре – озимой мягкой пшенице. Одной из основных задач при возделывании продовольственной озимой пшеницы выступает не просто получение высокого урожая, но и высококачественного зерна. Качество зерна – это совокупность параметров, зависящих от генетики сорта, погодноклиматических условий, плодородия почвы и технологий выращивания. Наиболее значимыми при оценке качества зерна пшеницы служат следующие показатели: содержание белка, разжижение теста, валориметрическая оценка, число падения. Показатели фаринограммы дают возможность по валориметрической оценке вести дифференцированный отбор по качеству зерна [1, 2, 3]. Число падения, отражающее процессы скрытого прорастания зерна, – один из основных показателей качества зерна озимой пшеницы, и его взаимосвязь с другими показателями важна для наиболее полной оценки генотипов в процессе селекции [4, 5]. Низкое число падения в зерне ведет к резкому снижению технологических и хлебопекарных свойств пшеницы, вследствие высокой активности альфа-амилазы при прорастании зерна [6, 7], этот показатель положительно коррелирует со стойкостью теста по фаринографу и отрицательно – с показателем разжижения теста [8].

Для установления объективного качества зерна необходимо комплексное и углубленное изучение большого количества биохимических и технологических параметров зерна, муки и теста, выяснение корреляционных связей между ними для оценки их

информативности, а также применение наиболее важных показателей на ранних этапах селекционного процесса для максимального дифференцированного отбора образцов.

Цель исследований – оценить основные показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы селекции Самарского научно-исследовательского института сельского хозяйства в условиях Степного Заволжья и установить корреляционные связи между ними.

Условия, материалы и методы. На экспериментальной базе Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН изучали в течение 2022–2024 годы биохимические и технологические свойства зерна 12 сортов озимой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания, в том числе 11 сортов селекции Самарского НИИСХ и широко распространённого сорта-стандарта Скипетр. Опыт размещали в специализированном селекционном севообороте, предшественник – чистый пар. Площадь делянки 20 м², повторность четырёхкратная. Обработка чистого пара – ресурсосберегающая на глубину 6...8 см культиватором ОП-4,2. Весной вносили аммиачную селитру в дозе N₃₅ прикорневой способ сеялкой СЗП-3,6. В фазе начала выхода в трубку посева обрабатывали гербицидами для уничтожения сорной растительности. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный с содержанием в слое 0...30 см гумуса в среднем 3,8 % (ГОСТ 2613-91), гидролизующего азота – 61,4 мг/кг (ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора и калия – соответственно 304 мг/кг и 192 мг/кг (ГОСТ 26204-91).

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов

ИСО: содержание белка в зерне – по ГОСТ 10846-91; физические характеристики теста – на фаринографе по ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1-97); пробные лабораторные выпечки – безопасным методом с интенсивным замесом теста из пшеничной муки по методике государственного сортоиспытания с определением объёмного выхода хлеба и общей хлебопекарной оценки, включающей показатели внешнего вида, пористость, структуру, цвет и вкус мякиша [9]; показатель «число падения» в зерне – по Хагбергу-Пертену (ГОСТ 30498-97). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методами дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову [10].

Метеорологические условия осеннего периода вегетации за годы исследований были благоприятными и позволяли получить дружные всходы, нормально раскустившиеся посевы (3...5 побегов) с хорошо развитой вторичной корневой системой. Перезимовка в 2021/2022 и 2023/2024 сельскохозяйственном годах была хорошей, в 2022/2023 году – удовлетворительной.

Наиболее благоприятным для роста и развития озимой мягкой пшеницы был 2021/2022 сельскохозяйственный год. Весенне-летний период вегетации протекал при пониженном температурном режиме и количестве осадков на 49% выше нормы. ГТК периодов «возобновление весенней вегетации (ВВВ) – колошение» и «колошение – восковая спелость» составил 2,16 и 0,85 соответственно.

В 2022/2023 сельскохозяйственном году ВВВ было отмечено на 16 дней раньше среднесуточного значения. Условия весенне-летнего периода вегетации были засушливыми. ГТК за период «ВВВ – колошение» составил 0,52, в 60% дней периода отмечали суховей. За время формирования и налива зерна ГТК составил 0,67, доля дней с суховейными явлениями за период – 27%.

