

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

На правах рукописи



**ЗУЕВ
ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**Структурирование мирового генофонда яровой мягкой пшеницы
из коллекции ВИР для эффективной идентификации, сохранения и
использования**

4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание учёной степени доктора
биологических наук в виде научного доклада

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)»

**Официальные
оппоненты:**

Юсов Вадим Станиславович

доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией яровой твердой пшеницы Федерального государственного бюджетного научного учреждения Омского аграрного научного центра (ФБГНУ Омский АНЦ), г. Омск

Афанасенко Ольга Сильвестровна

академик РАН, доктор биологических наук, заведующая лабораторией иммунитета растений к болезням Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно исследовательский институт защиты растений, (ФГБНУ ВИЗР), г. Санкт-Петербург.

Давоян Эдвард Румикович

доктор биологических наук, заведующий отделом биотехнологии Национального Центра Зерна им. П.П. Лукьяненко, г. Краснодар

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (ФГБУН Самарский ФИЦ РАН), г. Самара

Защита диссертации состоится «23» декабря 2026 года в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.235.01, созданного на базе ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)», по адресу 190031, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 44, телефон 8(812) 312-5161; факс: 8(812) 570-4770.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) и на сайте института: www.vir.nw.ru.

Научный доклад разослан « » _____ 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,
доктор биологических
наук

Рогозина

Рогозина
Елена Вячеславовна

Оглавление	стр.
1. Введение, цель и задачи исследования.....	4
Актуальность исследования.....	10
Научная новизна.....	15
Теоретическая значимость	16
Практическая значимость.....	16
Методология и методы исследования.....	18
Положения, выносимые на защиту.....	20
Апробация работы.....	21
Степень достоверности полученных результатов.....	22
Публикации по теме научного доклада.....	22
Дополнительные публикации по теме диссертации (коллективные монографии, издания из серии «Каталог мировой коллекции ВИР»)	29
Личный вклад автора.....	30
2. Основное содержание доклада	31
2.1. Принципы/этапы структурирования мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в Коллекции ВИР	31
2.1.1. Актуализация базы паспортных данных (БПД) коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР.	31
2.1.1.1. Местные сорта яровой мягкой пшеницы.....	32
2.1.1.2. Селекционный материал яровой мягкой пшеницы.....	39
2.1.1.3. Разновидности и кластерные разновидности мягкой пшеницы.....	42
2.1.2. Формирование генетической коллекции яровой мягкой пшеницы.....	44
2.1.2.1. Генетические линии яровой мягкой пшеницы	44
2.1.2.2. Сорта яровой мягкой пшеницы с идентифицированными генами	45
2.1.2.3. Прецизионные коллекции	45
2.1.3. Создание баз оценочных данных (БОД).....	46
2.1.3.1. Оцифровка опубликованных данных по образцам яровой мягкой пшеницы.....	46
2.1.3.2. Оцифровка полевых журналов изучения яровой мягкой пшеницы в системе ВИР	50
2.1.3.2.1. Выявление источников селекционно-ценных признаков на основе анализа БОД «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях».	54
2.1.3.2.2. Универсальные источники ценных признаков яровой мягкой пшеницы.	63
2.1.3.3. Создание БОД по результатам лабораторного изучения образцов.....	65
2.1.4. Идентификация образцов по спектрам глиаина для выявления повторов в коллекции и проверки соответствия текущей репродукции оригиналу	75
2.1.5. Создание рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы....	77
Заключение и выводы.....	80
Благодарности.....	83
Список использованной литературы.....	84
Сокращения и определения.....	92

1. Введение, цель и задачи исследования. Начало системному созданию, формированию, сохранению, развитию, изучению и использованию «Мировой коллекции растительных ресурсов Всесоюзного института растениеводства» (сейчас – «Коллекция мировых генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей», «Коллекция ВИР»¹⁾) положено академиком Н.И. Вавиловым. В результате детального изучения истории мирового земледелия и проведенных на различных континентах экспедиций по ознакомлению с видовым и сортовым разнообразием, их сбору и предварительному изучению, на основании обобщений проведенных исследований, Н.И. Вавиловым сделаны крупнейшие открытия. Были установлены центры происхождения (формообразования) культурных растений и определены закономерности географической изменчивости при расселении растений от центра к периферии, выявлены новые виды и разновидности^{2, 3, 4, 5, 6}.

Среди культурных растений к наиболее значимым относится пшеница. Площади под пшеницей в мире в 2024 г. занимали 219,5 млн. га⁷, а ее селекцией активно занимаются в 73 странах мира. Сегодня создание новых сортов с заданными свойствами невозможно без изучения и использования материалов коллекций генетических ресурсов растений (ГРР).

В настоящее время по данным ФАО⁷ в 229 коллекциях ГРР сохраняется 856168 образцов пшеницы. Наиболее значимыми по объему и генетическому разнообразию национальными коллекционными генофондами пшеницы обладают Россия (Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (далее – ВИР)), Мексика (CIMMYT), США (NSGC), Китай (ICGR), Индия (NBPGR), Италия (IDG), Япония (NIAS) (табл. 1). В Европе генетические ресурсы пшеницы сохраняются в 650 учреждениях, расположенных в 43 странах⁷. Основными их пользователями являются селекционеры и другие исследователи (генетики, ботаники, биохимики, физиологи и др.).

Таблица 1. Крупнейшие коллекционные генофонды пшеницы в международных центрах и национальных генбанках мира⁷

Генбанк	Страна	Число образцов
CIMMYT	Мексика*	110281
NSGC	США	57348
ВІР	Россия	45265
ICGR	Китай	43039
NBPGR	Индия	35889
ICARDA	Ливан*	34951
NIAS	Япония	34652
IDG	Италия	32751

*Для международных центров, указана страна, где расположена штаб-квартира

Об уникальности генофонда пшеницы из Коллекции ВИР (Коллекции мировых генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей) сообщала О.П. Митрофанова⁸: более чем вековая история формирования этого коллекционного генофонда (историческая уникальность); высокий уровень таксономического, агроэкологического, географического и генетического разнообразия представленных в ней образцов, благодаря особой стратегии сбора материала, которая основана на разработанной Н.И. Вавиловым концепции вида⁶; широкий размах внутривидовой изменчивости различных признаков; уникальность территорий и времени сборов, проведенных экспедициями ВИР.

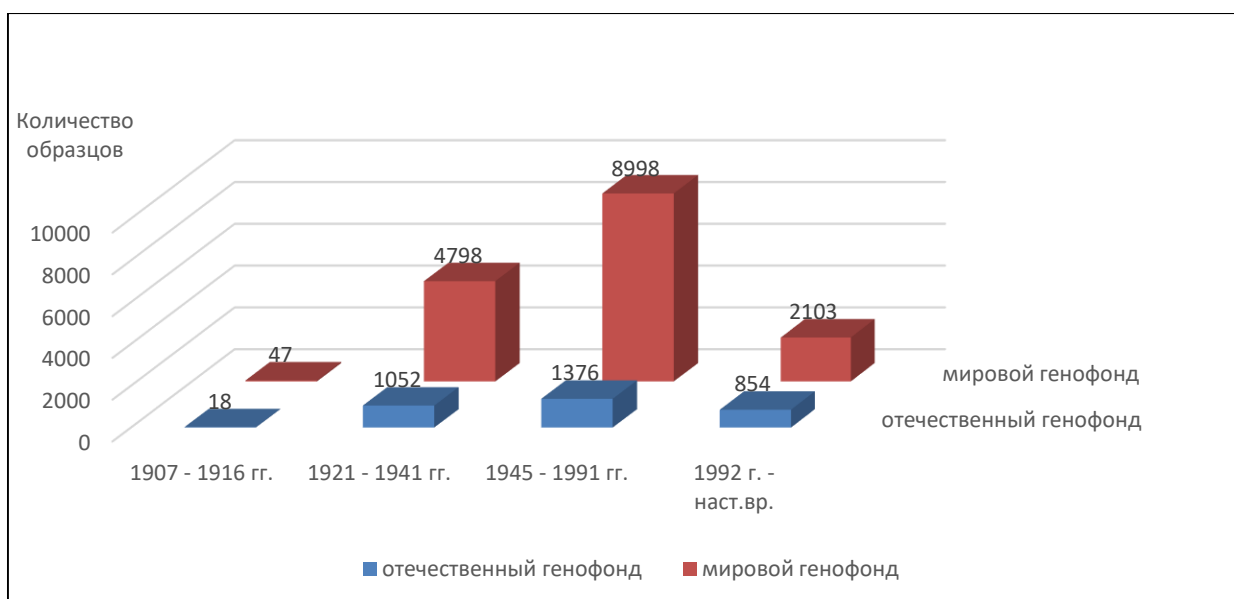
Генофонд яровой мягкой пшеницы ВИР (далее – коллекция яровой мягкой пшеницы ВИР; коллекция мировых генетических ресурсов (яровой) мягкой пшеницы; мировой генофонд яровой мягкой пшеницы), за выполнение комплекса научно-исследовательских работ по сохранению, развитию и изучению которого отвечает отдел генетических ресурсов пшеницы ВИР (и непосредственно с 1995 г. куратор коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР, автор настоящей работы), на конец 2025 г. содержит 15946 образцов в основном каталоге и 1273 – в интродукционном. С 1995 г. эта коллекция пополнена 2396 образцами основного каталога.

В основном каталоге коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР имеются образцы из 99 стран мира. В наибольшей степени представлены страны: Россия (3300), Мексика (1376), Индия (1009), Казахстан (757), Китай (664), Австралия (564), США (555), Таджикистан (551), Пакистан (413) и Турция (403). Список

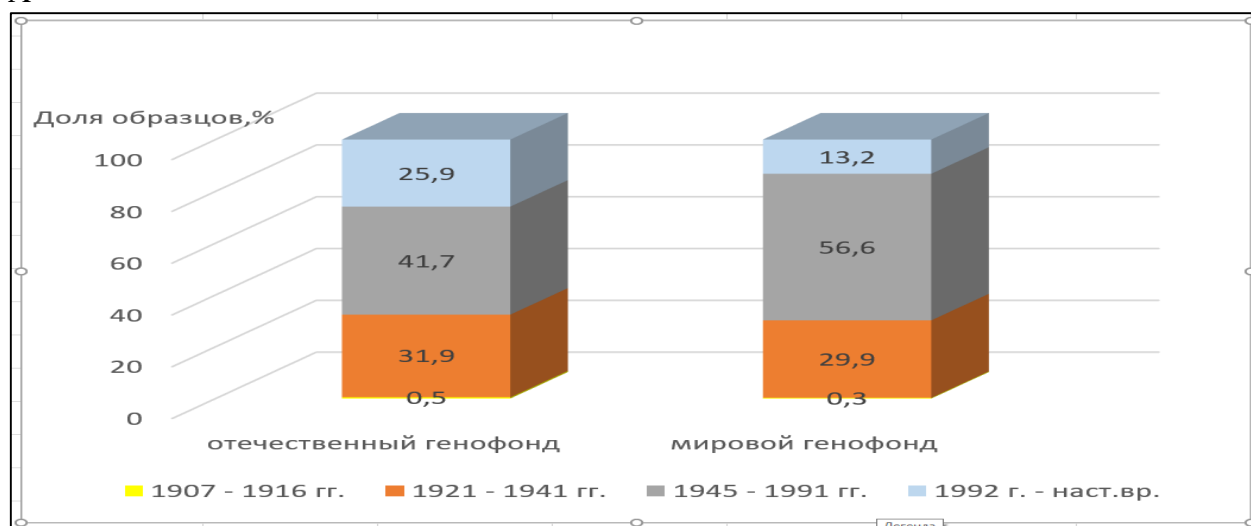
стран в последнее время расширен за счет включения в коллекцию образцов из Мали, Анголы, Бурунди, Малави (коллекция пополнена автором) и Омана (бывшей сотрудницей отдела А.А. Филатенко).

Среди российских регионов наибольшим числом образцов представлены Ленинградская обл. (270), Новосибирская обл. (232), Самарская обл. (225), Саратовская обл. (193), республика Тува (180), Алтайский край (171), Омская обл. (169), Приморский край (164 образцов).

С учетом перерывов, которые имелись в работе по пополнению коллекции, этапов трансформации экономики и общества, что влияло на все отрасли, включая деятельность с коллекциями, выделяется 4 основных этапа формирования коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР. Первые образцы этой культуры были включены в коллекцию в 1907 г., к 1916 г. собрано 47 образцов (0,3%). Значительные сборы мирового генофонда осуществлены с 1921 по 1941 гг. (4798 образца, около 30%). Большинство образцов поступило в коллекцию в последующий период (1945–1991 гг.), особенно в 1970-е годы прошлого столетия (8998 образцов, более 55%). С 1992 г. по настоящее время в коллекцию привлечено 2103 образца (13,2%) (рис. 1). Для российских образцов наблюдается схожая тенденция, что и для всего мирового генофонда. При этом следует отметить, что если в довоенный период отечественные сорта яровой мягкой пшеницы составляли примерно четверть всех образцов мирового генофонда этой культуры, поступивших в ВИР, а в послевоенный – 15%, то в период после 1992 г. поступления отечественных сортов составляют около 40% (рис. 1). Мы объясняем это тем, что в последние годы снизилось поступление зарубежных сортов в мировую коллекцию, и, наоборот, селекционеры России увеличили отправку своего материала в ВИР.



А



Б

Рисунок 1. Абсолютное количество (А) и доля образцов (Б) яровой мягкой пшеницы (русские сорта и сорта РСФСР обозначены как «отечественный генофонд», все сорта, включая русские и зарубежные – как «мировой генофонд»), поступивших в коллекцию ВИР на разных этапах ее формирования.

В коллекции сохраняются местные сорта (6317), селекционные сорта (4699), а также разнообразный селекционный (4464 селекционные линии) и исследовательский (323 генетические линии) материал (табл. 2). Местные сорта преобладают и составляют ценнейший фонд коллекции, отличающийся наибольшим генетическим разнообразием. Местные сорта (сорта народной селекции разных стран мира) представляют собой популяции традиционных самобытных культурных растений, исторически происходящие с конкретной территории, а также сорта традиционных культурных растений, которые исторически сложились и закрепились в определенных хозяйственных и

ландшафтно-климатических условиях. Вследствие индустриализации земледелия в 20 веке местные сорта (сорта народной селекции) более не встречаются в местах возделывания, откуда были ранее привлечены в Коллекцию ВИР.

Таблица 2. Статус образцов коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР (коды NCSTAT указаны согласно Методическим указаниям по оценке и критериям отбора особо ценных образцов генетических ресурсов растений)⁹

Статус	Число образцов	
	вся коллекция	российские образцы
Местные сорта (код NCSTAT 300)	6317	1063
В том числе:	21	16
местные сорта, проходившие районирование (код NCSTAT 332)		
Селекционные сорта (код NCSTAT 500)	4699	1099
В том числе:	1344	302
реализованные (коды NCSTAT 514, 524, 534, 544, 554, 564, 574, 584)		
реализуемые в нашей стране (коды NCSTAT 575, 585)	349	317
Селекционный/исследовательский материал (код NCSTAT 400)	4464	1135
В том числе: исследовательский материал (код NCSTAT 438,437)	323	128
Иное (код NCSTAT 900)	143	3

Среди российских образцов число селекционных сортов, линий и местных сортов приблизительно одинаково (табл. 2).

На протяжении 70 лет (с 1921 по 1991 гг.) коллекция развивалась при неизменном экономическом укладе в контексте требований и правил, подготовленных под руководством Н.И. Вавилова и утвержденных Постановлением ВАСХНИЛ в 1933 г. в виде «Положения о мировых коллекциях растительных ресурсов Всесоюзного института растениеводства»¹⁰. Ввиду того, что коллекции ГРП находятся в основании научно-производственного цикла «коллекция – селекция – семеноводство – производство», от организации деятельности по их пополнению, сохранению, изучению и использованию, зависят экономические успехи в области растениеводства, и, наоборот, значительные перемены в реальном секторе

экономики могут влиять на необходимость трансформации подходов в деятельности с коллекциями. Начиная с 1990-х гг. в научно-методическом обеспечении биологии и селекции растений (развитие молекулярной генетики и молекулярной селекции, секвенирование геномов и пангеномов, разработка подходов геномной селекции^{11, 12}, а также в экономическом укладе в нашей стране и в мире произошла череда переломных событий, которые необходимо было учесть при работе с коллекциями ГРР. В дополнение к указанным факторам необходимо учитывать и происходящие климатические изменения.

В 2022 году Президент Российской Федерации своим Указом (от 08.02.2022 №44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений»¹³ образовал на базе ВИР первый в стране национальный биоресурсный центр. В 2024 году издан федеральный закон (№ 428-ФЗ от 30.11.2024), регулирующий отношения в области создания, формирования, сохранения, развития, изучения и использования биологических (биоресурсных) коллекций¹⁴, а с 2023 года реализуется утвержденная Правительством Российской Федерации Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы¹⁵ (далее – Программа).

Результаты деятельности по структурированию мирового генофонда яровой мягкой пшеницы Коллекции ВИР, начатой автором настоящего исследования за несколько лет до начала Программы, с одной стороны, стали мощным заделом для ее успешной реализации в части работы с особо ценными образцами генетических ресурсов пшеницы. С другой стороны, само исследование получило новый импульс с началом реализации Программы и поставленными в ней задачами по развитию национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений.

Цель и задачи. Цель работы – на основе сбора информации об образцах яровой мягкой пшеницы, формирования паспортных, описательных и оценочных баз данных, комплексного изучения в системе ВИР новых поступающих в коллекцию образцов провести структурирование мирового генофонда яровой мягкой пшеницы для повышения эффективности его

сохранения, развития, изучения и использования. Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Сформулировать актуальную концепцию по структурированию мирового генофонда яровой мягкой пшеницы.
2. Актуализировать базу паспортных данных мировой коллекции яровой мягкой пшеницы с максимальной детализацией.
3. Провести комплексное полевое и лабораторное изучение вновь поступивших в коллекцию образцов яровой мягкой пшеницы, выявить источники ценных признаков.
4. Создать единую базу оценочных данных образцов яровой мягкой пшеницы, изученных по комплексу признаков в разных эколого-географических условиях в настоящем исследовании и в предшествующие периоды развития коллекции.
5. Выявить закономерности проявления хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях на основе статистического анализа многолетних оценочных данных.
6. Провести идентификацию образцов по спектрам глиадина для выявления повторов (дублетов) в коллекции яровой мягкой пшеницы и проверки соответствия репродукций оригиналам.

Актуальность исследования. Период, предшествующий началу настоящего исследования, характеризуется трансформацией отношения общества к биологическому разнообразию и биологическим коллекциям. В 1992 году 145 стран под эгидой ООН подписали Конвенцию о биологическом разнообразии¹⁶, закрепившую обязанности участников обеспечивать достаточные условия для сохранения биологического разнообразия *in situ* и *ex situ*. В 2001 году Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, англ. – OECD) отнесла биологические коллекции к фундаментальной инфраструктуре, необходимой для развития биотехнологий¹⁷. В том же 2001 году был подписан Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства¹⁸.

В результате биологические коллекции и в первую очередь коллекции ГРР перестали быть предметом интереса преимущественно научных организаций, выполняющих исследования и ведущих селекцию, и объектом сугубо научного международного сотрудничества, получили признание как особо ценные ресурсы для высокоразвитой экономики, для пользования и управления которыми необходимо на глобальном уровне соблюдать определенные правила. Причины, послужившие такой трансформации отношения к коллекциям со стороны общества – развитие биотехнологий, выход биотехнологической продукции на мировой рынок, глобализация рынка.

Взгляд на коллекции генетических ресурсов растений в конце XX – начале XXI века изменился не только со стороны общества, но и со стороны исследователей. Бурное развитие сперва молекулярно-генетических, а затем геномных и постгеномных методов исследований способствовало более активному вниманию к коллекциям ГРР как к источнику ценных моделей для сравнительных исследований^{11, 19}.

Современное структурирование генофонда яровой мягкой пшеницы должно содействовать оперативному отбору и предоставлению исследователям целенаправленно созданных наборов образцов для решения таких задач, как поиск генов-кандидатов (полногеномный анализ ассоциаций, сравнительные омиксные исследования), валидация генов-кандидатов путем методов прямой и обратной генетики, пангеномные исследования и т.д. При этом критически важное значение имеет строгое соблюдение генетической чистоты, целостности и подлинности (аутентичности) материалов, предоставляемых для дорогостоящих генетических и геномных исследований. Для пшеницы актуальным являются методы сортовой идентификации по запасным белкам²⁰, которые признает международная ассоциация ISTA. В части структурирования генофонда яровой мягкой пшеницы для удовлетворения заявок селекционеров необходимо учитывать основные направления работы: создание сортов с комплексной устойчивостью к

абиотическим и биотическим факторам среды, улучшение качества зерна, адаптацией к конкретным почвенно-климатическим условиям возделывания, использовать приемы биофортификации. В условиях меняющегося климата поиск источников хозяйственно/селекционно ценных признаков (скороспелость, крупнозерность, высокая урожайность, устойчивость к новым агрессивным расам возбудителей грибных болезней пшеницы, засухоустойчивость, алюмоустойчивость) не просто остается актуальным, а требует более целостной, системной и эффективной организации работы с коллекциями генетических ресурсов растений, для удовлетворения нужд селекционеров, решающих задачи, поставленные Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20²¹.

