

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРОВ НА КАЧЕСТВО В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.Г. ГОЛОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0003-5844-4614

И.Н. ЧВИЛЕВА, младший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0006-8034-0970

Е.П. БЕЛЯЕВА, младший научный сотрудник, ORCID ID 0000-0002-9097-2617

ФГБНУ ВОРОНЕЖСКИЙ ФАНЦ ИМЕНИ В.В. ДОКУЧАЕВА

***Аннотация.** Проведено изучение селекционных линий яровой мягкой пшеницы в центральной части Воронежской области в 2021-2024 годах. В результате исследований определены структурные элементы стебля и колоса, качественные показатели зерна и муки, которые необходимо учитывать для повышения эффективности отборов в селекции яровой мягкой пшеницы. Путем расчетов вкладов признаков в общую изменчивость выявлено, что для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе, учитывая его высокую стабильность по годам. Хорошими вспомогательными признаками для отборов из структурных элементов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе, которые также положительно взаимосвязаны с урожайностью ($r = 0,31-0,83$). Следует учитывать, что эти признаки имеют более низкую стабильность по годам, что указывает на зависимость их от погодных условий. Определено, что из показателей качества зерна наибольшее внимание следует уделять значениям содержания белка в зерне и седиментации, так как они показали максимум положительных вкладов в общую изменчивость в сочетании со стабильностью по годам. У показателей стекловидности зерна и содержания клейковины отмечена более низкая стабильность, что говорит о сильном влиянии на их формирование погодных условий. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам: степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации.*

Ключевые слова: яровая пшеница, селекционные линии, структурные признаки, показатели качества, зерно, мука.

Для цитирования: Голова Т.Г., Чвилева И.Н., Беляева Е.П. Повышение эффективности отборов на качество в селекции яровой мягкой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 106-116. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-106-116

IMPROVEMENT OF SELECTION EFFICIENCY FOR QUALITY IN BREEDING OF SPRING SOFT WHEAT

T.G. Golova, I.N. Chvileva, E. P. Belyaeva

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV VORONEZH FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER»

***Abstract.** A study of the breeding lines of spring soft wheat in the central part of the Voronezh region in 2021-2024. As a result of the research, the structural elements of the stem and ear, the qualitative indicators of grain and flour, which must be taken into account to increase the efficiency of selections in the breeding of spring soft wheat, were determined. By calculating the contribution of signs to the overall variability, it was found that for the arid conditions of the Voronezh region, the most important economic sign when selecting for the quality of grain and flour is the number of grains in the ear, given its high stability over the years. Good auxiliary features for sampling from*

structural elements can be: the length of the second internode below and the mass of grain in the ear, which are also positively interrelated with productivity ($r = 0.31-0.83$). It should be borne in mind that these signs have lower stability over the years, which indicates their dependence on weather conditions. It was determined that of the grain quality indicators, the greatest attention should be paid to the values of the protein content in the grain and sedimentation, since they showed the maximum positive contributions to the overall variability in combination with stability over the years. The vitreous properties of grain and gluten content have lower stability, which indicates a strong influence on their formation of weather conditions. You should pay attention to the quality indicators of flour with an increased stability coefficient over the years: the degree of liquefaction of the dough, the indicator of the valorimeter, the volume of bread from 100 g of flour. Less stable quality indicators such as flour strength and dough elasticity need to be considered in the context of growing weather conditions.

Keywords: spring wheat, breeding lines, structural features, quality indicators, grain, flour.

Введение

Основными зонами производства зерна яровой мягкой пшеницы в нашей стране являются юго-восток Европейской части России, среднее и нижнее Поволжье, Урал и Сибирь. Качественное зерно пшеницы является основным компонентом для производства белого пшеничного хлеба. Наибольшее значение в формировании качества зерна имеет температура и влажность в период налива зерна. Повышенный температурный режим и пониженная влажность в это время способствуют образованию в зерне большого количества белка высокого качества [1, 2]. Вызовы, предъявляемые современным потребительским рынком, изменением климата, возрастанием числа эпифитотийных и засушливых лет, диктуют необходимость оптимизации селекции пшеницы по целому комплексу признаков, в первую очередь связанных с повышением урожайности, качества зерна, устойчивости к болезням и засухе [3].

Наиболее сложной и в то же время наиболее важной проблемой селекции является улучшение биологической полноценности зерна, которую необходимо рассматривать в двух аспектах. Во-первых, с точки зрения пищевой ценности, зависящей от содержания и качества белка и других показателей зерновки, во-вторых, как выражение его технологических достоинств: пригодности зерна для производства муки и хлеба. С точки зрения селекционера качество зерна состоит из множества компонентов, наилучшим образом соответствующих генетической основе того сортового материала, с которым ведется селекционная работа. Качественные различия сортов пшеницы обусловлены их генотипом и почвенно-климатическими условиями возделывания [4].

Создание сортов яровой пшеницы с высокой урожайностью, хорошими технологическими свойствами, высоким и стабильным формированием белка по-прежнему является важнейшей проблемой в селекции. Показатели качества зерна должны учитываться при оценке селекционного материала и важно определить их влияние на выход и качество муки и хлеба [3, 5].

