
ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

**Оценка качества зерна образцов коллекции озимой мягкой пшеницы
в Московской сельскохозяйственной академии**

Денис Владимирович Нагайцев[✉], Екатерина Константиновна Барнашова

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: rainbowdash1818@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы по показателям качества зерна. Исследования проводили в 2022–2023 гг. на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Используются общепринятые методы лабораторных исследований физических, биохимических и хлебопекарных качеств зерна. Метеорологические условия лет изучения различались, что сказалось на качестве зерна озимой пшеницы. В 2022 г. осадки распределялись относительно равномерно на фоне повышенной температуры воздуха. В 2023 г. засушливые периоды перемежались с избыточно увлажненными при умеренной температуре. В оба года в фазу созревания выпадали осадки, способствующие энзимо-микозному истощению зерна, снижению его натурности и стекловидности. В результате исследований показано, что все изученные сорта озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 40 г). Максимальные значения массы 1000 зерен выявлены у сортов Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, Болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко. Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка», почти все селекции НЦЗ имени П.П. Лукьяненко, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта способны формировать зерно с натурой выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Сорта Жива, Степь, Стан и Карат характеризуются стабильностью по годам. Выделены сорта с высоким потенциалом стекловидности (выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка и клейковины в зерне независимо от года. Все сорта озимой пшеницы отнесены в группы ценной и сильной по качеству пшеницы. Все они пригодны к использованию в селекции на высокие хлебопекарные качества в центральном районе Нечерноземной зоны. Индексная оценка сортов по комплексу признаков качества зерна выделила сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Ключевые слова

Озимая пшеница, сорт, коллекция, качество зерна, объемный выход хлеба, селекция

Для цитирования

Нагайцев Д.В., Барнашова Е.К. Оценка качества зерна образцов коллекции озимой мягкой пшеницы в Московской сельскохозяйственной академии // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 2. С. 115–135.

Grain quality assessment of winter soft wheat collection samples at Moscow Agricultural Academy

Denis V. Nagaytsev✉, Ekaterina K. Barnashova

Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

✉Corresponding author: rainbowdash1818@yandex.ru

Abstract

The article presents the results of the study of winter wheat varieties in terms of grain quality. The study was conducted in 2022–2023 at the Field Experimental Station of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The common methods of laboratory research of physical, biochemical and baking qualities of grain were used. The meteorological conditions of the study years varied influencing the grain quality of winter wheat. In 2022, precipitation was relatively evenly distributed against the background of elevated air temperature. In 2023, dry periods were interspersed with excessively humid ones at moderate temperatures. In both years, precipitation during the ripening phase, contributed to the enzymatic depletion of grain, decreased its weight and vitreousness. As a result of the research, it was shown that all the studied winter wheat varieties are coarse-grained with thousand-kernel weight over 40 g. The maximum weight values were found in varieties Nemchinovskaya 85, Augusta, Timiryazevka 150, Kavalerka, Stan, Esaul, Biryuza, Korona, Aglika, Bolyarka, Goriza, Todora, Karat, Leonida, Doneko. All the varieties of the Federal Research Center “Nemchinovka”, almost all of the selection of the National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko, as well as Goriza, Todora, Karat, Leonida, and Dominanta are capable of forming grain with a grain weight above 740 g/l in the conditions of the Central region of the Non-chernozem zone. Zhiva, Step’, Stan and Karat are characterized by stability over the years. The varieties with high vitreous potential (above 60%) have been identified: Moskovskaya 39, Moskovskaya 40, Nemchinovskaya 85, Vanya, Kavalerka, Stan, Esaul, Bolyarka, Dominanta. Varieties Moskovskaya 40, Vanya, Esaul, Aglika are characterized by a stable accumulation of protein and gluten in the grain, regardless of the year. All the varieties of winter wheat are classified into the groups of valuable and high-quality wheat. All of them are suitable for use in breeding for high baking qualities in the Central region of Non-chernozem zone of Russia. The index assessment of varieties on the complex of grain quality characteristics highlighted varieties Moskovskaya 40, Nemchinovskaya 85, Vanya, Stan, Esaul, Goriza. These varieties are recommended for breeding winter wheat for quality in the Central region of the Non-chernozem zone of Russia.

Keywords

Winter wheat, variety, collection, grain quality, bread volume yield, breeding

For citation

Nagaytsev D.V., Barnashova E.K. Grain quality assessment of winter soft wheat collection samples at Moscow Agricultural Academy. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 2. P. 115–135.

Введение Introduction

Озимая пшеница – одна из самых востребованных сельскохозяйственных культур в мире. Важной задачей при селекции этой культуры является повышение качества зерна новых высокоурожайных сортов [7, 14]. К качеству зерна пшеницы всегда предъявляются высокие требования. Высококачественное зерно необходимо для внутреннего потребления и для экспорта в другие страны. Поэтому требуется, чтобы зерно пшеницы было крупным, стекловидным, с высокой натурной массой, имело хорошие мукомольные и хлебопекарные качества. Качество зерна пшеницы зависит как от генотипа сорта, так и от внешних факторов среды [12, 15]. Важнейшими критериями качества зерна мягкой пшеницы являются содержание и качество клейковины и белка [3, 11]. Существует мнение о том, что увеличение содержания белка в зерне на 1% равноценно увеличению урожайности зерна на 6–7 ц/га [13].

В российской пшенице, выращенной в разных регионах страны, практически отсутствует корреляция между содержанием клейковины и содержанием белка. По данным Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ), это соотношение колеблется в диапазоне 0,4...2,4 [5]. Изучение имеющегося исходного материала является неотъемлемой частью любого селекционного процесса [7]. При подборе родительских пар для гибридизации при селекции на качество зерна следует включать образцы с повышенным содержанием клейковины и белка, высокими хлебопекарными свойствами. В дальнейшем при постоянном контроле качества селекционного материала на всех этапах селекционного процесса возможно создание новых сортов высококачественной пшеницы [2, 4].

В последние годы перспективным направлением селекции на качество зерна является создание сортов с фиолетовым зерном. Такая окраска зерна пшеницы свидетельствует о повышенном содержании каротиноидов и антоцианов. Последние уменьшают количество свободных радикалов и предотвращают раковые заболевания [16].