В 2023/2024 годы запасы продуктивной влаги в почве ко времени ВВВ озимой пшеницы составили 179 мм (выше среднесуточного значения на 33%), температурный режим апреля был повышенным (на 5,8°C), что вызвало интенсивное развитие озимых в период «ВВВ – колошение». В период формирования и налива зерна гидротермический режим уже сточился. Температура воздуха в июне была выше среднесуточной на 2,3°C, в первой декаде июля – на 3,9°C выше, дневные максимумы часто превышали 30°C, что негативно повлияло на завязываемость и налив зерна. Осадков во время завязывания и первоначального формирования зерновки не было, а в дальнейшем 82% от выпавших дождей носили ливневый характер. ГТК за период «колошение – восковая спелость» составил 0,63, что характеризует условия периода как засушливые.

Результаты и обсуждение. В засушливых условиях Степного Заволжья

влагообеспеченность посевов, наследственные возможности сорта оказывают существенное влияние на качество озимой пшеницы. Содержание белка в зерне составило в среднем по опыту 12,4%, изменяясь в зависимости как от условий выращивания – от 11,9 до 12,5% (табл. 1), так и от генотипических особенностей – от 11,8 до 13,5% (табл. 2). Достоверность вклада изучаемых факторов в дисперсию признака была статистически доказана на 5%-ном уровне значимости (см. табл. 2), причём наибольший вклад отмечен для факторов «генотип» и «взаимодействие «генотип × среда». Максимальное количество белка в зерне было сформировано в 2023 и 2024 годы, при незначительном межсортовом варьировании (коэффициент вариации C_v составил 3,3...3,9%). Высокая температура воздуха, дефицит влаги во время налива и формирования зерна укоротили этот период на 5...6 дней, способствуя наибольшему формированию массовой доли белковых веществ в зерне. В 2022 году в условиях, наиболее благоприятных для роста и развития растений, коэффициент вариации был значительно выше и составил 9,0% (при среднем содержании белка по сортам 11,9%), затраты питательных веществ пошли на формирование вегетативной массы и высокой продуктивности.

В среднем за три года выделены сорта озимой пшеницы, превысившие стандарт Скипетр по массовой доле белка в зерне – Безенчукская 380 (13,5%), Вьюга (13,1%), Альтернатива (12,9%). Сорт озимой пшеницы Безенчукская 380 формировал зерно с высокой массовой долей белка, 13,4...13,6%, во все годы исследований, независимо от метеорологических условий вегетационного периода. Практически все изучаемые сорта озимой пшеницы по содержанию белка в зерне за время испытаний относились к хорошим филлерам, за исключением двух сортов: Безенчукская 380 и Вьюга, которые соответствовали ценной по качеству пшенице.

Показатель физических свойств теста, определяемый на фаринографе Брэндера, – стойкость или сопротивляемость (сумма времени образования и устойчивости теста к замесу) – наибольшим за годы исследования был у сорта Альтернатива (7,3 мин).

В 2023 году отмечали лучшие реологические свойства теста у изучаемых сортов озимой пшеницы за годы исследований, и сорт Альтернатива имел наибольшее значение стойкости 12,5 мин при средней величине признака за этот год 7 мин.

Разжижение теста по фаринографу в среднем за годы исследований в опыте колебалось в пределах 83...140 е.ф., наименьшее значение этого показателя отмечено у сортов Альтернатива, Интеграция, Вертикаль, Вьюга (83...87 е.ф.). В 2023 году практически все изучаемые сорта по разжижению теста входили в категорию ценной по качеству пшеницы (80 е.ф.), при среднем значении признака за

этот год 77 е.ф. Значения коэффициентов вариации показывают, что стойкость ($C_v = 23,2...35,1\%$) и разжижение теста ($C_v = 23,2...50,2\%$) относятся к сильно варьирующим признакам, и изменчивость признаков обусловлена условиями произрастания.

Обобщающим показателем реологических свойств теста выступает валориметрическая

оценка (площадь фаринограммы). Этот показатель в среднем за годы исследований колебался от 45 до 65 е.вал., то есть в диапазоне, соответствующем классификационной норме от хорошего филлера до пшеницы, наиболее ценной по качеству, и характеризовался средней вариабельностью ($C_v = 12,9...17,5\%$).

