

На правах рукописи



Иванисова Анна Сергеевна

**ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ
ПШЕНИЦЫ И ВЫДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ
ПРИЗНАКОВ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
(сельскохозяйственные науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Зерноград – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении
«Аграрный научный центр «Донской»
(ФГБНУ «АНЦ «Донской»)

Научный руководитель: **Марченко Дмитрий Михайлович**, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «АНЦ «Донской», заместитель директора по научной работе

Официальные оппоненты: **Шевченко Сергей Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», директор

Радченко Людмила Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», заместитель директора по научной работе

Ведущая организация: Федеральное Государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»

Защита состоится «20» декабря 2024 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.199.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52. E-mail: dissovet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «НБС-ННЦ» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; адрес сайта <http://obr.nbgnsr.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2024 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Зыкова Вера Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Большое народно-хозяйственное значение имеет производство высококачественного зерна твердых пшениц. Возросшие потребности населения в высших сортах макаронных изделий, а также высокий уровень механизации и автоматизации современного макаронного производства требуют обеспечения промышленности стабильным высококачественным сырьем.

Одним из важных факторов интенсификации сельскохозяйственного производства является постепенное совершенствование существующих и создание новых сортов на основе разработки эффективных методов селекции и правильного использования богатого исходного материала. По мере развития селекционной науки перед ней встают все более сложные задачи, так как каждый новый сорт должен превосходить районированные по комплексу хозяйственно-ценных признаков и прежде всего по семенной продуктивности. Этот признак и в настоящее время служит главным критерием эффективности любой селекционной программы.

Исходный материал имеет особое значение, когда в основе сельскохозяйственного производства лежит ее высокая интенсификация, а селекция является синтетической и нуждается в новом исходном материале.

В связи с этим, особенно актуальны исследования по детальному изучению и выявлению эффективных источников хозяйственно-биологических признаков и свойств озимой твердой пшеницы.

Степень разработанности темы. Изучением и выделением источников хозяйственно-ценных признаков и свойств озимой твердой пшеницы, а также применением их в селекционной работе посвящены исследования Абдуллаева К.К. (1990), Калининко И.Г. (1995), Мудровой А.А. (2000), Беспаловой Л.А. (2001), Лавровой Г.П. (2003), Иличкиной Н.П. (2005), Самофаловой Н.Е. (2014). Однако, анализ результатов проведенных исследований ученых показывает, что в условиях Ростовской области комплексного и детального изучения коллекционного материала озимой твердой пшеницы не проводилось. Исходя из, этого было выбрано направление нашей научной работы. Мы акцентировали внимание на выявлении источников основных хозяйственно-ценных признаков и свойств образцов озимой твердой пшеницы и установлении взаимосвязи между ними с целью дальнейшего вовлечения в селекционный процесс.

Цель исследований:

На основе изучения коллекционных образцов озимой твердой пшеницы выделить источники хозяйственно-ценных признаков и свойств для создания новых сортов с высоким качеством зерна и макарон.

Задачи исследований:

– изучить коллекционный материал озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам;

– выделить источники продуктивности, морозостойкости, качества зерна и макарон, устойчивости к основным листовым болезням для использования в селекционном процессе озимой твердой пшеницы;

– провести биометрический и корреляционный анализ образцов озимой твердой пшеницы и выявить взаимосвязи урожайности с другими признаками;

– оценить коллекционные образцы озимой твердой пшеницы по селекционным индексам;

– дать оценку экономической эффективности возделывания новых сортов озимой твердой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях южной зоны Ростовской области проведена комплексная оценка 159 коллекционных образцов озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Выделены источники продуктивности (10 образцов), морозостойкости (12 образцов), засухоустойчивости (7 образцов), раннеспелости (7 образцов), короткостебельности и устойчивости к полеганию (27 образцов), болезням (10 образцов), качества зерна и макарон (8 образцов), позволяющие повысить эффективность создания новых сортов. В результате гибридизации (24 комбинации скрещиваний) создан новый селекционный материал озимой твердой пшеницы. Установлены достоверные взаимосвязи между урожайностью и адаптивными признаками и свойствами, элементами структуры урожая, качественными показателями. Оценено влияние селекционных индексов на продуктивность образцов озимой твердой пшеницы.

Теоретическая и практическая значимость работы. По основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам изучены образцы озимой твердой пшеницы, выделены источники, для создания новых высокопродуктивных сортов. Определены корреляционные связи между урожайностью и другими изученными признаками и свойствами. С участием диссертанта создано четыре сорта озимой твердой пшеницы.

Методология и методы исследований. Методология проведенных исследований заключалась в анализе научных публикаций, книг, монографий и других материалов. Исследования проведены с использованием полевых и лабораторных методов. Закладка опытов, биометрический анализ, все учеты и наблюдения осуществляли по общепринятым методикам и программам. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica_10.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Выделенные коллекционные образцы озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения ценных селекционных признаков: (10 образцов), морозостойкости (12 образцов), засухоустойчивости (7 образцов), раннеспелости (7 образцов), короткостебельности и устойчивости к полеганию (27 образцов), болезням (10 образцов), качества зерна и макарон (8 образцов).

2. Продуктивность коллекционных образцов озимой твердой пшеницы складывается за счет массы зерна с колоса и массы 1000 зерен.

3. Возделывание новых сортов озимой твердой пшеницы Хризолит, Придонье, Графит, Каротинка эффективно и рентабельно (149,6-180,9 %).

Степень достоверности результатов исследований. Результаты работы и выводы обосновываются большим объемом научной продукции. Проведенные исследования достоверны, научно обоснованы, подтверждаются комплексным подходом, обработкой полученных данных методами биометрической статистики и положительными результатами апробации.

Личный вклад автора. Автор самостоятельно участвовал в сборе научной информации, привлечении исходного материала, разработке методов исследований, выполнении полевых и лабораторных опытов, анализе полученных результатов, публикации их в научных трудах, подготовке диссертационной работы и автореферата, определил однозначные выводы и предложения.

Апробация работы и публикация результатов.

Основные положения диссертационной работы докладывались на конференциях: Международной научно-практической конференции «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания с.-х. культур и переработки продукции растениеводства» (п. Персиановский, 2019 г.), Международной научно-практической конференции «Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса» (п. Персиановский, 2021 г.), Всероссийской (национальной) научно-

практической конференции «Инновационные технологии производства и переработки с/х продукции (г. Зеленоград, 2021 г.), Международной научной конференции «Биоразнообразие и биоресурсы степной зоны в условиях изменяющегося климата» (г. Ростов-на-Дону, 2022 г.), Международной научно-практической конференции «Перспективы возделывания зерновых, бобовых, масличных и кормовых культур с высокой устойчивостью к глобальным климатическим изменениям, урожайностью и качеством зерна» (Узбекистан, 2022 г.). Конференции «Твёрдая пшеница: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки». Приуроченная к основному мероприятию «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии», (г. Москва, 2023 г.), Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной Дню Российской науки «Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы» (г. Благовещенск, 2024 г.), Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС «Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении» (г. Краснодар, 2024 г.), Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий» (г. Луганск, 2024 г.), Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса «ИнтерАгро 2024» (г. Ростов-на-Дону, 2024 г.)

По теме диссертационной работы опубликовано 10 печатных работ, из них 6 статей рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, в том числе 2 в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus), патент на сорт озимой твердой пшеницы Хризолит. Переданы на Государственное сортоиспытание сорта озимой твердой пшеницы: Хризолит, Придонье, Графит, Каротинка.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и предложений для селекции и производства, списка литературы из 199 наименований, в том числе 31 иностранных. Работа изложена на 173 страницах компьютерного текста, включает 23 таблицы, 33 рисунка и 5 приложений.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за ценные советы и всестороннюю помощь в выполнении диссертационной работы научному руководителю, кандидату сельскохозяйственных наук Дмитрию Михайловичу Марченко, а также коллегам и членам семьи за помощь и поддержку.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1 Морфология, биологические особенности, задачи, методы и история селекционной работы, основные признаки качества зерна и макарон озимой твердой пшеницы, значение исходного материала в селекции

В данной главе рассмотрены морфология, биологические особенности и история селекционной работы озимой твердой пшеницы. Описаны задачи и методы селекции, а также основные признаки качества зерна и макарон данной культуры. Показано значение исходного материала в селекционной работе.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2019-2021 годах на опытном участке лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы «Аграрного научного центра «Донской».