Структурирование коллекций генетических ресурсов как правило имеет линейный характер – по систематической принадлежности к группам видов или отдельным видам, а также выборкам в пределах генофонда вида – то есть служит в первую очередь систематизации и классификации генетических ресурсов для сохранения биоразнообразия, устойчивого использования ресурсов, селекции и научных исследований²². Однако линейное структурирование не позволяет эффективно выявлять и оценивать комплекс взаимосвязей между разнородными компонентами информации об образцах. В ходе реализации настоящей диссертационной работы обосновано и введено понятие «Интегрированное структурирование» – методологический принцип организации работы с биологической (биоресурсной) коллекцией, который предполагает объединение различных компонентов (образцов и групп образцов, информации о них, методов работы с ними и т. д.) в единое целое для создания более целостной, системной и эффективной организации работы с коллекцией²³. Одним из основных результатов структурирования мирового генофонда по той или иной культуре является выделение его части в отдельный перечень – рабочую (активную) коллекцию мирового генофонда, которая сформирована для поддержания в активном хранении совокупности

образцов мирового генофонда конкретной культуры. Рабочая коллекция структурирована по принципу принадлежности образцов к новому интродукционному материалу, к стержневой, признаковому, специальным признаковому, региональным признаковому, генетическим, прецизионным и демонстрационным коллекциям с целью эффективного обеспечения текущих потребностей, имеющихся в научной, селекционной, научно-технической и (или) образовательной деятельности²³.

Понятие рабочей (активной) коллекции мирового генофонда, как правило, применяемое в крупных биоресурсных центрах/генбанках, не следует путать с понятием рабочей коллекции селекционера. В селекционных учреждениях под рабочей коллекцией понимают совокупность образцов, находящихся в селекционной проработке, которые используются для создания новых адаптированных сортов. Принципы создания такого набора образцов включают выбор источников, методику отбора, условия хранения и оценку образцов^{24, 25, 26, 27}.

В зарубежных источниках нередко понятие рабочей (активной) коллекции мирового генофонда отождествляется со стержневой коллекцией, создание и использование которой считают способом исследовать ранее неохваченную изменчивость и расширить возможности использования генофонда^{28, 29, 30, 31, 32}. Понятие «стержневая коллекция» (*core-collection*) впервые предложено О. Франкелем³³, с уточнением А. Брауна³⁴, оно определяет «ограниченный набор образцов, отобранных из существующей коллекции зародышевой плазмы, представляющий генетический спектр всей коллекции и включающий как можно более полное генетическое разнообразие».

Стержневая коллекция хорошо подходит для оценки генетического разнообразия коллекции методами анализа полиморфизма ДНК или для пангеномных исследований. Однако это отнюдь не закрывает всех потребностей пользователей материалов коллекции.

Рабочая (активная) коллекция мирового генофонда должна охватывать также *признаковые коллекции*, создание которых по Ф.И. Привалову «может способствовать более широкому и эффективному использованию коллекций»³⁵, генетические коллекции и другие материалы.

В отделе генетических ресурсов пшеницы до настоящего исследования создавались стержневые коллекции^{36, 37}, признаковые коллекции³⁸, генетическая коллекция³⁹, как отдельные фрагменты коллекции мировых генетических ресурсов пшеницы. Однако системное структурирование мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в сопоставлении с актуальными потребностями пользователей коллекции, мировыми и отечественными трендами в исследовании и селекции пшеницы, было инициировано в рамках данного исследования.

Следует отметить, что структурирование мирового генофонда яровой мягкой пшеницы не ограничивается целью создания «статичной» рабочей (активной) коллекции, которая служила бы решению сиюминутных задач, стоящих перед исследователями и селекционерами. Рабочая (активная) коллекция – динамично развивающийся перечень образцов. Практическое применение многих образцов может реализоваться не сейчас и не в ближайшем, а в отдаленном будущем (в будущих изменившихся экологических, технологических, экономических условиях). Есть образцы, реализованные в прошлом, несущие историческую и культурную ценность. Сегодня, например, возможность работать с ДНК семян из археологических раскопов по-новому раскрывает потенциал местных сортов и образцов диких родичей, привлеченных в коллекцию ВИР в первой половине 20 века. Сравнение археологического материала и образцов коллекции ВИР позволяет биологам уточнять и дополнять исторические факты, устанавливаемые археологами⁴⁰.

Таким образом, в дополнение к формированию рабочей (активной) коллекции перед куратором коллекции, осуществляющим структурирование мирового генофонда, стоит задача и по созданию «вневременного» каталога

особо ценных образцов генетических ресурсов. Так, в рамках Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы¹⁵, поставлена задача по формированию национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений. Также необходимо вовлечь эти образцы в запланированные в рамках Программы фундаментальные и прикладные исследования, обеспечить закладку каждого образца, включаемого в национальный каталог, на длительное хранение с учетом безопасного дублирования и гарантированно сохранять их с использованием современных международных стандартов. Сегодня, в эпоху биоэкономики, наблюдая, как раскрывается потенциал коллекций генетических ресурсов растений⁴¹, мы можем заключить, что от того, как будет составлен национальный каталог в качестве репозитория будущих возможностей, зависит успех будущих технологических решений, важных не только для продовольственной безопасности, но и для многих отраслей промышленности, а также для обеспечения биобезопасности.

Поставленные в настоящем исследовании задачи, связанные с развитием и формированием баз данных образцов коллекции яровой мягкой пшеницы, комплексным изучением образцов из новых поступлений, выявлением закономерностей проявления хозяйственно ценных признаков и в целом с созданием инструментов для описательной, диагностической и прогностической аналитики мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в пространственно-временных процессах – это необходимая основа для формирования национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений.

Научная новизна. Впервые обоснована и реализована концепция интегрированного структурирования мирового генофонда яровой мягкой пшеницы, на основе которой сформирована рабочая (активная) коллекция яровой мягкой пшеницы ВИР и задокументирована в актуализированной паспортной базе данных. Созданы новые оценочные базы данных по результатам полевого и лабораторного изучения коллекции; выявлены новые

источники хозяйственно/селекционно ценных признаков; предложен универсальный способ описания и быстрого запоминания разнообразия форм мягкой пшеницы по морфологическим признакам колоса и зерновки для практической работы; задокументированы 6 новых разновидностей мягкой пшеницы; дано детальное описание яровых местных пшениц из коллекции ВИР; установлены пределы варьирования основных селекционно ценных признаков яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических пунктах изучения коллекции.

Теоретическая значимость. Актуализированная паспортная база данных «Яровая мягкая пшеница» позволяет решать как фундаментальные, так и практические задачи по пополнению, сохранению, изучению и целенаправленному использованию генофонда. При комплексном изучении рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР получены новые знания по всем изученным признакам. Показана эффективность использования электрофоретического разделения компонентов запасных белков зерна пшеницы (глиадинов) в выявлении дублетов, проведении контроля за генетической целостностью и определении подлинности образцов яровой мягкой пшеницы при их репродуцировании. Использование метода ранжирования значений признаков образцов, предложенное автором, позволяет более надежно сравнивать и анализировать ретроспективные данные оценки коллекции по хозяйственно/селекционно ценным признакам, полученные в разные годы и в разных пунктах изучения.

Практическая значимость. Единая база оценочных данных изученных образцов по комплексу признаков и ретроспективных данных в разных эколого-географических условиях Российской Федерации позволяет решать задачи по выявлению источников селекционно ценных признаков и снабжению ими НИУ России. За последние 10 лет на основе переданных по заявкам селекционеров РФ материалов образцов коллекции яровой мягкой пшеницы создан ценный селекционный материал: в Омском АНЦ в скрещивания включены 59 образцов, проходят государственное

сортоиспытание (ГСИ) четыре сорта, и подготовлены для передачи в ГСИ две перспективные линии; в Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН в селекционный процесс включены 110 лучших образцов, 6 перспективных линий подготовлены/переданы в ГСИ; в Ульяновском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН в скрещивания включены 53 образца, три перспективные линии подготовлены для передачи в ГСИ, в Реестр включены сорта Ульяновская 115 и Модава; в СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН в работу взяты 15 лучших образцов, 5 линий изучаются в конкурсном сортоиспытании, один сорт передан в ГСИ. На основе анализа баз оценочных данных за многолетний период сформированы региональные коллекции генетических ресурсов яровой мягкой пшеницы для Омского АНЦ (Омская обл.) и СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН (Новосибирская обл.). Разработанный подход интегрированного структурирования мирового генофонда позволяет оперативно и адресно формировать и предоставлять наборы дубликатов образцов для конкретных селекционных (с их региональной спецификой) и исследовательских программ. В 2025 году по заявкам в селекцентры и научные учреждения России отправлено 631/ 981 образец/пакетообразец яровой мягкой пшеницы.

В результате полевого изучения новых поступлений в коллекцию яровой мягкой пшеницы выявлены и включены в признаковые коллекции новые источники хозяйственно/селекционно ценных признаков и ценные образцы, которые проявляли максимальные значения признаков на нескольких пунктах полевого изучения, в том числе устойчивые к мучнистой росе, листовой ржавчине. Выделенные источники алюмоустойчивости среди местных сортов мягкой пшеницы Эфиопии и Эритреи рекомендуется использовать в селекции в южных регионах России. Подтверждена эффективность использования электрофоретического разделения компонентов запасных белков зерна пшеницы (глиадинов) для выявления в коллекции дублетов (повторов), контроля за генетической целостностью и подлинностью при репродуцировании образцов яровой мягкой пшеницы. Дана рекомендация по

включению в рабочую (активную) коллекцию образцов, для которых имеется белковая формула и спектр глиадина. Материалы настоящего исследования использовались при чтении лекций в Университете «Сириус» в курсах «Основы современной селекции растений» в 2025 г. и «Агробиотехнология растений» в 2026 г. В соавторстве с селекционерами Омского АНЦ в 2010 г. создан сорт яровой мягкой пшеницы Омская 41 (к-65253). Авторы сорта: И.А. Белан, Л.П. Россеева, В.А. Зыкин, Л.Ф. Ложникова, Н.П. Блохина, Л.Г. Валуева, Ю.В. Колмаков, Л.А. Зелова, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, Л.А. Першина, О.П. Митрофанова, Е.В. Зуев.

Методология и методы исследования. Теоретической и методологической базой исследования послужили фундаментальные законы генетики и селекции растений, принципы экологической адаптации культурных видов, а также современные концепции оценки селекционной ценности генотипа. В основу диссертации положены результаты анализа многолетнего комплексного изучения коллекционных образцов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

Полевое изучение коллекции яровой мягкой пшеницы проведено согласно методическим указаниям ВИР. В полевых опытах использована общепринятая агротехника возделывания яровой мягкой пшеницы. Посев образцов проводили в оптимальные сроки на делянках площадью 1 м². В Екатерининской опытной станции – филиале ВИР (ЕОС ВИР) стандартом служил сорт Кутулукская (к-54213, Самарская обл.); в Дагестанской опытной станции – филиале ВИР (ДОС ВИР) – сорт Прохоровка (к-62644, Саратовская обл.) с 1999 г.; в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (г. Пушкин) – Ленинградская 6 (к-64900) с 2009 г. Стандартные сорта размещали через каждые 20 номеров коллекции⁴².

Ювенильную устойчивость к бурой ржавчине пшеницы определяли методом заражения интактных растений⁴³. При скрининге проростковой устойчивости использована популяция, которая вирулентна к ювенильным растениям с генами устойчивости *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr12*, *Lr13*, *Lr14a*,

Lr14b, Lr15, Lr16, Lr17, Lr18, Lr20, Lr21, Lr22a, Lr22b, Lr23, Lr25, Lr26, Lr27+ Lr31, Lr28, Lr29, Lr32, Lr33, Lr34, Lr35, Lr36, Lr37, Lr38, Lr45, Lr46, Lr48, Lr52, Lr57, Lr60, Lr64 и авирулентна на линиях пшеницы с генами устойчивости *Lr9, Lr19, Lr24, Lr41* и *Lr47*⁴⁴.

Оценку пораженности растений мучнистой росой проводили при искусственном заражении проростков популяцией гриба согласно методическим указаниям⁴⁵. Инокулюмом была популяция гриба, собранная с восприимчивых растений пшеницы, выращиваемых в поле в условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин). Популяция *B. graminis* f. sp. *tritici*, использованная для анализа образцов пшеницы, имела гены вирулентности, комплементарные генам устойчивости пшеницы к мучнистой росе *Pm1, Pm2, Pm3a-d, Pm4a-b, Pm5a, Pm6, Pm7, Pm8, Pm9, Pm16, Pm19*, и ген авирулентности к *Pm12*⁴⁴.

Проростковую устойчивость к септориозу и темно-бурой листовой пятнистости оценивали по методике ВИР. При оценке на устойчивость к септориозу инокулировали растения суспензией спор пяти изолятов *Parastagonospora nodorum*, полученной из равного количества зараженных зерен каждого изолята⁴⁵.

Для определения спектров глиадины пшеницы в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР электрофоретическое разделение компонентов глиадины проводили в вертикальных пластинах 6,5% полиакриламидного геля в ацетатном буфере pH 3,1 по методике ВИР⁴⁶.

До 2021 г. устойчивость образцов пшеницы к токсичным ионам алюминия изучали методом окрашивания корней проростков эриохромцианином R^{47, 48}. С 2022 г. используется лабораторная оценка методом корневого теста с расчетом индексов длины корня и ростка^{49, 50}.

Оценка технологических хлебопекарных свойств зерна яровой мягкой пшеницы была проведена по методике ВИР^{51, 52}.

Статистическая обработка данных сделана по Б.А. Доспехову⁵³ средствами Microsoft Excel.

Для идентификации аллелей генов *Vrn-A1a*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1*, контролирующих яровой тип развития, гена *Ppd-D1a*, детерминирующего реакцию на фотопериод, генов устойчивости к листовой ржавчине *Lr9*, *Lr19*, *Lr24* использовали опубликованные в литературе аллель-специфичные праймеры. Выделение ДНК и полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили по методике ВИР⁵⁴.

Засухоустойчивость образцов яровой мягкой пшеницы оценивали на полях ICARDA по степени снижения урожайности на богарном участке по сравнению с поливным. Солеустойчивость местных сортов пшеницы оценивалась при выращивании в контролируемых условиях (температура, фотопериод) на гидропонном субстрате (кварцит). Уровень солености субстрата раствора составлял 100 мМ NaCl⁵⁵.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концепция интегрированного структурирования коллекции мировых генетических ресурсов мягкой пшеницы с использованием блоков признаков для комплексной современной оценки генотипов.

2. Расширенные базы паспортных данных и оценочных данных по хозяйственно/селекционно ценным признакам как инструментов для описательной, диагностической и прогностической аналитики генофонда в пространственно-временных процессах.

3. Закономерности изменчивости и взаимосвязей важнейших хозяйственно ценных признаков у образцов яровой мягкой пшеницы из Коллекции ВИР в различных эколого-географических условиях и перспективные источники для селекции сортов всех направлений использования.

4. Сроки верификации источников устойчивости пшеницы к грибным болезням, выявленных в разных эколого-географических условиях и возможные сроки сохранения скороспелости, крупнозерности, устойчивости к полеганию у источников этих признаков.

5. Метод ранжирования значений признаков образцов для сравнительного анализа ретроспективных данных оценки коллекции, полученных в разные годы и в разных пунктах изучения.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены в виде докладов:

1. World 2nd International Plant Breeding Congress (Turkey, Antalya, 1–5 November 2015);

2. совещание Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) (Казахстан, Астана, 2016);

3. международная IV Вавиловская конференция «Идеи Н. И. Вавилова в современном мире» (Санкт-Петербург, ВИР, 20–24 ноября 2017 г.);

4. международная конференция «125 лет прикладной ботанике в России» (Санкт-Петербург, ВИР, 25–28 ноября 2019 г.);

5. школа молодых ученых (Кубанская опытная станция – филиал ВИР, 29 июня – 4 июля 2019 г.);

6. всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Использование инновационных методов в изучении агробиоразнообразия зерновых, овощных и садовых культур для устойчивого развития сельского хозяйства» (Москва, ВСТИСП, 4–5 июля 2019 г.);

7. ECPGR workshop “Training on identification of botanical varieties in *Triticum* species” (Slovakia, Piestany, 17-19 September 2019);

8. всероссийская научно-практическая конференция «Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР» (Санкт-Петербург, ВИР, 2022);

9. V Вавиловская международная конференция. К 135-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург, ВИР, 22–23 июня 2022 г.);

10. международная конференция «ВИР – 130: Генетические ресурсы растений» (Санкт-Петербург, ВИР, 5–9 ноября 2024 г.);

11. школа молодых ученых (Дагестанская опытная станция – филиал ВИР, 22-25 апреля 2025 г.);

12. IV Научный форум «Генетические ресурсы России», Санкт-Петербург, 12-15 мая 2026 г.).

Степень достоверности полученных результатов. Объективность и достоверность полученных результатов обеспечена проведением исследований с использованием классических и современных методов и высокотехнологического оборудования, а также подтверждается их воспроизводимостью в ходе эксперимента и статистической обработкой данных.

Публикации по теме диссертации. Общий список публикаций по теме научного доклада включает 55 работ, опубликованных в 2017–2026 гг. в научных изданиях, отнесенных к категориям K1 или K2 из Перечня рецензируемых научных изданий, индексируемых наукометрической базой данных RSCI, научных изданиях из Q1 или Q2, индексируемых международными базами данных. Из них 40 публикаций в изданиях, отнесенных к категории K1 из Перечня рецензируемых научных изданий или индексируемых наукометрической базой данных RSCI, изданиях из Q1 или Q2, индексируемых международными базами данных:

1. Амунова, О.С. Исходный материал для селекции мягкой яровой пшеницы в условиях Кировской области. / О.С. Амунова, Л.В. Волкова, **Е.В. Зуев**, А.В. Харина. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – № 5. – С. 661–675. – <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>.

RSCI, K1

2. Асхадуллин, Данил Ф. Реакция яровой мягкой пшеницы на возбудителей твердой головни (*Tilletia caries* и *T. laevis*) в условиях Татарстана. / Данил Ф. Асхадуллин, Дамир Ф. Асхадуллин, Н.З. Василова, **Е.В. Зуев**, Э.З. Багавиева, М.Р. Тазутдинова, И.И. Хусаинова. // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14. – № 2. – С. 83–88. – doi: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-83-88. **RSCI, K1**

3. Асхадуллин, Дн.Ф. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе. / Дн.Ф. Асхадуллин, Дм.Ф. Асхадуллин, Н.З. Василова, **Е.В. Зуев**, И.И. Хусаинова. // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 10. – С. 10–15. – doi: 10.28983/asj.y2022i10pp10-15. **RSCI, K1**

4. Барковская, Т.А. Изучение новых образцов яровой мягкой пшеницы

из мировой коллекции в условиях Рязанской области. / Т.А. Барковская, О.В. Гладышева, **Е.В. Зуев**, В.Г. Кокорева. // *Зерновое хозяйство России*. – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 5–13. – doi: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-5-13. **RSCI, K1**

5. Волкова, Г.В. Источники устойчивости к северо-кавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины из образцов мягкой пшеницы коллекции ВИР. / Г.В. Волкова, О.О. Мирошниченко, Е.В. Гладкова, А.В. Дементьев, **Е.В. Зуев**. // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2020. – № 4. – С.50–53. – <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/4/50-53>. **RSCI, K1**

6. Волкова, Л.В. Результаты комплексного изучения образцов яровой пшеницы коллекции ВИР по селекционно ценным признакам. / Л.В. Волкова, О.С. Амунова, А.В. Харина, **Е.В. Зуев**. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2024. – Т. 185. – Вып. 4. – С. 94–106. – doi: 10.30901/2227-8834-2024-4-94-106. **RSCI, Scopus, K1**

7. Гульяева, Е. И. Разнообразие новых российских сортов мягкой пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине. / Е. И. Гульяева, Е. Л. Шайдаюк, В. В. Веселова, Р. Е. Смирнова, **Е. В. Зуев**, А. Г. Хаимова, О. П. Митрофанова. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2022. – Т. 185. – Вып. 4. – С. 1–11. – doi: 10.30901/2227-8834-2022-4-1-11. **RSCI, Scopus, K1**

8. **Зуев, Е.В.** Использование электрофореза белков зерна для контроля генетической целостности образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР. / **Е.В. Зуев**, Т.И. Пенева, Н.И. Мартыненко, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2018. – Т.179. – Вып. 3. – С. 235–239. – doi:10.30901/2227-8834-2018-3-235-239. **RSCI, Scopus, K1**

9. **Зуев, Е. В.** Результаты анализа паспортной базы данных «Местные сорта яровой мягкой пшеницы в коллекции ВИР». / **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2019. – Т. 180. – Вып. 1. – С. 7–11. – doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-7-11. **RSCI, Scopus, K1**

10. **Зуев, Е.В.** Цифровизация документации по мировой коллекции яровой мягкой пшеницы / Е.В. Зуев // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2026. – № 4. – С. 10–15. – doi: 10.7868/S3034519726040028. **RSCI, K1**

11. **Зуев, Е.В.** Принципы структурирования коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР/ Е.В. Зуев // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2026. – Т. 187. – Вып. 3. – doi: 10.30901/2227-8834-2026-3-187. **RSCI, Scopus, K1**

12. Калыбекова, Ж.Т. Использование индексов засухоустойчивости при изучении коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях Актыбинской области. // Ж.Т. Калыбекова, В.И. Цыганков, **Е.В. Зуев**, Л.Ю. Новикова. // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2022. – Т. 185. – Вып. 3. – С.85–95. – doi: 10.30901/2227-8834-2022-3-85-95. **RSCI, Scopus, K1**

13. Ковалева, М.М. Оценка яровой мягкой пшеницы из новых

поступлений в коллекцию ВИР по устойчивости к пыльной головне. / М.М. Ковалева, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – Вып. 3. – С. 259-264. – doi:10.30901/2227-8834-2018-3-259-264. **RSCI, Scopus, K1**

14. Лебедева, Т.В. Проявление устойчивости к мучнистой росе у образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР. / Т.В. Лебедева, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – Вып. 3. – С. 272–277. – doi:10.30901/2227-8834-2018-3-272-277. **RSCI, Scopus, K1**