Таблица 1 – Признаки качества зерна в среднем по 12 сортам озимой мягкой пшеницы и генотипические коэффициенты вариации

Признак	Значение признака				НСР ₀₅		Коэффициент вариации, %			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	средние	для частных средних	для фактора «год»	2022 г.	2023 г.	2024 г.	по средним за 3 года
Содержание белка, %	11,9	12,7	12,5	12,4	0,90	0,26	9,0	3,9	3,3	4,3
Стойкость теста, мин	3,5	7,0	4,0	4,8	2,75	0,79	35,0	35,1	23,2	22,9
Разжижение, е.ф.	102	77	144	108	56,4	16,3	28,1	50,2	23,2	21,8
Валориметрическое число, е.в.	48	66	47	54	10,5	3,0	17,5	13,5	12,9	10,1
Объём хлеба, мл	563	638	668	623	145,4	42,0	17,7	11,5	19,9	13,1
Общая оценка хлеба, балл	4,1	4,4	4,2	4,2	0,47	0,13	10,7	4,5	7,8	6,0
Число падения, с	273	326	250	283	88,3	25,5	23,2	17,6	38,0	22,3

Таблица 2 – Биохимические и технологические показатели качества зерна озимой мягкой пшеницы и доля факторов изменчивости в их формировании (2022–2024 годы)

Сорт	Содержание белка, %	Фаринограф			Объём хлеба, мл	Общая оценка хлеба, балл	Число падения, с
		стойкость теста, мин	разжижение теста, е.ф.	валориметрическое число, е.в.			
Скипетр (стандарт)	12,2	4,5	133	51	535	4,0	307
Безенчукская 380	13,5	3,8	93	52	743	4,4	311
Альтернатива	12,9	7,3	83	65	700	4,4	307
Малахит	12,5	4,7	111	53	583	4,2	264
Светоч	12,4	4,8	140	50	670	4,4	176
Базис	11,8	3,3	120	45	620	4,2	209
Скирда	12,2	5,8	97	58	633	4,5	188
Бирюза	12,1	5,5	107	57	677	4,5	325
Вьюга	13,1	5,5	87	58	713	4,4	348
Эстафета	12,1	4,5	150	49	572	4,1	363
Вертикаль	11,9	3,5	87	50	553	3,9	264
Интеграция	11,8	4,7	83	56	472	3,8	336
НСР ₀₅	0,5	1,6	32	6	84	0,3	51
Доля влияния, %:							
Фактор «сорт»	36,4	18,8	22,9	18,3	42,0	41,1	52,6
Фактор «год»	19,2	41,6	35,2	52,4	13,4	8,5	14,8
Взаимодействие	30,6	24,2	24,4	20,3	26,9	31,7	19,0
Остаток	13,8	15,4	17,5	9,0	17,7	18,7	13,6

Известно, что валориметрическая оценка имеет высокий коэффициент наследуемости 0,70...0,80 [2] и даёт возможность провести отбор по качеству зерна на сильные, ценные и слабые сорта. Лучшие в опыте показатели отмечены у сортов озимой пшеницы: Альтернатива (65 е.вал.), Скирда (58 е.вал.),

Вьюга (58 е.вал.). В 2023 году по валориметрической оценке сорта Альтернатива (83 е.вал.), Скирда (77 е.вал.), Светоч (72 е.вал.) относились к категории сильной пшеницы.

Объёмный выход хлеба озимой мягкой пшеницы при проведении пробной

лабораторной выпечки по методике Госкомиссии (472...743 мл) не соответствовал реологическим свойствам теста, определяемым на фаринографе Брабендера: практика показывает, что между этими результатами не всегда прослеживаются чёткие корреляции. Применяемые методы выпечки в некоторых случаях не позволяют раскрыть потенциальные возможности сортов, поэтому необходимо использовать методы, различающиеся рецептурой (использованием новых улучшителей), а также ходом технологического процесса с применением дифференцированного воздействия на тесто [11, 12].

Тем не менее, следует отметить, что сорта Безенчукская 380 и Вьюга отличались самыми высокими величинами объёмного выхода хлеба среди изученного набора сортов – 743 и 713 мл соответственно.

По общей хлебопекарной оценке сорта Вертикаль и Интеграция могут быть отнесены к хорошим филлерам (3,9 и 3,8 балла соответственно), сорт Скипетр (4,0 балла) – к пшеницам, наиболее ценным по качеству, а все остальные изучавшиеся сорта – к группе сильных пшениц (удовлетворительный улучшитель, 4,1...4,5 балла). Очевидно, что в тех случаях, когда сортообразцы имеют средние и высокие величины физических и реологических свойств теста, но в то же время низкий объём хлеба, необходимо совершенствование методов лабораторной выпечки, пригодных для действительно объективной оценки потенциальных возможностей сортов.