Объектом исследования послужили образцы озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения из ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, турецкой коллекции (СИММУТ), сорта и селекционные линии ФГБНУ «АНЦ «Донской» и других российских и зарубежных оригинаторов. Количество сортообразцов – 159. Стандартом служил сорт озимой твердой пшеницы Кристелла.

Полевые опыты закладывались по предшественнику сидеральный пар в трехпольном севообороте.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты, оценку степени полегания, оценку перезимовки и структурный анализ продуктивности образцов проводили согласно методике Государственного сортоиспытания, полевого опыта Б.А. Доспехова и Международного классификатора СЭВ.

Посев озимой твердой пшеницы проводили сеялкой «Деметра» обычным рядовым способом на глубину заделки семян 4-6 см с нормой высева 450 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 5 м², повторность – трехкратная. Размещение – систематическое.

Оценку, анализ по изучению хозяйственно-биологических признаков и свойств проводили в полевых и лабораторных условиях.

Погодные условия в годы исследований сложились разнообразно и позволили достаточно полно оценить коллекционные образцы озимой твердой пшеницы по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Математическую обработку данных исследований проводили по Б.А. Доспехову (2014) и В.А. Дзюба (2007) с помощью пакета программ Microsoft Office 2010, Agstat. Дисперсионный и корреляционный анализ проводили с помощью программы Statistica 10.

ГЛАВА 3 ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Коллекционный питомник озимой твердой пшеницы представлен четырнадцатью странами мира. Основное количество изучаемых генотипов было из России – 55,9 %, Мексики – 12,8 %, Украины – 10,0 %, Молдовы – 6,2 %, Турции – 3,8 %, Румынии – 3,1 % и Беларуси – 2,1 %. На остальные страны приходилось менее 2 % (рисунок 1).

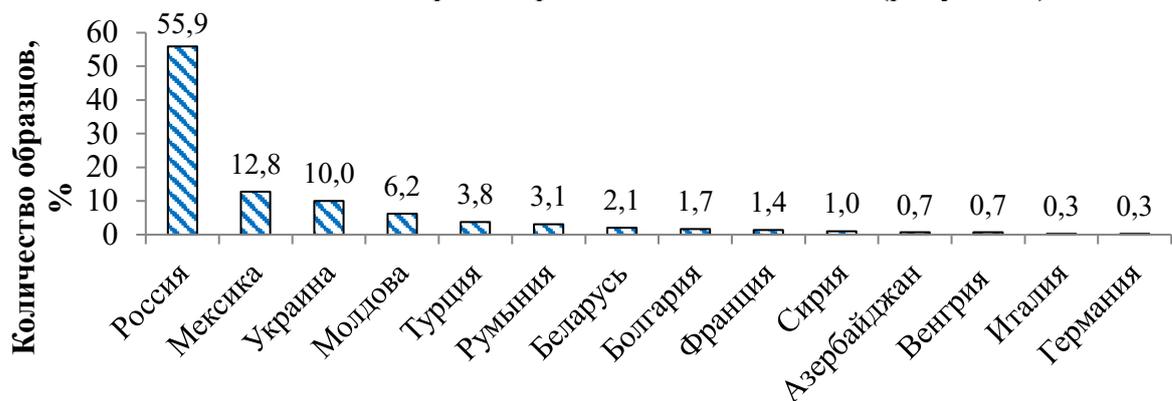


Рисунок 1 – Происхождение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы, 2019–2021 гг.

3.1 Вегетационный период

В наших исследованиях коллекционные образцы озимой твердой пшеницы колосились с 18 по 28 мая. Стандартный сорт Кристелла выколосился 21 мая.

Раннеспелая группа была представлена 7 образцами, колошение которых наступало 18-19 мая. Основная масса образцов (95 шт.) озимой твердой пшеницы были представлены

среднеранней группой спелости, колошение которых приходилось на 20-22 мая. К среднеспелой группе относилось 50 образцов (23-25 мая), к среднепоздней – 7 образцов (26-28 мая) (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по дате колошения, 2019-2021 гг.

Дата колошения	Группа спелости	Количество образцов, шт.	Количество образцов, %
18-19 V	раннеспелая	7	4,4
20-22 V	среднеранняя	95	59,8
23-25 V	среднеспелая	50	31,4
26-28 V	среднепоздняя	7	4,4

Проанализировав признак урожайности с периодом колошения, можно отметить, что наибольшую урожайность за годы изучения формировали образцы раннеспелой и среднеранней группы спелости, с периодом колошения от 18 до 22 мая (рисунок 2).

Более позднеспелые коллекционные образцы озимой твердой пшеницы уступили раннеспелой и среднеранней группе от 54,4 до 174,5 г/м².

По результату корреляционного анализа между датой колошения и урожайностью выявлена средняя отрицательная связь ($r=-0,48\pm 0,04$; $p < 0,01$).

Представляют интерес образцы озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», выколосившиеся 18-19 мая: 588/15, 690/17, 803/16, 1155/09, 716/09, 495/10, 483/17 (Россия). Они рекомендуются для использования в качестве источников раннеспелости.

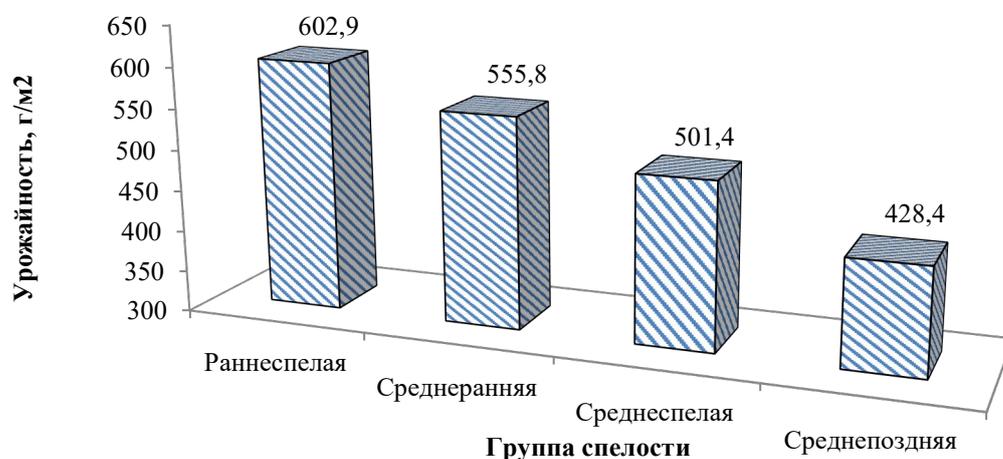


Рисунок 2 – Урожайность коллекционных образцов озимой твердой пшеницы различных групп спелости, 2019-2021 гг.

3.2 Высота растений и устойчивость к полеганию

Высота растений в опыте варьировала от 71,9 см (АКВАСАК 073/144, Турция) до 120,9 см (К-61924, Молдова), у стандартного сорта Кристелла – 84,4 см.

По данному признаку образцы коллекционного питомника распределились следующим образом: средненизкие – 27 шт., среднерослые – 125 шт., средневысокие – 5 шт., высокорослые – 2 шт. (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по признаку высота растения, 2019 – 2021 гг.

Группа	Высота растений, см	Количество образцов, шт.	Доля образцов, %
Средненизкие	71-80	27	17,0
Среднерослые	81-95	125	78,6
Средневысокие	96-110	5	3,1
Высокорослые	111-125	2	1,3

За период исследований минимальная высота растений наблюдалась у следующих образцов: АКБАСАК 073/144 (Турция) – 71,9 см, 1562/15 (Россия) – 72,5 см, ВUL-T.DURUM-7 (Беларусь) – 74,4 см, 1028/16 (Россия) – 74,5 см, С1252 (Турция) – 75,1 см, ВUL-T,DURUM-9 (Беларусь) – 76,1 см, 1096/09 – 76,4 см, 996/15 – 77,1 см (Россия) и др., которые представляют интерес для селекционной работы в качестве источников короткостебельности.