Цель исследований: определение качества зерна сортообразцов коллекции озимой мягкой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева для дальнейшего их использования в селекции.

Методика исследований Research method

Исследования проводились на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022–2023 гг. Материалом для исследования послужил 31 сорт пшеницы мягкой озимой разного происхождения (табл. 1). Стандартом являлся высокоурожайный высококачественный сорт Московская 39 селекции ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка».

Площадь делянки составляет 1 м², повторность двукратная, размещение систематическое. Использовали общепринятую в регионе агротехнику для выращивания озимой пшеницы [8]. Норма высева всхожих семян озимой пшеницы – 5 млн шт/га. Предпосевное внесение удобрений составляло 200 кг/га азофоски (NPK 16:16:16). В период начала весеннего отрастания проводили весеннюю подкормку аммиачной селитрой N75, вторую подкормку N35 – в фазу окончания выхода в трубку.

Исучаемые сорта озимой мягкой пшеницы

Studied varieties of winter soft wheat

Название сорта	Родословная	Оригинатор сорта
Московская 39 (st)	Обрий × Янтарная 50	ФИЦ «Немчиновка»
Московская 40	Множкратный индивидуальный отбор из сорта Московская 39	
Московская 56	(Мироновская полунтенсивная × Инна) × × Московская 39	
Немчиновская 85	Агарік × Памяти Федина	
Граф	(Лютесценс 2184 h 31 × Фортуна) × × Лютесценс 2173 h 69	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
Ваня	Васса × Юнона	
Юнона	Ейка × Лютесценс 5573h16	
Сварог	Дея × Лютесценс 9923h210–33) × × (Лютесценс 250hГЗГ12 × Юнона)	
Жива	(Лютесценс 7744 h 49–66 × Таня) × Лига	
Степь	Л369–93к14 × Vasc Palenque	
Августа	(Альбатрос Одесский × Харьковская 82) × × Украинка Одесская	
Тимирязевка 150	Лютесценс 2935к51 × Фортуна	
Веха	(Купава × Линия 500) × Л. 1120 я 16	
Кавалерка	(Лютесценс 9274h222 × Лютесценс 9394h13) × × (Лютесценс 7643hГ12–12 × Краснодарская 99)	
Стан	(Фронтана × Юна) × Юна	
Есаул	Эритроспермум 420к1 × × Донская полукарликовая	
Бирюза	(Лютесценс 1985h331 × Лютесценс 4523h42) × × (Зимородок × 6687–12)	

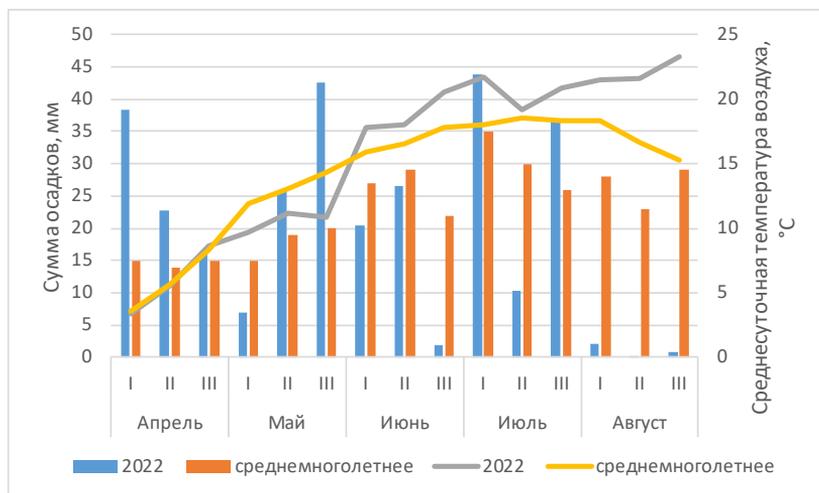
Название сорта	Родословная	Оригинатор сорта
Корона	–	Добружанский сельскохозяйственный институт (Болгария)
Аглика	–	
Болярка	–	
Гориза	–	
Тодора	–	
Карат	–	
Ласка	–	
Корнфильд	–	–
Августина	Лютесценс 52/84–77 × Эритроспермум 59	ТОО «Карабалыкская СХОС»
Леонида	(Киевская 8 × Мироновская 68) × Киевская 8	КХ Ивашова А.Д.
Тимирязевская Юбилейная	(Немчиновская 24 × Зимородок) × Юбилейная 100	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Доминанта	{[DZ-21, Румыния × (9372/78 × Астра)] × × Одесская 133} × [(Тарасовская 29 × Дрина) × × Альбатрос одесский]	Федеральный Ростовский аграрный научный центр
Донэко	Тарасовская 87 × (Martonvasari 12 × × Тарасовская 87)	
Губернатор Дона	Альбатрос одесский × Харьковская 82) × × Украинка Одесская	

Лабораторные оценки зерна были сделаны на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Были использованы общепринятые методики. Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 12042–80 [1], стекловидность зерна – на диафаноскопе [9], природы зерна – с помощью микропурки [10]. Содержание белка и клейковины определяли на спектрофотометре «Спектран ИТ» [7]. Для прямого определения хлебопекарных качеств выполняли пробную лабораторную выпечку полумикрометодом [9].

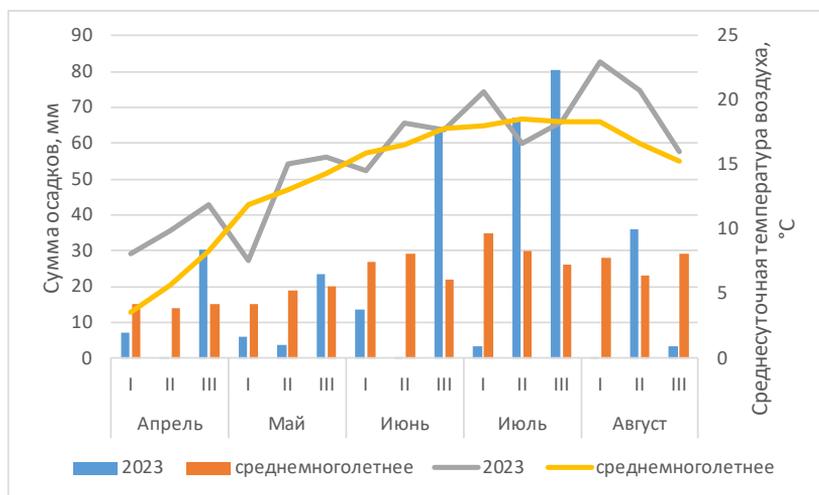
Полученные данные были обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа и корреляционного анализа.