Изученные сорта по ключевому признаку для озимой пшеницы – числу падения – имели высокий генотипический потенциал (доля влияния фактора 52,6%) и небольшую, но в то же время достоверную фенотипическую изменчивость (доля влияния фактора 14,8%). Наибольшими в опыте значениями числа падения отличались сорта: Эстафета с варьированием по годам на уровне 336...417 с (в среднем 363 с), Вьюга – 317...370 с (в среднем 348 с), Интеграция – 307...391 с (в среднем 336 с). В годы исследований большинство сортов озимой пшеницы в различных метеорологических условиях вегетационного периода формировало зерно с максимальными величинами этого признака, превышающими норму, установленную для пшеницы первого класса (200 с), исключение составляли сорта Светоч (176 с) и Скирда (188 с). В 2023 году погодные условия в предуборочный период были тёплыми и характеризовались дефицитом осадков, что препятствовало прорастанию зерна и способствовало формированию озимой пшеницы с наибольшими величинами числа падения в зерне за период наблюдений 241...417 с (среднее по сортам – 326 с). Значительная изменчивость признака (коэффициент вариации составил $C_v=38,0\%$) отмечена в 2024 году с жёстким гидротермическим режимом в период формирования и налива, отрицательно повлиявшим на завязываемость и налив зерна.

В 2022 и 2023 годы, при агрометеорологических условиях, более благоприятных для роста и развития озимой пшеницы, изменчивость признака была значительно меньше (коэффициент вариации колебался в пределах $C_v=17,6...23,2\%$).

Среди изученных сортов лучшим в опыте сочетанием показателей качества отличался современный интенсивный сорт Вьюга, в среднем за три года по большинству показателей удовлетворявший требованиям, предъявляемым к ценной пшенице (массовая доля белка в зерне, валориметрическое число, разжижение теста) и к сильной пшенице (общая оценка хлеба, число падения).

При изучении показателей качества зерна озимой пшеницы следует обратить внимание на преимущественный вклад генотипа в формирование таких признаков как содержание белка в зерне (доля влияния фактора 36,4%), объём хлеба (42,0%), общая хлебопекарная оценка (41,1%) и особенно число падения (52,6%). В то же время варьирование показателей реологических свойств, определяемых на фаринографе Брабендера, в большей степени зависело от фактора «год исследования» (35,2...52,4%).

Установление взаимосвязи между биохимическими и технологическими показателями зерна необходимо для объективной оценки качества озимой пшеницы с целью улучшения этих параметров и изучения факторов, влияющих на их выраженность.

Показатели фаринографа – валориметрическая оценка и стойкость теста – тесно и положительно коррелировали между собой во все годы исследования; коэффициент парной корреляции r между ними составил 0,97 в 2022 году, 0,94 – в 2023 году и 0,86 – в 2024 году (табл. 3). Сходная корреляция отмечена и между двумя показателями пробной выпечки, общей хлебопекарной оценкой и объёмом хлеба ($r = 0,96, 0,84, 0,74$ соответственно по годам).

Проявленная тенденция к положительной сопряжённости средней силы между одним из показателей фаринографа (стойкость теста) и показателями хлебопекарного качества убедительно доказана только в 2022 году для общей хлебопекарной оценки ($r = 0,63$) и в 2024 году для объёмного выхода хлеба ($r = 0,58$).

В 2022 году, наиболее благоприятном для роста и развития растений и формирования наибольшей урожайности озимой пшеницы, содержание белка положительно коррелировало со стойкостью теста ($r = 0,63$) и общей хлебопекарной оценкой ($r = 0,65$) и отрицательно – с разжижением теста ($r = -0,69$). Установлена отрицательная связь между разжижением теста и числом падения ($r = -0,72$) и положительная связь валориметрической оценки с общей хлебопекарной оценкой ($r = 0,59$) и числом падения ($r = 0,59$).

Результаты корреляционного анализа дают возможность вести отбор селекционного материала на хлебопекарные качества зерна.

Отбирать качественные образцы можно с некоторой долей вероятности по показателю фаринографа «стойкость теста». Повышенное содержание белка в зерне также может служить критерием отбора сортов и линий

мягкой пшеницы с высокими хлебопекарными качествами в годы, благоприятные по гидро-термическим условиям, когда проявляется максимальная дифференциация по этому признаку.