В среднем за годы исследований устойчивость к полеганию у коллекционных образцов озимой твердой пшеницы варьировала от 2,0 (1054/15, Кремона (Россия); Winter Gold (Германия); К-61869 (Молдова) и др.) до 5,0 баллов (Посейдон (Украина); Леукурум 21, Багряница (Россия); SARI BUGDAY 2 (Турция); BERK//68,111/WARD/CELTA (Мексика) и др., у стандартного сорта Кристелла – 4,8 баллов.

Высокая устойчивость к полеганию (5,0 баллов) в годы исследований была отмечена у следующих образцов: 1006/15, 448/17, 535/17, 663/17, Багряница, Леукурум 21 (Россия); BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика); YILMAZ, EMINBEY (Турция); Посейдон (Украина) и др. Высота растений выделившихся генотипов составила от 71,9 см до 90,5 см.

Эти образцы рекомендуются для использования в селекционных программах.

3.3 Устойчивость образцов озимой твердой пшеницы к абиотическим и биотическим факторам среды

3.3.1 Морозозимостойкость

Проблема выведения новых высокоурожайных сортов озимой твердой пшеницы, наиболее адаптивных к условиям Северного Кавказа, не потеряла своей актуальности. В нашей зоне главным отрицательным фактором зимовки растений является низкая температура и ее резкая смена оттепелями, особенно при малоснежных зимах, возврат морозов ранней весной.

Оценка перезимовки в опыте варьировала от 2,5 баллов до 5,0 баллов, у стандартного сорта Кристелла – 5 баллов. 76,7 % образцов в коллекционном питомнике имели максимальное значение по данному признаку.

В наших исследованиях морозостойкость оценивалась путем промораживания растений в холодильных установках КНТ-1, при температуре минус 17 °С с экспозицией 20 часов.

Сохранность растений в опыте варьировала от 0 до 90,9 %.

Анализ полученных данных показал, что высокой морозостойкостью в опыте обладали 12 образцов, представленных в таблице 3.

Сохранность лучших образцов варьировала от 71,5 % до 90,9 %, превышение над стандартным сортом Кристелла получено в пределах 10,1-51,6 %.

Таблица 3 – Морозостойкость лучших образцов озимой твердой пшеницы в коллекционном питомнике, 2020-2021 гг.

Образцы	Происхождение	Количество сохранившихся растений, %	
		образец	+ к стандарту
1015/16	Россия	71,5	32,2
BERK//68.111/WARD/CELTA	Мексика	72,3	13,6
BETADUR	Венгрия	72,8	12,0
К-61924	Молдова	73,8	18,1
К-55447	Молдова	74,0	19,8
408/13	Россия	75,9	10,9
Алена	Россия	75,9	15,2
488/11	Россия	76,3	10,9
К-62665 DF -15-184	Румыния	77,4	10,1
Макар	Украина	77,4	16,9
1148/12	Россия	85,3	20,3
1006/15	Россия	90,9	51,6
НСР ₀₅	-	9,9	-

Были выявлены достоверные средние положительные связи морозостойкости с зимостойкостью ($r=0,37\pm 0,03$; $p < 0,01$) и устойчивостью к полеганию ($r=0,34\pm 0,03$; $p < 0,01$), средняя отрицательная с датой колошения ($r=-0,36\pm 0,03$; $p < 0,01$).

3.3.2 Засухоустойчивость

Засуха в нашем регионе довольно частое явление. В некоторые годы она охватывает всю Ростовскую область, приводя к резкому снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Засухоустойчивость озимой твердой пшеницы в годы исследований определялась методом проращивания семян в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. Высокий процент проросших семян свидетельствует о способности образца прорасти в почве при малых запасах влаги. Так, в опыте процент проросших семян находился в пределах от 11,4 % до 85,4 %.

Максимальный показатель данного признака получен у следующих образцов: 1155/09, 469/09, Леукурум 459, 402/17, 717/14, 448/17, 1107/09 (Россия) (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по засухоустойчивости, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Засухоустойчивость, %	Морозостойкость, %	Зимостойкость, балл
Кристалла, стандарт	Россия	29,8	52,2	5,0
1155/09	Россия	71,1	32,1	5,0
469/09	Россия	71,4	44,9	5,0
Леукурум 459	Россия	72,1	24,9	5,0
402/17	Россия	73,5	42,3	5,0
717/14	Россия	76,7	36,5	5,0
448/17	Россия	77,3	71,0	5,0
1107/09	Россия	85,4	59,7	5,0
НСР ₀₅	-	14,6	9,9	0,5

Из представленных в таблице образцов, наибольший интерес представляют 1107/09 и 448/17, сочетающие высокую засухоустойчивость и морозозимостойкость.

3.3.3 Устойчивость образцов озимой твердой пшеницы к основным листовым болезням

Посевы озимой твердой пшеницы часто подвергаются поражению болезнями. Ввиду этого урожай ее значительно снижается.

За изучаемый период нами было выделено 10 коллекционных образцов с групповой устойчивостью к основным листовым болезням (септориоз, желтой пятнистости, мучнистая роса), представленных странами России, Мексики, Франции (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика образцов озимой твердой пшеницы устойчивых к основным листовым болезням, 2019-2021 гг.

Образцы	Происхождение	Поражение (естественный фон)		
		мучнистой росой, балл	септориозом, %	желтой пятнистостью, %
Кристалла, стандарт	Россия	1,5-2,0	15-20	5-10
1148/12	Россия	0-1	10-15	5-10
1015/16	Россия	следы	10-15	10-15
1006/15	Россия	01	5-10	0-5
323/17	Россия	1	10-15	10-15
955/17	Россия	0-1	10-15	0-5
Кремона	Россия	1	10-15	5-10
Крупинка	Россия	0-1	10-15	10-15
SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2	Мексика	01	10-15	следы
P 1290493//HUI//AV79	Мексика	следы	5-10	10-15
Rodur	Франция	1	10-15	0-5

Выделенные генотипы рекомендуются использовать в селекционных программах в качестве источников устойчивости к листовым болезням.

3.4 Урожайность зерна образцов озимой твердой пшеницы

За годы исследований урожайность коллекционных образцов варьировала от 258,8 г/м² у образца OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI (Мексика) до 778,1 г/м² у BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика). Урожайность стандартного сорта Кристалла составила 567,3 г/м² (рисунок 3).

Основная масса образцов (77,4 %) сформировали урожайность (448,7-685,9 г/м²) на уровне стандарта (НСР₀₅=±118,6 г/м²). Достоверное превышение по данному признаку было получено у 6,3 % образцов. Характеристики выделившихся по урожайности образцов представлены в таблице 6.

Высокая урожайность за 3 года получена у образцов озимой твердой пшеницы, представленных Россией и одним генотипом из Мексики. В сравнении со стандартом у данных образцов прослеживается высокая продуктивность во все годы исследований. Прибавка по урожайности за период 2019-2021 гг. составила от 122,1 г/м² до 210,8 г/м². Данные генотипы рекомендуются для использования в селекционных программах на продуктивность.

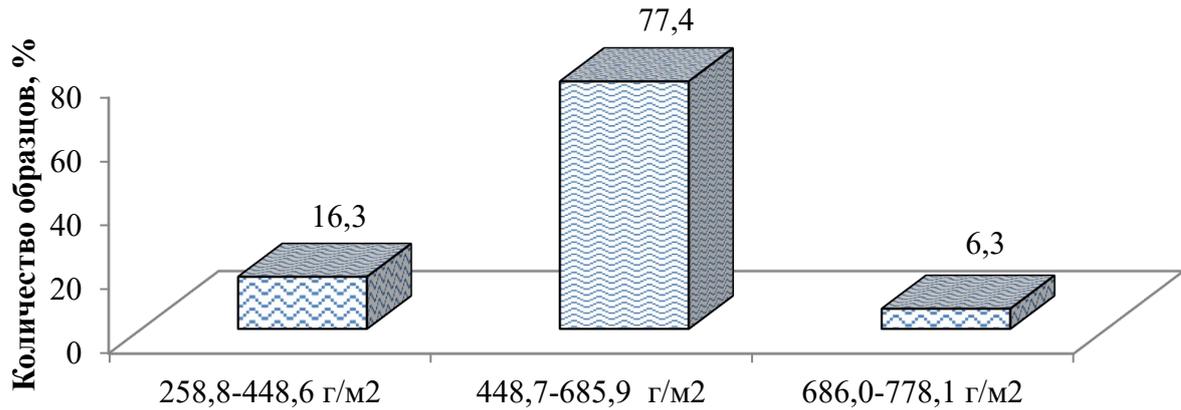


Рисунок 3 – Распределение образцов озимой твердой пшеницы по урожайности в коллекционном питомнике, 2019-2021 гг.