Качественные характеристики зерна пшеницы зависят как от генотипа, так и от его реализации в конкретных погодных условиях. Особенно это показательно в условиях избыточного увлажнения центрального района Нечерноземной зоны. Метеорологические условия от начала весеннего отрастания озимой пшеницы до созревания в 2022 и 2023 гг. различались (рис. 1).

В 2022 г. метеорологические условия были благоприятными для развития растений озимой пшеницы. Начальное отрастание и дальнейшее развитие растений до цветения происходили при избытке осадков и благоприятной температуре. Цветение и формирование зерна происходили в I–II декадах июня при достаточном количестве осадков и несколько повышенной температуре воздуха по сравнению со среднемноголетними данными для этого периода. Начало налива совпало с сильным недостатком осадков, которое затем было компенсировано. Такие условия способствуют формированию хорошо выполненного зерна. В период созревания наблюдали неравномерное выпадение осадков при повышенной температуре. Такие условия способствуют энзимо-микозному истощению зерна, итогом которого является предуборочное прораствание зерна в колосе.



а



б

Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода лет изучения: а – 2022 г.; б – 2023 г. (по данным Метеорологической обсерватории имени В.А. Михельсона)

Figure 1. Meteorological conditions of the growing season of the study years: а – 2022; б – 2023 [data provided by the V.A. Mikhelson Meteorological Observatory]

Условия 2023 г. отличались крайней неравномерностью выпадения осадков, их регулярным недостатком при умеренном температурном режиме до начала цветения. Вторая половина вегетации, наоборот, характеризовалась рекордным избытком осадков, так что формирование, налив и созревание зерна протекали в условиях, благоприятных для преждевременного прорастания зерна до уборки.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Результаты оценки физических свойств зерна озимой пшеницы представлены в таблице 2. Прослеживается явное влияние метеорологических факторов лет вегетации.

Рассмотрим массу 1000 зерен как основной интегральный показатель, характеризующий влияние всего комплекса условий, сложившихся в каждом конкретном году вегетации, на реализацию генотипа. Влияние метеорологических условий ярко прослеживается значительным изменением массы 1000 зерен в разные годы у отдельных сортов. В наборе имеются сорта, зерно которых в 2023 г. имело вес на 10–16 г больше, чем в предыдущем году (Немчиновская 85, Бирюза, Корнфильд, Тимирязевская Юбилейная). Очевидно, что эти сорта являются отзывчивыми на улучшение условий увлажнения и принадлежат группе интенсивных сортов. Большинство сортов увеличили массу 1000 зерен на 3–7 г, что показывает их средний уровень отзывчивости.

Таблица 2

Физические свойства зерна озимой пшеницы

Table 2

Physical properties of winter wheat grain

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Стекловидность, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Московская 39 (st)	41,3	48,2	44,8	806,0	746,0	776,0	30,0	75,0	36,0
Московская 40	43,4	48,3	45,9	826,0	746,0	786,0	56,0	63,0	62,0
Московская 56	45,8	45,6	45,7	798,0	740,0	769,0	59,0	52,0	65,0
Немчиновская 85	41,0	55,5	48,3	784,0	744,0	764,0	48,0	76,0	45,0
Граф	39,5	46,4	43,0	793,0	734,0	764,0	58,0	13,0	31,0
Ваня	40,1	47,2	43,7	802,0	766,0	784,0	71,0	60,0	52,0
Юнона	36,4	42,8	39,6	776,0	711,0	744,0	25,0	47,0	55,0
Сварог	38,1	52,3	45,2	812,0	752,0	782,0	31,0	37,0	22,0
Жива	37,6	50,0	43,8	782,0	770,0	776,0	32,0	53,0	59,0

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура зерна, г/л			Стекловидность, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Степь	37,7	46,1	41,9	799,0	754,0	777,0	42,0	34,0	36,0
Августа	47,1	53,6	50,4	807,0	744,0	776,0	24,0	41,0	33,0
Тимирязевка 150	44,6	50,0	47,3	831,0	750,0	791,0	46,0	33,0	34,0
Вежа	42,1	39,6	40,9	798,0	747,0	773,0	12,0	27,0	33,0
Кавалерка	44,2	52,2	48,2	793,0	745,0	769,0	69,0	33,0	42,0
Стан	44,1	47,8	46,0	752,0	753,0	753,0	44,0	67,0	31,0
Есаул	41,6	50,0	45,8	823,0	756,0	790,0	49,0	60,0	38,0
Бирюза	41,7	57,1	49,4	798,0	751,0	775,0	40,0	30,0	32,0
Корона	48,1	48,1	48,1	805,0	727,0	766,0	38,0	23,0	39,0
Аглика	45,6	49,6	47,6	798,0	738,0	768,0	30,0	45,0	19,0
Болярка	49,9	48,9	49,4	801,0	735,0	768,0	62,0	25,0	20,0
Гориза	53,0	55,0	54,0	805,0	750,0	778,0	56,0	49,0	51,0
Тодора	52,0	54,0	53,0	774,0	751,0	763,0	22,0	29,0	55,0
Карат	51,2	50,9	51,1	800,0	780,0	790,0	27,0	26,0	54,0
Ласка	46,3	46,3	46,3	799,0	718,0	759,0	25,0	15,0	35,0
Корнфильд	40,3	52,0	46,2	807,0	720,0	764,0	50,0	13,0	30,0
Августина	39,4	45,2	42,3	784,0	694,0	739,0	23,0	21,0	37,0
Леонида	43,3	54,1	48,7	790,0	752,0	771,0	12,0	54,0	43,0
Тимирязевская юбилейная	39,2	55,8	47,5	717,0	750,0	734,0	19,0	43,0	52,0
Доминанта	41,6	45,2	43,4	800,0	745,0	773,0	28,0	63,0	25,0
Донэко	50,9	59,4	55,2	786,0	739,0	763,0	34,0	33,0	26,0
Губернатор Дона	40,2	49,5	44,9	830,0	713,0	772,0	14,0	24,0	20,0
НСР ₀₅	1,7	1,6	0,6	12,0	13,0	2,4	6,0	7,0	5,0

Анализ показателя в зависимости от места создания сорта позволил выделить наиболее стабильные и крупнозерные образцы озимой пшеницы. Так, среди немчиновских сортов только у Московской 56 не выявлено варьирования признака по годам. Наибольшая отзывчивость на улучшение условий показана для сорта Немчиновская 85. Для Московской 39 и Московской 40 – примерно одинаковые средние значения. В целом немчиновские сорта формировали зерно с высокими значениями массы 1000 зерен (свыше 40 г) в оба года исследований.