Таблица 3 – Матрица парных коэффициентов корреляции показателей качества зерна озимой пшеницы

Показатели качества	Содержание белка, %	Стойкость теста, мин	Разжижение теста, е.ф.	Валориметрическое число, е.в.	Объём хлеба, мл	Общая оценка хлеба, балл
2022 г.						
Содержание белка, %	1,00	-	-	-	-	-
Стойкость теста, мин	0,63*	1,00	-	-	-	-
Разжижение теста, е.ф.	-0,69*	-0,85**	1,00	-	-	-
Валориметрическое число, е.в.	0,71*	0,97**	-0,94**	1,00	-	-
Объём хлеба, мл	0,52	0,54	-0,24	0,48	1,00	-
Общая оценка хлеба, балл	0,65*	0,63*	-0,35	0,59*	0,96**	1,00
Число падения, с	0,34	0,53	-0,72**	0,59*	0,00	-0,01
2023 г.						
Содержание белка, %	1,00	-	-	-	-	-
Стойкость теста, мин	-0,13	1,00	-	-	-	-
Разжижение теста, е.ф.	0,19	0,00	1,00	-	-	-
Валориметрическое число, е.в.	-0,28	0,94**	-0,27	1,00	-	-
Объём хлеба, мл	0,49	0,41	-0,18	0,35	1,00	-
Общая оценка хлеба, балл	0,19	0,53	-0,18	0,48	0,84**	1,00
Число падения, с	0,32	-0,22	0,51	-0,40	-0,01	-0,19
2024 г.						
Содержание белка, %	1,00	-	-	-	-	-
Стойкость теста, мин	0,33	1,00	-	-	-	-
Разжижение теста, е.ф.	-0,29	-0,06	1,00	-	-	-
Валориметрическое число, е.в.	0,46	0,86**	-0,52	1,00	-	-
Объём хлеба, мл	0,34	0,58**	0,16	0,35	1,00	-
Общая оценка хлеба, балл	-0,03	0,30	0,33	0,04	0,74**	1,00
Число падения, с	0,42	0,28	-0,32	0,46	-0,40	-0,37

*коэффициенты достоверно отличны от нуля на уровне значимости 5 %

**коэффициенты достоверно отличны от нуля на уровне значимости 1 %

Выводы. Установлен преимущественный вклад генотипа в формирование таких признаков, как содержание белка в зерне (доля влияния фактора 36,4%), объём хлеба (42,0%), общая хлебопекарная оценка (41,1%) и особенно число падения (52,6%). Варьирование показателей реологических свойств, определяемых на фаринографе Брабендера, в большей степени зависело от фактора «год исследований» (доля влияния 35,2...52,4%), чем от генотипа.

По числу падения все изученные генотипы озимой пшеницы, кроме сортов Светоч и Скирда, превысили норму, установленную для пшеницы первого класса (200 с). Максимальными в опыте величинами этого показателя (336...363 с) отличались сорта Эстафета, Вьюга, Интеграция.

По содержанию белка в зерне требованиям к ценной по качеству пшенице отвечали Безенчукская 380 и Вьюга (соответственно

13,5% и 13,1%), остальные сорта по этому признаку относились к хорошим филлерам. По валориметрической оценке в среднем за годы исследований были выделены сорта Альтернатива, Скирда и Вьюга (58...65 е. вал.), которые по величине этого показателя можно отнести к ценным пшеницам, остальные образцы находились на уровне хороших филлеров.

По комплексу показателей качества выделен новый интенсивный сорт озимой мягкой пшеницы Вьюга, который в среднем за 3 года по большинству показателей удовлетворял требованиям, предъявляемым к ценной (содержание белка в зерне, валориметрическое число, разжижение теста) и сильной (общая оценка хлеба, число падения) пшенице.

Объёмный выход хлеба при проведении пробной лабораторной выпечки по методике Госкомиссии (472...743 мл) не подтвердил

оценку реологических свойств теста, определяемых на фаринографе Брбендера. Поэтому необходимо совершенствовать существующие методы лабораторной выпечки, чтобы получать объективную оценку потенциальных возможностей сортов.

Результаты корреляционного анализа

свидетельствуют о возможности отбора селекционного материала на высокие хлебопекарные качества зерна, ориентируясь на показатель фаринографа «стойкость теста», а в годы с максимальной дифференциацией по белковости зерна – на высокое содержание белка.