Биоклиматический потенциал Воронежской области, расположенной в юго-восточной части Черноземья, способствует получению высококачественного зерна яровой пшеницы. Сдерживающими факторами роста и развития посевов яровой пшеницы являются засушливые условия первой половины вегетации и частое повреждение скрытостебельными вредителями, что приводит к снижению урожайности. Во второй половине вегетации в период роста и формирования зерновки основными лимитирующими факторами могут быть явления запала зерна и повреждения клопом черепашкой, что негативно отражается на качественных показателях. В целях эффективного ведения селекции очень важно выявить из многочисленного ряда качественных показателей наиболее важные в условиях недостаточного увлажнения, которые адекватно отражают потенциальные возможности технологической пригодности сорта.

Материал и методы исследований

Изучение селекционных линий в конкурсном испытании яровой мягкой пшеницы проведено в центральной части Воронежской области (Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева) в 2021-2024 годах. Ежегодно изучались 20-25 образцов местной селекции, площадь делянки 10 м² в шестикратной повторности. Статистические данные представлены в среднем по годам, морфотип линий – степной, характерный для местных условий. Изученные показатели представлены тремя хозяйственно-ценными группами: морфолого-хозяйственные структурные элементы стебля и колоса (табл. 1), качество зерна (табл. 2) и качество муки (табл. 3). Почва селекционного севооборота представлена типичным черноземом среднемощным, среднегумусным, предшественник озимая рожь, минеральные удобрения не использовались. Содержание гумуса 6,4-6,8%, реакция среды нейтральная – рН_{KCl} в пределах 6,5-6,8, гидролитическая кислотность Нг= 1,2-1,5 ммоль экв/100г. Показатели содержания общих форм азота – 0,31%, фосфора – 0,118% и калия – 1,73%.

Метеорологические условия проведения опытов за периоды вегетации 2021-2024 годов были разнообразными, характеризовались засушливыми периодами с аномально высокими температурами в разные фазы вегетации (рис. 1). Условия достаточного увлажнения отмечались в первой половине вегетации 2021 и 2022 годов (ГТК – 1,24 и 1,14), в 2021 г – с явлениями ливневых осадков и последующими ростингибирующими температурами при наливе зерна. Холодные дни майской вегетации в 2022 году, определившие снижение полевой всхожести, а также условия повышенной влажности (ГТК – 1,39) во второй половине вегетации, не способствовали оптимальному развитию растений. Переувлажнение почвы в апреле 2023 года (ГТК – 2,65) негативно отразилось на сроках посева, в последующем периоде высокие температуры и отсутствие осадков не позволили сформироваться хорошему урожаю. Период вегетации 2024 года сложился крайне неблагоприятно: посевы в период кущения повредились морозом (- 6, - 7°C), при низком гидротермическом коэффициенте (0,48). Затем наблюдались засушливые периоды до колошения (ГТК – 0,80) и спелости (ГТК – 0,74), прошедшие дожди не достаточно увлажнили почву для формирования высокой продуктивности. Таким образом, метеоусловия вегетационных периодов пшеницы за 2021-2024 годы объективным образом характеризуют спектр разнообразия погодных условий центральной части Воронежской области.

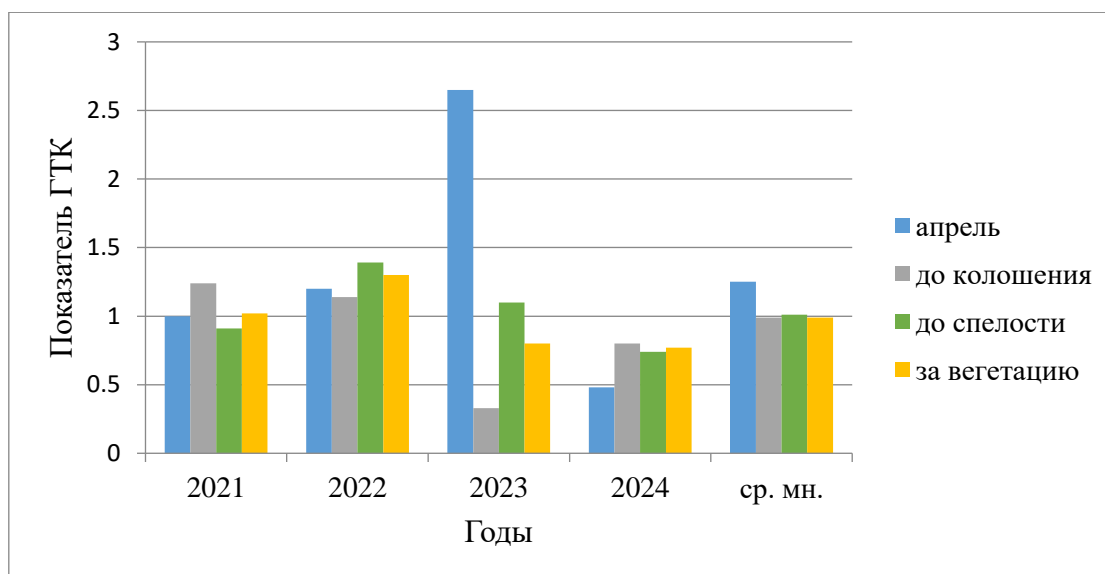


Рис. 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) по периодам вегетации (2021-2024 гг.)