Из сортов селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко наибольшей отзывчивостью к улучшению условий увлажнения характеризовались сорта Степь, Есаул и Бирюза (разница массы 1000 зерен в 2022 и 2023 гг. составила 9, 9 и 16 г соответственно). Наиболее стабильными были Сварог, Жива, Кавалерка и Стан (разница по годам составила всего 3–4 г). В целом большинство сортов этой группы способно формировать зерно с массой 1000 свыше 40 г. При этом они более требовательны к условиям выращивания, чем немчиновские и болгарские сорта.

Наиболее крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 45 г) и стабильными по годам (разница в пределах 0...2 г) оказались сорта из Болгарии. Эти сорта в условиях ЦРНЗ способны формировать очень крупное зерно в любой по метеорологическим условиям год.

Сорта озимой пшеницы селекции ФРАНЦ характеризуются крупным зерном и относительно сильной реакцией на изменение метеорологических условий.

В целом все сорта изученной коллекции озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 40 г). Выделяются сорта с наибольшими значениями показателя: Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, Болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко.

Натура зерна показывает степень его выполненности и плотность эндосперма и является косвенным показателем выхода муки. Натура может снижаться при перестое и воздействии осадков или росы на созревшее зерно [6]. В оба года исследований в фазу созревания выпадало большое количество осадков, что является характерной особенностью климата центрального района Нечерноземной зоны. Это могло понизить натуру и стекловидность зерна за счет энзимо-микозного истощения, приводящего к разрыхлению и частичному разрушению эндосперма. Тем не менее прослеживается влияние условий года. Так, в 2022 г. в целом по набору сортов натура зерна оказалась более высокой, чем в 2023 г. (табл. 2). В 2022 г. стандарт превзошли сорта Тимирязевка 150, Губернатор Дона, Московская 40, Есаул, Сварог, Августа, Корнфильд. В 2023 г. только 3 сорта смогли значительно превзойти стандарт по показателю натуры зерна пшеницы: Карат, Жива и Ваня. В среднем в 2023 г. натура зерна каждого образца была на 53,3 г/л меньше, чем в прошлом году. В 2022 г. средний показатель натуры зерна составлял 796 г/л, в 2023 г. – 742 г/л, а за 2 года – 769 г/л.

Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» в 2022 г. сформировали высоконатурное зерно (свыше 780 г/л, а у Московской 40 – рекордные 826 г/л), тогда как в 2023 г. значения у всех сортов сравнялись и понизились до минимального уровня, когда зерно еще можно считать качественным (740 г/л).

Неожиданно сорт Тимирязевская юбилейная, созданный в условиях избыточного увлажнения, сформировал в 2022 г. низконатурное зерно, а в 2023 г. – зерно со средними значениями показателя.

Сорта селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко характеризовались высокими значениями натуры зерна. В 2022 г. большинство сортов имело значения, близкие к 800 г/л. Рекордные значения показали сорта Тимирязевка 150 и Есаул (свыше 820 г/л). Условия 2023 г. привели к резкому снижению показателя почти у всех сортов. Значения ниже 740 г/л получены для сортов Граф и Юнона, что может косвенно

свидетельствовать о сильном энзимо-микозном истощении. Отдельные сорта (Жива и Стан) показали стабильные и довольно высокие результаты в оба года.

Большинство болгарских сортов пшеницы в 2022 г. сформировало зерно с высокими значениями натуре (около 800 г/л). Зато в 2023 г. у большинства сортов значения показателя упали ниже 740 г. Тем не менее сорт Карат сохранил высокое значение (780 г/л), что косвенно свидетельствует о его устойчивости к энзимо-микозному истощению.

Сорта селекции ФРАНЦ в 2022 г. сформировали высоконатурное зерно, тогда как в 2023 г. значения показателя резко упали, например, у сорта Дон – с 830 до 713 г/л. Возможно, вследствие осадков при созревшем зерне произошло предуборочное прораствание зерна в колосе, чего не бывает в засушливых условиях Ростовской области и что привело к снижению натуре.

Подводя итоги, можно выделить сорта озимой пшеницы, способные формировать зерно с натуре выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны: все немчиновские, почти все краснодарские сорта, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта. Представляют интерес сорта Жива, Степь, Стан и Карат, стабильно сохраняющие значения показателя по годам.

Стекловидность зерна является косвенным показателем качества зерна. Предполагается, что в стекловидном зерне более высокое содержание белка и клейковины, более высокий выход муки, а также при помоле получается мука более высокого качества [5].

В результате изучения влияния погодных условий можно наблюдать неожиданное соотношение между отдельными показателями качества зерна за 2 года проведения исследований. Обычно в годы с повышенной температурой воздуха и незначительным количеством осадков во время налива зерна его стекловидность более высокая, чем в годы с менее благоприятными для этого погодными условиями. Согласно этому ожидалось, что в засушливом 2022 г. стекловидность зерна должна быть выше, чем в 2023 г. Однако при сравнении полученных данных видим, что это не совсем так. В 2022 г. средняя стекловидность зерна изучаемых образцов составила 38%, а в 2023 г. – 40% (табл. 2). Сорта селекции ФИЦ «Немчиновка» в 2022 г. показали стекловидность в среднем 48%, а в 2023 г. – 66%.

В то же время сорта селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» показали другой результат. В 2022 г. средняя стекловидность этих сортов составляла 40%, а в 2023 г. – уже всего 30%.