Литература

1. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции / Е. К. Хлесткина, Е. В. Журавлева, Т. А. Пшеничникова и др. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 501–514. doi: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.
2. Изучение реологических и физических свойств теста сортов озимой пшеницы / Н. С. Кравченко, Д. М. Марченко, О. А. Некрасова и др. // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6 (78). С. 45–52. doi: 10.31367/2079872520217864552.
3. This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license / S. M. Dashkevich, M. U. Utebayev, O. O. Kradetskaya, et al. // OnLine Journal of Biological Sciences. 2022. Vol. 22. No. 3. P.347–355. doi: 10.3844/ojbsci.2022.347.355.
4. Late-maturity α -amylase (LMA): exploring the underlying mechanisms and end-use quality effects in wheat / A. E. Cannon, E. J. Marston, A. M. Kiszonas, et al. // Planta. 2022. Vol. 255. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-021-03749-3> (дата обращения: 03.11.2025). doi: 10.1007/s00425-021-03749-3.
5. LMA or vivipary? Wheat grain can germinate precociously during grain maturation under the cool conditions used to induce late maturity alpha-amylase (LMA) / P. S. Peery, S. U. Carle, M. Wysock, et al. // Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. 1156784. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1156784/full> (дата обращения: 03.11.2025). doi: 10.3389/fpls.2023.1156784.
6. Крупнов В. А., Крупнова О. В. Подходы по улучшению качества зерна пшеницы: селекция на число падения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19, № 5. С. 604–612. doi: 10.18699/VJ15.077.
7. Биохимическая, генетическая и цифровая оценка зерна сортов озимой мягкой пшеницы с различным индексом прорастания / А. В. Федяева, С. Д. Афонникова, Д. А. Афонников и др. // Физиология растений. 2024. Т. 71. № 2. С. 205–215. doi: 10.31857/S0015330324020072.
8. Гурьева К. Б., Белецкий С. Л., Хаба Н. А. Методологические подходы к комплексной оценке качества и хлебопекарных характеристик пшеницы при хранении // Пищевая промышленность. 2021. № 5. С. 24–27. doi: 10.52653/PPI.2021.5.5.005.
9. Методика государственного сортоиспытания. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М.: Колос, 1988. 121 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с.
11. Шаболкина Е. Н. Разработка методов оценки зерна тритикале по хлебопекарным свойствам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4 (28). С. 33–34.
12. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы / Е. П. Мелешкина, С. Н. Коломиец, Н. С. Жильцова и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. Т. 83. № 1. С. 155–162. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162

Сведения об авторах:

Шаболкина Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологического сервиса, e-mail: elenashabolkina@yandex.ru
 Долженко Дмитрий Олегович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы, e-mail: ddolzenko75@yandex.ru
 Долженко Надежда Эдуардовна – младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы, e-mail: bugakova1987@yandex.ru
 Анисимкина Наталья Владимировна – старший научный сотрудник лаборатории технологического сервиса, e-mail: anisimkina.natalya@yandex.ru
 Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова, пгт. Безенчук, Самарская обл., Россия.

GRAIN QUALITY OF WINTER COMMON WHEAT VARIETIES BREED BY SAMARA RESEARCH INSTITUTE IN THE STEPPE TRANS-VOLGA REGION

E. N. Shabolkina, D. O. Dolzhenko, N. E. Dolzhenko, N. V. Anisimkina

Abstract. The study was conducted to evaluate the main grain quality indicators of winter common wheat varieties in the steppe Trans-Volga region and to establish correlations between them. The work was carried out from 2022 to 2024 on ordinary chernozem soil in Samara region, using 12 winter common wheat varieties sown on complete fallow, as part of a competitive variety trial. Agrometeorological conditions in 2022 were characterized by favorable moisture, while drought of varying intensity was observed in 2023 and 2024. The protein content in the grain, the volume of bread, the overall baking score and especially the falling number depended mainly on the genotype (share of the factor influence was 36.3...52.6%), while the rheological properties of the dough depended to a greater extent on the annual conditions (35.2...52.4%). Based on the protein content in the grain and the calorimetric value, most of the studied varieties can be classified as good fillers. Bezenchukskaya 380 (13.5%) and Vyuga (13.1%) met the requirements for valuable wheat in terms of protein content, while Alternativa, Skirda and Vyuga (58...65 unit of valorimeter) met the requirements. The maximum values of the key quality indicator for winter wheat, the “falling number” were observed in varieties: Estafeta, Vyuga and Integratsiya (336–363 sec). Based on a set of quality characteristics a new short-stemmed variety of winter soft wheat - Vyuga, was distinguished. Based on the correlation analysis data, criteria for assessing the baking quality of common wheat have been proposed, including dough stability index according Brabender farinograph and grain protein content. The latter may be useful in years with favorable hydrothermal conditions during the winter wheat growing season, when the greatest differentiation in grain protein content occurs among varieties.