Таблица 6 – Коллекционные образцы озимой твердой пшеницы, выделившиеся по продуктивности, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Урожайность, г/м ²				
		2019 г	2020 г	2021 г	среднее	+ к st
Кристелла, стандарт	Россия	410,0	625,0	667,0	567,3	-
1075/17	Россия	484,0	811,2	773,0	689,4	122,1
483/17	Россия	488,0	802,2	780,0	690,1	122,7
535/17	Россия	482,0	760,2	842,0	694,6	127,3
803/16	Россия	506,0	800,7	778,0	694,9	127,6
717/14	Россия	432,0	826,9	865,0	707,8	140,5
663/17	Россия	492,0	877,1	773,0	714,0	146,7
627/14	Россия	468,0	886,2	805,0	719,8	152,5
448/17	Россия	532,0	748,9	883,0	721,4	154,1
Крупинка	Россия	564,0	907,9	781,0	751,0	183,7
BERK//68.111/WA RD/CELTA	Мексика	536,0	907,7	891,0	778,1	210,8
НСР ₀₅	-	66,8	181,2	107,8	118,6	-

За изучаемый период по результатам корреляционного анализа в средней положительной степени урожайность озимой твердой пшеницы была сопряжена со следующими адаптивными признаками и свойствами: устойчивость к полеганию ($r=0,42\pm 0,04$; $p < 0,01$), оценка перезимовки ($r=0,50\pm 0,04$; $p < 0,01$), морозостойкость ($r=0,33\pm 0,02$; $p < 0,01$), засухоустойчивость ($r=0,30\pm 0,02$; $p < 0,01$). Данные взаимосвязи свидетельствуют о том, что для дальнейшего роста продуктивности новых сортов озимой твердой пшеницы селекция на адаптивность имеет первостепенное значение.

3.5 Элементы структуры урожая образцов озимой твердой пшеницы

При формировании высокопродуктивных растений озимой пшеницы важно обеспечить оптимальные значения основных элементов структуры урожая: количество продуктивных стеблей на единице площади, продуктивную кустистость, длину колоса, количество зерен в колосе, массу зерна с одного колоса и массу 1000 зерен.

В среднем за изучаемый период густота продуктивного стеблестоя находилась в пределах от 280 шт./м² у образца 149/10 (Россия) до 765 шт./м² у образца BUL-T.DURUM-3 (Беларусь). Показатель данного признака у стандартного сорта Кристелла составил 537 шт./м². Максимальное количество продуктивных стеблей (более 600 шт./м²) отмечено у образцов Лагуна (Украина), Гордеиформе 6, Дончанка, Багряница, Кристелла, 690/17 (Россия), Poldis, Condur, Elidur (Франция), C1252, САКМАК (Турция), BUL-T.DURUM-3 (Беларусь), DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA-15 (Мексика).

За годы изучения по признаку продуктивная кустистость у образцов озимой твердой пшеницы она варьировала от 1,4 шт. (1015/16, Россия) до 4,1 шт. на растение (DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15, Мексика), у стандартного сорта Кристелла – 2,9 шт. По данному признаку изучаемые образцы были разделены на четыре группы: очень слабая (1,1-1,5) – 2 шт., слабая (1,6-2,5) – 107 шт., средняя (2,6-3,5) – 48 шт., сильная (3,6-4,5) – 2 шт. Высокая продуктивная кустистость отмечена у образцов К-5446 DF 60171 (Румыния) – 3,7 шт., DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA-15 (Мексика) – 4,1 шт.

Длина колоса у образцов озимой твердой пшеницы находилась в пределах от 5,8 см у образца 588/15 (Россия) до 8,7 см у образца 1015/16 (Россия). У стандартного сорта Кристелла она составила 6,2 см. По длине колоса достоверно превысили стандарт ($НСП_{05}=\pm 0,5$ см) 116 образцов: DF 900.83, BERK//68.111/WARD/CELTA, OSU-3920053/RISSA, DF 28.82.84/DAB-18 (Мексика), 1006/15, 448/17, 1169/17, 1015/16 (Россия), Дельфин красноколосый (Украина) и др.

Количество колосков в колосе варьировало от 16,8 шт. у OSU 3910244/SHAG-26 (Мексика) до 25,9 шт. DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA (Мексика). Стандартный сорт Кристелла сформировал 19,3 шт. колосков в колосе. Достоверно ($НСП_{05}=\pm 1,4$ шт.) превысили стандарт по числу колосков в колосе 53 образца озимой твердой пшеницы: Харьковская 909 (Украина), 448/17, 1107/09, 1169/17, Дончанка (Россия), BERK//68,111/WARD/CELTA (Мексика), BUL-T.DURUM-8 (Беларусь), К-61924, К-51858 (Молдова) и др.

Количество зерен в колосе варьировало от 21,7 шт. у сорта Новинка 4 (Россия) до 51,3 шт. у линии 1015/16 (Россия). Стандартный сорт Кристелла сформировал 31,2 зерен в колосе. Высокое число зерен в колосе имеет важное значение в повышении продуктивности растений. Достоверное превышение над стандартом ($НСП_{05}=\pm 4,9$ шт.) получено у 50 образцов озимой твердой пшеницы: Дельфин белоколосый, Посейдон красноколосый (Украина), 884/04, 1028/16, 1075/17, 1015/16 (Россия), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, URA/YAZI-48, BERK//68.111/WARD/CELTA, NEODUR/HIMAN-9 (Мексика), BUL-T.DURUM-9 (Беларусь) и др.

Масса зерна с колоса находилась в пределах 0,8-2,1 г. У стандартного сорта Кристелла вес зерна с колоса составил 1,2 г. Достоверное превышение ($НСП_{05}=\pm 0,2$ г) над стандартом по данному признаку получено у 56 образцов. Наибольшей массой зерна с колоса характеризовались следующие образцы: 776/10, 1015/16, 1075/17 (Россия), NEODUR/HIMAN-9, BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика), Дельфин белоколосый (Украина) и др.

Масса 1000 зерен коллекционных образцов озимой твердой пшеницы в годы исследований находилась в пределах от 23,9 г до 49,0 г. У стандартного сорта Кристелла величина данного признака составила 40,3 г. Достоверно ($НСП_{05}=\pm 4,5$ г) по данному признаку превысили стандартный сорт Кристелла 9 образцов (45,8-49,0 г): 323/17, Леукурум 36, 1148/12, 776/10, 421/13 (Россия), BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика), SARI BUGDAY 2, ANKARA 98, KUNDURU 1149 (Турция).

В таблице 7 представлены элементы структуры коллекционных образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по продуктивности. Образец 483/17 сформировал урожайность выше стандартного сорта за счет большего количества продуктивных стеблей

на единицу площади; образцы 1075/17, 535/17, 803/16, 717/14, 663/17, 627/14, 448/17 (Россия) и BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика) за счет большей массы зерна с колоса. Сорт Крупинка оказался более урожайным как за счет продуктивного стеблестоя, так и за счет продуктивности колоса.

Коэффициенты корреляции между структурными элементами, определяющими урожай озимой твердой пшеницы, показали, что продуктивность колоса в основном определяется числом зерен ($r=0,78\pm 0,1$; $p < 0,01$) и в меньшей мере их крупностью ($r=0,63\pm 0,05$; $p < 0,01$). Во все годы исследований связь между массой зерна колоса и числом зерен в колосе была положительной и характеризовалась как значительная или сильная. Связь длины колоса с количеством колосков и зерен в нем характеризовалась, как средняя положительная ($r=0,30\pm 0,02$; $p < 0,01$).

Средняя отрицательная связь продуктивного стеблестоя была выявлена с такими элементами как: масса зерна с колоса ($r=-0,41\pm 0,04$; $p < 0,01$), число зерен в колосе ($r=-0,45\pm 0,04$; $p < 0,01$). С ростом количества продуктивных стеблей на единицу площади снижаются значения показателей продуктивности колоса.