Похожие результаты показали и иностранные сорта селекции Добружанского сельскохозяйственного института (Болгария): стекловидность зерна в 2022 г. составляла 37%, а в 2023 г. – 30%. Остальные сорта в среднем показали 25% в 2022 г. и 35% в 2023 г.

Таким образом, сорта ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» и Добружанского сельскохозяйственного института продемонстрировали ожидаемые результаты с повышенной стекловидностью в засушливом 2022 г. В то же время сорта ФИЦ «Немчиновка» и остальные сорта продемонстрировали повышенную стекловидность в 2023 г. Особенности именно этих сортов повлияли на общие результаты.

В 2022 г. стекловидность выше стандарта показали 18 сортов. Самую высокую стекловидность показали сорта Ваня и Кавалерка (71 и 69% соответственно) при среднем значении за год 38%. В 2023 г. высокую стекловидность показали сорта: стандарт Московская 39 (75%), Немчиновская 85 (76%), Стан (67%), средняя стекловидность за год – 40%. Средняя стекловидность за 2 года составила 39% (табл. 2).

Подводя итоги анализа формирования стекловидности зерна у набора сортов озимой пшеницы в условиях ЦРНЗ, можно выделить отдельные сорта с высоким потенциалом (стекловидность – выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта.

Анализ биохимических свойств зерна озимой пшеницы. Содержание белка и клейковины в зерне является весьма важным показателем, поскольку определяет

его хлебопекарные качества и питательную ценность [6]. Относительное и абсолютное содержание белка в зерне набора сортов озимой пшеницы представлено в таблице 3. Относительное содержание белка подвержено влиянию года: у всех сортов в 2022 г. оно было выше, чем в 2023 г. Выделяются сорта с достоверным превышением показателя над стандартом: в 2022 г. это Московская 40 и Аглика, в 2023 г. – Московская 40, Ваня, Стан, Есаул, Аглика, Гориза, Тодора, Карат. Сорта Московская 56, Немчиновская 85, Жива, Степь, Тимирязевка 150, Веха, Ласка и Доминанта имеют значения на уровне стандарта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка в зерне независимо от года.

Анализ абсолютного содержания белка на одну зерновку (расчетный показатель, полученный от перемножения массы одной зерновки на относительное содержание белка, деленное на 100) показал, что почти все сорта накапливают в зерновке примерно одинаковую массу белка. При этом размеры и выполненность зерна могут варьировать по годам. У хорошо выполненного зерна много крахмала, следовательно, относительное содержание белка будет меньше. Выявлена высокая положительная зависимость между абсолютным содержанием белка и массой 1000 зерен (в 2022 г. – $r = 0,845$, в 2023 г. – $r = 0,599$).

Таким образом, несмотря на пониженное относительное содержание белка в зерне, в 2023 г. у набора сортов озимой пшеницы абсолютное содержание остается практически неизменным, иногда даже увеличиваясь, вероятно, вследствие повышения крупности.

Содержание клейковины коррелирует с содержанием белка (в 2022 г. – $r = 0,952$, в 2023 г. – $r = 0,809$).

При рассмотрении взаимосвязи происхождения сорта и содержания белка в зерне следует отметить, что сорта ФИЦ «Немчиновка» продемонстрировали высокие показатели в 2022 г. (в среднем 13,8%). Сорта селекционного центра «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» показали результат 12,4% содержания белка в зерне в 2022 г. и 11,2% – в 2023 г., что ниже средних показателей (табл. 3).

Таблица 3

Содержание белка и клейковины в образцах озимой пшеницы

Table 3

Protein and gluten content in winter wheat samples

Сорт	Относительное содержание белка, %			Абсолютное содержание белка, мг/зерновка			Клейковина, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Московская 39 (st)	14,1	11,3	13,6	5,8	5,4	5,6	18,6	14,6	16,6
Московская 40	15,0	12,1	11,7	6,5	5,8	6,2	20	18,5	19,2
Московская 56	12,3	11,1	12,2	5,6	5,1	5,3	15,7	17,4	16,5
Немчиновская 85	13,6	10,8	10,9	5,6	6,0	5,8	18	17,9	17,9
Граф	11,9	10,1	11,3	4,7	4,7	4,7	15,2	14,6	14,9
Ваня	13,4	13,1	11,5	5,4	6,2	5,8	17,3	20,7	19
Юнона	13,0	10,6	12,1	4,7	4,5	4,6	16,8	15	15,9

Сорт	Относительное содержание белка, %			Абсолютное содержание белка, мг/зерновка			Клейковина, %		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Сварог	10,9	10,3	10,6	4,2	5,4	4,8	14,2	15,3	14,7
Жива	11,8	11,1	13,3	4,4	5,6	5,0	14,6	15,2	14,9
Степь	12,7	11,8	11,1	4,8	5,4	5,1	16,3	18,9	17,6
Августа	12,4	9,9	11,0	5,8	5,3	5,6	16,1	12,1	14,1
Тимирязевка 150	11,9	10,8	11,0	5,3	5,4	5,4	15,6	15,5	15,5
Вежа	11,4	10,8	10,6	4,8	4,3	4,5	14,6	16,7	15,6
Кавалерка	12,6	9,3	12,3	5,6	4,9	5,2	16,3	14	15,2
Стан	13,5	13,0	11,0	6,0	6,2	6,1	17,1	19,1	18,1
Есаул	13,8	14,0	13,6	5,7	7,0	6,4	18,3	16,9	17,6
Бирюза	11,6	10,2	12,5	4,8	5,8	5,3	15,6	15,6	15,6
Корона	12,9	10,0	13,6	6,2	4,8	5,5	18,8	14	16,4
Аглика	15,1	12,1	12,3	6,9	6,0	6,4	19,9	19,3	19,6
Болярка	13,3	11,7	11,3	6,6	5,7	6,2	17,6	19,1	18,4
Гориза	12,9	14,2	12,7	6,8	7,8	7,3	17,1	24,3	20,7
Тодора	12,2	12,8	11,8	6,3	6,9	6,6	15,8	19	17,4
Карат	12,9	12,1	11,5	6,6	6,2	6,4	16,8	18,5	17,6
Ласка	13,7	10,9	11,4	6,3	5,0	5,7	18	16,5	17,3
Корнфильд	11,8	10,7	11,2	4,8	5,6	5,2	15,3	16,3	15,8
Августина	12,5	9,4	11,4	4,9	4,2	4,6	16,4	14,3	15,3
Леонида	11,8	10,7	13,3	5,1	5,8	5,4	15,1	16,1	15,6
Тимирязевская юбилейная	12,2	10,5	13,9	4,8	5,9	5,3	15,8	13,5	14,6
Доминанта	12,8	11,3	11,5	5,3	5,1	5,2	15,8	13,5	14,6
Донэко	12,5	10,5	12,5	6,4	6,2	6,3	16,2	15,7	16
Губернатор Дона	11,3	9,9	12,5	4,5	4,9	4,7	14,6	14,4	14,5
НСР ₀₅	0,4	0,5	0,4	–	–	–	0,6	0,9	0,6

В 2022 г. значительно превзошли стандарт по содержанию белка в зерне только сорта Алгика и Московская 56 (15,1 и 12,3% соответственно).