Статистическая обработка и корреляционный анализ проводились по методикам Доспехова Б.А. (1985 г). Показатели качества зерна и муки определялись по общепринятым в селекционных исследованиях классическим методикам, в том числе с использованием приборов (пурки, ИДК-1, альвеографа, фаринографа) и микро выпечки хлеба.

По результатам полученных значений за годы исследований был рассчитан коэффициент стабильности каждого признака (Кст.), представляющий собой не меняющуюся по годам статистическую часть по отношению к средней в опыте (%). Условно принята за средний уровень стабильность в 50,0%, выше среднего – 51,0 – 75,0%, высокая – 76,0% и выше.

Результаты и их обсуждение

В результате максимальная урожайность селекционных линий была получена в 2021 году – 30,4 ц/га, наиболее близком по метеорологическим данным за период вегетации к средним многолетним значениям (табл. 1). Благоприятно сказались на развитии растений повышенный гидротермический коэффициент до колошения (1,24) и пониженный в период формирования зерновки (0,91). В последующие годы (2022-2023) урожайность была снижена до 22 ц/га из-за ливневых осадков после колошения в 2022 году и очень засушливых условий до колошения в 2023 году. Минимальная урожайность отмечена в крайне неблагоприятном 2024 году – 11,7 ц/га.

Наиболее развиты в 2021 году в среднем по опыту были морфологические признаки: длина второго нижнего междоузлия (11,1 см) и длина колоса (7,74 см), хозяйственные признаки колоса и зерна достигли среднего уровня (табл. 1). Из показателей качества зерна (табл. 2) повышенные значения отмечены по выходу муки после размола зерна (68,3%). Показатели качества муки (табл.3) в обсуждаемом году были наиболее значительные: сила муки – 262,4 е.а., упругость клейковины на приборе ИДК-1 – 111,8, время разжижения – 7,06 мин., объем хлеба из 100 г муки – 490,0 см³, итоговый балл состояния хлеба – 3,9. Близкие средние значения урожайности были получены в 2022 и 2023 годах. Морфологические особенности у линий в этих условиях состояли в высокорослости (85,8 и 88,8 см), длинных колосоносных междоузлиях (45,6-44,3 см), низкой полевой выживаемости растений (173,2 и 190,4 шт./м²) и пониженном продуктивном стеблестое. Однако хозяйственные показатели, а также качество зерна и муки за эти годы значительно отличались.

Таблица 1

Хозяйственно-морфологическая характеристика селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ.

Годы, показатель	Урожайность, ц/га	Длина, см				Кол-во в колосе, шт		Масса, г	
		Растения	2 н. м.узл.	Колос. м.узл.	Коло-са	Колосков	Зерен	Целого колоса	Зерна с колоса
2021	30,4	83,8	11,1	34,5	7,74	12,5	22	0,93	0,76
2022	22,5	85,8	8,7	45,6	7,9	13,0	27,1	1,30	1,05
2023	22,2	88,8	9,3	44,3	6,9	11,2	21,4	1,07	0,86
2024	11,7	69,5	6,8	31,6	7,3	13,0	26,9	1,25	0,91
<i>НСР₀₅</i>	<i>1,08</i>	<i>2,4</i>	<i>0,47</i>	<i>1,7</i>	<i>0,26</i>	<i>0,41</i>	<i>1,4</i>	<i>0,10</i>	<i>0,08</i>
К. ст.,%	13,8	76,5	52,2	64,1	86,6	85,5	79,9	67,5	67,6

Примечание. Здесь и далее: 2 н.м.узл. – длина второго нижнего междоузлия, колос.м.узл. – длина колосоносного междоузлия, К.ст. – коэффициент стабильности.

В 2022 году был сформирован длинный колос (7,9 см) с высокими значениями колосков и зерен в нем (13,0 и 27,1 шт.), массой колоса и зерна (1,30 и 1,05), максимальным содержанием клейковины (32,9%). В 2023 году отмечена наиболее высокая масса 1000 зерен (38,6 г) и высокая натурная масса (812,6 г/л), однако этот факт не соответствовал повышению значений качества зерна и муки, они были сформированы в опыте на наиболее низком уровне. В максимально неблагоприятном 2024 году урожайность и морфологические элементы стебля были сформированы на самом низком уровне. Однако, хозяйственные показатели колоса, стеблестоя и многие показатели качества зерна и муки были максимально высокими (табл. 1, 2, 3).