15. Лебедева, Т.В. Перспективность использования современных европейских сортов яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к мучнистой росе в Северо-Западном регионе РФ. / Т.В. Лебедева, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – Вып. 4. – С.170–176. – doi: 10.30901/2227-8834-2019-4-170-176. **RSCI, Scopus, K1**

16. Лебедева, Т.В. Устойчивость к мучнистой росе скандинавских образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР. / Т.В. Лебедева, А.Н. Брыкова, **Е.В. Зуев**. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. – Вып. 3. – С. 146–154. – doi: 10.30901/2227-8834-2020-3-146-154. **RSCI, Scopus, K1**

17. Лебедева, Т.В. Эффективные источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе для северо-запада России. / Т.В. Лебедева, А.Н. Брыкова, **Е.В. Зуев** Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – Вып. 1. – С. 205- 214. – doi: 10.30901/2227-8834-2023-1-205-214. **RSCI, Scopus, K1**

18. Лосева, В.А. Результаты полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений в коллекцию ВИР в условиях Центрально-Черноземного региона РФ. // В.А. Лосева, С.К. Темирбекова, Л.Ю. Новикова, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева, **Е.В. Зуев**. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – №. 5. – С. 4–10. – doi:10.30850/vrsn/2021/5/4-10. **RSCI, K1**

19. Лосева, В.А. Пополнение активной коллекции ВИР для селекции яровой мягкой пшеницы в Центрально-Черноземной зоне России. / В.А. Лосева, А.Н. Брыкова, **Е.В. Зуев** // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2026. – Т. 187. – Вып. 2. – С. 217–225. – doi: 10.30901/2227-8834-2026-2-015. **RSCI, Scopus, K1**

20. Новикова, Л.Ю. Ранжирование генотипов яровой мягкой пшеницы по дате колошения и продолжительности вегетации в разных эколого-географических условиях. / Л.Ю. Новикова, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – Вып. 4. – С. 79–89. – doi: 10.30901/2227-8834-2023-4-79-89. **RSCI, Scopus, K1**

21. Новохатин, В.В. Экологическая изменчивость сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР в Зауралье. / В.В. Новохатин, Т.В. Шеломенцева, Т.А. Леонова, С.К. Темирбекова, **Е.В. Зуев**. // Вестник российской

сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 6. – С. 17–22. – <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/17-22>. **RSCI, K1**

22. Новохатин, В.В. Показатели экологической изменчивости у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Тюменской области. / В.В. Новохатин, **Е.В. Зуев**, Т.В. Шеломенцева, Т.А. Леонова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – Вып. 3. – С. 70–78. – doi: 10.30901/2227-8834-2023-3-70-78. **RSCI, Scopus, K1**

23. Пискарев, В.В. Характеристика образцов пшеницы мягкой яровой, устойчивых к поражению мучнистой росой в условиях лесостепи Приобья Новосибирской области. / В.В. Пискарев, Н.И. Бойко, В.А. Апарина, **Е.В. Зуев** // Биосфера. – 2022. – Т. 14. – № 4. – С. 364–367. – doi: 10.24855/biosfera.v14i4.696. **RSCI, K1**

24. Пискарев, В.А. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области. / В.А. Пискарев, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – №. 7. – С. 784–794. – <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>. **WOS, RSCI, Scopus, Q2**

25. Ригин, Б.В. Селекционно-генетические аспекты создания продуктивных форм мягкой яровой пшеницы с высокой скоростью развития. / Б.В. Ригин, **Е.В. Зуев**, В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер, З.С. Пыженкова, И.И. Матвиенко. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – Вып. 3. – С. 192–202. – doi: 10.30901/2227-8834-2018-3-197-202. **RSCI, Scopus, K1**

26. Ригин, Б.В. Линия Рико - самая скороспелая среди представителей коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР. / Б.В. Ригин, **Е.В. Зуев**, А.С. Андреева, З.С. Пыженкова, И.И. Матвиенко. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – Вып. 4. – С. 94–98. – doi: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98. **RSCI, Scopus, K1**

27. Ригин, Б.В. Сравнительный анализ наследования высокой скорости развития линий Римакс и Рико яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. / Б.В. Ригин, **Е.В. Зуев**, А.С. Андреева, И.И. Матвиенко, З.С. Пыженкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182. – Вып. 2. – С. 81–88. – doi: 10.30901/2227-8834-2021-2-81-88. **RSCI, Scopus, K1**

28. Смоленская, С.Э. Скороспелость и морфотип сортов мягкой пшеницы Западной и Восточной Сибири. / С.Э. Смоленская, В.М. Ефимов, Ю.В. Кручинина, Б.Ф. Немцев, Г.Ю. Чепурнов, Е.С. Овчинникова, И.А. Белан, **Е.В. Зуев**, Чэньси Чжоу, В.В. Пискарев, Н.П. Гончаров. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26. – № 7. – С. 662–674. – doi 10.18699/VJGB-22-81. **WOS, RSCI, Scopus, Q2**

29. Сочалова, Л.П. Изучение устойчивости к бурой ржавчине, урожайности и качества зерна у образцов коллекции мягкой пшеницы в экологических условиях Новосибирской области. / Л.П. Сочалова, В.А. Апарина, Н.И. Бойко, **Е.В. Зуев**, Е.В. Морозова, К.К. Мусинов, Н.А. Виниченко, И.Н. Леонова, В.В. Пискарев. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т. 27. – № 8. – С. 988–999. – doi 10.18699/VJGB-23-114.

WOS, RSCI, Scopus, Q2

30. Соловьева, М.В. Результаты технологической оценки образцов пшеницы мягкой яровой в условиях Омской области. / М.В. Соловьева, И.А. Кибкало, Б.В. Зырянов, И.А. Белан, Н.С. Обухова, **Е.В. Зуев** // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2026. – Т. 187. – № 1. – С. 40–48. – doi: 10.30901/2227-8834-2026-1-05. **RSCI, Scopus, K1**

31. Темирбекова, С.К. Генофонд яровой мягкой пшеницы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР для использования в селекции. / С.К. Темирбекова, **Е.В. Зуев**, Л.М. Медведева, Ю.В. Афанасьева, И.М. Куликов Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 4. – С. 35–38. – doi: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/4/35-38>. **RSCI, K1**

32. Тырышкин, Л.Г. Эффективная ювенильная устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР к листовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости. / Л.Г. Тырышкин, С.К. Темирбекова, Е.Ю. Кудрявцева, **Е.В. Зуев**. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 3. – С. 18–23. – doi: 10.30850/vrsn/2021/3/18-23. **RSCI, K1**

33. Тырышкин, Л.Г. Эффективная ювенильная устойчивость коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы из Китая к листовым болезням. / Л.Г. Тырышкин, А.А. Зуева, С.К. Темирбекова, А.Н. Брыкова, **Е.В. Зуев**. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 6. – С. 27–31. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/27-31>. **RSCI, K1**

34. Тырышкин, Л.Г. Ювенильная и возрастная устойчивость образцов мягкой пшеницы из коллекции ВИР к мучнистой росе и листовой ржавчине. / Л.Г. Тырышкин, В.А. Лосева, Т.В. Лебедева, С.К. Темирбекова, А.Н. Брыкова, **Е.В. Зуев**. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2025. – № 1. – С. 7–12. – doi: 10.31857/S250020822501002. **RSCI, K1**

35. Шаманин, В.П. Стародавние сорта пшеницы – источники высокого качества и питательных свойств зерна. / В.П. Шаманин, И.В. Потоцкая, С.А. Ессе, М.С. Гладких, С.С. Шепелев., **Е.В. Зуев**, Н.А. Виниченко, Х. Коксель, А.И. Моргунов. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – Вып. 4. – С. 103–115. – doi: 10.30901/2227-8834-2023-4-103-115. **RSCI, Scopus, K1**

36. Pishchik, V.N. Epiphytic PGPB *Bacillus megaterium* AFI1 and *Paenibacillus nicotianae* AFI2 Improve Wheat Growth and Antioxidant Status under Ni Stress. / V.N. Pishchik, P.S. Filippova, G.V. Mirskaya, Yu.V. Khomyakov, V.E. Vertebny, V.I. Dubovitskaya, Yu.V. Ostankova, A.V. Semenov, D. Chakrabarty, **E.V. Zuev**, V.K. Chebotar. // Plants. – 2021. – Vol. 10. – P. 2334. – <https://doi.org/10.3390/plants10112334>. **WOS, Scopus, Q1**

37. Shvachko, N. Mining of QTLs for Spring Bread Wheat Spike Productivity by Comparing Spring Wheat Cultivars Released in Different Decades of the Last Century. / N. Shvachko, M. Solovyeva, I. Rozanova, I. Kibkalo, M. Kolesova, ; A. Brykova, A. Andreeva, **E. Zuev**, A. Börner, E. Khlestkina. // Plants. – 2024. – Vol. 13(8). – P. 1081. – <https://doi.org/10.3390/plants13081081>. **WOS, Scopus, Q1**

38. Temirbekova, S.K. Evaluation of Wheat Resistance to Snow Mold Caused

by *Microdochium nivale* (Fr) Samuels and I.C. Hallett under Abiotic Stress Influence in the Central Non-Black Earth Region of Russia. / S.K. Temirbekova, I.M. Kulikov, M.Z. Ashirbekov, Y.V. Afanasyeva, O.O. Beloshapkina, L.G. Tyryshkin, **E.V. Zuev**, R.N. Kirakosyan, A.P. Glinushkin, E.S. Potapova, N.Y. Rebouh. // Plants. – 2022. – Vol. 11. – P. 699. <https://doi.org/10.3390/plants11050699>. **WOS, Scopus, Q1**

39. Tyryshkin, L.G. Long-Term Multilocal Monitoring of Leaf Rust Resistance in the Spring Bread Wheat Genetic Resources from Institute of Plant Genetic Resources (VIR). / L.G. Tyryshkin, Y.V. Zeleneva, A.N. Brykova, E.Y. Kudryavtseva, V.A. Loseva, M.A. Akhmedov, A.Z. Shikhmuradov, **E.V Zuev**. // Agronomy. – 2022. – Vol. 12. – Issue 2. – <https://doi.org/10.3390/agronomy12020236>. **WOS, Scopus, Q1**

40. **Zuev, E.V.** Genetic Diversity for Effective Resistance in Wheat Landraces from Ethiopia and Eritrea to Fungal Diseases and Toxic Aluminum Ions. / **E.V. Zuev**, T.V. Lebedeva, O.V. Yakovleva, M.A. Kolesova, A.N. Brykova, N.S. Lysenko, L.G. Tyryshkin. // Plants. – 2024. – Vol. 13(8). – P. 1166. – <https://doi.org/10.3390/plants13081166>. **WOS, Scopus, Q1**

А также 15 публикаций в научных изданиях, отнесенных к категории K2 из Перечня рецензируемых научных изданий или индексируемых наукометрической базой данных RSCI, изданиях Q3, Q4 индексируемых международными базами данных:

41. Ким, Ю.С. Устойчивость коллекционных сортообразцов пшеницы к возбудителю жёлтой пятнистости листьев. / Ю.С. Ким, Волкова, Г.В. О.Ю. Кремнева, **Е.В. Зуев**, Д.М. Марченко, И.Ф. Лапочкина. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 8. – С. 25–29. – doi:10.53859/02352451_2021_35_8_25. **RSCI, K2**

42. Колесников, Л.Е. Повышение урожайности зерновых культур и снижение вредоносности возбудителей болезней при использовании акрилового гидрогеля и белкового стимулятора роста. / Л.Е. Колесников, М.В. Успенская, М.И. Кременевская, А.Г. Орлова, **Е.В. Зуев**, Ю.Р. Колесникова Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 33–40. – doi: 10.31857/S2500262721030078. **RSCI, K2**

43. Потоцкая, И.В. Анализ SNP-локусов, ассоциированных с генами качества зерна, у стародавних сортов пшеницы из коллекции ВИР. / И.В. Потоцкая, С.С. Шепелев, С.А. Ессе, М.С. Гладких, М.Н. Кошкин, **Е.В. Зуев**, В.П. Шаманин. // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (46). – С. 43–51. – doi 10.48136/2222-0364_2022_2_43. **РИНЦ, Перечень ВАК категория 2**

44. Сочалова, Л.П. Оценка устойчивости генетически разнообразных образцов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к поражению *Blumeria graminis* в условиях Новосибирской области. / Л.П. Сочалова, В.В. Пискарев,

Е.В. Зуев. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 10. – С.34–38. – doi: 10.53859/02352451_2021_35. **RSCI, K2**

45. Трошкин, Д.Е. Количественная оценка стекловидности пшеницы методом технического зрения. / Д.Е. Трошкин, Е.В. Горбунова, А.А. Алёхин, А.А. Горбачёв, А.Н. Чертов, И.Г. Лоскутов, **Е.В. Зуев.** // Хлебопродукты. – 2019. – № 6. – С. 52–55. – doi: 10.32462/0235-2508-2019-28-6-52-55. **РИНЦ, Перечень ВАК категория 2**

46. Тырышкин, Л.Г. Доноры яровой мягкой пшеницы, устойчивые к грибным болезням, и их селекционная ценность в условиях Ленинградской и Тамбовской областях РФ. / Л.Г. Тырышкин, **Е.В. Зуев**, В.А. Лосева. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (47). – С.37–41. **РИНЦ, Перечень ВАК категория 2**

47. Ухатова, Ю.В. Развитие подходов к документированию информации об образцах генетических ресурсов растений как основа их гарантированного сохранения и эффективного использования. / Ю.В. Ухатова, Л.Ю. Новикова, И.Г. Лоскутов, **Е.В. Зуев**, М.А. Вишнякова, Д.В. Никифоров, Л.А. Радченко, Е.К. Хлесткина Биотехнология и селекция растений. – 2026. – Т. 9. – № 2. – С. 34–47. – doi: 10.30901/2658-6266-2026-2-03. **K2**

48. Хлесткина, Е.К. Организация деятельности с коллекциями генетических ресурсов растений в России: этапы, вызовы и решения. / Е.К. Хлесткина, И.Г. Чухина, **Е.В. Зуев**, Ю.В. Ухатова, И.Г. Лоскутов. Биотехнология и селекция растений. – 2026. – Т. 9. – № 2. – С. 16–33. – doi: 10.30901/2658-6266-2026-2-025. **K2**

49. Хлесткина, Е.К. Развитие понятийного аппарата в сфере создания, формирования, сохранения, развития, изучения и использования коллекций генетических ресурсов растений. / Е.К. Хлесткина, И.Г. Чухина, М.А. Вишнякова, **Е.В. Зуев**, И.Г. Лоскутов, Ю.В. Ухатова. // Биотехнология и селекция растений. – 2026. – Т. 9. – № 2. – С. 86–103. – doi: 10.30901/2658-6266-2026-2-07. **K2**

50. Ashadullin, Dn.F. Amino Acid Content in the Spring Common Wheat Grains. / Dn.F. Ashadullin, Dm.F. Ashadullin, N.Z. Vasilova, **E.V. Zuev**, A.R. Khairulina. // Russian Agricultural Sciences. – 2023. – Vol. 49. – P. 265–270. – <https://doi.org/10.3103/S1068367423030023>. **RSCI, K2**

51. Fisenko, A.V. Dynamics of rye translocation frequency in genotypes of cultivars of Russian common wheat *Triticum aestivum* L. / A.V. Fisenko, O.A. Lyapunova, **E.V. Zuev**, A.Yu. Novoselskaya-Dragovich. // Russian Journal of Genetics. – 2023. – Vol. 59. – № 6. – P. 558–567. – <https://doi.org/10.1134/S1022795423050058>. **WOS, RSCI, Scopus, Q4**

52. Kolesnikov, L.E. Biological Substantiation of Application of Microfertilizers and Organo-Mineral Preparations for the Foliar Treatment of Wheat. / L.E. Kolesnikov, S.P. Melnikov, M.V. Kiselev, **E.V. Zuev**, T.A. Vasileva. // Russian Agricultural Sciences. – 2019. – Vol. 45. – № 2. – P. 115–118. – doi:10.3103/S1068367419020125. **RSCI, K2**

53. Kolesnikov, L.E. The effectiveness of biopreparations in soft wheat

cultivation and the quality assessment of the grain by the digital x-ray imaging. / L.E. Kolesnikov, I.I. Novikova, E.V. Popova, N.S. Priyatkin, **E.V. Zuev**, Yu.R. Kolesnikova, M.D. Solodyannikov. // *Agronomy Research*. – 2020. – Vol. 18. – № 4. – <https://doi.org/10.15159/AR.20.206>. **Scopus, Q3**

54. Kolesnikov, L.E. Modeling the effectiveness of *Bacillus subtilis* strains depending on natural and climatic factors in soft wheat cultivation. / L.E. Kolesnikov, I.I. Novikova, V.A. Pavlyushin, **E.V. Zuev**, Yu.R. Kolesnikova. *Russian Agricultural Sciences*. – 2023. – Vol. 49. – P. 488–500. doi: 10.3103/S1068367423050087. **RSCI, K2**

55. Pukhalskiy, V.A. Distribution of Hybrid Necrosis Alleles in Genotypes of Aboriginal Common Wheat Cultivars from Afghanistan, Palestine, and Transjordan. / V.A. Pukhalskiy, **E.V. Zuev**, L.N. Bilinskaya, A.M. Kudryavtsev. // *Russian Journal of Genetics*. – 2019. – Vol. 55. – P. 955–961. – <https://doi.org/10.1134/S1022795419080118>. **WOS, RSCI, Scopus, Q4**

Дополнительные публикации по теме диссертации (коллективные монографии, издания из серии «Каталог мировой коллекции ВИР»)

1. **Зуев, Е.В.** Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Тамбовской области. / **Е.В. Зуев**, М.Н. Никифоров, Н.Н. Панкратов, В.Н. Платонов, В.А. Лосева, А.Н. Брыкова. // *Каталог ВИР*. Санкт-Петербург. – 2017. – Вып. 840. – 37 с.

2. **Зуев, Е.В.** Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Дагестана. / **Е.В. Зуев**, А.З. Шихмурадов, М.А. Ахмедов, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // *Каталог ВИР*. Санкт-Петербург. – 2018. – Вып. 858. – 39 с. – doi: 10.30901/978-5-905954-64-1.

. Ригин, Б.В. Яровая мягкая пшеница. Характеристика скороспелых и ультраскороспелых образцов по признакам продуктивности и фотопериодической чувствительности. / Б.В. Ригин, **Е.В. Зуев**, В.А. Кошкин, З.С. Пыженкова, И.И. Матвиенко, А.Н. Брыкова, О.Н. Ковалева, И.А. Звейнек.

К 4. **Зуев, Е.В.** Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков, выявленные в условиях Самарской области. / **Е.В. Зуев**, Е.А. Демина, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // *Каталог ВИР*. Санкт-Петербург. – 2019. – Вып. 884. – 52 с. – doi 10.30901/978-5-907145-03-0.

л 5. Тырышкин, Л.Г. Яровая мягкая пшеница. Характеристика образцов новейших поступлений коллекции ВИР по устойчивости к листовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости, мучнистой росе и пыльной головне. / Л.Г. Тырышкин, Т.В. Лебедева, М.М. Ковалева, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. *Каталог ВИР*. Санкт-Петербург. – 2020. – Вып. 913. – 23 с. – doi 10.30901/978-5-607145-19-1.

Р 6. **Зуев, Е.В.** Яровая мягкая пшеница. Результаты многолетнего полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Ленинградской области. / **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // *Каталог ВИР*. Санкт-Петербург. – 2020. – Вып. 917. – 71 с. doi 10.30901/978-5-907145-25-2.

к

т

-

П

7. Косарева, И.А. Яровая мягкая пшеница: характеристика образцов по устойчивости к алюмотоксичности кислых почв. / И.А. Косарева, Е.В. Семенова, Н.Д. Кравчук, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева, **Е.В. Зуев**. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2022. – Вып. 938 – 40 с. – doi 10.30901/978-5-907145-86-3.

8. Тырышкин, Л.Г. Яровая мягкая пшеница. Характеристика образцов новейших поступлений коллекции ВИР по устойчивости к листовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости, септориозу, мучнистой росе и пыльной головне. / Л.Г. Тырышкин, Т.В. Лебедева, М.М. Ковалева, **Е.В. Зуев**, А.Н. Брыкова. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2025. – Вып. 946. – 32 с. – doi 10.30901/978-5-907780-17-0.

10. Ригин, Б.В. Пшеница и тритикале. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. / Б.В. Ригин, И.И. Матвиенко, З.А. Щедрина, А.Н. Брыкова, О.А. Ляпунова, **Е.В. Зуев**. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2025. – Вып. 947. – 26 с. – doi 10.30901/978-5-907780-20-0.

11. **Зуев, Е.В.** Атлас разнообразия мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по признакам колоса и зерновки. / **Е.В. Зуев**, А. Амри, А.Н. Брыкова, В.П. Пюккенен, О.П. Митрофанова // ВИР, ИКАРДА. – 2-е изд. испр. и доп. Санкт-Петербург. – 2019. – 132 с. – doi 10/30901/978-5-905954-97-9.

12. Темирбекова, С.К. Мировая коллекция ВИР – ключ для «идеала» сорта Н.И. Вавилова на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам Центрального региона РФ. / С.К. Темирбекова, Т.Д. Черемисова, И.М. Куликов, Ю.В. Афанасьева, **Е.В. Зуев**, Е.С. Потапова. // Москва, ФНЦ Садоводства. – 2020. – 108 с.