В 2023 г. содержание белка в зерне было ниже, чем в 2022 г., у 28 из 31 сорта. При этом уже 10 сортов значительно превзошли стандарт по содержанию белка в зерне: Степь, Болярка, Карат, Аглика, Московская 40, Стан, Ваня, Есаул и Гориза. Самый высокий результат – у сорта Гориза с 14,2%-ным содержанием белка. У сортов Тодора, Гориза и Есаул в 2023 г. содержание белка в зерне было значительно выше, чем в 2022 г.

В 2022 г. средний показатель содержания белка в зерне составил 12,7%, в 2023 г. – 11,2%, а средний показатель за 2 года – 11,9% (табл. 3).

Относительно клейковины стоит сказать, что сорта ФИЦ «Немчиновка» по этому показателю превзошли остальные сорта. Сорта селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» продемонстрировали средние результаты относительно остальных сортов.

Болгарские сорта показали превышение средних значений остальных сортов, продемонстрировав содержание клейковины 17,7% в 2022 г. и 18,6% в 2023 г.

Значительно превзошли стандарт по содержанию клейковины в 2022 г. только сорта Аглика и Московская 40 (19,9 и 20% соответственно).

В 2023 г. по содержанию клейковины в зерне пшеницы значительно превзошли стандарт 14 сортов: Ваня, Аглика, Стан, Болярка, Тодора, Степь, Московская 40, Карат, Немчиновская 85, Московская 56, Есаул, Веха, Ласка, Корнфильд. Среднее содержание клейковины за 2022 г. составило 16,5%, за 2023 г. – 16,5%, за 2 года – 16,5%. Средний показатель содержания клейковины в зерне в 2022 г. составлял 6,6%, а в 2023 г. – 16,6% (табл. 3).

В ходе лабораторной выпечки полученный хлеб был оценен по методике Госорткомиссии [10].

Объемный выход хлеба. Все представленные образцы продемонстрировали хорошие показатели, имея средний балл 4,4 в 2022 г. и 4,7 в 2023 г., что соответствует ценной и сильной по качеству пшенице (табл. 4). При этом образцы ФИЦ «Немчиновка» в среднем получили 4,6 балла (сильная по качеству), сорта НЦЗ им. П.П. Лукьяненко – 4,5 балла (сильная по качеству), а болгарские сорта – 4,0 балла (ценная по качеству).

Особенно в 2022 г. по результатам пробной выпечки выделились сорта Жива (4,9 балла), Московская 56, Ваня, Веха, Гориза, Августина (4,8 балла) (рис. 2).

В 2023 г. 3 сорта (Степь, Московская 40 и Августина) получили максимальный балл, остальные получили баллы, близкие к максимальным. Только сорта Корнфильд (3,9), Леонида, Граф, Веха, Бирюза, Юнона, Корона, Есаул имели баллы ниже 4,6.

Исследуя показатель объемного выхода хлеба, можно сделать вывод о том, что происхождение сортов не оказало существенного влияния.

В 2022 г. 28 сортов показали объемный выход более 500 см³/г и могут считаться имеющими высокое качество (табл. 4). В 2023 г. объемный выход более 500 см³/г показали 18 сортов (показатель высокого качества), еще 10 сортов – меньше 500 см³/г, но больше 400 см³/г (показатель среднего качества).

Индексная оценка сортов озимой пшеницы по комплексу признаков качества зерна. Оценивая большой набор сортов по комплексу признаков, трудно выделить лучшие. Индексная оценка позволяет учесть комплекс признаков и объективно выделить лучшие. В данных исследованиях применена индексная оценка для признаков, где лучший означает более высокое значение.

Оценка образцов озимой пшеницы по результатам лабораторной выпечки

Table 4

Assessment of winter wheat samples based on laboratory baking results

Сорт	Объемный выход хлеба, мл			Общая хлебопекарная оценка, балл		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Московская 39 (st)	332	600	466	4,8	4,9	4,9
Московская 40	320	570	445	4,2	5,0	4,6
Московская 56	277	530	404	4,8	4,9	4,9
Немчиновская 85	345	500	423	4,5	4,9	4,7
Граф	392	430	411	4,6	4,1	4,4
Ваня	430	550	490	4,8	4,6	4,7
Юнона	265	550	408	4,2	4,4	4,3
Сварог	337	530	434	4,4	4,8	4,6
Жива	425	570	498	4,9	4,8	4,9
Степь	427	500	464	4,5	5,0	4,8
Августа	325	610	468	4,2	4,8	4,5
Тимирязевка 150	270	440	355	4,1	4,7	4,4
Вежа	412	410	411	4,8	4,3	4,6
Кавалерка	282	490	386	4,5	4,9	4,7
Стан	327	590	459	4,4	4,9	4,7
Есаул	397	590	494	4,5	4,5	4,5
Бирюза	350	440	395	4,2	4,4	4,3
Корона	292	360	326	3,6	4,5	4,1
Аглика	265	540	403	4,1	4,8	4,5