Таблица 7 – Элементы структуры урожая образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по продуктивности, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Продуктивный стеблестой шт./м ²	Колос				Масса 1000 зерен, г
				длина, см	количество колосков в колосе, шт.	число зерен в колосе, шт.	масса зерна с колоса, г	
Кристалла, стандарт	Россия	567,3	537	6,2	19,3	31,2	1,2	40,3
1075/17	Россия	689,4	537	7,3	20,0	48,5	2,0	42,7
483/17	Россия	690,1	635	6,5	18,7	34,7	1,2	40,0
535/17	Россия	694,6	472	6,9	21,9	46,6	1,7	36,5
803/16	Россия	694,9	519	6,4	19,7	36,1	1,5	37,9
717/14	Россия	707,8	515	7,1	19,7	35,1	1,5	40,0
663/17	Россия	714,0	535	7,2	19,5	37,8	1,7	43,1
627/14	Россия	719,8	513	7,1	20,8	37,6	1,6	42,6
448/17	Россия	721,4	517	7,8	22,3	41,7	1,6	42,0
Крупинка	Россия	751,0	633	7,0	21,8	36,6	1,5	41,8
BERK//68.111/WARD/CELTA	Мексика	778,1	470	7,8	22,3	43,3	2,1	49,0
НСР ₀₅	-	118,6	95,2	0,5	1,4	4,9	0,2	4,5

Таким образом, данные сопряженности указывают, что продуктивность озимой твердой пшеницы зависит в основном от продуктивности колоса и массы 1000 зерен. Наивысший урожай может быть получен при оптимальном сочетании всех структурных элементов растения.

3.6. Оценка образцов озимой твердой пшеницы по селекционным индексам

В генетико-селекционной практике зерновых культур используются различные селекционные индексы: полтавский индекс, мексиканский индекс, индекс интенсивности, индекс продуктивности колоса, индекс линейной плотности колоса, канадский индекс, индекс микрораспределений и индекс потенциала колоса и др. Первые экспериментальные

работы провел Ю.А. Филипченко в 1923-1925 гг. с 14 количественными показателями и 11 селекционными индексами. Основная задача при использовании данных индексов, состоит в сведении к минимуму воздействия внешней среды, позволяющих дать оценку именно наследственных свойств генотипа.

При изучении коллекционных образцов озимой твердой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области нами была дана оценка пяти селекционным индексам, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по селекционным индексам, 2019-2021 гг.

Показатель	Среднее	Размах варьирования	Коэффициент вариации (V), %
Мексиканский индекс, г/см	0,015	0,008-0,038	25,3
Канадский индекс, г/см	4,902	3,156-6,895	14,1
Индекс линейной плотности колоса, шт./см	0,186	0,108-0,270	18,2
Индекс продуктивности растений, шт.*г/см	6,418	2,777-13,092	30,2
Полтавский индекс, г/см	0,034	0,019-0,061	20,7

Анализ коэффициента вариации селекционных индексов показал, что средней изменчивостью (10-20 %) обладали канадский индекс и индекс линейной плотности колоса (14,1 %; 18,2 %). Высокой изменчивостью признаков (20 % и более) характеризовались мексиканский индекс, индекс потенциала колоса, полтавский индекс (20,7-30,2 %).

При помощи корреляционного анализа были выявлены достоверные средние взаимосвязи урожайности с мексиканским индексом, с индексом продуктивности растений, с полтавским индексом ($r=0,30\pm 0,02$; $p < 0,01$). Наиболее существенная взаимосвязь была выявлена с индексом линейной плотности колоса ($r=0,42\pm 0,03$; $p < 0,01$) (таблица 9).

Таблица 9 – Взаимосвязь селекционных индексов и урожайности коллекционных образцов озимой твердой пшеницы, 2019-2021 гг.

Показатель	Урожайность, г/м ²	Мексиканский индекс	Канадский индекс	Индекс линейной плотности колоса	Индекс потенциала колоса	Полтавский индекс
Урожайность, г/м ²	-	0,30	0,18	0,42	0,30	0,30
Мексиканский индекс	0,30	-	0,58	0,74	0,75	0,84
Канадский индекс	0,18	0,58	-	0,77	0,89	0,67
Индекс линейной плотности колоса	0,42	0,74	0,77	-	0,92	0,86
Индекс потенциала колоса	0,30	0,75	0,89	0,92	-	0,88
Полтавский индекс	0,30	0,84	0,67	0,86	0,88	-

Множественный коэффициент корреляции между урожайностью и пятью селекционными индексами составил $R=0,50$. Это свидетельствует о том, что

продуктивность образцов озимой твердой пшеницы только на 25 % зависит от совокупности селекционных индексов.

Отсутствие сильных корреляционных взаимосвязей с результирующим признаком – урожайностью не позволяют применять изученные в работе селекционные индексы, как достоверные критерии оценки продуктивности образцов озимой твердой пшеницы. Однако селекционные индексы могут позволить более полно раскрыть свойства изучаемых генотипов.

3.7 Качественные показатели образцов озимой твердой пшеницы

Создание сортов озимой твердой пшеницы с положительным комплексом ценных признаков и свойств, в том числе с высоким содержанием белка в зерне – главная задача селекции.

Средний показатель содержания белка по годам был высоким и варьировал от 14,03 % у образца 645/11 (Россия) до 16,42 % у образца К-55447 (Молдова). У стандартного сорта Кристелла он составил 14,84 %. Высокое и стабильное по годам содержание белка (16,00-16,50 %) было отмечено у образцов: ZHEMENUG (Украина), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, NEODUR/HIMAN-9, DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15, P 1290493//HUI//AV79 (Мексика), 348/17 (Россия), DF 900.83 (Румыния), К-61924, К-55447 (Молдова) и др.

Содержание сырой клейковины у образцов озимой твердой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и метеорологических условий в изучаемый период варьировало от 24,5 % до 30,2 %. Высокое содержание клейковины за 2019-2021 гг. изучения сформировали следующие коллекционные образцы (28,0-30,2 %): Rodur (Франция), К-62665 DF-15-184 (Украина), DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA, DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15, DF 28.82.84/DAB-18, DF 28.82.84/DAB-18, OSU 3910244/SHAG-26 К-51858, К-61924 (Мексика), BUL-T.DURUM-5 (Беларусь) и др.

Стекловидность зерна изучаемых образцов озимой твердой пшеницы варьировало от 67 % у BUL-T.DURUM-5 (Беларусь) до 91 % у К-61869 (Молдова). У стандартного сорта Кристелла в среднем за три года она составила 77 %. Высокая стекловидность (85-91 %) в опыте отмечена у следующих образцов: 870/09, 1015/16, 348/17, 663/17, Новинка 4, Алена (Россия), С1252 (Турция), Winter Gold (Германия), OSU 3910244/SHAG-26 (Мексика), К-61869 (Молдова). Учеными отмечено, что из сортов твердой пшеницы обладающих большей стекловидностью зерна, получают макароны более высокого качества.

За 2019-2021 гг. натура зерна у коллекционных образцов озимой твердой пшеницы находилась в пределах 737,7-806,7 г/л. Показатель данного признака у стандартного сорта Кристелла составил 749,5 г/л. Высокой натурой в опыте (770,3-806,7 г/л) обладали следующие образцы: SARI BUGDAY 2 (Турция), 1140/17, 666/09, 803/16 (Россия), URA/YAZI-48, OSU 3910244/SHAG-26, OSU-3920053/RISSA, DF 28.82.84/DAB-18 (Мексика), К-61869 (Молдова) и др.

Показатель SDS-седиментации, как и физические свойства зерна изучаемых коллекционных образцов пшеницы, был подвержен влиянию погодных условий. Средний показатель по годам (2019-2021 гг.) варьировал от 30 мл (Леукурум 459, Россия) до 50 мл (588/15, Россия). Высокие значения данного признака (40 мл и более) отмечены у следующих коллекционных образцов: 408/13, 543/15, 588/15 (Россия), SARI BUGDAY 2, ANKARA 98, SAHINBEY (Турция), OSU 3910244/SHAG-26, NEODUR/HIMAN-9 (Мексика) и др.