13. Ухатова, Ю.В. Особо ценные образцы генетических ресурсов растений: Методические указания по оценке и критериям отбора. / Ю.В. Ухатова, Л.Ю. Новикова, Е.А. Пороховинова, Т.А. Рожмина, А.И. Шмаков, Д.В. Гельтман, В.В. Лиховской, А.В. Солдатенко, Э.Б. Хатефов, И.В. Сеферова И.В., А.М. Артемьева, **Е.В. Зуев**, М.А. Вишнякова, И.Г. Чухина, И.Г. Лоскутов, Е.К. Хлесткина. Санкт-Петербург: ВИР. – 2026. – 24 с. – doi 10.30901/978-5-907780-33-0

Личный вклад автора. Личный вклад автора состоит в разработке концепции интегрированного структурирования, формулировании направлений исследований, планировании всех экспериментальных работ, руководстве полевыми и лабораторными исследованиями и непосредственном участии в проведении этих работ, создании паспортной и оценочных баз данных, а также в анализе, систематизации, обобщении, интерпретации и публикации результатов. Основные результаты, изложенные в работе,

получены непосредственно автором или членами научного коллектива под его руководством.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

2.1. Принципы/этапы структурирования мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в Коллекции ВИР

Поставленные в настоящем исследовании задачи, связанные с развитием базы паспортных данных коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР, комплексным изучением образцов из новых поступлений, выявлением закономерностей проявления хозяйственно ценных признаков и в целом с созданием инструментов для описательной, диагностической и прогностической аналитики мирового генофонда культуры в пространственно-временных процессах – это необходимая основа для формирования национального каталога особо ценных образцов генетических ресурсов растений.

Реализация концепции интегрированного структурирования коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР включает следующие этапы: (1) актуализация базы паспортных данных (БПД), (2) формирование генетической коллекции, (3) создание баз оценочных данных (БОД), (4) идентификация образцов по спектрам глиадина, (5) создание рабочей (актуальной) коллекции яровой мягкой пшеницы. Каждый этап включает отдельные блоки, обозначенные на рис. 2.

2.1.1. Актуализация базы паспортных данных (БПД) коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР. Основным документом, свидетельствующим о составе коллекции, является база паспортных данных (БПД), созданная на основе рукописных каталогов, начало создания которых относится к 1907 г., содержащая основные сведения об образце: его название, статус, происхождение, год поступления в коллекцию и т. п. Стремление к максимальной детализации информации в БПД открывает целый ряд возможностей для структуризации и изучения имеющегося разнообразия⁵⁶.

Начиная с 2000 г. проведена работа по созданию расширенной паспортной базы данных «Яровая мягкая пшеница» в формате EURISCO, который разрабатывался совместно с ВИРом и был взят нами за основу^{9, 57} и дополнен авторскими наработками. В результате число дескрипторов (полей) в БПД яровой мягкой пшеницы возросло с 15 до 59, 21 из которых являются оригинальными: 1. синоним название образца, 2. страна происхождения, трехбуквенный код ISO, 3. примечание к полю происхождения, 4. учреждение-оригинатор, код FAO, 5. примечание к полю место сбора образца, 6. высота над уровнем моря, определенная с помощью ГИС-технологий, 7. точность определения координат, 8. страна-донор, трехбуквенный код ISO, 9. откуда поступил образец (на русском), 10. откуда поступил образец (на английском), 11. учреждение-донор, код FAO, 12. институт, проводивший экспедицию, код FAO, 13. собиратель, на русском, 14. собиратель, на английском, 15. статус образца, код отдела ГР пшеницы, 16. тип развития, код отдела ГР пшеницы, 17. доступность образца, 18. год/года реализации сорта, 19. селекционер, 20. краткая характеристика образца, 21. кластерная разновидность.

2.1.1.1. Местные сорта яровой мягкой пшеницы. В 2004-2008 гг. была собрана информация для местных сортов. Проанализированы документы, хранящиеся в отделе ГР пшеницы, группе интродукции ВИР и в Центральном Государственном архиве научно-технической документации (ЦГАНТД, Санкт-Петербург), различные географические справочники, атласы и научные публикации, часть данных получена через Интернет.

В результате для большинства стародавних сортов и популяций была введена следующая информация: место сбора (название населенного пункта или местности, высота над уровнем моря, географические координаты); даты проведения сборов; фамилии ученых, принимавших участие в экспедициях, сведения об учреждениях-донорах для образцов, полученных по выписке. Эти данные послужили для написания монографии «Местные яровые мягкие пшеницы в мировой коллекции ВИР»⁵⁸

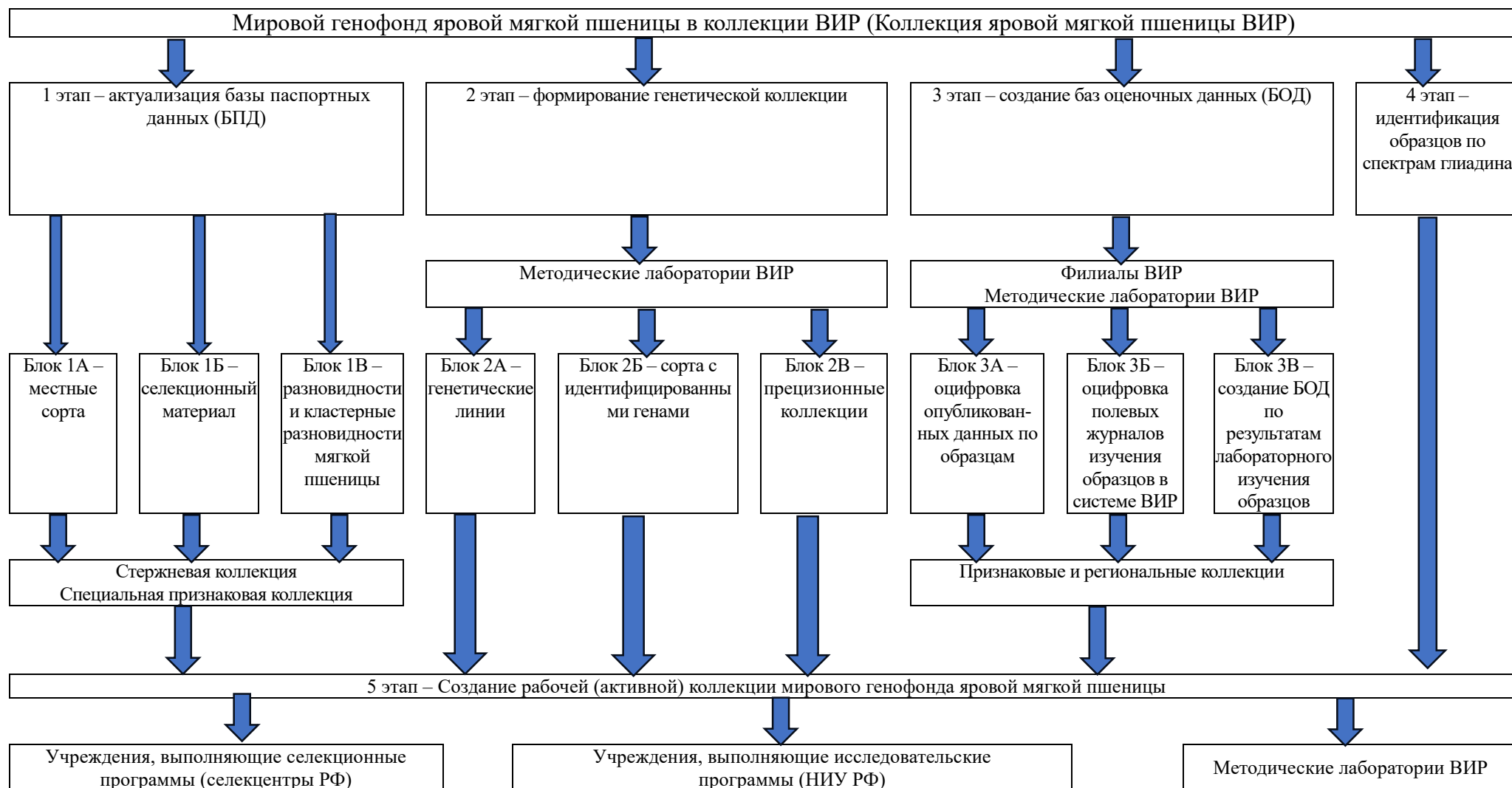


Рисунок 2. Схема структурирования Коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР

Поиск информации продолжается и в настоящее время. В итоге информация собрана для 6318 местных сортов яровой мягкой пшеницы. Координаты мест сбора определены для 5927 образцов с разной точностью: очень высокая (конкретная точка, погрешность до 5 км) – 2470, высокая (погрешность до 10–20 км) – 248, средняя (уровень района, погрешность до 50–100 км) – 2156, низкая (уровень области, провинции) 771, очень низкая (уровень страны) – 282 (рис. 3).



Рисунок 3. Точность определения координат мест сбора для местных сортов яровой мягкой пшеницы

Для местных яровых мягких пшениц из коллекции ВИР идентифицированы 2210 различных мест сбора. Имеются два варианта заполнения информации: на русском и английском языках. Установлены места сбора, где было собрано большое количество разных образцов: Мамлютский район Северо-Казахстанской области (Казахстан) – 95 образцов, сел. Лал Касар Вали, провинция Пенджаб (Пакистан) – 78 образцов, Булаевский район Северо-Казахстанской области (Казахстан) – 65 образцов. Уникальными являются 1276 мест сбора, в которых собраны по одному местному сорту.

Подавляющее количество образцов было собрано в поле на корню – 5092 образца, 35 – в местах хранения, 19 – в местах обмолота, 1 – в парке, 156 –

приобретены на рынках или магазинах, 354 – в селекционных и научных учреждениях.

Благодаря вводу информации об ученых, собиравших местные сорта яровой мягкой пшеницы, был оценен их вклад в формирование коллекции ВИР. Несомненно, первое место принадлежит академику Н.И. Вавилову. В ВИРе хранятся 529 стародавних сорта этой культуры, доставленных Н.И. Вавиловым, из которых 460 образцов были собраны лично в 36 странах мира (табл. 3). В коллекции яровой мягкой пшеницы отражены практически все поездки и экспедиции Н.И. Вавилова: 1916 г. – Таджикистан, Иран; 1922 г. – Франция, 1924 г. – Афганистан, 1925 г. – Волгоградская обл. России, Узбекистан; 1926 г. – Италия, Греция, Палестина, Израиль, Иордания, Кипр, Ливан, Сирия, территория современной Саудовской Аравии, Алжир, Марокко, Тунис; 1927 г. – Германия, Испания, Португалия, Италия, Греция, Египет, Эфиопия; 1929 г. – Казахстан, Кыргызстан, Китай, Южная Корея, Япония; 1932 г. – Аргентина, Перу; 1934 г. – Азербайджан; 1935 г. – Дагестан, Грузия, 1936 г. – Дагестан, Грузия, Армения; 1938 г. – Грузия; 1939 г. – Северная Осетия, Грузия; 1940 г. – Ленинградская обл. России, Украина. В большей степени представлены вавиловские сборы на территории Афганистана (77 образцов), Италии (39), Египта (33), Испании (31), Эфиопии (27), Палестины (27), Алжира (24) и России (22). Местные сорта России в основном были собраны в Дагестане в 1935–1936 гг.

Таблица 3. Ученые ВИР, внесшие наибольший вклад в формирование коллекции местных образцов яровой мягкой пшеницы.

ФИО ученого	Число сохраняемых образцов
Вавилов Н.И.	460
Жуковский П.М.	312
Удачин Р.А.	261
Кобелев В.К.	201
Писарев В.Е.	182
Маркович В.В.	156
Прийма Д.Я.	150
Френкель А.Я.	140
Тер-Аванесян Д.В.	133
Пухальский А.В.	122
Дорофеев В.Ф.	117

Второе место по представленности в коллекции занимают экспедиции П.М. Жуковского, доставившего в коллекцию института пшеницу из девяти стран, однако большинство сортов было привлечено из Турции (1925–1927 гг.). Р.А. Удачин по праву находится на третьем месте по числу собранных местных образцов. Активно участвовали в формировании коллекции местной яровой мягкой пшеницы В.К. Кобелев, В.Е. Писарев, В.В. Маркович, Д.Я. Прийма, А.Я. Френкель, Д.В. Тер-Аванесян, А.В. Пухальский, В.Ф. Дорофеев и др. (табл. 3).

При наличии информации о географических координатах, точка сбора местного сорта наносится на цифровые почвенные, климатические, рельефные и другие карты. В результате можно получить довольно полную информацию о месте произрастания стародавнего сорта. В ВИРе коллекция местных яровых мягких пшениц представлена образцами в основном из стран с влажным климатом. Места сборов местных сортов характеризуются 79 типами различных почв, из которых наиболее представлены: литосоли, чернозёмы южные и выщелочные, дерново-подзолистые, каштановые, бурые тропические почвы, бурые лесные. В коллекции ВИР имеются 402 образца, которые были собраны на участках, где вероятность засоления оценена от 50 до 100%. Для 4004 староместных сортов яровой мягкой пшеницы определена высота над уровнем моря мест сбора (табл. 4).

Таблица 4. Распределение староместных сортов яровой мягкой пшеницы, сохраняемых в коллекции ВИР, по высоте над уровнем моря мест сбора.

Высота над уровнем моря, м	Число образцов
1–500	2080
501–1000	647
1001–1500	451
1501–2000	359
2001–2500	250
2501–3000	145
3001–3500	52
3501–4000	20

Используя эти данные, установив критерии отбора, можно выделить образцы, потенциально устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды. Возможно также построение карт ареалов распространения образцов, распределения признаков, построения маршрутов экспедиций (рис. 4).

Рекомендуем включать в Коллекцию ВИР местные сорта с полной информацией о месте их сбора.

Данные по идентифицированным местам сбора местных сортов пшеницы были использованы при выполнении международного проекта – FIGS (Focused Identification of Germplasm Strategy – Стратегия фокусированной идентификации гермоплазмы) в 2004–2012 гг. В проекте принимали участие – ВИР (Россия), ICARDA (Сирия) и Австралийский генбанк (Австралия, Тамворф, AWCC). В основу гипотезы было положено предположение, что, отбирая местные образцы пшеницы из мест с известными климатическими и почвенными характеристиками, задавая осознанные критерии отбора по лимитирующим признакам, можно получить лучший результат по сравнению с выборками, применяемыми при формировании стержневых коллекций.

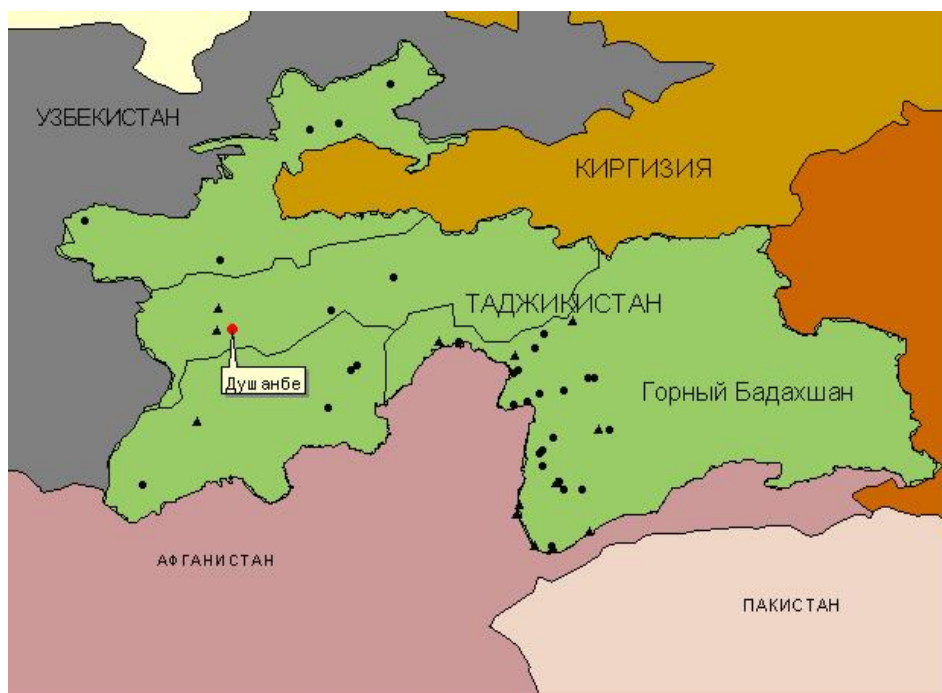


Рисунок 4. Места сборов образцов яровой мягкой пшеницы в Таджикистане экспедициями ВИР.

▲ – экспедиция Н.Г. Хорошайлова 1955 г.; ● – экспедиции Р.А. Удачина 1965–1971 гг.

Были сформированы и оценены наборы местных сортов, выделенные из объединенной базы трех генбанков: стержневая коллекция (отбор по происхождению и времени сбора образцов), набор по засухоустойчивости (отбор образцов из мест сбора без полива, где за год выпадает 180–300 мм осадков), набор по солеустойчивости (отбор образцов из мест сбора, где вероятность засоления почвы была более 50%), каждый набор состоял из 400 образцов. Данные по стержневому набору сравнивали с данными специальных наборов. Во всех случаях в специальных наборах было выявлено большее количество источников, чем в стержневой коллекции. В таблице 5 представлены некоторые источники ценных признаков яровой мягкой пшеницы. Все изученные наборы целиком включены в рабочую (активную) коллекцию яровой мягкой пшеницы как специальные коллекции.

Таблица 5. Местные сорта – источники засухоустойчивости и солеустойчивости, отобранные в рамках проекта FIGS.

Номер по каталогу ВИР	Номер по каталогу ICARDA/AWCC	Происхождение
источники засухоустойчивости		
65089	IG 92822	Алжир
65098	IG 92847	Алжир
65661	IG 94867	Тунис
66468	IG 107107	Иран
65870	IG 44699	Леван
65879	AUS 15276	Афганистан
источники солеустойчивости		
65113	IG 42034	Египет
65114	AUS 27835	Индия
65115	AUS 27836	Индия
65116	AUS 27848	Индия
65118	AUS 28178	Иран

В 2024–2025 гг. восстановлены первые 89 образцов яровой мягкой пшеницы, которые погибли в период блокады Ленинграда. Образцы были получены в 1922 г. и 1932 г. из США. Для всех образцов в документации отдела имелась информации о номере каталога американского генбанка (CI или PI). На основе этой информации в 2017 г. в генбанк США был сделан запрос на утерянные образцы и получены 200 образцов. В 2025 г. нам удалось

размножить в достаточном количестве 89 образцов, которые включены в Коллекцию ВИР под своими старыми каталожными номерами. В основном это были местные образцы с известными координатами сбора из Китая, Индии и ЮАР. Местные сорта из Индии и ЮАР являются потенциальными источниками засухоустойчивости, жаростойкости, устойчивости к желтой ржавчине. Для китайских пшениц характерна легкая скрещиваемость с рожью. Работа по восстановлению коллекции будет продолжена. Восстановленные образцы включены в рабочую (активную) коллекцию и национальный каталог.

Одновременно с вышеописанным материалом из генбанка США были получены 76 местных сортов яровой мягкой пшеницы российского происхождения, которых не было в коллекции ВИР. Несомненный интерес представляют 36 образцов азиатского подвида, которые поступили в американский генбанк в августе 1924 г. от Н.И. Вавилова. В это время ученый находился в афганской экспедиции. Возможно, образцы были отправлены в США прямо из Афганистана. Этот материал требует дальнейшего изучения для определения точного происхождения.

2.1.1.2. Селекционный материал яровой мягкой пшеницы. Для селекционных сортов и линий проведена сверка с паспортными базами данных 34 генбанков мира. Наиболее ценные данные получены из Американского (National Small Grain Collection (NSGC)), Немецкого (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK)), Чешского (Czech Agrifood Research Center), и Канадского (Research Centre Agriculture and Agri-Food Canada) генбанков. Для 589 образцов кардинально изменено происхождение, для 7076 образцов уточнено происхождение до уровня «провинция».

Отредактированы названия сортов, в БПД введены номера каталогов зарубежных генбанков для образцов коллекции ВИР. В настоящее время поле дескриптора «Номер каталога учреждения донора» заполнено для 3269 образцов, поле «Другие номера каталогов» – для 3801 образца. Установлено, что 63,6% образцов хранятся только в коллекции ВИР. Из генбанка США (NSGC) получены 933 образца яровой мягкой, из Австралийского генбанка

(AWCC) – 333, из Германии (IPK) – 250, из Чехии – 238, из Украины – 161, Канады – 100. В зарубежных генбанках представлены 424 российских сорта, полученных из ВИР.

Поле дескриптора «родословная» заполнено для 7049 образцов, 1716 российских сортов и линий имеют данные о родословных, что составляет 78% от общего количества селекционного материала РФ.

Проведена работа по заполнению поля дескриптора «учреждение-оригинатор», 7461 образец имеет данную информацию. Практически для всех российских сортов и линий имеются данные по этому дескриптору. Идентифицированы 102 научных учреждений России, создававшие сорта и линии яровой мягкой пшеницы. Селекционные центры, внесшие значительный вклад в формирование коллекции ВИР, представлены в таблице 6. Также следует отметить, что в Пушкинских лабораториях института были созданы 89 линий яровой мягкой пшеницы, которые сохранены в мировой коллекции.

Для российских сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Гос. Реестр)⁵⁹, и бывших в районировании введены дополнительные коды отдела ГР пшеницы статуса образца: нереализованный сорт, реализованный сорт, современный сорт Реестра РФ, районированный местный сорт. Для этой группы образцов дополнительно имеется информация «Годы районирования», «Селекционер». В коллекции ВИР хранятся 349 сортов яровой мягкой пшеницы, включенные в Государственный реестр в настоящее время; российские сорта, снятые с районирования – 302, реализованные сорта ближнего и дальнего зарубежья с уникальными родословными – 1042.