Таблица 2

Показатели качества зерна у селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ

Годы, показатель	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/м ³	Стекловидность, %	Выход муки, %	Седиментация, мл	Содержание, %		Упругость клейковины, ИДК
						Белка	Клейковины	
2021	33,1	764,4	55,8	68,3	38,9	13,0	28,4	88,8
2022	33,8	766,6	59,2	65,1	41,5	12,3	32,9	81,9
2023	38,6	812,6	51,9	65,2	36,6	11,4	21,4	75,4
2024	34,5	770,0	88,8	67,1	46,6	13,9	27,7	71,4
<i>НСР₀₅</i>	0,71	6,0	4,8	1,6	3,1	0,3	1,52	3,7
К. ст.,%	84,3	93,8	42,2	95,2	75,5	80,2	58,3	72,1

Из морфолого-хозяйственных показателей (табл. 1) наименее стабильной за годы изучения оказалась урожайность – 13,8%, максимально стабильным был комплекс колоса: длина, количество колосков и зерен в нем (79,9-86,6%). Из группы показателей качества зерна (табл. 2) наиболее высокая стабильность отмечена у массы 1000 зерен и связанных с ней натуры зерна и выхода муки (84,3-95,2%), довольно высока стабильность показателей содержания белка по годам (80,2%) и седиментации (75,5%).

Таблица 3

Показатели качества муки у селекционных линий мягкой яровой пшеницы в КСИ. 2021-2024 гг.

Годы, показатель	Сила муки, е.а.	Упругость теста, мм	ВПС, %	Разжижение теста		Показатель валориметра, е.ф.	Объем хлеба из 100 г, см ³	Итоговая оценка хлеба, балл
				время, мин	степень е.ф.			
2021	262,4	111,8	56,6	7,06	53,7	67,2	490,0	3,90
2022	171,5	78,9	56,5	6,10	68,4	62,6	364,7	3,59
2023	145,4	93,0	57,0	2,37	63,4	53,3	369,2	3,52
2024	187,6	114,3	60,0	6,81	51,2	69,2	456,2	3,68
<i>НСР₀₅</i>	24,7	9,0	0,7	0,66	7,4	2,5	30,2	0,1
К. ст.,%	39,0	64,4	93,9	15,9	70,9	74,8	70,2	89,6

Примечание: ВПС – водопоглотительная способность.

Значительно ниже в целом (табл. 3) оказалась стабильность показателей качества муки, исключение составили значения водопоглотительной способности – 93,9%. Однако на такие показатели как степень разжижения, валориметрическая оценка и объем хлеба, имевшие выше средних значений коэффициент стабильности (70,2-74,8%) также важно обращать внимание.

Результаты корреляционного анализа за каждый год изучения, включившего 32 показателя, выявили неоднозначность значений коэффициентов по величине и направленности. На формирование конечной урожайности зерна в три года из четырех (2022-2024) оказывали существенное влияние структурные показатели растения: высота растений ($r = 0,52^{**} - 0,90^{***}$; здесь и далее *, **, *** - достоверно на 0,5, 0,1 и 0,01 уровне значимости), длина колосоносного междоузлия ($r = 0,27^* - 0,85^{***}$), масса зерна с колоса ($r = 0,31^* - 0,83^{***}$). Показатели продуктивного стеблестоя перед уборкой и стекловидности зерна ежегодно имели взаимосвязь с урожайностью от слабой до средней степени: $r = 0,22^* - 0,58^{**}$ и $r = 0,23^* - 0,53^{**}$, соответственно. Наиболее существенно из показателей качества

зерна и муки положительно взаимосвязаны с урожайностью значения седиментации ($r = 0,32^* - 0,51^{**}$) и времени разжижения теста ($r = 0,28^* - 0,52^{**}$). Исходя из данных корреляционной матрицы, были просуммированы достоверные положительные и отрицательные коэффициенты и получены вклады изученных морфологических и хозяйственных признаков в пулы (сообщества) изменчивости показателей качества зерна и муки (табл. 4, рис. 2). Высокий вклад положительных связей в пул качественных показателей зерна из структурных признаков отмечен у длины колоса, массы колоса и зерна в нем, однако у показателя длины колоса повышено отрицательное влияние (-1,34), что может снизить точность отборов по этому признаку. Предпочтительнее выглядят в данном контексте хозяйственные признаки: масса целого колоса и зерна с колоса – 6,65 и 6,19, учитывая низкие отрицательные эффекты – 0,60 и 0,26. На качественные показатели муки, представленные в таблице 3, из структурных элементов растения максимальное воздействие оказывали признаки: длина второго нижнего междоузлия – 5,77, с отрицательным вкладом (-1,32), масса целого колоса (6,14), с довольно высоким отрицательным вкладом (-1,95), что может снизить эффективность отборов по данным признакам. Признак количество зерен в колосе имел не самый высокий положительный вклад (4,17), однако самый низкий отрицательный (-0,26), что благотворно повлияет на точность отборов.