За изучаемый период предел варьирования по числу падения составил от 335 сек. (Леванте, Италия) до 542 сек. (955/17, Россия). Показатель данного признака у стандартного сорта Кристелла составил 405 сек. По данному признаку выделились следующие образцы:

Е 90051/PLEGAD-2, CLICO/BIDI 17//CPP/3/BKM/4/LAPDY-25 (Мексика), К-59179 Гордеиформе, 588/15, 955/17 (Россия), К-51858 (Молдова) и др.

По комплексу качественных признаков в условиях Ростовской области выделился ряд образцов-источников озимой твердой пшеницы: DF 28.82.84/DAB-18 (Мексика), Winter Gold (Германия), SARI BUGDAY 2 (Турция), 1479/15, 1121/12, 935/1, 448/17, 543/15 (Россия). Характеристика их представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по качественным показателям, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Содержание в зерне, %		SDS-седиментация, мл	Стекловидность, %	Натура, г/л	Число падения, сек
		белка	клейковины				
Кристелла, стандарт	Россия	14,84	26,8	46	77	750	405
SARI BUGDAY 2	Турция	14,78	27,6	46	74	791	469
Winter Gold	Германия	14,91	27,0	40	89	766	380
1479/15	Россия	14,73	28,1	38	73	786	396
1121/12	Россия	14,92	27,4	39	88	791	488
DF 28.82.84/DAB-18	Мексика	16,22	30,0	44	86	802	474
935/17	Россия	14,25	27,2	36	72	775	395
448/17	Россия	14,16	25,7	37	87	784	451
543/15	Россия	14,63	26,2	49	85	783	395
НСР ₀₅	-	0,47	1,2	4	6	14	40

Выделившиеся по комплексу качественных признаков образцы озимой твердой пшеницы рекомендуется использовать в селекционных программах.

Также были выявлены достоверные связи между следующими изучаемыми признаками: натура зерна со стекловидностью ($r=0,40\pm 0,04$; $p < 0,01$) и с содержанием белка ($r=-0,31\pm 0,03$); стекловидность с устойчивостью к полеганию ($r=0,33\pm 0,03$; $p < 0,01$), содержание белка с содержанием клейковины ($r=0,60\pm 0,05$; $p < 0,01$).

3.8 Качественные показатели макарон образцов озимой твердой пшеницы

Зерно твердой пшеницы – незаменимое сырье для изготовления высококачественных макаронных изделий или собственно макарон.

По содержания каротиноидов в селекционной практике ведется непрерывный отбор и генотипы, у которых уровень ниже 400 мкг/% выбраковываются.

В наших исследованиях содержание каротиноидов коллекционных образцов озимой твердой пшеницы варьировало от 469 мкг/% у DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15 (Мексика) до 707 мкг/% у 543/15 (Россия). У стандартного сорта Кристелла показатель данного признака составил 586 мкг/%.

Высокими показателями (601 мкг/% и >) характеризовались следующие образцы озимой твердой пшеницы: 935/17, 448/17, 2501/08, 1087/12, 1479/15, 543/15, 996/15 (Россия), Winter Gold (Германия), OSU-3880001 (Мексика) и др.

Для полной характеристики качества образца озимой твердой пшеницы в «АНЦ «Донской» проводят анализы широкого набора показателей, одним из них является пробное

изготовление и оценка цвета сухих макарон. Данный признак определяется визуально по специальным эталонам, и выражаются в баллах (рисунок 4).



Рисунок 4 – Микромакаронны образцов озимой твердой пшеницы

В среднем за три года исследований цвет сухих макарон образцов озимой твердой пшеницы распределялся от 3 (светло-кремовый) до 5 (желтый) баллов.

Основная масса коллекционных образцов (52,8 %) имели хорошую оценку сухих макарон (4 балла). Необходимо выделить образцы 2418/07 (Россия), Winter Gold (Германия), SARI BUGDAY 2 (Турция), которые имели высокую и стабильную оценку данного признака (5 баллов).

В таблице 11 представлены качественные показатели макарон образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по урожайности. Генотипы обладали высоким содержанием каротиноидов (544 мкг/% и более). Особый интерес представляют высокопродуктивные образцы озимой твердой пшеницы с максимальной оценкой сухих макарон (4,5 баллов и более): 543/15, 955/17, 719/17, 627/14, 448/17, Крупинка. Они рекомендуются для включения в селекционные программы на продуктивность и качество макарон.

Таблица 11 – Качественные показатели макарон образцов озимой твердой пшеницы, выделившихся по урожайности, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Содержание каротиноидов, мкг/%	Оценка макарон, балл
Кристелла, стандарт	Россия	567,3	586	4,5
1075/17	Россия	689,4	534	4,0
483/17	Россия	690,1	589	3,5
535/17	Россия	694,6	620	4,3
803/16	Россия	694,9	576	3,0
717/14	Россия	707,8	615	4,0
663/17	Россия	714,0	544	4,0
627/14	Россия	719,8	572	4,8
448/17	Россия	721,4	625	4,5
Крупинка	Россия	751,0	552	4,5
BERK//68.111/WARD/CELTA	Мексика	778,1	557	3,5
НСП ₀₅	-	92,5	-	-

Исследуемые коллекционные образцы, которые показали хорошие результаты в контрастных условиях, как по отдельным признакам, так и по их комплексу, будут использоваться в скрещиваниях в качестве родительских форм для создания нового исходного материала.

ГЛАВА 4 ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ХРИЗОЛИТ, ПРИДОНЬЕ, КАРОТИНКА, ГРАФИТ

4.1 Внедрение результатов исследований

Для создания нового исходного материала озимой твердой пшеницы с использованием изучаемых генотипов были проведены скрещивания в 24 комбинациях и получено 2471 гибридных зерен (таблица 12).

Таблица 12 – Использование результатов исследований, 2019-2021 гг.

Образец	Происхождение	Комбинации, шт.	Количество гибридных зерен, шт.
CLICO/BIDI 17//CPP/3/BKM/4/LAPDY-25	Мексика	2	214
BERK//68.111/WARD/CELTA		2	297
OSU-3880015//EMU/RISSA		1	157
OSU-3920053/RISSA		1	174
P 1290493//HUI//AV79		1	119
CDWS 93 WM 22		1	161
KIZILTAN	Турция	2	154
KUNDURU 1149		2	153
SARI BUGDAY 2	Турция	2	276
BETADUR	Венгрия	1	146
K-62665 DF -15-184	Румыния	1	110
K-60380 DF 623-80/82		1	93
Elidur	Франция	1	32
Пассат		1	66
Леванте	Италия	1	45
BUL-T.DURUM-2	Беларусь	1	58
BUL-T.DURUM-8		1	152
Дончанка	Россия	1	64
Итого:	-	24	2471

В процессе проведенных исследований в лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы с участием выделенных образцов создан исходный материал, который проходит всестороннее изучение на начальных этапах селекционного процесса.

В период выполнения диссертационной работы с участием автора были созданы и переданы на Государственное сортоиспытание 4 новых сорта озимой твердой пшеницы Хризолит, Придонье, Каротинка и Графит, характеристика которых представлена в разделе 4.2.

4.2 Характеристика сортов озимой твердой пшеницы

Сорт Хризолит

№ патента: 13554 от 25 апреля 2024 г.

Сорт создан методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с привлечением в скрещивания сортов Тейя («АНЦ «Донской») и Соло (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Разновидность – леукурум. Колос призматический, короткий (6,1 см), неопушенный, плотный. Зерно крупное (масса 1000 зерен – 39,6-51,4 г), стекловидное, янтарно-светлое, удлинённой формы. Сорт среднеспелый, короткостебельный (70,3-87,0 см), устойчив к полеганию. Формула глиаина 135Т11.

Основными достоинствами сорта является высокая морозостойкость, засухоустойчивость, продуктивность колоса. Все это обеспечивает сорту высокую урожайность (средняя урожайность за 2018-2020 гг. – 9,58 т/га, у стандарта – 8,55 т/га, максимальная – 14,04 т/га) (таблица 13).

Таблица 13 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта озимой твердой пшеницы Хризолит, 2018-2020 гг.