В соавторстве с селекционерами Омского АНЦ в 2010 г. создан сорт яровой мягкой пшеницы Омская 41 (к-65253). Авторы сорта: И.А. Белан, Л.П. Россеева, В.А. Зыкин, Л.Ф. Ложникова, Н.П. Блохина, Л.Г. Валуева, Ю.В. Колмаков, Л.А. Зелова, Л.В. Мешкова, П.В. Поползухин, Л.А. Першина, О.П. Митрофанова, Е.В. Зуев.

Родословная сорта: Лютесценс 119/83-1/Тайфун (Германия) /3/ Омская 20//Омская 24. Омская 41 был предназначен для лесостепи и степи Западной Сибири

Сорт среднепоздний, характеризуется средней устойчивостью к неблагоприятным абиотическим условиям среды, в частности к засухе, устойчив к пыльной головне, значительно слабее стандарта поражается мучнистой росой, устойчив к возбудителю бурой ржавчины, как в фазе проростков, так и взрослого растения. Устойчивость к полеганию высокая.

Благодаря высокой продуктивности в сочетании с высокой устойчивостью к болезням и высокими хлебопекарными свойствами новый сорт способен конкурировать с сортами аналогичной группы спелости.

Таблица 6. Селекционные центры России, внесшие значительный вклад в формирование коллекции яровой мягкой пшеницы

Селекционный центр	Число образцов в коллекции ВИР
Иркутский НИИСХ — филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН (Тулунская ГСС)	66
НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Краснодарский НИИСХ, Краснодарская ГСС)	70
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (Алтайский НИИСХ, Барнаульская ГСС)	77
НИИСХ Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра СО РАН	81
Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока (НИИСХ Юго-Востока, Саратовская опытная станция)	84
Красноярский НИИСХ – обособленное подразделение Красноярского научного центра СО РАН (Камалинская ГСС)	85
Самарский НИИСХ филиал Самарского научного центра РАН (Безенчукская ГСС, Безенчукский НИИСХ)	120
СибНИИРС – филиал ИЦИГ СО РАН (Новосибирская ГСС)	128
АНЦ Омский (Сибирский НИИСХ, СибНИИСХоз, Западно-Сибирская станция)	136

Работа по актуализации паспортной базы легла в основу составления перечня унифицированных (то есть применимых к другим культурам)

статусов, описанных в методических указаниях по оценке и критериям отбора для формирования национальной коллекции особо ценных образцов генетических ресурсов растений⁹.

2.1.1.3. Разновидности и кластерные разновидности мягкой пшеницы.

В отделе генетических ресурсов пшеницы для контроля подлинности образца пшеницы, наряду с белковыми маркерами, также используются данные о принадлежности образца к определенной разновидности. Разновидность – таксономическая категория (ранг) ниже подвида. Разновидности мягкой пшеницы различаются между собой комплексами морфологических признаков, в основном, колоса и зерновки.

В коллекции яровой мягкой пшеницы представлены 160 разновидностей. Однако 76% образцов коллекции принадлежат к восьми самым распространенным разновидностям: *albidum* Al., *albirubrum* (Koern.) Mansf., *lutescens* (Alef.) Mansf., *milturum* (Alef.) Mansf., *erythrospermum* Korn., *ferrugineum* (Alef.) Mansf., *erythroleucum* (Koern.) Mansf., *graecum* (Koern.) Mansf. Основой для определения разновидности служат описательные данные образцов.

Подробный анализ разновидностей местных яровых пшениц представлен в монографии «Местные сорта яровой мягкой пшеницы в коллекции ВИР»⁵⁸. Наибольшее число разновидностей яровой мягкой пшеницы характерно для Центрально-Азиатских стран – Таджикистана (58) и Афганистана (45). Также отличаются разнообразием местные сорта Китая (36), Пакистана (27) и Турции (25). Среди европейских местных пшениц выделяются только образцы из Испании, относящиеся к 12 разновидностям. Меньшее разнообразие пшениц Закавказья и ряда бывших республик СССР объясняется тем, что в этих регионах преобладает озимая мягкая пшеница с большим числом разновидностей.

В «Атласе разнообразия мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по признакам колоса и зерновки»⁶⁰ предложен универсальный способ описания и быстрого запоминания разнообразия форм мягкой пшеницы по морфологическим признакам колоса и зерновки для практической работы.

Основу системы описания составляют наиболее часто встречающиеся комплексы морфологических признаков колоса и зерновки у мягкой пшеницы, за которыми сохранены названия соответствующих им разновидностей (табл. 7). Для описания образца, обладающего одним из таких комплексов признаков, но в комбинации с другими используют сокращенные латинские названия этих признаков, которые добавляют к названию основного комплекса: цвет зерна (фиолетовый – *violaceo*-, зеленый – *virido*-), цвет колосковой чешуи (белый или красный в комбинации с черным (черно-синим), который проявляется в центральной части колосковой чешуи – *nigro*-, белый или красный в комбинации с черным по краю колосковой чешуи – *maesto*-, белый или красный в комбинации с серо-дымчатым (сизым), который проявляется в центральной части колосковой чешуи – *glauco*-), укороченные ости – *sub*-, черные ости – *pseudo*-).

Таблица 7. Основные кластерные разновидности мягкой пшеницы

Кластерная разновидность	Наличие остей	Опушение колосковой чешуи	Цвет колосковой чешуи	Цвет зерновки
<i>lutescens</i>	нет	нет	белый	красный
<i>milturum</i>	нет	нет	красный	красный
<i>albidum</i>	нет	нет	белый	белый
<i>albirubrum</i>	нет	нет	красный	белый
<i>velutinum</i>	нет	есть	белый	красный
<i>pyrothrix</i>	нет	есть	красный	красный
<i>leucospermum</i>	нет	есть	белый	белый
<i>delfii</i>	нет	есть	красный	белый
<i>erythrospermum</i>	есть	нет	белый	красный
<i>ferrugineum</i>	есть	нет	красный	красный
<i>graecum</i>	есть	нет	белый	белый
<i>erythroleucum</i>	есть	нет	красный	белый
<i>hostianum</i>	есть	есть	белый	красный
<i>barbarossa</i>	есть	есть	красный	красный
<i>meridionale</i>	есть	есть	белый	белый
<i>turcicum</i>	есть	есть	красный	белый

Данные комплексы морфологических признаков в дальнейшем получили название «кластерная разновидность». Информация о кластерных разновидностях была добавлена в БПД для каждого образца яровой мягкой пшеницы.

Согласно данному подходу новые 6 разновидностей фиолетовозерной мягкой пшеницы, описанные в 2025 г., были названы следующим образом:

Triticum aestivum subsp. *aestivum* var. *violaceomilturum* Zuev et Bryk. var. nov.;

T. aestivum subsp. *aestivum* var. *violaceopyrothrix* Zuev et Bryk. var. nov.;

T. aestivum subsp. *aestivum* var. *violaceovelutinum* Zuev et Bryk. var. nov.;

T. aestivum subsp. *aestivum* var. *violaceoferrugineum* Zuev et Bryk. var. nov.;

T. aestivum subsp. *hadropyrum* var. *violaceobarbarossa* Zuev et Bryk. var. nov.;

T. aestivum subsp. *hadropyrum* var. *violaceohostianum* Zuev et Bryk. var. nov.

Разновидности зарегистрированы, согласно Международному кодексу ботанической номенклатуры (МКБН)⁶¹. Отобранные фиолетовозерные линии расширяют ботаническое разнообразие коллекции мягкой пшеницы в ВИРе. Выделенные разновидности можно использовать в качестве исходного материала для селекции пшеницы для получения продуктов функционального питания при переработке.

2.1.2. Формирование генетической коллекции яровой мягкой пшеницы. Генетическая коллекция – это выделенная в пределах конкретной биологической (биоресурсной) коллекции совокупность образцов, относящихся к одному и тому же или близким таксонам, и включающая образцы с идентифицированными генами либо генными комплексами, проявление и наследование которых известны; специально созданный при помощи экспериментальных методов генетики набор близкородственных линий, отличающихся по отдельным генам/участкам генома²³.

2.1.2.1. Генетические линии яровой мягкой пшеницы. В коллекции яровой мягкой пшеницы хранится 323 образца со статусом «генетическая линия», среди них следует отметить: 14 почти изогенных линий с генами устойчивости к стеблевой ржавчине (*Sr*) на основе сорта Marquis, созданных в Университете Саскачевана (Канада); 41 почти изогенную линию с генами устойчивости к бурой ржавчине (*Lr*) на основе сорта Thatcher из лаборатории по исследованию ржавчины в Виннипеге; 41 аналог сорта Новосибирская 67 (АНК), по морфологическим характеристикам (Институт Цитологии и Генетики, Коваль

С.Ф.); 39 почти изогенных линий с генами *Vrn*, созданных во Всесоюзном селекционно-генетическом институте (Украина, г. Одесса) Стельмахом А.Ф.; 16 почти изогенных линий с генами короткостебельности (*Rht*), созданных в отделе ГР пшеницы Лоскутовой Н.П. и Мережко А.Ф.; 26 линий различающихся по морфологическим признакам – выполненность/полость соломы, цвет зерна красный/белый, остистость/безостость, созданных В.А. Крупновым в НИИСХ Юго-Востока; 10 линий-тестеров на твердую головню из Университета штата Орегон; 8 линий устойчивых к грибным болезням, созданных Е.А. Салиной в Институте цитологии и генетики СО РАН с использованием дигаплоидных технологий и методов маркер-ориентированной селекции; 15 почти изогенных линии австралийского сорта Avocet с генами устойчивости к желтой ржавчине (*Yr*), полученных из Сиднейского Университета.

2.1.2.2. Сорты яровой мягкой пшеницы с идентифицированными генами. Созданная в 1994 г. году в отделе пшеницы база данных GENDATA содержит информацию о 1263 образцах яровой мягкой пшеницы, у которых по литературным данным идентифицированы различные гены. В общей сложности эти образцы несут 356 известных генов, контролирующих 78 признаков пшеницы. Наибольшую представленность в базе имеют формы со следующими генами: гибридного некроза (*Ne1*, *Ne2*) – 447 образцов; реакции на яровизацию (*Vrn* 1–3) – 312; гибридной карликовости (*D* 1–4) – 104; устойчивости к стеблевой ржавчине (44 гена типа *Sr*) – 111; гибридного хлороза (*Ch* 1–3) – 34; короткостебельности (13 генов типа *Rht*) – 88; устойчивости к бурой ржавчине (31 ген типа *Lr*) – 62; устойчивости к мучнистой росе (16 генов типа *Pm* и *Mld*) – 39 образцов³⁹.

2.1.2.3. Прецизионные коллекции – это набор генотипированных образцов, сформированный в результате исследовательской программы и включенный в биологическую (биоресурсную) коллекцию при условии обязательного указания результатов генотипирования и сведений об исследовательской программе при его постановке на учет. Например, в рабочую (активную) коллекцию яровой мягкой пшеницы включена

прецизионная генотипированная коллекция, которая изучалась в рамках Программы создания и развития центра геномных исследований мирового уровня «Агротехнологии будущего» (Соглашение с Министерством науки и образования Российской Федерации № 075-15-2022-323 от 21.04.2022). Данная коллекция в количестве 186 образцов изучалась в течение 3-х лет в 4-х пунктах по морфологическим и хлебопекарным характеристикам⁶².

2.1.3. Создание баз оценочных данных (БОД).

2.1.3.1. Оцифровка опубликованных данных по образцам яровой мягкой пшеницы. При компьютеризации 101 каталога Мировой коллекции ВИР, в которых имелась информация об образцах яровой мягкой пшеницы в 2009 г. были созданы и зарегистрированы 3 БОД.

1. «Результаты оценки коллекции пшеницы ВИР по основным биохимическим, технологическим и хлебопекарным показателям», № 0220913397, автор Зуев Евгений Валерьевич. БОД содержит информацию о 7737 образцах пшеницы из коллекции ВИР, изученных по основным биохимическим, технологическим и хлебопекарным показателям в 57 различных пунктах. Наиболее полно представлены данные по следующим показателям: содержание белка в зерне, набухаемость муки в уксусной кислоте, время до начала разжижения теста, валориметрическая оценка, стекловидность зерна, объемный выход хлеба из 100 г муки.

2. «Результаты иммунологической оценки образцов пшеницы коллекции ВИР», № 0220913400, автор Зуев Евгений Валерьевич. БОД содержит информацию об устойчивости к основным грибным болезням 12540 образцов пшеницы из коллекции ВИР, изученных в 46 различных пунктах. Наиболее полно представлены данные по полевой устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине.

3. «Результаты оценки коллекции пшеницы ВИР по основным селекционно значимым признакам», № 0220913401, автор Зуев Евгений Валерьевич. БОД содержит информацию о 10842 образцах пшеницы из коллекции ВИР, изученных по основным селекционно значимым признакам в

54 различных пунктах. Наиболее полно представлены данные по массе 1000 зерен, высоте растения, устойчивости к полеганию, продолжительности вегетационного периода, урожайности.

Во всех вышеописанных БОД имеется краткая паспортная характеристика для каждого образца: номер по каталогу ВИР, происхождение, название образца, видовая принадлежность. Дополнительно, приведено полное описание полей, пунктов изучения и использованных литературных источников.

При анализе вышеописанных БОД выявили 412 образцов, данные по которым были опубликованы в нескольких каталогах ВИР. Образцы, упоминаемые в 10 и более изданиях, были рекомендованы для включения в рабочую (активную) коллекцию яровой мягкой пшеницы. Наиболее изученные образцы по публикациям в каталогах ВИР приведены в таблице 8, всего таких образцов – 17.

Таблица 8. Наиболее изученные образцы яровой мягкой пшеницы

Номер по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Число каталогов ВИР, в которых представлены результаты изучения образца
43096	Lee	США	30
45664	Pitic S 62	Мексика	30
45953	Inia F 66	Мексика	29
45397	Sonora 63	Мексика	27
43286	Саратовская 36	Россия	26
46975	Red River 68	США	23
45929	Sonalika	Индия	22
45410	CB 163-1	Канада	22
44829	Opal	Германия	21
47105	Azteca F 67	Мексика	21
45930	Sona 227	Индия	21
40099	KG PF 4613	Австралия	21
41173	Скала	Россия	21
35687	Puora	Австралия	20
45756	Саратовская 39	Россия	20
45160	Lerma Rojo	Мексика	19
45159	Penjamo T 62	Мексика	19

Данные по биохимической, технологической и хлебопекарной оценке образцов яровой мягкой пшеницы, опубликованные в Каталогах ВИР, рекомендовано использовать в настоящее время для селекции на качество. Проанализированы результаты технологической и хлебопекарной оценки 309 образцов яровой мягкой пшеницы, выявлены источники высокого качества^{63, 64}.

Таблица 9. Образцы яровой мягкой пшеницы с высокими хлебопекарными качествами

Номер по каталогу ВИР, название образца, происхождение	Содержа- ние белка в зерне, %	Общая хлебо- пекарная оценка, балл	Пори- стость хлеба, балл	Сила муки, ед. альвио- графа	Стекло- вид- ность зерна, %	Время до начала разжижения теста, мин.	Объем хлеба на 100 г. муки, мл
Репродукция Московского отделения ВИР (1987–1989 гг.)							
к-54393, Линия 11, Тюменская обл.	16,9	4,3	3,5	512	87	11,1	560
к-54394, Линия 7, Тюменская обл.	16,9	4,4	3,5	613	87	13,1	570
к-54834, Peak 72, США	16,7	4,4	3,1	455	84	9,9	572
к-54863, Shortana, США	16,2	4,3	3,3	379	87	9,1	551
к-55543, Надежная, Новосибирская обл.	16,9	4,2	3,3	531	87	6,8	554
к-55693, Лютесценс 275, Омская обл.	16,9	4,2	3,1	677	94	8,6	543
к-55694, Омская 17, Омская обл.	16,7	4,2	3,3	437	89	5,9	558
Репродукция Екатеринбургской ОС – филиала ВИР (1991–1993 гг.)							
к-59027, Линия 323/83, Красноярский край	15,2	4,9	4	181	78	7,3	580
к-59029, Линия 595/83, Красноярский край	14,4	4,8	3,7	189	71	7,2	580
к-58793, Алтайский край	15,2	4,7	3,7	146	85	4	573
к-57949, 56921/81, Ростовская обл.	15,5	4,7	3,7	247	84	7,2	577
к-59603, Jo 8303, Финляндия	16,0	4,6	4,3	394	80,3	8,5	570
к-57953, 57123/81, Ростовская обл.	15,5	4,6	4	293	86	6,8	566
к-59030, Линия 596/83, Красноярский край	14,5	4,6	3,7	193	70,3	7,2	570
к-59434, Нја 23145, Финляндия	16,9	4,6	3,7	191	85,6	7,5	580

В условиях Московской области высококачественное зерно формировали образцы из США, Тюменской и Омской областей РФ. В условиях Тамбовской области хорошие показатели хлебопекарной оценки показали образцы из Ростовской области, Красноярского края, Финляндии (табл. 9). В таблице 10 приведены образцы с максимальными показателями хлебопекарных характеристик для условий Центрально-Черноземного региона РФ.

Каталоги мировой коллекции ВИР по пшенице до 1999 г. представляли собой таблицы без подсчета средних значений и выделения лучших образцов. При переводе каталогов в электронные таблицы Excel это стало возможным.

Яровая мягкая пшеница характеризовалась содержанием лизина на уровне 0,387 г в 100 г сырого белка. Самый низкий показатель лизина отмечен для мексиканского образца Sonora 64 Amber "S" (к-48959) – 0,178 г. Высоколизиновые образцы яровой мягкой пшеницы представлены в таблице 11.

Таблица 10. Максимальные показатели хлебопекарных характеристик у образцов яровой мягкой пшеницы для условий Центрально-Черноземного региона России.

Номер по каталогу ВИР, название образца, происхождение	Признак	Максимальное значение признака	Место и год изучения
к-57198, Luja, Финляндия	Содержание белка в зерне, %	20,6	ЕОС ВИР, 1992 г.
к-59603, Jo 8303 Финляндия	Пористость хлеба, балл	5	ЕОС ВИР, 1993 г.
к-59470, Альбидум 653, Самарская обл.	Стекловидность зерна, %	99	ЕОС ВИР, 1993 г.
к-58203, 1203 D.I.S.I., Кения	Стекловидность зерна, %	99	ЕОС ВИР, 1992 г.
к-59581, ППГ 38/1, Московская обл.	Время до начала разжижения теста, мин.	27	ЕОС ВИР, 1993 г.
к-57957, 21981/79, Ростовская обл.	Объем хлеба на 100 г. муки, мл	610	ЕОС ВИР, 1993 г.
к-57949, 56921/81, Ростовская обл.	Объем хлеба на 100 г. муки, мл	610	ЕОС ВИР, 1993 г.

При анализе Каталогов мировой коллекции ВИР были выявлены источники высокого содержания белка (22,2–25,8%) – 117 образцов; лизина (0,500-0,663 г в

100 г сырого белка) – 203 образца; с высокими хлебопекарными свойствами (общая хлебопекарная оценка (ОХО) – 4,8–5,0) – 126 образцов.

Таблица 11. Высоколизиновые образцы яровой мягкой пшеницы^{65, 66}

Номер по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Репродукция, год	Содержание белка в зерне, %	Содержание лизина в 100 г сырого белка, г
31332	Киляк	Таджикистан	Ташкент, 1964	22,0	0,637
39162	Аби-Кзыл-Бугдай	Узбекистан	Ташкент, 1964	22,8	0,644
43149	Abondance Lereuple	Италия	КОС 1972	17,0	0,663
48591	Hybrid La Molina	Перу	Ташкент 1971	23,6	0,624
48614	Hybrid La Molina	Перу	Ташкент 1971	23,2	0,614

2.1.3.2. Оцифровка полевых журналов изучения яровой мягкой пшеницы в системе ВИР. Для расширения информации об изученности коллекции по основным хозяйственно/селекционно ценным характеристикам были внесены данные полевых журналов опытных станций ВИР.

В 2009 г. была создана БОД «Результаты полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Красноярского края» № 0220913086 (автор Зуев Е.В.). БОД содержит информацию о 2256 образцах яровой мягкой пшеницы, изученных на Красноярском опорном пункте ВИР в течение 13 лет по 17 основным хозяйственно-ценным признакам. В БОД также представлена краткая паспортная характеристика для каждого образца⁶⁷.

По результатам изучения образцов пшеницы на ДОС ВИР, ЕОС ВИР и в г. Пушкине создана единая БОД «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях», которая в 2026 г. зарегистрирована в реестре баз данных № 2026622546 (автор Зуев Е.В.). База состоит из четырех активных листов. 1. ЕОС ВИР – представлены данные об изучении образцов яровой мягкой пшеницы в условиях региона допуска №5/ Центрально-Черноземного региона (30 полей, 19245 записей); 2. ДОС ВИР – содержит данные об изучении яровой мягкой пшеницы в условиях региона допуска №6/ Северо-Кавказского региона (37 полей, 37100 записей); 3. г. Пушкин – собраны данные об изучении яровой мягкой пшеницы в условиях региона допуска №2/ Северо-

Западного региона (32 поля, 31468 записей); 4. «Комментарии» - содержит пояснительную информацию.

В БОД имеются данные о 15 селекционно ценных характеристиках пшеницы. Наиболее полные сведения представлены по признакам: период «всходы-колошение», период «колошение-восковая спелость», период «всходы-восковая спелость», высота растения, масса 1000 зерен, урожайность. Для сравнения образцов в разные периоды изучения все количественные признаки были переведены в баллы (9 – самое высокое, 7 – высокое, 5 – среднее, 3 – низкое и 1 – самое низкое значение признака), данная шкала используется в отделе ГР пшеницы⁶⁸. Расчеты баллов проводили в специальной программе, созданной автором. Принцип работы программы заключается в том, что для каждого количественного признака в пределах одного года изучения определяются максимальные и минимальные значения. Разница между максимальным и минимальным значением делится на 5 (пятибалльная шкала), и определяется интервал балла. На основании этого интервала программа автоматически вводит соответствующий балл для каждого значения количественного признака. Для сравнения образцов, изученных в одни и те же годы, использовали «средний балл» признака, рассчитанный как среднее арифметическое между баллами за конкретные годы изучения.