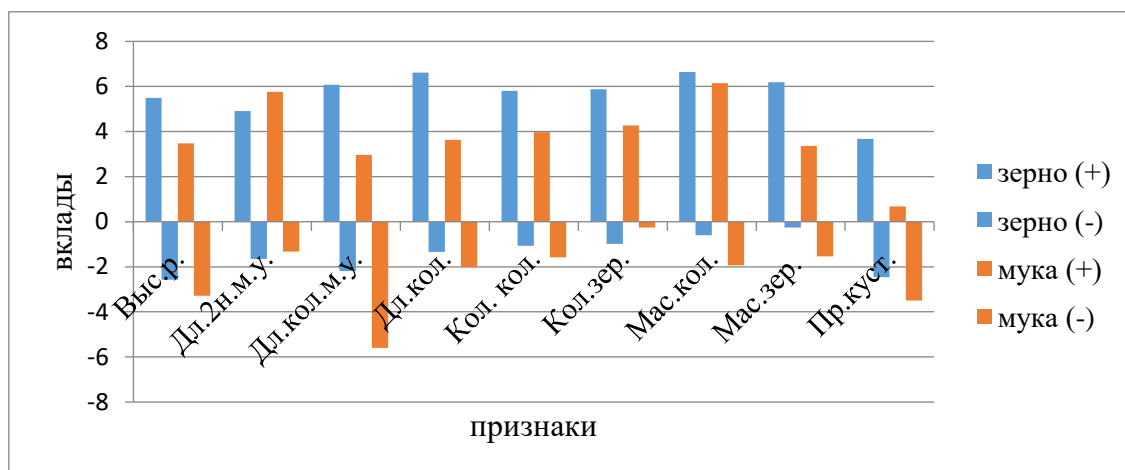


Рис. 2. Вклады (+,-) в формирование пулов качественных показателей зерна и муки

Примечание: Выс.р. – высота растений, Дл.2 н.м.у. – длина второго нижнего междоузлия, Дл.кол.м.у. – длина колосоносного междоузлия, Дл.кол. – длина колоса, Кол. кол. – количество колосков в колосе, Кол. зер. – количество зерен в колосе, Мас. кол. – масса целого колоса, Мас. зер. – масса зерна в колосе, Пр.куст. – продуктивная кустистость.

Таким образом, для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе. Стабильность по годам этого признака довольно высока (79,9%), поэтому возможно рассматривать его величину по абсолютным значениям.

Сумма значимых коэффициентов корреляции (вкладов) в формирование качественных показателей

Годы, знак	Длина, см				Количество в колосе, шт		Масса, г		Продукт. кустистость, шт	Густота стояния, шт/м ²	
	Растения	2 н.м.узл.	Кол.м.узл.	Колоса	Колосков	Зерен	Колоса	Зерна		растений	пр. ст.
Сумма вкладов морфолого-хозяйственных элементов в пул качественных показателей зерна											
2021 (+)			0,40	1,13	0,81	0,88	0,36		1,69	0,42	1,68
2021 (-)	-1,42	-0,68	-1,28	-0,34	-0,24	-0,24			-0,54		-0,25
2022 (+)	3,19	1,57	2,97	2,43	2,37	1,83	2,49	2,48	0,79	2,28	2,45
2022 (-)									-0,43		
2023 (+)	0,66	1,22		0,49	0,58	1,01	1,24	1,30	0,91	0,32	0,24
2023 (-)	-0,21	-0,64	-0,30	-0,58	-0,60	-0,48	-0,34	-0,26	-0,29	-0,25	-0,25
2024 (+)	1,65	2,12	2,7	2,56	2,04	2,15	2,56	2,41	0,28		0,20
2024 (-)	-0,95	-0,33	-0,61	-0,42	-0,23	-0,26	-0,26		-1,2	-0,20	-1,45
<i>среднее (+)</i>	5,50	4,91	6,07	6,61	5,80	5,87	6,65	6,19	3,67	3,02	4,57
<i>среднее (-)</i>	-2,58	-1,65	-2,19	-1,34	-1,07	-0,98	-0,60	-0,26	-2,46	-0,45	-1,95
Сумма вкладов морфолого-хозяйственных элементов в пул качественных показателей муки											
2021 (+)	0,80	1,78	0,27	0,40	0,50	0,80	0,29	0,20	0,40	0,79	0,25
2021 (-)	-0,35		-1,52						-0,74	-0,42	
2022 (+)		1,03		0,22	0,45	0,41	0,47	0,35		0,89	0,58
2022 (-)	-1,56		-2,68	-0,99	-0,92		-0,93	-1,01	-1,34	-0,81	-1,21
2023 (+)	1,03	0,84		0,55	0,98	0,91	1,03	0,91		0,52	
2023 (-)	-0,43	-0,99	-0,79	-0,61	-0,43		-0,74	-0,53	-0,22	-0,80	-0,69
2024 (+)	1,65	2,12	2,70	2,56	2,04	2,15	2,56	2,41	0,28		0,20
2024 (-)	-0,95	-0,33	-0,61	-0,42	-0,23	-0,26	-0,26		-0,20	-0,20	-1,45
<i>среднее (+)</i>	3,48	5,77	2,97	3,64	3,97	4,27	6,14	3,37	0,68	2,20	1,03
<i>среднее (-)</i>	-3,29	-1,32	-5,60	-2,02	-1,58	-0,26	-1,93	-1,54	-3,50	-1,24	-3,35
Средние ошибки коэффициентов корреляции (Sr) 0,03 – 0,06											

Хорошими вспомогательными признаками для отборов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе, к тому же масса зерна в колосе напрямую коррелирует с конечной урожайностью от слабой до сильной степени ($r = 0,31^* - 0,83^{***}$).