Сорт	Объемный выход хлеба, мл			Общая хлебопекарная оценка, балл		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Болярка	312	580	446	4,4	4,8	4,6
Гориза	425	510	468	4,8	4,9	4,9
Тодора	290	530	410	4,2	4,8	4,5
Карат	227	490	359	3,2	4,6	3,9
Ласка	305	550	428	4,1	4,6	4,4
Корнфильд	240	400	320	4,1	3,9	4,0
Августина	330	610	470	4,8	5,0	4,9
Леонида	210	330	270	3,8	4,1	4,0
Тимирязевская юбилейная	325	590	458	4,6	4,9	4,8
Доминанта	365	490	428	4,7	4,6	4,7
Донэко	337	630	484	4,5	4,9	4,7
Губернатор Дона	287	460	374	4,1	4,9	4,5
НСР ₀₅	22,2	28,1	20,1	–	–	–

Принцип расчета следующий. Сначала рассчитывают частные индексы для каждого сорта по каждому показателю. Для этого получают среднее арифметическое значение по каждому показателю. Частный индекс – это частное от деления каждого конкретного значения показателя на среднее арифметическое. Его значения варьируют вокруг единицы. Например, для признака масса 1000 зерен в 2022 г. среднее арифметическое по всем сортам составило 43,5 г. Масса 1000 зерен для сорта Московская 39 равна 41,3 г (табл. 2). Частный индекс равен $41,3/43,5 = 0,9$ (табл. 5).

Комплексный индекс – это произведение частных индексов всех показателей для каждого сорта. Для Московской 39 в 2022 г. он равен 1,1. Поскольку Московская 39 – стандарт, то полученные для всех сортов комплексные индексы сравнивают со стандартом. Если комплекс показателей сорта не хуже, чем у стандарта, то и комплексный индекс должен быть не меньше. Такой сорт считается хорошим. Основываясь на вышеизложенном, выполним оценку набора сортов озимой пшеницы по комплексу качественных признаков зерна (табл. 5).

Индексная оценка сортов озимой пшеницы по показателям качества зерна

Table 5

Index assessment of winter wheat varieties in terms of grain quality

Сорт	Частные индексы														Комплексный индекс	
	Масса 1000 зерен		Натура зерна		Стекловидность		Относительное содержание белка		Абсолютное содержание белка		Клейковина		Общая хлебопекарная оценка			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Московская 39 (st)	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,8	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	1,1	1,6
Московская 40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,2	1,1	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1	2,5	2,0
Московская 56	1,1	0,9	1,0	1,0	1,6	1,3	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1	1,0	1,7	1,1
Немчиновская 85	0,9	1,1	1,0	1,0	1,3	1,9	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,4	2,4
Граф	0,9	0,9	1,0	1,0	1,5	0,3	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	0,2
Ваня	0,9	0,9	1,0	1,0	1,9	1,5	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0	2,0	2,3
Юнона	0,8	0,9	1,0	1,0	0,7	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	0,5	0,6
Сварог	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,4	0,8
Жива	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,3	0,9	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	0,5	1,2
Степь	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	0,8	1,0
Августа	1,1	1,1	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	0,9	1,1	0,9	1,0	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7
Тимирязевка 150	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7
Вежа	1,0	0,8	1,0	1,0	0,3	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	0,2	0,4
Кавалерка	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	1,0	1,9	0,5
Стан	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2	1,6	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,0	1,3	2,5

Сорт	Частные индексы														Комплексный индекс	
	Масса 1000 зерен		Натура зерна		Стекловидность		Относительное содержание белка		Абсолютное содержание белка		Клейковина		Общая хлебопекарная оценка			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023		
Есаул	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,5	1,1	1,3	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	2,3
Бирюза	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,7	0,7
Корона	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,9	1,1	0,9	1,1	0,8	0,8	1,0	1,2	0,3
Аглика	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	0,9	1,0	1,4	1,5
Болярка	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	0,6	1,0	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	2,5	0,7
Гориза	1,2	1,1	1,0	1,0	1,5	1,2	1,0	1,3	1,2	1,4	1,0	1,5	1,1	1,0	2,6	3,6
Тодора	1,2	1,1	1,0	1,0	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	0,7	1,3
Карат	1,2	1,0	1,0	1,1	0,7	0,6	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	0,7	1,0	0,8	0,9
Ласка	1,1	0,9	1,0	1,0	0,7	0,4	1,1	1,0	1,2	0,9	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,3
Корнфильд	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	0,3	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,3
Августина	0,9	0,9	1,0	0,9	0,6	0,5	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	1,1	1,1	0,5	0,3
Леонида	1,0	1,1	1,0	1,0	0,3	1,3	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,2	1,2
Тимирязевская юбилейная	0,9	1,1	0,9	1,0	0,5	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,3	1,0
Доминанта	1,0	0,9	1,0	1,0	0,7	1,5	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	1,1	1,0	0,7	1,0
Донэко	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0
Губернатор Дона	0,9	1,0	1,0	1,0	0,4	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,2	0,4



Рис. 2. Хлеб из сортов озимой пшеницы, полученный методом лабораторной выпечки:
 а – Есаул; б – Аглика; в – Жива; г – Августина

Figure 2. Bread made from winter wheat varieties, obtained by laboratory baking:
 а – Esaul; б – Aglika; в – Zhiva; г – Avgustina

В 2022 г. комплексный индекс для стандарта составлял 1,1. На уровне с ним или выше были сорта Московская 40, Московская 56, Немчиновская 85, Граф, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Гориза, Донэко.

В 2023 г. комплексный индекс для Московской 39 составил 1,6. На уровне или выше него были сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза.

В оба года лучшими оказались Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Выводы Conclusions

Все сорта озимой пшеницы являются крупнозерными (масса 1000 зерен – свыше 40 г). Максимальные значения массы 1000 зерен выявлены у сортов Немчиновская 85, Августа, Тимирязевка 150, Кавалерка, Стан, Есаул, Бирюза, Корона, Аглика, болярка, Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Донэко. Все сорта селекции ФИЦ «Немчиновка», почти все селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, а также Гориза, Тодора, Карат, Леонида, Доминанта способны формировать зерно с натурой выше 740 г/л в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Сорта Жива, Степь, Стан и Карат характеризуются стабильностью по годам.