Наиболее полные данные имеются для следующих признаков: продолжительность вегетационного периода и межфазных периодов, высота растения и устойчивость к полеганию, полевая устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине, масса зерна с 1 м², масса 1000 зерен.

Результаты полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы на ЕОС ВИР приведены за 56 лет. С 1970 по 2025 гг. было изучено 5956 образцов из мировой коллекции ВИР из 80 стран мира.

Филиал находится в поселке Екатериново Никифоровского района Тамбовской области (относится к Центрально-Черноземному региону допуска). Климат умеренно-континентальный, с холодной и продолжительной

зимой и теплым умеренно-засушливым летом. Продолжительность периода с температурой выше 10 градусов составляет 145 дней, а сумма температур за этот период достигает 2500 градусов. Средняя годовая температура воздуха составляет $+4,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков – 480–500 мм. Сумма осадков за период со среднесуточной температурой воздуха выше 10 градусов составляет 230–265 мм⁶⁹.

Для ДОС ВИР имеются данные об изучении коллекции за 1936–1940, 1948–1951, 1953, 1955, 1957, 1958, 1960–2006, 2008, 2011–2025 гг. За 76-летний период изучены 12501 образец из 97 стран мира. Наиболее полные данные полевого изучения яровой мягкой пшеницы в филиале «ДОС ВИР» были собраны, начиная с 1962 г.

Станция находится в селе Вавилово недалеко от г. Дербент (Республика Дагестан; относится к Северо-Кавказскому региону допуска). Климат переходный от умеренного к субтропическому – полусухому. На погодные условия влияет Каспийское море, благодаря чему осень долгая и тёплая, а весна приходит с задержкой. Зима мягкая, снег держится всего две недели в году. Лето длительное и жаркое. Среднегодовая температура в районе г. Дербента положительная – $+12,5^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура января $+1,4^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура июля $+24,6^{\circ}\text{C}$ (максимальная $+44^{\circ}\text{C}$). Продолжительность теплого периода – 270 дней. Осадков выпадает в среднем 363 мм в год; самый дождливый месяц – октябрь. Среднегодовая относительная влажность воздуха – 78,8%. За последние пятьдесят лет средние климатические показатели изменились незначительно⁷⁰

Данные полевого изучения на опытном поле ВИР в г. Пушкине представлены за 1945, 1947, 1948, 1951, 1957, 1959, 1961–1978, 1980–1996, 1999–2025 гг. За 68 лет были изучены 9168 образцов яровой мягкой пшеницы из 91 страны мира. Большие наборы образцов изучались с 1963 по 1974 гг.

Климат Пушкинского района г. Санкт-Петербурга (относится к Северо-Западному региону допуска) умеренный, переходный от морского к континентальному. Для района характерна высокая влажность, переменчивая

и пасмурная погода с умеренно-холодной зимой и нежарким летом. Среднегодовая температура в г. Пушкине положительная – +6,0°C, среднемесячная температура января -5,6°C, среднемесячная температура июля +19,1°C. Осадков выпадает в среднем 602 мм в год; летом выпадает треть годовых осадков⁷¹.

При анализе созданной БОД были установлены пределы варьирования основных селекционных признаков в трех местах изучения (табл. 12). Более мелкое зерно и пониженную высоту растений отмечали для условий Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР). Для Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР) большие значения отмечены для массы 1000 зерен, высоты растений, озерненности колоса, массы зерна с колоса и урожайности. В условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин) образцы пшеницы имели меньшее число колосков в колосе, озерненность, массу зерна с колоса и урожайность, но относительно крупное зерно.

Таблица 12. Пределы варьирования и средние значения некоторых основных селекционных признаков яровой мягкой пшеницы в трех местах изучения.

Признак	Пункты изучения		
	ЕОС ВИР	ДОС ВИР	г. Пушкин
Период всходы-колошение, дней	<u>32,0–64,0*</u> 46,7	<u>118,6–156,0**</u> 137,7	<u>28,7–66,0</u> 45,1
Высота растения, см	<u>30,0–118,0</u> 79,8	<u>46,0–165,0</u> 112,0	<u>39,0–149,0</u> 100,6
Устойчивость к полеганию, балл	<u>1–9</u> 7	<u>1–9</u> 6,5	<u>1–9</u> 6
Длина колоса, см	<u>3,5–17,6</u> 8,3	<u>5,0–15,3</u> 9,6	<u>4,4–14,9</u> 8,2
Число колосков в колосе, шт.	<u>6,0–28,2</u> 16,1	<u>9,1–29,0</u> 17,8	<u>7,3–27,0</u> 15,0
Число зерен в колосе, шт.	<u>10,0–100,0</u> 37,5	<u>7,3–96,0</u> 39,5	<u>10,0–77,0</u> 35,8
Масса зерна с главного колоса, г	<u>0,10–3,60</u> 1,20	<u>0,08–3,60</u> 1,46	<u>0,13–3,60</u> 1,09
Масса 1000 зерен, г	<u>19,0–48,7</u> 33,0	<u>21,0–61,0</u> 38,9	<u>19,2–54,0</u> 38,0
Урожайность, г/м ²	<u>41,0–866,7</u> 293,0	<u>43,0–826,0</u> 321,0	<u>50,0–765,0</u> 226,0

* в числителе приведен размах признака, в знаменателе – среднее значение

** период от 1 января до колошения, осенний посев

2.1.3.2.1. Выявление источников селекционно-ценных признаков на основе анализа БОД «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях». В автореферате подробно рассмотрены три признака: продолжительность периода всходы-колошение, масса 1000 зерен и урожайность. В статическую обработку были включены образцы, которые имели трехлетние и более данные по изучаемому признаку.

Продолжительность периода всходы-колошение. Во всех трех пунктах изучения ранжирование генотипов яровой мягкой пшеницы по времени колошения отражает их распределение по скороспелости⁷². На опытном поле ВИР в г. Пушкине ультраскороспелыми были 52 образца яровой мягкой пшеницы, из них 43 стабильно по годам изучения имели самый короткий период. Все образцы представляют новый материал, закаталогизированный в 2013–2024 гг. Стандартный сорт Ленинградская 6 входил в группу скороспелых пшениц (табл. 13, 16).

В условиях Северо-Западного региона период от всходов до колошения растения Рико на 14,8 дней меньше районированных сортов пшеницы⁷³. Среди изученных образцов яровой мягкой пшеницы самый короткий период всходы-колошение отмечен у линии Рико – 29 (28–30) дней. Отсутствие реакции на яровизацию Рико, линий Фори и Рифор, созданных доктором биологических наук Б.В. Ригиным, детерминировано доминантными аллелями *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*. Фотопериодическую чувствительность линии Рико контролирует ген *Ppd-D1*⁷⁴ (рис. 5).

В условиях Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР) для пшеницы период от первого января до колошения соответствует периоду всходы-колошение в других районах России. На ДОС ВИР посев яровой мягкой пшеницы осуществляется осенью (октябрь-ноябрь), каждый год в разные сроки, но вегетация возобновляется весной следующего года приблизительно в одно и то же время. Выявлены 68 ультраскороспелых образцов, все – из новых поступлений в коллекцию. Стандартный сорт Прохоровка был

среднеспелым. Образцы с наименьшими значениями периода до колошения представлены в таблице 14, 16.

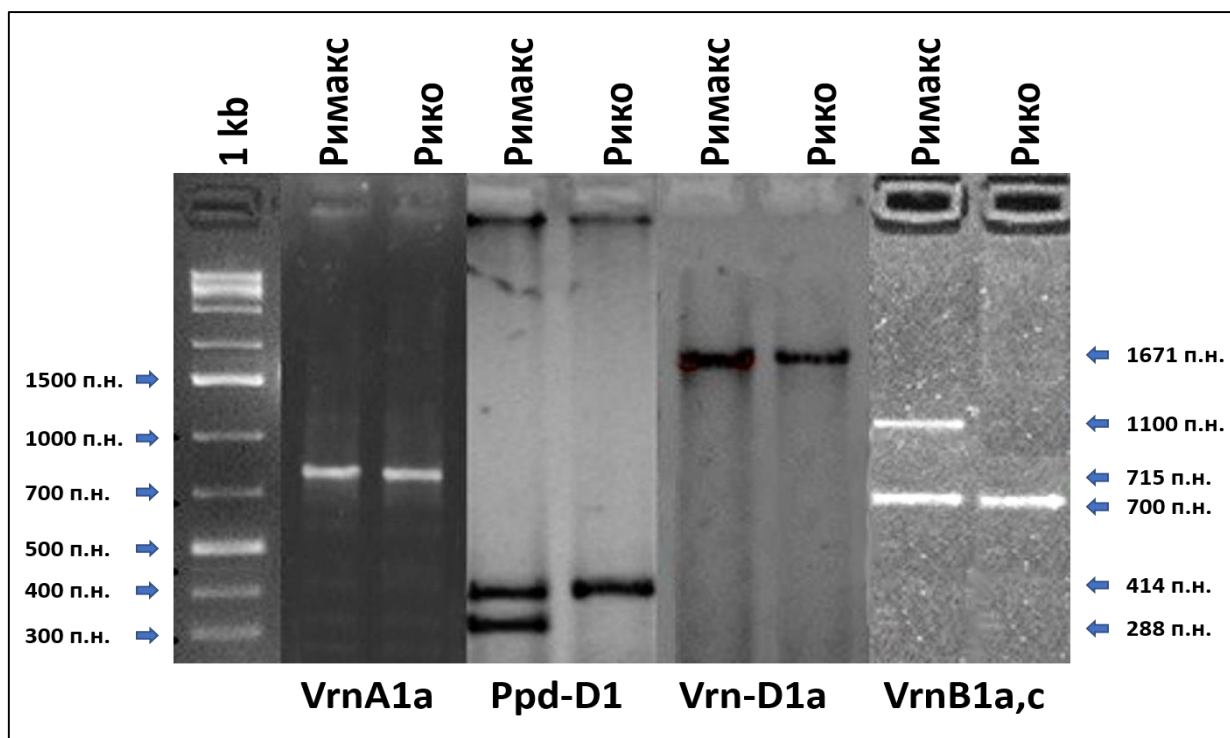


Рисунок 5. Электрофоретическое разделение продуктов амплификации ДНК ультраскороспелых образцов яровой мягкой пшеницы с аллель-специфичными праймерами.

Vrn-D1a (доминантный) – 1671 п.н; *Ppd-D1a* (доминантный) – 288 п.н.; *ppd-D1b* (рецессивный) – 414 п.н.; *Vrn-A1a* (доминантный) – 715 п.н.; *Vrn-B1c* (доминантный) – 1100 п.н. и *Vrn-B1a* (доминантный) – 700 п.н.

В ЕОС ВИР ультраскороспелыми были 110 образцов яровой мягкой пшеницы, наиболее стабильные образцы представлены в таблице 14, 15. Стандартный сорт Кутулукская был среднеспелым. В условиях Центрально-Черноземного региона в группу скороспелых пшениц кроме новых образцов, были включены сорта, впервые изученные в 1980-х годах.

Линии, созданные Б.В. Ригиным, отличались скороспелостью во всех трех световых зонах (регионах допуска), где проводились исследования.

В условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин) по скороспелости отличались образцы из Африки, Малой Азии, Северной и Центральной Америки, Центральной и Юго-Восточной Азии. Больше ультраскороспелых форм в условиях Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР) было из Северной и

Центральной Америки, Центральной и Юго-Восточной Азии. Африканские и американские образцы были скороспелыми в условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР). Позднеспелостью во всех пунктах изучения характеризовались образцы из Закавказья и Европы (рис. 6).

Таблица 13. Образцы яровой мягкой пшеницы с коротким периодом всходы-колошение в условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин)

Номер по каталогу ВИР, образец, происхождение	Годы изучения	Период всходы-колошение, дней			Средний балл
		$x_{cp} \pm S_x$	максимум	минимум	
к-65588, Рико, Лен.обл.	2011–2013	28,7 $\pm$ 1,15	30	28	9
к-65591, Фори 3, Лен.обл.	2011–2013	29,7 $\pm$ 0,58	30	29	9
к-65593, Фори 5, Лен.обл.	2011–2013	29,7 $\pm$ 1,53	32	29	9
к-65595, Фори 7, Лен.обл.	2011–2013	30,3 $\pm$ 0,58	30	29	9
к-65589, Фори 1, Лен.обл.	2011–2013	30,7 $\pm$ 0,58	32	31	9
к-65590, Фори 2, Лен.обл.	2011–2013	30,7 $\pm$ 0,58	32	31	9
к-65592, Фори 4, Лен.обл.	2011–2013	31,0 $\pm$ 0,58	31	30	9
к-65594, Фори 6, Лен.обл.	2011–2013	31,3 $\pm$ 1,73	33	30	9
к-66384, Ленса 6, Лен.обл.	2018–2020	31,3 $\pm$ 0,58	32	31	9
к-67255, Рифор 9, Лен.обл.	2019–2021	31,3 $\pm$ 1,53	32	29	9
к-66381, Ленса 3, Лен.обл.	2018–2020	31,5 $\pm$ 1,15	33	31	9
к-66382, Ленса 4, Лен.обл.	2018–2020	31,7 $\pm$ 0,58	32	31	9
к-66385, Ленса 7, Лен.обл.	2018–2020	31,7 $\pm$ 1,15	33	31	9
к-66386, Ленса 8, Лен.обл.	2018–2020	32,0 $\pm$ 1,53	34	31	9
к-67120, Рифор 1, Лен.обл.	2017–2020	32,3 $\pm$ 4,36	38	29	9
к-67121, Рифор 6, Лен.обл.	2017–2020	32,3 $\pm$ 4,69	39	29	9
к-66268, Челяба Ранняя, Челябинская обл.	2017–2020	33,3 $\pm$ 4,57	40	30	9
к-68964, Непал	2022–2024	33,3 $\pm$ 3,06	36	30	9
к-67552, Линия 454-47, Новосибирская обл.	2022–2024	35,0 $\pm$ 1,73	36	33	9
к-66267, Уральская Кукушка, Челябинская обл.	2017–2020	35,5 $\pm$ 4,51	42	32	9
к-64900; Ленинградская 6 (St)	2009–2025	41,4 $\pm$ 3,78	47	36	7

В условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин) наблюдали слабую отрицательную корреляцию периода всходы-колошение с озерненностью колоса ($r = -0,394$). Для условий Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР) отмечены слабая положительная связь периода всходы-колошение с высотой растения ($r = 0,328$) и также отрицательная – с озерненностью колоса ($r = -0,355$).

Таблица 14. Скороспелые образцы яровой мягкой пшеницы для условий Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР)

Номер по каталогу ВИР, образец, происхождение	Годы изучения	Период от 1 января до колошения, дней			Средний балл
		$x_{cp} \pm S_x$	максимум	минимум	
к-67422, Lr57, Австралия	2018–2020	118,6±6,02	125	113	8
к-66250, Jiu Nong 10, Китай	2014–2016	121,2±0,84	122	120	9
к-65588, Рико, Лен.обл.	2012–2014	121,3±6,66	127	114	9
к-65890, Yanzhan No 1, Китай	2013–2015	122,0±2,65	124	119	9
к-66439, Dian 81V-418, Китай	2016–2018	122,0±5,29	128	118	9
к-65591, Фори 3, Лен.обл.	2012–2014	122,3±4,51	127	118	9
к-65593, Фори 5, Лен.обл.	2012–2014	122,3±3,78	125	118	9
к-65589, Фори 1, Лен.обл.	2012–2014	123,0±4,58	127	118	9
к-65590, Фори 2, Лен.обл.	2012–2014	123,0±4,58	127	118	9
к-65883, Hong Mai 5, Китай	2014–2016	123,3±2,08	125	121	9
к-66782, Chuan 91-22, Китай	2017–2019	123,3±6,11	130	118	9
к-67281, Bai Quan 81-8429, Китай	2016–2018	123,3±6,11	130	118	9
к-67282, Dian 14-1, Китай	2016–2018	123,3±3,20	128	121	9
к-65594, Фори 6, Лен.обл.	2012–2014	123,7±4,16	127	119	9
к-67286, Dian 73-16, Китай	2017–2019	123,7±4,73	129	120	9
к-65441, Juratesco 73-R, Мексика	2012–2016	123,8±1,89	125	121	9
к-62644, Прохоровка, РФ, Саратовская обл. (st)	1999–2025	136,7±6,65	141	133	5

Таблица 15. Образцы яровой мягкой пшеницы с коротким периодом всходы-колошение в условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР)

Номер по каталогу ВИР, образец, происхождение	Годы изучения	Период всходы-колошение, дней			Средний балл
		$x_{cp} \pm S_x$	максимум	минимум	
к-58898, Пакистан	1984–1986	32,3±3,21	36	30	8
к-60149, Kenya Swaga, Кения	1985–1987	33,3±3,06	36	30	8
к-58332, Raj 821, Индия	1986–1988	33,7±2,31	35	31	9
к-65594, Фори 6, Лен.обл.	2011–2013	33,8±1,89	35	31	9
к-65595, Фори 7, Лен.обл.	2011–2013	33,8±1,89	35	31	9
к-58331, Blue Silver, Пакистан	1986–1988	34,0±1,73	35	32	9
к-65593, Фори 5, Лен.обл.	2011–2013	34,0±1,41	35	32	9
к-65591, Фори 3, Лен.обл.	2011–2013	34,3±2,22	36	31	9
к-58316, М-24, Пакистан	1986–1988	34,3±2,08	36	32	9
к-59690, WH 291, Индия	1986–1988	34,3±2,08	36	32	9
к-59687, PW 2923, Индия	1986–1988	34,7±1,15	36	34	9
к-59824, Индия	1986–1988	35,0±2,00	37	33	9
к-59829, BAW-12, Бангладеш	1986–1988	35,0±1,00	36	34	9
к-65590, Фори 2, Лен.обл.	2011–2013	35,0±2,16	37	32	9
к-65592, Фори 4, Лен.обл.	2011–2013	35,3±0,50	36	35	9
к-65596, Фори 8, Лен.обл.	2011–2013	35,3±1,71	37	33	9
к-60901, ML 648, Индия	1986–1988	35,3±1,53	37	34	9
к-65589, Фори 1, Лен.обл.	2011–2013	35,5±1,29	37	34	9
к-59689, WH 283, Индия	1986–1988	35,7±1,53	37	34	9
к-64474, Скороспілка 99, Украина	2005–2007	35,8±2,99	39	32	9
к-54213, Кутулукская, РФ, Самарская обл. (St)	1979–2025	47,3±7,80	59	39	5

Для Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР) наблюдали слабую положительную корреляцию между периодом до колошения и высотой растения ($r = 0,435$).

Таблица 16. Распределение образцов яровой мягкой пшеницы по группам спелости по продолжительности периода всходы-колошение

Группы спелости	г. Пушкин		ДОС ВИР		ЕОС ВИР	
	пределы варьирования	число образцов	пределы варьирования	число образцов	пределы варьирования	число образцов
ультраскороспелые	28,7–36,2	52	118,6–126,1	68	32,0–37,9	110
скороспелые	36,3–43,5	1657	126,2–133,6	652	38,0–45,4	1248
среднеспелые	43,6–51,0	2707	133,5–141,0	2302	45,6–51,0	2100
среднепоздние	51,1–58,5	298	141,1–148,6	1019	51,1–57,9	406
поздние	58,6–66,0	31	148,7–156,0	81	58,0–64,0	18

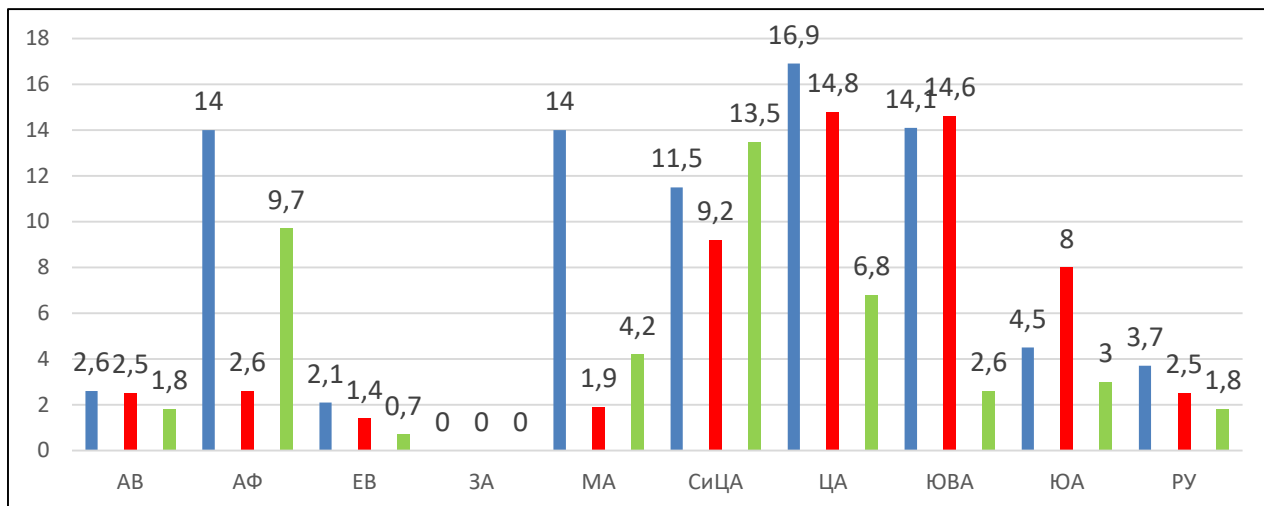


Рис. 6. Распределение ультраскороспелых образцов яровой мягкой пшеницы (%) в зависимости от происхождения и места изучения.