Следует учитывать, что эти признаки имеют среднюю стабильность по годам – 52,2 и 67,6%, что указывает на зависимость от погодных условий.

Также были определены вклады показателей качества зерна в общий пул качественных показателей муки. На рисунке 3 видим, что в 2021 и 2022 годах, неблагоприятных для налива зерна, высоки отрицательные вклады признаков: масса 1000 зерен, натурная масса, выход муки и упругость клейковины (группа). Положительные вклады с минимальными отрицательными эффектами по годам вносят признаки: стекловидности зерна (до 2,23), содержания белка (до 2,36) и клейковины (до 2,42). Наибольшее внимание следует уделять показателю содержания белка в зерне, так как он имеет наибольшую стабильность по годам – 80,2%. Показатели стекловидности зерна и содержания клейковины показали ниже среднего и среднюю стабильность – 42,2 и 58,3%, что говорит о значительном влиянии на их формирование погодных условий. Вклады в пул качественных показателей муки значений седиментации по большей части положительные: 1,24-2,79, однако существенны и отрицательные вклады: до -0,85, стабильность этого показателя по годам выше среднего уровня – 75,5, он может служить вспомогательным показателем для отборов образцов с высоким качеством зерна. Показатель упругости клейковины (группа), определяемый на приборе ИДК-1, в корреляционной матрице имел максимальные отрицательные эффекты на качество муки, особенно в неблагоприятном 2024 году (вклад -3,24). В принципе это не противоречит установленному положению, что высокое значение ИДК не соответствует качественной муке, т.к. лучшие его значения находятся в средних пределах: 45-75.

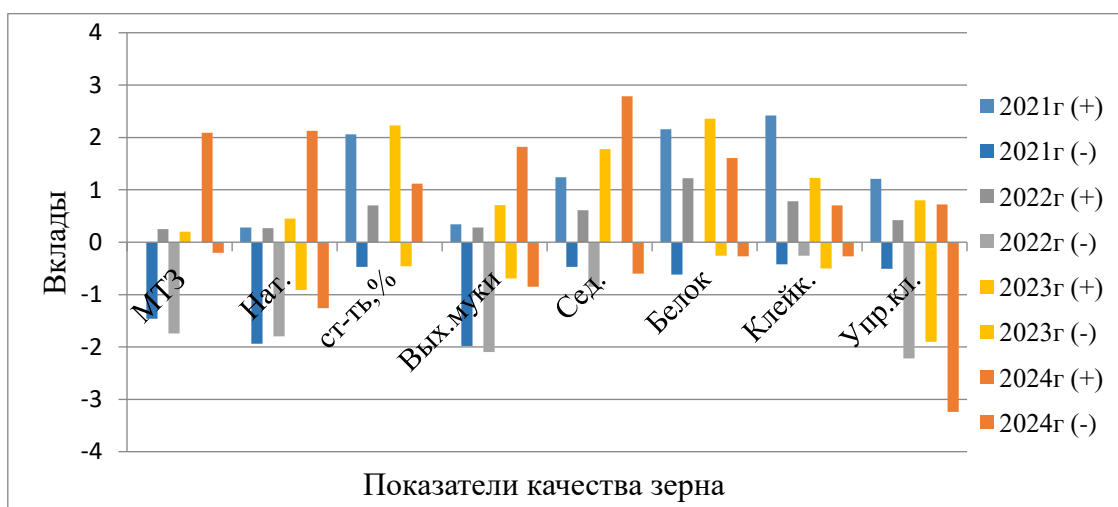


Рис. 3. Вклады (+, -) в формирование пула качественных показателей муки

Примечание: Здесь и далее: МТЗ – масса 1000 зерен, Натура - натурная масса зерна, ст-ть, % – стекловидность, Вых. муки – выход муки, Сед. – показатель седиментации, Белок – содержание белка в зерне, Клейк. – содержание клейковины, Упр.кл. – упругость клейковины (ИДК).

В связи с проведенным корреляционным анализом и рассчитанными величинами вкладов интересно оценить согласованность в изменчивости элементов внутри каждого пула: качественных показателей зерна (рис. 4) и муки (рис. 5). В целом согласованные вклады в пул качественных показателей зерна на рисунке 4 имели сопряженные между собой признаки стекловидности зерна, содержания в нем белка и клейковины. Высокие отрицательные вклады внесли признаки массы 1000 зерен и натурной массы в условиях полегания в 2021 году. В более благоприятных по увлажненности 2021 и 2022 годах средние по годам значения показателя упругости клейковины (группа) были более высокими,

относились в основном ко второй и третьей группе и положительно коррелировали с показателями содержания белка и клейковины. В засушливых условиях вегетаций 2023 и 2024 годов вклады этого показателя в общую изменчивость были в основном отрицательными и большая часть образцов входила в наиболее предпочтительную первую группу (45-75).