Выделены сорта с высоким потенциалом стекловидности (выше 60%): Московская 39, Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Кавалерка, Стан, Есаул, Болярка, Доминанта. Сорта Московская 40, Ваня, Есаул, Аглика характеризуются стабильным накоплением белка и клейковины в зерне независимо от года. Все сорта озимой пшеницы отнесены в группы ценной и сильной по качеству пшеницы. Все они пригодны к использованию в селекции на высокие хлебопекарные качества в центральном районе Нечерноземной зоны России. Индексная оценка сортов по комплексу признаков качества зерна выделила сорта Московская 40, Немчиновская 85, Ваня, Стан, Есаул, Гориза. Эти сорта рекомендуются для селекции озимой пшеницы на качество в центральном районе Нечерноземной зоны России.

Список источников

1. ГОСТ 12042-80. Межгосударственный стандарт. *Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян*. Москва: Стандартинформ, 2011. 4 с.
2. Жученко А.А. *Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика)*: Монография. Москва: Агрорус, 2004. 1109 с. EDN: PGCKBP
3. Казарцева А.Т. *Показатель седиментации и его роль в экспертизе качества зерна*: Методические указания. Краснодар, 2010. 15 с.
4. Личко Н.М. *Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции*: Учебник. Москва: ДеЛи Плюс, 2013. 512 с. EDN: WVGGLX
5. Мартыанова А.И., Пищугина Е.П., Царькова Н.М. Системы новых приборов и оборудования для объективной оценки качества и технологических достоинств товарного зерна и зернопродуктов // *Зерновое хозяйство*. 2002. № 4. С. 24–26. EDN: FOBFIL
6. Маслова Г.Я., Китлярова Н.И., Тоибова А.А. Фракционный состав белкового комплекса сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания // *Инновационная наука*. 2016. № 3. С. 56–58. EDN: VQBGMN
7. Мелешкина Е.П. Методы определения качества и количества клейковины в зерне и муке из пшеницы // *Контроль качества продукции*. 2016. № 11. С. 26–28. EDN: WXIKSN
8. *Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры*: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1989. 194 с.
9. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть*: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1985. 270 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зерновых культур: Методические указания / Под общ. ред. М.А. Федина. Москва: Сельхозиздат, 1988. 121 с.
11. Нецветаев В.П., Копусь М.М., Рыжкова Т.А. Варианты глиадина и количество дисульфидных связей в белковом комплексе мягкой пшеницы // *Научное обозрение. Серия «Биологические науки»*. 2014. № 1. С. 96–106. EDN: MOSEBK
12. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А. и др. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием внешних условий среды: современные возможности улучшения качества хлеба и хлебопекарной продукции // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52, № 3. С. 501–514. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
13. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 4–6. EDN: NDAYVN
14. Фадеева И.Д., Тагиров М.Н., Тазизов И.Н. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Татарском НИИСХ // *Зерновое хозяйство*. 2018. № 2. С. 34–38. EDN: XMOIGT
15. Фоменко М.А., Грабовец А.И., Олейникова Т.А., Мельникова О.В. Итоги селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна в условиях усиления флуктуации климата // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 3. С. 59-63 EDN: XRTRFB
16. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Игонин В.Н. Характеристика фиолетовозерных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях центрального района Нечерноземной зоны России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 5 (389). С. 525–529. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_525

References

1. GOST 12042-80. Interstate Standard. *Seed of farm crops. Methods of determination of 1000 seed weight*. Moscow, Russia: Standartinform. 2011:4. (In Russ.)
2. Zhuchenko A.A. *Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)*. Moscow, Russia: Agrorus. 2004:1109. (In Russ.)
3. Kazartseva A.T. *Sedimentation index and its role in grain quality assessment: guidelines*. Krasnodar, Russia. 2010:15. (In Russ.)
4. Lichko N.M. *Standardization and conformity assessment of agricultural products: a textbook*. Moscow, Russia: DeLi Plus. 2013:512. (In Russ.)
5. Martyanova A.I., Pishchugina E.P., Tsarkova N.M. Systems of new instruments and equipment for objective quality assessment and technological characteristics of commercial grain and grain products. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002;4:24-26. (In Russ.)
6. Maslova G.Ya., Kitlyarova N.I., Toibova A.A. Fractional composition of protein complex in winter wheat varieties from competitive variety testing. *Innovation Science*. 2016;3:56-58. (In Russ.)
7. Meleshkina E.P. Methods for determining quality and quantity of gluten in wheat grain and flour. *Production Quality Control*. 2016;11:26-28. (In Russ.)
8. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Iss. 2: Cereals, groats, legumes, corn, and forage crops: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1989:194. (In Russ.)
9. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Iss. 1: General Part: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1985:270. (In Russ.)

10. Fedin M.A. (Ed.) *Methods of state variety testing of agricultural crops. Technological evaluation of cereals, groats, and legumes: guidelines*. Moscow, USSR: Selkhozizdat, 1988:121. (In Russ.)
11. Netsvetaev V.P., Kopus M.M., Ryzhkova T.A. Variants of gliadin and number of disulfide bond in wheat protein complexes. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*. 2014;1:96-106. (In Russ.)
12. Khlestkina E.K., Zhuravleva E.V., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I. et al. Modern opportunities for improving quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential-by-environment interactions (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(3):501-514. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
13. Sanduhadze B.I. Winter wheat breeding is the most important factor for increase in productivity and quality. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*. 2010;11:4-6. (In Russ.)
14. Fadeeva I.D. Tagirov M.N., Tazizov I.N. The results of winter wheat breeding on grain quality in the Tatar RIA. *Grain Economy of Russia*. 2018;2:34-38 (In Russ.)
15. Fomenko M.A., Grabovets A.I., Oleinikova T.A., Melnikova O.V. The results of winter wheat selection for grain quality under the conditions of persistent climate fluctuation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;3:59-63. (In Russ.)
16. Rubec V.S., Voronchihina I.N., Igonin V.N., Sidorenko V.S. et al. Characteristics of violet-green variety of spring soft wheat in the conditions of the Central region of the Non-chernozem zone of Russia. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal*. 2022;5:525-529. (In Russ.) https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_525

Сведения об авторах

Денис Владимирович Нагайцев, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: rainbowdash1818@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-2236-2034>

Екатерина Константиновна Барнашова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: k.barnashova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>

Information about the authors

Denis V. Nagaytsev, postgraduate student at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail rainbowdash1818@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0004-2236-2034>

Ekaterina K. Barnashova, CSc (Ag), Associate Professor at the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: +7 (499) 976-4171; e-mail: k.barnashova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0384-9571>