Признак, свойства	Единица измерения	Сорт	
		Хризолит	Кристалла, стандарт
Урожайность	т/га	9,58	8,55
Продуктивный колосостой	шт./м ²	652	648
Количество зерен в колосе	шт.	38,4	30,6
Масса зерна с 1 колоса	г	1,48	1,24
Устойчивость к полеганию	балл	4,9	3,9
Морозостойкость при промораживании в КНТ-1 при – 17-18 °С	%	95,4	96,9
Засухоустойчивость	балл	4,5	4,0
Каротиноиды	мкг/%	631	585
Цвет макарон	балл	4,7	3,8

По качеству зерна сорт соответствует требованиям ГОСТ на твердую пшеницу (стекловидность – 89 %, натура – 785 г/л, содержание белка в зерне – 14,49 %, клейковины – 28,5 %).

Сорт Придонье

№ заявки: 7853064 от 15 октября 2021 г.

Сорт выведен методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с использованием двух селекционных линий селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» 2257/07 (материнская форма) и 2427/07 (отцовская форма). Индивидуальные отборы элитного растения проведены трехкратно в F₃, F₅, F₆.

Разновидность – валенсия. Колос призматический, средний (6,9-7,0 см), среднеплотный. Зерно средне-крупное (масса 1000 зерен 36,4-47,6 г), стекловидное (99 %), янтарно-светлое, удлиненное, с опушенным хохолком. Сорт среднеспелый, короткостебельный (82,0-87,2 см), устойчив к полеганию (4,5-5,0 баллов). Формула глиаина 4132.

Придонье – это высокопродуктивный, интенсивный сорт. Средняя урожайность за годы стационарных сортоиспытаний (2019-2021 гг.) в посевах по сидеральному пару составила 8,04 т/га, прибавка к стандарту 1,26 т/га (таблица 14).

Качество зерна по многим его признакам высокое и соответствует требованиям ГОСТа. Стекловидность 80-90 %, натура 795 г/л, содержание белка в зерне – 14,08-15,62 %,

клейковины второй группы качества 25,5-30,5 %, число падения 385-455 сек, содержание каротиноидов – 658-847 мкг/%. Реологические свойства крупки хорошие (валориметрическая оценка – 57,5 е.в., разжижение – 46 е.ф., общая оценка фаринограммы – 8 баллов, SDS-седиментация 39,6 мл.). Сорт предназначен для макаронно-крупяного использования.

Таблица 14 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта озимой твердой пшеницы Придонье, 2019-2021 гг.

Признак, свойства	Единица измерения	Сорта	
		Придонье	Кристалла, стандарт
Урожайность	т/га	8,04	6,78
Масса 1000 зерен	г	42,4	44,5
Натура зерна	г/л	795	770
Стекловидность	%	89	90
Каротиноиды	мкг/%	756	635
Валориметрическая оценка	е.в.	57,5	58
Разжижение теста	е.ф.	46	47,5
Общая оценка фаринограммы	балл	8	7,5
Цвет макарон	балл	4,7	4,0
Устойчивость к полеганию	балл	4,8	3,8

Сорт Графит

№ заявки: 7754686 от 19 сентября 2022 г.

Сорт выведен методом внутривидовой гибридизации с использованием селекционной линии 2257/07 «АНЦ «Донской» (Россия) и сорта Посейдон (Украина).

Разновидность – валенсия. Колос пирамидальный, короткий, опушенный, среднеплотный. Зерно крупное (масса 1000 зерен – 39,4-41,3 г), стекловидное, янтарно-светлое, удлинённой формы, хохолок опушенный. Сорт среднеспелый, короткостебельный (89,3-93,0 см), устойчив к полеганию. Формула глина 5131.

Основным достоинством сорта является высокое и стабильное превышение урожайности в разных стрессовых условиях выращивания в сочетании с хорошим качеством зерна и макарон. Средняя урожайность за годы конкурсных испытаний (2020-2022 гг.) в посевах по сидеральному пару составила 9,87 т/га (таблица 15).

Таблица 15 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта озимой твердой пшеницы Графит, 2020-2022 гг.

Признак, свойства	Единица измерения	Сорт	
		Графит	Кристалла, стандарт
Урожайность	т/га	9,87	8,39
Продуктивный колосостой	шт./м ²	590,0	547,0
Количество зерен в колосе	шт.	45,8	40,6
Масса зерна с 1 колоса	г	1,76	1,64
Устойчивость к полеганию	балл	4,5	3,7
Масса 1000 зерен	г	39,4	39,7
Натура зерна	г/л	791	779
Стекловидность	%	94	89
Каротиноиды	мкг/%	797	661
Цвет макарон	балл	5	3,5

Качество зерна соответствует требованиям ГОСТа на твердую пшеницу. Стекловидность – 94 %, натура 791 г/л, число падения – 438 сек., белка в зерне – 14,21 %, клейковины второй группы качества – 26,9 %. Макаронно-крупяные качества хорошие, цвет макарон – 5 баллов.

Сорт Каротинка

№ заявки: 7754685 от 19 сентября 2022 г.

Сорт выведен методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с использованием на последнем этапе скрещиваний в качестве материнской формы линии 776/10 «АНЦ «Донской» (Россия), отцовской – сорта Тур (Украина).

Разновидность – леукурум. Колос призматический, средней длины, неопушенный, плотный. Зерно крупное (масса 1000 зерен – 37,6-48,5 г), стекловидное, янтарно-светлое, удлинённой формы, хохолок с редкими волосками. Сорт среднеспелый, короткостебельный (93,3-104,7 см), устойчив к полеганию. Формула глиаина 132Т3Т2.

Сорт имеет высокое и стабильное, независимо от условий среды, качество зерна и макарон, устойчивость к полеганию.

Средняя урожайность за годы конкурсных испытаний (2020-2022 гг.) по сидеральному пару составила 8,94 т/га (таблица 16). Потенциал зерновой продуктивности более 11,00 т/га.

Таблица 16 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта озимой твердой пшеницы Каротинка, 2020-2022 гг.

Признак, свойства	Единица измерения	Сорта	
		Каротинка	Кристелла, стандарт
Урожайность	т/га	8,94	8,61
Масса 1000 зерен	г	42,0	39,7
Натура зерна	г/л	803	779
Стекловидность	%	91	89
Число падения	сек	394	378
Каротиноиды	мкг/%	663	661
Валориметрическая оценка	е.в.	53	55
Разжижение теста	е.ф.	42,5	57,0
Общая оценка фаринограммы	балл	7	7
Цвет макарон	балл	5	3,5
Устойчивость к полеганию	балл	5	3,7

По качеству зерна соответствует требованиям ГОСТа на твердую пшеницу: стекловидность – 91 %, натура 803 г/л, содержание белка в зерне – 14,95 %, клейковины I-II группы качества – 29,6 %, каротиноидов – 663 мкг/%, число падения – 394 с. Макаронно-крупяные качества отличные, цвет макарон лимонно-жёлтый.

5.2 Экономическая оценка эффективности сортов озимой твердой пшеницы

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства – одна из важных задач, стоящих перед страной.

Эффективность сельскохозяйственного производства характеризуется его конечными результатами, той мерой, в какой они отвечают предъявляемым требованиям, а именно как они удовлетворяют возрастающие потребности общества в определенных видах продукции.

Нами была проведена работа по расчетам экономической эффективности возделывания новых сортов озимой твердой пшеницы в условиях Ростовской области. В основе расчетов данные по урожайности стандартного, районированного и трех сортов,

находящихся на изучении. Производственные затраты определялись на основании технологической карты, в которой отражен перечень работ по возделыванию новых сортов и стандарта. Стоимость валовой продукции, производственные затраты на 1 гектар, чистый доход и экономическая эффективность возделывания твердой пшеницы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Экономическая эффективность возделывания новых сортов озимой твердой пшеницы, 2019-2021 гг.