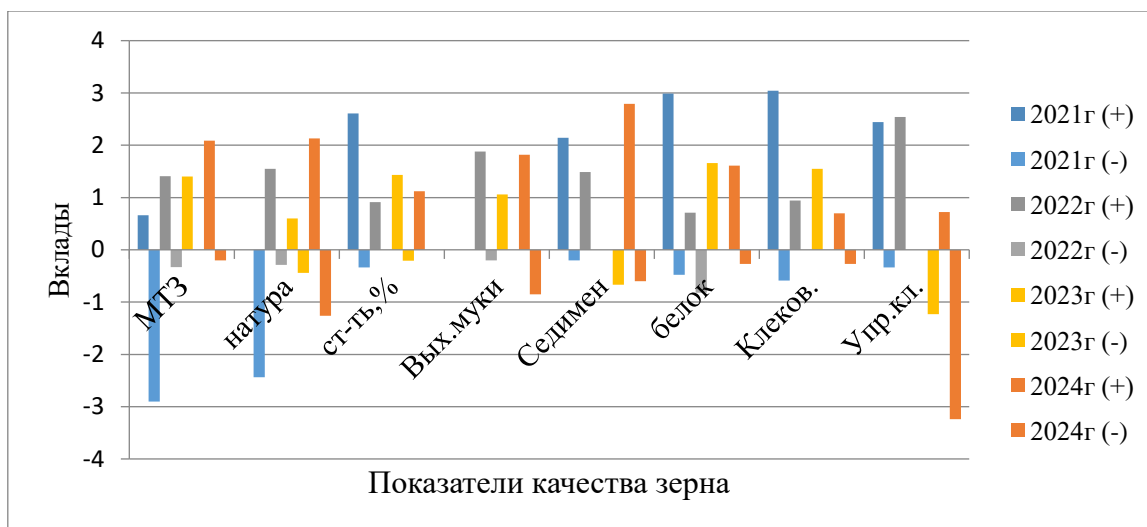


Рис. 4. Вклады (+,-) в изменчивость пула качественных показателей зерна

Согласованность оценок качества муки (рис. 5) в основном высокая, положительные вклады отмечены у всех показателей с не большими отрицательными вкладами (0,55-1,47). Показатель степени разжижения теста имеет обратную взаимосвязь с остальными, т.к. у образцов с хорошими оценками степень разжижения должна быть ниже (0-50). Таким образом, продемонстрирована обратная взаимосвязь этого показателя с другими, что также отразилось на наличии отрицательных вкладов у них. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам (табл. 3): степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки (70,2-74,8%). При оценке образцов необходимо опираться в первую очередь на эти показатели. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации.