Key words: winter common wheat (*Triticum aestivum* L.), variety, grain quality, protein, rheological properties, baking properties, falling number.

References

1. Khlestkina EK, Zhuravleva EV, Pshenichnikova TA. [Realization of genetic potential of soft wheat varieties under the influence of environmental conditions: modern possibilities for improving quality of grain and bakery products]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya*. 2017; Vol.52. 3. 501-514 p. doi: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.
2. Kravchenko NS, Marchenko DM, Nekrasova OA. [Study of rheological and physical properties of the dough of winter wheat varieties]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2021; 6 (78). 45-52 p. doi 10.31367/2079872520217864552.
3. Dashkevich SM, Utebayev MU, Kradetskaya OO. This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2022; Vol.22. No.3. 347-355 p. doi: 10.3844/ojbsci.2022.347.355.
4. Cannon AE, Marston EJ, Kiszonas AM. Late-maturity α -amylase (LMA): exploring the underlying mechanisms and end-use quality effects in wheat. [Internet]. *Planta*. 2022; Vol.255. [cited 2025, November 03]. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-021-03749-3>. doi: 10.1007/s00425-021-03749-3.
5. Peery PS, Carle SU, Wysock M. LMA or vivipary? Wheat grain can germinate precociously during grain maturation under the cool conditions used to induce late maturity alpha-amylase (LMA). [Internet]. *Frontiers in Plant Science*. 2023; Vol.14. 1156784. [cited 2025, November 03]. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1156784/full>. doi: 10.3389/fpls.2023.1156784.
6. Krupnov VA, Krupnova OV. [Approaches to improving the quality of wheat grain: breeding for falling number]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2015; Vol.19. 5. 604-612 p. doi: 10.18699/VJ15.077.
7. Fedyaeva AV, Afonnikova SD, Afonnikov DA. [Biochemical, genetic and digital evaluation of grain of winter soft wheat varieties with different germination indices]. *Fiziologiya rasteniy*. 2024; Vol.71. 2. 205-215 p. doi: 10.31857/S0015330324020072.
8. Gureva KB, Beletskiy SL, Khaba NA. [Methodological approaches to a comprehensive quality assessment and baking characteristics of wheat during storage]. *Pishchevaya promyshlennost*. 2021; 5. 24-27 p. doi: 10.52653/PPI.2021.5.5.005.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kultur. [State variety testing methodology. Technological evaluation of grain, cereal and leguminous crops]. Moscow: Kolos. 1988; 121 p.
10. Dospekhov BA. Metodika polevogo opyta. [Field experiment methodology]. Moscow: Alyans. 2014; 351 p.
11. Shabolkina EN. [Development of methods of triticale wheat grain evaluation according to its bread-baking properties]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2010; 4 (28). 33-34 p.
12. Meleshkina EP, Kolomiets SN, Zhiltsova NS. [Modern assessment of baking properties of Russian wheat]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*. 2021; Vol.83. 1. 155-162 p. doi: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162

Authors:

Shabolkina Elena Nikolaevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading researcher of Technology and Analytical Services Laboratory, e-mail: elenashabolkina@yandex.ru
 Dolzhenko Dmitriy Olegovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading researcher of Common Wheat Breeding and Genetics Laboratory, e-mail: ddolzhenko75@yandex.ru
 Dolzhenko Nadezhda Eduardovna – junior researcher of Common Wheat Breeding and Genetics Laboratory, e-mail: bugakova1987@yandex.ru
 Anisimkina Natalya Vladimirovna – senior researcher, Technology and Analytical Services Laboratory, e-mail: anisimkina.natalya@yandex.ru
 Samara Federal Research University Center of the Russian Academy of Sciences, Samara Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, Bezenchuk, Samara region, Russia.