Показатели	Сорт				
	Кристалла, стандарт	Хризолит	Придонье	Каротинка	Графит
Средняя урожайность, т/га	6,75	6,95	8,04	7,83	7,83
Прибавка к стандарту, т/га	-	0,20	1,29	1,08	1,08
Производственные затраты, руб./га	44200	44543	45790	45160	45160
Себестоимость зерна, руб./т	6548	6409	5571	5768	5768
Цена зерна, руб./т	16000	16000	16000	16000	16000
Стоимость производственной продукции, руб./га	108000	111200	128640	125280	125280
Условно чистый доход, руб./га	63800	66657	82850	80120	80120
Экономический эффект от внедрения сорта за счет урожайности, руб./га	-	2857	19050	16320	16320
Рентабельность, %	144,3	149,6	180,9	177,4	177,4

Экономический эффект от внедрения в производство новых сортов данной культуры составил: Хризолит – 2857 руб./га, Каротинка, Графит – 16320 руб./га, Придонье – 19050 руб./га. Таким образом, внедрение в производство новых сортов озимой твердой пшеницы позволит не только повысить валовые сборы зерна, но и положительно повлияет на финансовое состояние хозяйств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе изучения 159 коллекционных образцов озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения выделены источники хозяйственно-ценных признаков: продуктивности (10 образцов), морозостойкости (12 образцов), засухоустойчивости (7 образцов), раннеспелости (7 образцов), короткостебельности и устойчивости к полеганию (27 образцов), болезням (10 образцов), качества зерна и макарон (8 образцов), позволяющие повысить эффективность создания новых сортов.

1. По комплексу хозяйственно-ценных признаков и свойств в коллекционном питомнике выделилось 9 образцов: 1107/09 – засухоустойчивость, морозостойкость; 1015/16 – морозостойкость, комплексная устойчивость к листовым болезням; 803/16 –

продуктивность, раннеспелость, короткостебельность; 535/17 – продуктивность, короткостебельность, устойчивость к полеганию; 717/14 – продуктивность, засухоустойчивость; 448/17 – продуктивность, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость, качество зерна; 483/17 – продуктивность, раннеспелость; 663/17 – продуктивность, устойчивость к полеганию (Россия); BERK//68.111/WARD/CELTA (Мексика) – продуктивность, морозостойкость, устойчивость к полеганию.

2. Анализ корреляционных связей выявил, что в средней положительной степени урожайность озимой твердой пшеницы была сопряжена со следующими адаптивными признаками и свойствами: устойчивость к полеганию ($r=0,42\pm 0,04$; $p < 0,01$), зимостойкость ($r=0,50\pm 0,04$; $p < 0,01$), морозостойкость ($r=0,33\pm 0,02$; $p < 0,01$), засухоустойчивость ($r=0,30\pm 0,02$; $p < 0,01$). Урожайность образцов озимой твердой пшеницы в основном складывалась за счет таких элементов структуры как: масса 1000 зерен ($r=0,45\pm 0,04$; $p < 0,01$) и масса зерна с колоса ($r=0,35\pm 0,03$; $p < 0,01$). Так же урожайность имела средние положительные связи со следующими качественными показателями: натура зерна ($r=0,40\pm 0,04$; $p < 0,01$), содержание каротиноидов ($r=0,30\pm 0,03$; $p < 0,01$). Средние отрицательные взаимосвязи продуктивности были выявлены с содержанием белка ($r=-0,60\pm 0,05$; $p < 0,01$) и клейковины ($r=-0,37\pm 0,03$; $p < 0,01$).

3. В результате изучения коллекционных образцов озимой твердой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области по пяти селекционным индексам были выявлены положительные взаимосвязи урожайности с данными расчетными показателями ($r=0,18-0,42\pm 0,02-0,03$; $p < 0,01$). Отсутствие сильных корреляционных взаимосвязей с результирующим признаком – урожайностью не позволяют применять изученные в работе селекционные индексы, как достоверные критерии оценки продуктивности образцов озимой твердой пшеницы. Однако селекционные индексы могут позволить более полно раскрыть свойства изучаемых генотипов.

4. Для создания нового исходного материала озимой твердой пшеницы в 2021 г. в скрещиваниях были использованы, выделившиеся источники хозяйственно-ценных признаков и свойств, по 24 комбинациям, получено 2471 гибридное зерно. С участием автора были созданы и переданы в 2020-2023 гг. на Государственное сортоиспытание 4 новых сорта озимой твердой пшеницы Хризолит, Придонье, Графит, Каротинка.

5. Экономический эффект от внедрения в производство новых сортов озимой твердой пшеницы составил: Хризолит – 2857 руб./га, Каротинка, Графит – 16320 руб./га, Придонье – 19050 руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В качестве источников хозяйственно-ценных признаков в условиях южной зоны Ростовской области рекомендуется использовать образцы озимой твердой пшеницы, выделенные из изученной коллекции различного эколого-географического происхождения.

2. Провести производственное испытание новых сортов озимой твердой пшеницы Хризолит, Придонье, Графит, Каротинка.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в том числе входящие в международные реферативные базы и системы цитирования

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. **Каменова, А.С.** Оценка сортов различного экологического происхождения по основным признакам и свойствам / А.С. Каменова, Н.Е. Самофалова, Н.П. Иличкина, Т.С. Макарова, О.А. Дубинина, О.А. Костыленко, И.М. Олдырева // *Зерновое хозяйство России.* – 2019. – № 2 (62). – С. 52-57.

2. **Каменева, А.С.** Изучение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качеству зерна в условиях Ростовской области / А.С. Каменева, Е.В. Ионова, Д.М. Марченко, Н.П. Иличкина, О.А. Некрасова // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 2 (74). – С. 62-68.

3. **Иванисова, А.С.** Оценка элементов структуры урожая коллекционных образцов озимой твердой пшеницы на юге Ростовской области / А.С. Иванисова // *Аграрная наука*. – 2022. – № 2. – С. 62-66.

4. **Иванисова, А.С.** Источники высокого качества зерна озимой твердой пшеницы / А.С. Иванисова, Д.М. Марченко, Н.П. Иличкина, Н.Е. Самофалова, И.М. Олдырева // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2022. – № 4 (32). – С. 72-82.

5. **Иванисова, А.С.** Урожайность и качество зерна озимой твердой пшеницы различных групп спелости / Иванисова А.С., Иличкина Н.П., Самофалова Н.Е., Кабанова Н.В., Кирина И.М. // *Зерновое хозяйство России*. 2023. Т. 15. № 1. С. 70-75.

6. **Иванисова, А.С.** Использование селекционных индексов при оценке продуктивности озимой твердой пшеницы / Иванисова А.С., Марченко Д.М. // *Аграрная наука*. – 2024. – № 8. – С. 150-154.

Публикации, в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus)

7. **Ivanisova, A.S.** Studying varieties of winter durum wheat in interstation test on economic and valuable features / A.S. Ivanisova, D.M. Marchenko, O.A. Kostylenko, O.A. Dubinina, L.A. Antonenko // В сборнике: E3S Web of Conferences. XVI International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness - INTERAGROMASH 2023”. Rostov-on-Don, Russia, – 2023. – С. 01007.

8. **Ivanisova, A.S.** Sources of short-stemming of winter durum wheat / A.S. Ivanisova, D.M. Marchenko, N.P. Ilichkina, N.E. Samofalova, N.V. Kabanova // В сборнике: Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Agricultural Cyber-Physical Systems. Zug, – 2024. – С. 1243-1250.

Публикации в материалах научных конференций

9. **Иванисова, А.С.** Взаимосвязь урожайности озимой твердой пшеницы с элементами ее структуры в коллекционном питомнике / А.С. Иванисова, Д.М. Марченко // Перспективы возделывания зерновых, бобовых, масличных и кормовых культур с высокой устойчивостью к глобальным климатическим изменениям, урожайностью и качеством зерна: материалы Международной научно-практической конференции (Узбекистан, 13 мая 2022 г.). "Андижан издательство-полиграфия", 2022. – С. 27-31.

10. **Иванисова, А.С.** Источники хозяйственно-ценных признаков озимой твердой пшеницы / А.С. Иванисова // В книге: ТВЁРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки. Конференция, приуроченная к основному мероприятию «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии». Москва, 2023. – С. 25-26.

Патенты:

11. Патент № 13554 от 25 апреля 2024 г. на сорт озимой твердой пшеницы Хризолит / Н.Е. Самофалова, Н.П. Иличкина, О.А. Дубинина, Д.М. Марченко, О.В. Скрипка, Н.Г. Игнатьева, А.П. Самофалов, М.М. Иванисов, С.В. Подгорный, Т.С. Макарова, **А.С. Каменева**, О.А. Костыленко, В.А. Лиховидова.