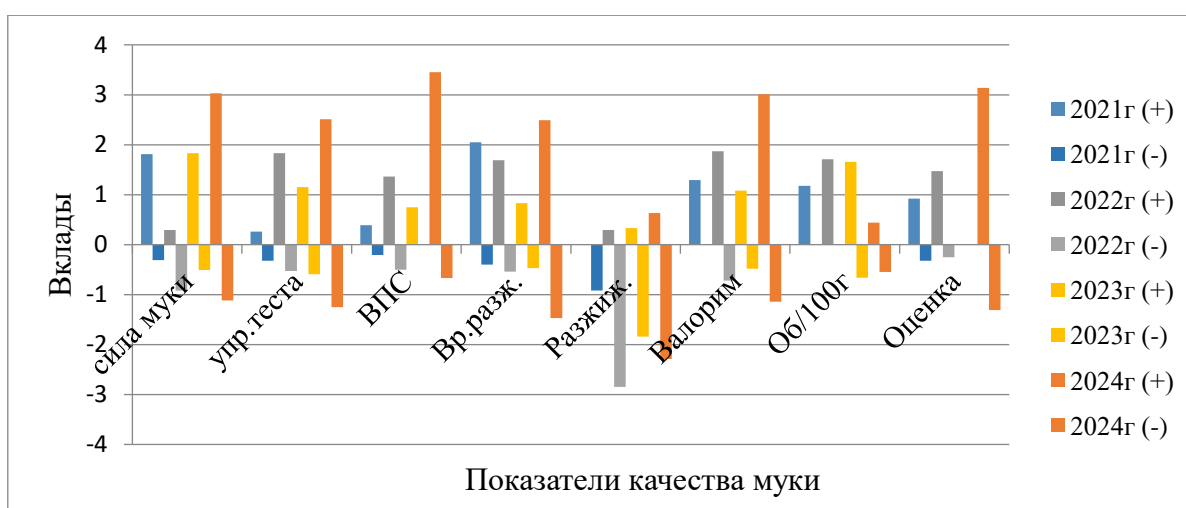


Рис. 5. Вклады (+,-) в изменчивость пула качественных показателей муки

Примечание: Упр.теста – упругость теста, ВПС – водопоглотительная способность, Вр.разж. – время разжижения теста, Разжиж. – разжижение теста, Валорим. – показатель валориметра, Об/100г – объемный выход хлеба из 100 г муки, Оценка – итоговая оценка хлеба.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований у показателя урожайности отмечен наиболее низкий коэффициент стабильности за годы изучения 13,8%, максимальную стабильность из структурных элементов растения проявили: длина колоса, количество колосков и зерен в нем (79,9-86,6%). Из группы показателей качества зерна наиболее высокая стабильность отмечена у массы 1000 зерен и связанных с ней натурной массы и выхода муки (84,3-95,2%), выше средних значений получена стабильность содержания белка по годам (80,2%) и показателя седиментации (75,5%). Показатели качества муки: степень разжижения, валориметрическая оценка и объем хлеба, имевшие выше средних значений коэффициент стабильности (70,2-74,8%), важно учитывать в селекционном процессе.

Результаты корреляционного анализа позволили выяснить, что на формирование урожайности существенное влияние оказывали структурные показатели растения: высота растений, длина колосоносного междоузлия и масса зерна с колоса. Наиболее достоверно положительно до средней степени взаимосвязаны с урожайностью из показателей качества зерна и муки значения седиментации ($r = 0,32^*$ - $0,51^{**}$) и время разжижения теста ($r = 0,28^*$ - $0,52^{**}$).

Путем расчетов вкладов признаков в общую изменчивость выявлено, что для засушливых условий Воронежской области наиболее важным хозяйственным признаком при отборах на качество зерна и муки является количество зерен в колосе, учитывая его высокую стабильность по годам. Хорошими вспомогательными признаками для отборов из структурных элементов могут служить: длина второго снизу междоузлия и масса зерна в колосе. Следует учитывать, что эти признаки имеют более низкую стабильность по годам, что указывает на зависимость их от погодных условий.

Из показателей качества наибольшее внимание следует уделять значениям содержания белка в зерне и седиментации, так как они показали максимум положительных вкладов в общую изменчивость в сочетании со стабильностью по годам. У показателей стекловидности зерна и содержания клейковины отмечена более низкая стабильность, что говорит о сильном влиянии на их формирование погодных условий. Следует обратить внимание на показатели качества муки с повышенным коэффициентом стабильности по годам: степень разжижения теста, показатель валориметра, объем хлеба из 100 г муки. Менее стабильные показатели качества, такие как сила муки и упругость теста необходимо рассматривать в контексте погодных условий вегетации. Проведенный в условиях Воронежской области анализ позволил выделить структурные элементы стебля и колоса, качественные показатели зерна и муки, которые необходимо учитывать для повышения эффективности отборов в селекции сортов яровой мягкой пшеницы.

Литература

1. Кадушкина В.П., Фоменко М.А., Коваленко С.А., Бирюкова О.В. Параметры адаптивности и показатели качества яровой твердой пшеницы в степной зоне Ростовской области. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 97-104. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-93-4-97-104>
2. Казак А.А., Логвинов Ю.П., Яценко В.Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения регулятора роста «Росток» в северной лесостепи Тюменской области. // Зерновое хозяйство России. – 2005. – Том 17, № 3. – С. 99-107. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2025-98-3-99-107>
3. Кандроков Р.Х., Назойкин Е.А. Сравнительная характеристика мукомольных свойств различных сортов пшеницы, тритикале и ржи урожая 2023 года, районированных в Смоленской области// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 145-154. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-145-154
4. Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф., Василова Н.З. и др. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Балкыш. // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 36-42. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-91-2-36-42>

5. Голова Т.Г., Чвилева И.Н., Юрьева Н.И. Особенности формирования элементов продуктивности и качества у сортов яровой пшениц. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 1(53). – С. 65-74. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-65-74

References

1. Kadushkina V.P., Fomenko M.A., Kovalenko S.A., Biryukova O.V. Adaptability parameters and quality indicators of spring hard wheat in the steppe zone of the Rostov region. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2024, no. 4, pp. 97-104. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-97-104 (In Russian)
2. Kazak A.A., Logvinov Yu.P., Yashhenko V.N. Yield and quality of spring wheat grain depending on the use of the Rostok growth regulator in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2025, no. 3, pp. 979107. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2025-98-3-99-107 (In Russian)
3. Kandrov R.X., Nazojkin E.A. Comparative characteristics of the milling properties of various varieties of wheat, triticale and rye of the 2023 crop, zoned in the Smolensk region. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*, 2025, no. 3, pp. 145-154. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-145-154 (In Russian)
4. Askhadullin D.F., Askhadullin D.F., Vasilova N.Z. et al. Characteristics of spring soft wheat variety Balkysh. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2024, no. 2, pp. 36-42. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-36-42 (In Russian)
5. Golova T.G., Chvileva I.N., Yur`eva N.I. Features of the formation of elements of productivity and quality in varieties of spring wheat. *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*, 2025, no. 1, pp. 65-17. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-65-74 (In Russian)