Обозначения:

■ – г. Пушкин ■ – ДОС ВИР ■ – ЕОС ВИР

АВ – Австралия и Новая Зеландия, АФ – Африка, ЕВ – Европа, ЗА – Закавказье, МА – Малая Азия и Ближний Восток, СиЦА – Северная и Центральная Америка, ЦА – Центральная Азия, ЮВА – Юго-Восточная Азия, РУ – Россия.

Масса 1000 зерен. В условиях Северо-Западного региона среди 116 очень крупнозерных образцов только 10 стабильно имели крупное зерна по годам изучения, стандартный сорт характеризовался зерном средней крупности (табл. 17). Актуальными источниками крупнозерности были как новые образцы, так и сорта, поступившие в коллекцию в 1960–1980-е годы.

Таблица 17. Крупнозерные образцы яровой мягкой пшеницы

Номер по каталогу ВИР, образец, происхождение	Годы изучения	Масса 1000 зерен, г			Средний балл
		$x_{cp} \pm S_x$	максимум	минимум	
в условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин)					
к-56114, AC-13, Саратовская обл.	1982–1984	54,0±1,73	55,0	52,0	9
к-31230, Rumkers, Германия	1962–1964	53,7±2,14	55,0	51,2	9
к-26983, Currawa, Австралия	1961–1964	53,0±3,34	56,1	47,4	9
к-22037, Allen, США	1962–1964	51,6±5,78	58,3	48,0	9
к-66010, Ульяновская 101, Ульяновская обл.	2015–2017	50,9±6,72	56,4	43,4	9
к-55693, Лютесценс 275, Омская обл.	1982–1984	50,7±1,53	52,0	49,0	9
к-38576, Strongbolt, Австралия	1963–1965	50,3±2,03	52,2	48,0	9
к-57099, Оренбургская 6, Оренбургская обл.	1984–1986	49,3±1,53	51,0	48,0	9
к-67085, KWS Scirocco, Германия	2018–2020	48,2±5,11	52,7	42,6	9
к-59034, Башкирская 22, Башкортостан	1988–1991	47,5±6,62	52,4	40,0	9
к-64900; Ленинградская 6 (St)	2009–2025	33,1±3,87	39,0	27,0	5
в условиях Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР)					
к-55880, Ливия	1977–1979	50,0±3,61	53,0	46,0	9
к-67286, Dian 73-16, Китай	2017–2019	51,9±4,10	56,0	47,8	9
к-66450, FAO 26.415, Афганистан	2015–2018	53,9±6,02	62,0	47,8	9
к-65972, Узбекистан	2012–2014	61,1±5,23	64,2	55,1	9
к-62644, Прохоровка, РФ, Саратовская обл. (st)	1999–2025	37,9±2,80	41,0	35,0	5
в условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР)					
к-48618, Hybrid La Molina, Перу	1976–1978	49,7±3,79	54,0	47,0	9
к-66351, Ботаническая 81, Московская обл.	2018–2020	48,7±2,52	51,0	46,0	9
к-62548, Kundan, Индия	1990–1992	46,0±3,61	49,0	42,0	9
к-40152, Ariana 8, Тунис	1970–1973	45,3±6,36	52,5	37,1	9
к-53312, Саратовская обл.	1978–1980	44,0±1,00	45,0	43,0	9
к-64450, Klein Orion, Аргентина	2004–2006	42,7±4,51	47,0	38,0	9
к-65598, Обская 2, Новосибирская обл.	2012–2014	42,3±6,51	49,0	36,0	9
к-54213, Кутулукская, РФ, Самарская обл. (St)	1979–2025	37,9±4,98	47,0	29,0	7

В условиях Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР) очень крупное зерно имели только 4 образца (табл. 17), и крупное – 55 образцов (табл. 18). Крупнозерные образцы представлены в основном сортами из Европы, США и России. Небольшое количество источников крупнозерности объясняется тем, что с 1980 по 2008 гг. данный показатель в филиале не оценивался. За исключением ливийского местного сорта все источники крупнозерности выявлены из нового материала.

В условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР) среди 40 очень крупнозерных образцов только 5 стабильно имели крупное зерна по

годам изучения (табл. 17, 18). Стандарт имел крупное зерно. Источники крупнозерности были выявлены в разные периоды изучения.

Таблица 18. Распределение образцов яровой мягкой пшеницы по крупности зерна (масса 1000 зерен)

Крупнозерность	г. Пушкин		ДОС ВИР		ЕОС ВИР	
	пределы варьирования	число образцов	пределы варьирования	число образцов	пределы варьирования	число образцов
очень крупное	47,1–54,0	116	50,1–61	4	42,1–48,7	40
крупное	40,1–47,0	879	44,1–50	55	36,1–42,0	547
среднее	33,1–40,0	1649	37,1–44	225	31,1–36,0	1547
мелкое	25,9–33,0	430	29,1–37	119	25,1–31,0	887
очень мелкое	19,2–25,8	26	21–29	7	19,0–25,0	96

На основании данных многолетнего полевого изучения предложена градация крупнозерности для условий Северо-Западного, Центрально-Черноземного и Северо-Кавказского регионов (табл. 18).

В условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР) крупным зерном характеризовались образцы из Центральной Азии и России. В условиях Северо-Западного региона практически для всех регионов происхождения наблюдали очень небольшое количество крупнозерных форм.

Корреляционный анализ признаков показал, что для условий Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов региона наблюдали слабые положительные связи крупнозерности с урожайностью, соответственно, $r=0,206$ и $r=0,286$. Для Северо-Кавказского региона наблюдали слабые отрицательные корреляции между массой 1000 зерен с высотой растения ($r=-0,250$).

Урожайность. В условиях Северо-Западного региона высокой урожайностью обладали 57 образцов яровой мягкой пшеницы, слабое варьирование признака по годам изучения характерно для 14 сортов (табл. 19, 20). Стандартный сорт характеризовался средней урожайностью. Источники урожайности были выявлены в разные периоды изучения.

В Северо-Кавказском регионе по урожайности выявлены 16 образцов, среди которых у 5 признак слабо варьировал по годам (табл. 19). Все

выявленные образцы изучались в 1980–1990-х годах. Варьирование образцов по группам урожайности приведено в таблице 20.

Таблица 19. Высокоурожайные образцы яровой мягкой пшеницы

Номер по каталогу ВИР, образец, происхождение	Годы изучения	Урожайность, г/м ²			Средний балл
		$\bar{x}_{cp} \pm S_x$	максимум	минимум	
в условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин)					
к-52787, WW 15290, Швеция	1976–1978	508,7±166,49	635	320	9
к-56112, А-38250, Башкортостан	1982–1984	495,0±126,19	640	410	9
к-52372, WW 16113, Швеция	1978–1981	491,5±92,17	586	408	9
к-55162, Линия 2188-1541, Новосибирская обл.	1981–1983	490,0±121,24	620	380	9
к-56425, Беларусь	1981–1983	488,3±164,34	670	350	9
к-52369, Saffran, Швеция	1976–1978	488,0±235,19	660	220	9
к-54649, Линия F(6)BC(5) 555/13, Новосибирская обл.	1980–1987	476,4±140,71	631	290	9
к-55166, Nhu-Pora, Бразилия	1981–1983	475,7±103,91	590	387	9
к-55167, Линия 2210-106, Новосибирская обл.	1981–1983	475,0±114,35	605	390	9
к-54866, Ciano F 67 "S", Мексика	1981–1983	471,7±110,04	580	360	9
к-66862, KW 440-2-14, Германия	2019–2021	459,7±130,17	553	311	9
к-46596, Snabbe, Швеция	1970–1974	446,8±100,58	605	332	9
к-66393, Calispero, Франция	2018–2020	438,1±243,26	582	157	9
к-66394, Odeta, Чехия	2018–2020	425,6±187,66	601	227	9
к-64900; Ленинградская 6 (St)	2009–2025	251,3±93,40	395	123	5
в условиях Северо-Кавказского региона (ДОС ВИР)					
к-56327, Мексика	1983–1985	826,2±180,99	1025	671	9
к-60988, CPAC 841128, Бразилия	1992–1994	761,7±114,05	830	630	9
к-62198, Alexandria, Нидерланды	1991–1994	761,3±200,68	1010	550	9
к-57079, Ершовская 32, Саратовская обл.	1985–1988	712,8±176,52	830	450	9
к-60993, WW 27057, Швеция	1991–1993	686,7±230,07	920	460	9
к-58812, Мутант S-82, Эстония	1988–1990	666,7±28,87	700	650	9
к-62644, Прохоровка, РФ, Саратовская обл. (st)	1999–2025	340,9±222,41	640	200	5
в условиях Центрально-Черноземного региона (ЕОС ВИР)					
к-66733, RL-3, Тамбовская обл.	2015, 2016, 2017	866,7±297,64	1207	655	9
к-66000, Лютесценс 540, Самарская обл.	2015, 2016, 2017	862,0±313,94	1161	535	9
к-66273, KWS Torridon, Великобритания	2018, 2019, 2020, 2023	793,8±199,38	1060	580	9
к-65821, KWS Akvilon, Германия	2015, 2016, 2017, 2023	786,5±380,18	1305	427	9
к-65561, Курьер, Краснодарский кр.	2014, 2015, 2016, 2023	729,6±83,29	862	660	9
к-66389, Экада 214, Ульяновская обл.	2018, 2019, 2020, 2023	727,3±89,11	853	648	9
к-65450, Ярица, Ульяновская обл.	2013, 2014, 2015, 2023	707,3±149,2	815	487	9
к-66090, Sparrow, Великобритания	2016, 2017, 2018, 2023	706,0±265,52	1084	468	9
к-54213, Кутулукская, РФ, Самарская обл. (st)	1979–2025	396±134,6	846	69	5

Высокой урожайностью в Центрально-Черноземном регионе характеризовался 21 образец яровой мягкой пшеницы, 8 образцов имели стабильные результаты по урожайности в период изучения (табл. 19, 20). Урожайность стандарта была средней. Все выявленные источники были из новейших поступлений в коллекцию ВИР.

Таблица 20. Распределение образцов яровой мягкой пшеницы по урожайности (г/м²)

Урожайность	г. Пушкин		ДОС ВИР		ЕОС ВИР	
	пределы варьирования	Число образцов	пределы варьирования	Число образцов	пределы варьирования	Число образцов
очень высокая	417–508	57	667–826	16	701,1–866,7	21
высокая	326–416	278	513–666	184	535,1–701	174
средняя	234–325	1277	357–512	760	371,1–535	572
низкая	142–233	2197	200–356	1868	206,1–371	2099
очень низкая	50–141	349	43–199	294	41,0–206	855

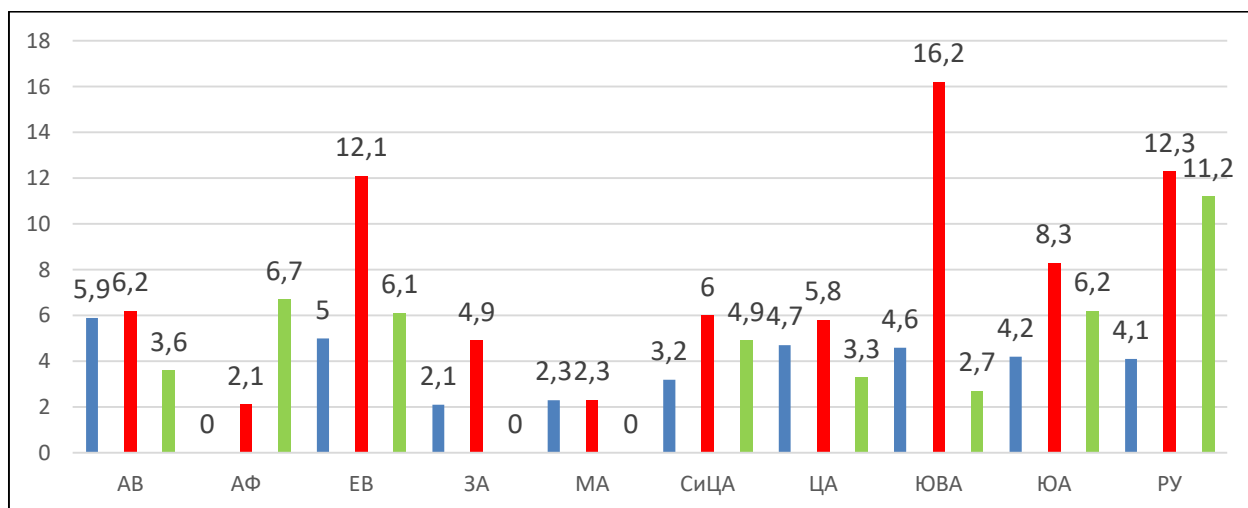


Рис. 7. Распределение высокоурожайных и урожайных образцов яровой мягкой пшеницы (%) в зависимости от происхождения и места изучения.

Обозначения:

■ – Пушкин ■ – ДОС ВИР ■ – ЕОС ВИР

АВ – Австралия и Новая Зеландия, АФ – Африка, ЕВ – Европа, ЗА – Закавказье, МА – Малая Азия и Ближний Восток, СиЦА – Северная и Центральная Америка, ЦА – Центральная Азия, ЮВА – Юго-Восточная Азия, РУ – Россия.

В условиях Северо-Кавказского региона урожайными были образцы из Европы, Юго-Восточной Азии, России. В Центрально-Черноземном регионе по данному признаку выделялись образцы из России. В условиях г. Пушкин во всех регионах происхождения был небольшой процент урожайных сортов (рис. 7).

Для условий Северо-Западного региона наблюдали слабую положительную связь урожайности с озерненностью колоса ($r = 0,361$). Для условий Центрально-Черноземного региона отмечена слабая отрицательная связь урожайности с высотой растения ($r = -0,465$).

2.1.3.2.2. Универсальные источники ценных признаков яровой мягкой пшеницы. При анализе данных полевого изучения коллекции яровой мягкой пшеницы в филиалах выявлены ценные образцы, для которых характерно максимальное проявление признаков в нескольких пунктах изучения (табл. 21).

На ДОС ВИР, ЕОС ВИР и опытном поле института в г. Пушкине скороспелостью характеризовались линии, созданные Б.В. Ригиным: Рико (к-65588), Фори 1 (к-65589), Фори 2 (к-65590), Фори 3 (к-65591), Фори 4 (к-65592), Фори 5 (к-65593), Фори 6 (к-65594), Фори 7 (к-65595); высокую озерненность колоса имели образцы: Тулайковская 105 (к-65138, Самарская обл.), к-65603 (Мексика); крупнозерными были: Spica (к-44607, Австралия), СВР 302 (к-46499, Чили), к-52714 (Чили), Курганская 1 (к-54977, Курганская обл.), Вировская 7 (к-56138, Самарская обл.), Lok-1 (к-58318, Индия), Vilmorin 11 (к-59409, Франция); по урожайности выделились образцы: Линия F(6)BC(5) 555/15 (к-54648, Новосибирская обл.), Симбирцит (к-64548, Ульяновская обл.).

Таблица 21. Число образцов яровой мягкой пшеницы с одинаковыми рангами по проявлению хозяйственно/селекционно ценных признаков в трех световых зонах (Северо-Западном, Северо-Кавказском и Центрально-Черноземном регионах допуска)

Признак	Число образцов		
	ранг 7–9	ранг 5	ранг 1–3
период всходы-колошение	118	61	64
высота растения	34	63	179
число зерен в колосе	2	3	2
масса 1000 зерен	7	52	27
урожайность	3	33	138

С помощью анализа базы оценочных данных выявляли источники хозяйственно/селекционно ценных признаков. Результаты, полученные в г.

Пушкине, актуальны для НИУ Северо-Западного и Центрального регионов России. Источники, выявленные на ЕОС ВИР, рекомендуются для селекционных Центральнo-Черноземного региона; данные ДОС ВИР предназначены для Северо-Кавказского региона. Только за период с 2016 по 2025 гг. на основе полевого изучения мировой коллекции в трех пунктах было выявлено 430 источников ценных признаков (табл. 22).

Созданная БОД позволила сформировать региональные коллекции для Омского АНЦ (Омская обл.) и СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН (Новосибирская обл.)^{75, 76}. Региональная признаковая коллекция – признаковая коллекция, фенотипическое проявление признаков у образцов которой верифицировано в конкретном регионе²³.

Для Омского АНЦ проанализированы данные полевого изучения в селекционном центре 2914 образцов яровой мягкой пшеницы за 26 лет (1961–1965, 1967–1968, 1972–1978, 2004–2015 гг.). Выделенная коллекция (65 источников) изучалась в 2015–2016 гг.

Таблица 22. Число источников ценных признаков яровой мягкой пшеницы, выявленных на опытных станциях ВИР (2016–2025 гг.)

Признак	Число источников
высокая масса зерна с главного колоса	14
высокая озерненность колоса	23
высокая урожайность	94
комплекс селекционно ценных признаков	18
крупнозерность	52
скоропелость	72
возрастная устойчивость к листовой ржавчине	40
возрастная устойчивость к желтой ржавчине	25
возрастная устойчивость к мучнистой росе	61
устойчивость к полеганию	31
Всего источников:	430

Для СибНИИРС имелись данные для 5439 образцов яровой мягкой пшеницы, изученных в лесостепи Приобья в течение 28 лет (1972–1973, 1976–1980, 1994–2011, 2013–2014, 2016). Коллекция из 56 источников изучалась в 2016–2018 гг.

В двух пунктах изучения получены данные об актуальности источников скороспелости, крупнозерности, устойчивости к полеганию, выявленных в период с 1960 по 1990-е годы. Источники высокой урожайности и устойчивости к грибным болезням подтверждены только для тех образцов, которые были выявлены за период 2004–2016 гг.

2.1.3.3. Создание БОД по результатам лабораторного изучения образцов. Наборы образцов коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР проходят регулярное изучение по устойчивости к грибным болезням и алюмоустойчивости. Данные используются для формирования и развития признаковых коллекций. Признаковая коллекция – это выделенная в пределах конкретной биологической (биоресурсной) коллекции совокупность образцов, относящихся к одному и тому же или близким таксонам, сгруппированных на основе отдельных признаков или их сочетаний, и включающая образцы как с наилучшим проявлением признаков (образцы из числа доноров и источников ценных признаков), так и с контрастным их проявлением²³.

Таблица 23. Распределение образцов яровой мягкой пшеницы по ювенильной устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине и алюмоустойчивости.

Признак	Число образцов					
	HR	R	MR	MS	S	Всего
Устойчивость к мучнистой росе	22	74	147	500	941	1684
Устойчивость к бурой ржавчине	112	4	5	1508	524	2153
Алюмоустойчивость	131	140	352	360	355	1562

Примечание: HR – высокоустойчив, R – устойчив, MR – среднеустойчив, MS – средневосприимчив, S – восприимчив.

С 2000 по 2025 гг. на ювенильную устойчивость к бурой ржавчине оценены 2153 образца яровой мягкой пшеницы, на мучнистую росу – 1684, на алюмоустойчивость – 1562 (табл. 23).

Мучнистая роса, вызываемая облигатным биотрофом *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal (син. *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*), который коэволюционирует с мягкой пшеницей с момента её одомашнивания⁷⁷. Мучнистая роса пшеницы встречается в большинстве

пшеницесееющих регионов мира, при этом, в определенных условиях, потери могут составлять до трети урожая, снижается и содержание белка в зерне⁷⁸.

За период 2000–2020 гг. выявлены 22 источника ювенильной устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе. В 2022 г. была проверена устойчивость этих образцов. Установлено, что все образцы, включенные в коллекцию ВИР за последние 7 лет, сохранили ювенильную и возрастную устойчивость к северо-западной популяции *B. graminis* f. sp. *tritici*. Также подтверждена устойчивость 11 источников (табл. 24), среди которых есть образцы, характеризующиеся длительной резистентностью к патогену. Образцы из Швеции, Германии, Канады и Польши в большей степени подходят для введения их в селекционные программы по пшенице на Северо-Западе России⁷⁹.

Таблица 24. Образцы яровой мягкой пшеницы, сохраняющие ювенильную устойчивость к мучнистой росе по результатам повторной оценки в 2022 г.

№ по каталогу ВИР, образец, происхождение	Результаты первой оценки при поступлении в Коллекцию ВИР		Результаты оценки в 2022 г.		В какой период выделены
	ЮУ, тип реакции	ВУ, балл	ЮУ, тип реакции	ВУ, балл	
к-64433, СВ Валс, Швеция	0	9	0	7	2000–2009
к-64434, СВ Милджет, Швеция	0	9	0	7	2000–2009
к-64656, 485ae5, РФ, Самарская обл.	0	9	0	9	2000–2009
к-64997, Воевода, РФ, Саратовская обл.	0	9	0	9	2010–2015
к-64998, Фаворит, РФ, Саратовская обл.	0	9	0	9	2010–2015
к-65257, Вышиванка, Украина	0	9	0	9	2010–2015
к-65454, Тулайковская 110, РФ, Самарская обл.	0	9	0	9	2010–2015
к-65821, КВС Аквилон, Германия	0	9	0	9	2016–2019
к-67116, Баталь, Швеция	0	9	0	7	2020
к-67119, Стиллетт, Швеция	1	9	0	7	2020
к-67159, Арабелла, Польша	0	9	0	7	2020

Примечание: ЮУ – ювенильная устойчивость, ВУ – возрастная устойчивость

С 2019 по 2023 годы оценили ювенильную устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе у 780 образцов яровой мягкой пшеницы. По результатам этих опытов выделено 11 высокоустойчивых образцов к мучнистой росе (табл. 25). Все они были устойчивы и в полевых условиях Северо-Западного региона (г. Пушкин). Ювенильную и возрастную устойчивость к мучнистой росе имели в основном европейские сорта яровой мягкой пшеницы. Среди российских сортов устойчивы лишь Зауральская и Сигма 5 (Омская обл.)⁸⁰.

Начиная с 2000 г. ежегодно выявляется небольшой процент высокоустойчивых в ювенильной стадии образцов яровой мягкой пшеницы – 1,92%. Процент устойчивых образцов в последние годы снижается вследствие отсутствия новых сортов из Европы, среди российских сортов очень мало источников устойчивости к мучнистой росе.

В настоящее время признаковая коллекция яровой мягкой пшеницы по оценке на ювенильную устойчивость к мучнистой росе, насчитывает 22 высокоустойчивых и 74 устойчивых образцов (табл. 23).

Таблица 25. Ювенильная и возрастная устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе в 2021–2023 гг.

Образец	Устойчивость к мучнистой росе	
	ювенильная, тип реакции	возрастная в условиях (г. Пушкин), балл
Sonett (к-66799, Швеция)	0	9
Зауральская Волна (к-66874, Курганская обл.)	0	7
KWS Collada (к-67087, Германия)	0	7
Granus (к-67153, Германия)	0	9
Happy (к-67247, Швеция)	0	7
Cancian (к-67558, Германия)	0	9
Lascada (к-67565, Германия)	0	7
Сигма 5 (к-67755, Омская обл.)	0	9
Экада 85 (к-68154, Казахстан).	0	7
Alicia (к-66865, Чехия)	0	9
KBC Карузум (к-67562, Германия)	0	9

Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.) – также вредоносная болезнь мягкой пшеницы, поражающая культуру во всех

регионах ее возделывания. Несмотря на разработку эффективных методов борьбы с данным заболеванием (агротехнические, химические, биологические), наиболее целесообразно с экономической и экологической точек зрения возделывать устойчивые сорта. Поэтому необходим постоянный поиск новых источников и доноров эффективных генов устойчивости.

В 2020 г. был проведен анализ данных возрастной устойчивости образцов яровой мягкой пшеницы в Северо-Западном (г. Пушкин), Северо-Кавказском региона (ДОС ВИР) и Центрально-Черноземном (ЕОС ВИР) регионах, хранящихся в БОД «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях».

На ДОС ВИР в полевых условиях изучена устойчивость к бурой ржавчине 10549 образцов (70,1% от всей коллекции яровой пшеницы) с 1962 по 2020 год. В условиях ЕОС ВИР оценка возрастной устойчивости к ржавчине проводилась в 1970–2020 гг.; всего было изучено 4374 сорта и линии (29,1% от всей коллекции). Изучение возрастной устойчивости к бурой ржавчине 7704 образцов яровой пшеницы (51,2% от всей коллекции) в г. Пушкине проводилось с 1945 по 2020 год (51,2% от всей коллекции).

Степень проявления болезни по годам впервые было предложено оценивать по среднему баллу поражения в поле (9, 7 – слабая инфекция, 5 – средняя, 1, 3 – сильная), в анализ брали данные только для тех лет изучения, когда была средняя и сильная степень проявления листовой ржавчины.

Нами выявлены 26 образцов яровой мягкой пшеницы, характеризующиеся возрастной устойчивостью в 2–3 пунктах изучения. После проверки их в фазе всходов только 12 сортов характеризовались как возрастной, так и ювенильной устойчивостью (табл. 26). Все образцы с ювенильной устойчивостью, за одним исключением, являются линиями и сортами из Российской Федерации.

По результатам ПЦР-амплификации с праймерами, специфичными для маркеров эффективных генов устойчивости к бурой ржавчине, сорт

Кинельская Нива имеет ген *Lr19*, сорт Тасман – *Lr24*; ген *Lr9* обнаружен в образцах: Новосибирская 44, Челябинская Степная, Лютесценс 30, АНК-4, Ольга, Лубнинка (рис. 8–10). Три сорта: Тулайковская 100, Воевода, Фаворит, обладают генами *Lr6Agi2* и *Lr6Agi1* от пырея *Agropiron intermedium* Host Р.Beauv.^{81 82}, широко используемого в селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине в Поволжском регионе РФ. Линия ЛТ-1 была создана на основе индукции соматической изменчивости у сорта Spica и имеет гены, не идентичные известным эффективным генам *Lr*⁸³.

Таблица 26. Образцы яровой пшеницы, обладающие ювенильной и возрастной устойчивостью к бурой ржавчине

Номер по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Возрастная устойчивость на экспериментальных станциях (балл 9)	Тип реакции проростков	Предполагаемый <i>Lr</i> -ген
64643	Тулайковская 100	РФ, Самарская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr6Agi2</i> *
64647	Lutescens 30	РФ, Самарская обл.	ЕОС, г. Пушкин	0	<i>Lr9</i>
64666	Кинельская Нива	РФ, Самарская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr19</i>
64866	Лубнинка	РФ, Новосибирская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr9</i>
64867	Новосибирская 44	РФ, Новосибирская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr9</i>
64872	Челяба Степная	РФ, Челябинская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr9</i>
64997	Воевода	РФ, Саратовская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr6Agi1</i>
64998	Фаворит	РФ, Саратовская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr6Agi1</i>
65000	Ольга	РФ, Новосибирская обл.	ЕОС, ДОС	0	<i>Lr9</i>
56395	АНК-4	РФ, Новосибирская обл.	ЕОС, ДОС, г. Пушкин	0	<i>Lr9</i>
63180	Tasman	Австралия	ЕОС, ДОС, г. Пушкин	0	<i>Lr24</i>
65816	ЛТ 1	РФ, Ленинградская обл.	ЕОС, ДОС, г. Пушкин	0	-

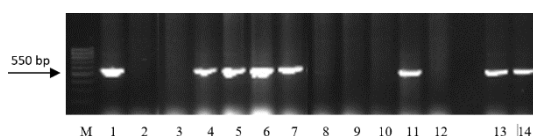


Рисунок 8. Продукты амплификации после ПЦР с праймерами к SCS5: М – 100-п.н. ДНК-маркер, 1 – АНК-4, 2 – ЛТ-1, 3 – Фаворит, 4 – Лубнинка, 5 – Новосибирская 44, 6 – Челябинская Степная, 7 – Ольга, 8 – Tasman, 9 – Кинельская Нива, 10 – Воевода, 11 – Лютесценс 30, 12 – Тулайковская 100, 13, 14 – NIL Thatcher Lr9.

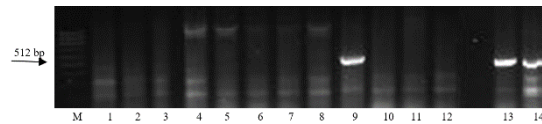


Рисунок 9. Продукты амплификации после ПЦР с праймерами к SCS265: М – 100-п.н. ДНК-маркер, 1 – АНК-4, 2 – ЛТ-1, 3 – Фаворит, 4 – Лубнинка, 5 – Новосибирская 44, 6 – Челябинская Степная, 7 – Ольга, 8 – Tasman, 9 – Кинельская Нива, 10 – Воевода, 11 – Лютесценс 30, 12 – Тулайковская 100, 13, 14 – NIL Thatcher Lr19.

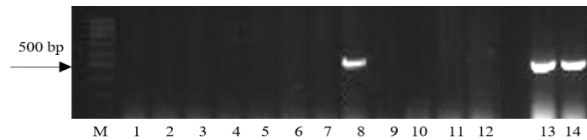


Рисунок 10. Продукты амплификации после ПЦР с праймерами к Sr24#12: М – 100-бп ДНК-маркер, 1 – АНК-4, 2 – ЛТ-1, 3 – Фаворит, 4 – Лубнинка, 5 – Новосибирская 44, 6 – Челябинская Степная, 7 – Ольга, 8 – Tasman, 9 – Кинельская Нива, 10 – Воевода, 11 – Лютесценс 30, 12 – Тулайковская 100, 13, 14 – NIL Thatcher Lr24.

За период 2019–2023 гг. выделены образцы, высокоустойчивые в ювенильной стадии к бурой ржавчине. По результатам трех и более независимых экспериментов в стадии проростков устойчивы 43 сорта и линии яровой мягкой пшеницы – 5,5% от всех изученных образцов. Все они проявили высокий уровень устойчивости и в стадии взрослого растения в условиях Центрально-Черноземного региона (табл. 27)⁸⁰.

Таким образом, актуальными остаются 112 источников устойчивости к бурой ржавчине.

Мы рекомендуем через каждые 5–10 лет проверять эффективность ранее выявленных устойчивых образцов к грибным болезням.

Септориоз (возбудитель *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous Qua). Изучили ювенильную устойчивость к септориозу 263 образцов яровой мягкой пшеницы из Китая. Материал был представлен местными и селекционными сортами и линиями. Все изученные образцы были высоко восприимчивы к болезни, за исключением сорта Bai Quann 2143 (к-67801), показавшего высокую устойчивость к септориозу в ювенильной стадии. Это единственный источник к септориозу яровой мягкой пшеницы, выявленный в мировой коллекции за последние 25 лет⁸⁴. К темно-бурой листовой пятнистости не было выделено ни одного устойчивого образца.

Таблица 27. Лабораторная и полевая оценка устойчивости образцов яровой мягкой пшеницы к бурой ржавчине в 2019–2023 гг.

Образец, номер по каталогу ВИР, происхождение	Устойчивость к бурой ржавчине	
	ювенильная, тип реакции	возрастная в условиях Тамбовской области, балл
RL-3 (к-66733, Тамбовская обл.)	0	7
RL-6-8 (к-66734, Тамбовская обл.)	0	7
СФР 135-17-16-15 (к-66738, Тамбовская обл.)	0	7
Челяба 80 (к-66871, Челябинская обл.)	0	9
Памяти Одинцовой (к-66872, Челябинская обл.)	0	9
Александрит (к-66877, Саратовская обл.)	0	7
Хазинэ (к-66881, Татарстан)	0	9
ЛТ-9 (к-67123, Ленинградская обл.)	0	7
ЛТ-11 (к-67124, Ленинградская обл.)	0	7
ЛТ-12 (к-67125, Ленинградская обл.)	0	7
Кинельская Заря (к-67244, Самарская обл.)	0	7
Ирвита (к-67319, Пензенская обл.)	0	7
Одинцовская (к-67330, Челябинская обл.)	0	9
Силач (к-67348, Челябинская обл.)	0	7
Pavon (Lr47) (к-67420, США)	0	7
Тулайковская 117 (к-67425, Самарская обл.)	0	9
Фурор (к-67445, Волгоградская обл.)	0	9
Кинельская 2020 (к-67459, Самарская обл.)	0	7
Челябинка (к-67462, Челябинская обл.)	0	7
Степная 62 (к-67557, Казахстан)	0	7
Кинельская звезда (к-67761, Самарская обл.)	0	9
Зауральский простор (к-67764, Курганская обл.)	0	7
Квартет (к-67750, Саратовская обл.)	0	9
Уралосибирская 3 (к-67756, Омская обл.)	0	9
St.10/10 (к-67974, Тамбовская обл.)	0	9
St.18/10-68/4 (к-67975, Тамбовская обл.)	0	9
RL 7917 (к-67976, Тамбовская обл.)	0	9
RL 8494 (к-67977, Тамбовская обл.)	0	-
Линия 71-73 (к-67904, Новосибирская обл.)	0	9
Лютесценс 220-03-32 (к-68141, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 242-97-2-26 (к-68143, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 242-97-2-30 (к-68144, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 242-97-2-32 (к-68145, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 242-97-2-40 (к-68146, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 242-97-2-45 (к-68147, Омская обл.)	0	9
Лютесценс 310-00-2 (к-68149, Омская обл.)	0	9
Эритроспермум 22889 (к-68150, Омская обл.)	0	9
Эритроспермум 22912 (к-68151, Омская обл.)	0	9
Эритроспермум 22915 (к-68152, Омская обл.)	0	9
Л 656 (к-68153, Саратовская обл.)	0	9
Экада85 (к-68154, Казахстан)	0	9
Памяти Тюнина (к-68177, Челябинская обл.)	0	9
Алтайская 85 (к-68337, Алтайский край)	0	7

Алюмоустойчивость. Селекционный путь решения проблемы кислых почв считается достаточно перспективным. Использование комплекса агротехнических приемов, а также химических методов борьбы с почвенной кислотностью является высоко затратным и носит временный характер. Селекция сельскохозяйственных культур, и в частности, пшеницы, на

эдафическую устойчивость имеет важное значение в неблагоприятных почвенно-климатических условиях.

На долю кислых почв в мире приходится более 50% всех обрабатываемых земель. По данным мониторинга почв в РФ кислые почвы занимают 4,1 млн. га (36,9% от площади всей пашни), из них 2,9% составляют сильно- и очень сильнокислые почвы⁸⁵.

Наиболее токсичными в кислой почве считаются ионы алюминия, ограничивающие рост и развитие растений. У чувствительных к алюминию форм высокое содержание металла вызывает фитотоксичные симптомы, такие как замедление роста корневой системы, ограничение поглощения воды и питательных веществ.

Поиск и изучение алюмоустойчивых образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР является важным направлением работы с генетическими ресурсами растений.

С 2001 по 2021 гг. в отделе физиологии ВИР на устойчивость к алюмотоксичности кислых почв было оценено 1247 образцов яровой мягкой пшеницы из 58 стран мира. Среди них 466 образцов пшеницы российского происхождения, в основном из Ленинградской, Омской, Новосибирской и Тюменской областей. Среди изученных образцов также представлены пшеницы из Китая (61), Канады (58), Казахстана (57), Афганистана (47), США (46), Финляндии (39) и других зарубежных стран⁸⁶.

Для диагностики алюмоустойчивости использовали метод окрашивания корней проростков эриохромцианином R. Изученные образцы распределяли на пять групп устойчивости, тестовым признаком являлся прирост корня после воздействия токсичных ионов алюминия.

Выделяли следующие группы устойчивости:

- 1 – высокоустойчивые (прирост корня более 0,8 см);
- 2 – устойчивые (0,5 – 0,79 см);
- 3 – среднеустойчивые (0,1 – 0,49 см);
- 4 – слабоустойчивые (0,01 – 0,09 см);
- 5 – неустойчивые (прирост отсутствует) (рис. 11).

В качестве источников устойчивости выделены 111 образцов, что составило только девять процентов от общего количества. Наиболее высокий процент устойчивых образцов характерен для материала, полученного из Финляндии (76,9%), Турции (47,6%), Мексики (42,1%) и Германии (41,9%). Все источники алюмоустойчивости происходят из регионов, где распространены кислые почвы, либо в их создании использовались кислотоустойчивые сорта и местные формы.

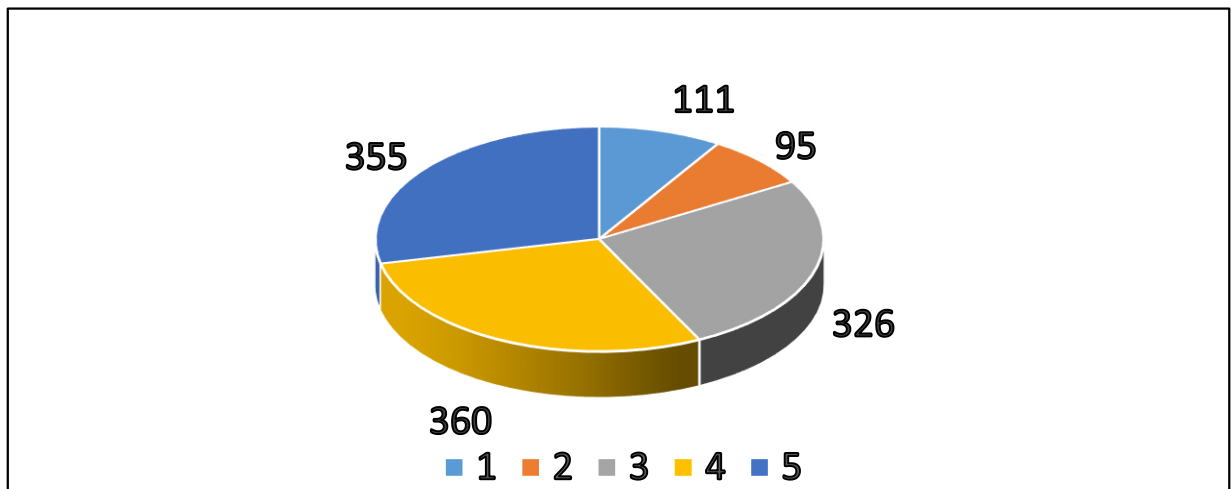


Рисунок 11. Распределение 1247 образцов яровой мягкой пшеницы по группам алюмоустойчивости

Изучение алюмоустойчивости пшеницы было продолжено в 2022 г. с использованием метода корневого теста, основанного на учете ростовых параметров растений в ювенильной фазе развития. Одновременно с длиной корня измерялась длина ростка, как дополнительный тестовый признак. По результатам расчета индексов длины корня (ИДК) и ростка (ИДР) образцы пшеницы распределяли на 5 групп устойчивости.

Для расширения наследственного разнообразия вида нами впервые изучены образцы пшеницы из Эфиопии и Эритреи как перспективный селекционный материал. 111 местных форм яровой мягкой пшеницы были собраны тремя экспедициями ВИР: в 1927 г. (Н.И. Вавилов), в 1959 г. (Ф.Ф. Сидоров), в 2012 г. (Российско-эфиопская экспедиция с участием Е.В. Зуева). Изученный фрагмент коллекции отличается разнообразием по устойчивости к

токсичным ионам алюминия. Диапазон наследственной изменчивости признака по индексу длины корня составил 0,47 – 0,98, по индексу длины ростка – 0,55 – 0,99.

Таблица 28. Образцы яровой мягкой пшеницы из Эфиопии и Эритреи с высокой устойчивостью проростков к токсичным ионам Al^{+3}

Номер по каталогу ВИР	Происхождение	Регион сбора	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря, м	ИДК
43749	Эфиопия	Оромия	Е 38 24	N 06 44	1755	0,87
43755	Эфиопия	Оромия	Е 32 56	N 09 02	2274	0,85
43760	Эфиопия	Амхара	Е 37 27	N 12 36	2135	0,83
43775	Эритрея	Асмара	Е 38 55	N 15 20	2317	0,85
43777	Эритрея	Асмара	Е 38 55	N 15 20	2317	0,84
44512	Эфиопия	Оромия	Е 38 23	N 09 02	-	0,81
65893	Эфиопия	Тигре	Е 39 35	N 13 38	2260	0,86
65894	Эфиопия	Тигре	Е 38 58	N 14 00	1800	0,95
67822	Эфиопия	Амхара	Е 37 29	N 12 40	2031	0,98
67831	Эфиопия	Амхара	Е 39 33	N 09 40	-	0,83
67992	Эритрея	Асмара	Е 38 57	N 15 20	2317	0,83
67997	Эритрея	Асмара	Е 38 48	N 14 52	1909	0,84
67998	Эритрея	Асмара	Е 38 51	N 15 04	1856	0,81
67999	Эритрея	Асмара	Е 38 48	N 14 52	1933	0,84
68104	Эритрея	Асмара	Е 38 57	N 15 20	2062	0,81
68105	Эритрея	Асмара	Е 38 48	N 14 52	1898	0,85
68108	Эритрея	Асмара	Е 39 03	N 15 04	1904	0,88
68109	Эритрея	Асмара	Е 38 57	N 15 20	2176	0,82
68113	Эритрея	-	-	-	-	0,91
68118	Эритрея	Асмара	Е 38 57	N 15 20	2337	0,95

К высокоустойчивым образцам (ИДК > 0,81) отнесены 20 образцов (табл. 28). Вторая группа – устойчивые (ИДК 0,71–0,8) – состоит из 45 образцов, третья группа – среднеустойчивые (ИДК 0,41–0,70) – 46. Формы, относящиеся к четвертой и пятой группе (средне чувствительные и неустойчивые) не выявлены. Такое распределение образцов пшеницы по уровню алюмоустойчивости можно объяснить тем, что около 41% обрабатываемых земель Эфиопии имеют кислую реакцию, 28% этой площади почвы с высокой кислотностью⁸⁷. Местные образцы собраны из провинций Эфиопии с преимущественно красно-бурыми и горными почвами, имеющими кислую реакцию⁸⁸.

В настоящее время в коллекции яровой мягкой пшеницы сформированы следующие признаковые коллекции: ювенильная устойчивость к мучнистой росе – 1684 образца, ювенильная устойчивость к бурой ржавчине – 2153, алюмоустойчивость – 1562 (табл. 23).

2.1.4. Идентификация образцов по спектрам глиаина для выявления повторов в коллекции и проверки соответствия текущей репродукции оригиналу.

За последние десять лет получены спектры глиаина более 300 образцов яровой мягкой пшеницы. Работа выполняется для контроля генетической целостности образцов, исключения дублетов и ошибок при репродуцировании. В качестве маркеров использованы запасные белки пшеницы – глиаины, электрофоретические спектры которых являются надежными маркерами в идентификации сортов и биотипов пшеницы^{46, 89, 90} (рис. 10). В коллекции яровой мягкой пшеницы с 1995 г. выявлено 285 дублетов, что сократило объемы размножения⁹¹. Кроме того, в результате тщательной проверки материала из филиалов ВИР остаётся небольшой процент брака при репродуцировании образцов: текущая репродукция полностью соответствует оригиналу для 50% образцов, происходит уменьшение разнообразия спектров в репродукции по сравнению с оригиналом у 25%, появляются новые спектры в репродукции (примесь) у 15%, у 10% наблюдали полное несоответствие репродукции оригиналу³⁹. Для последней группы образцов делаются запросы в Кубанский генетический банк семян – филиал ВИР (КГБС ВИР), и образец восстанавливается из более старой репродукции.

С помощью определения спектров глиаина были восстановлены два образца в коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР.

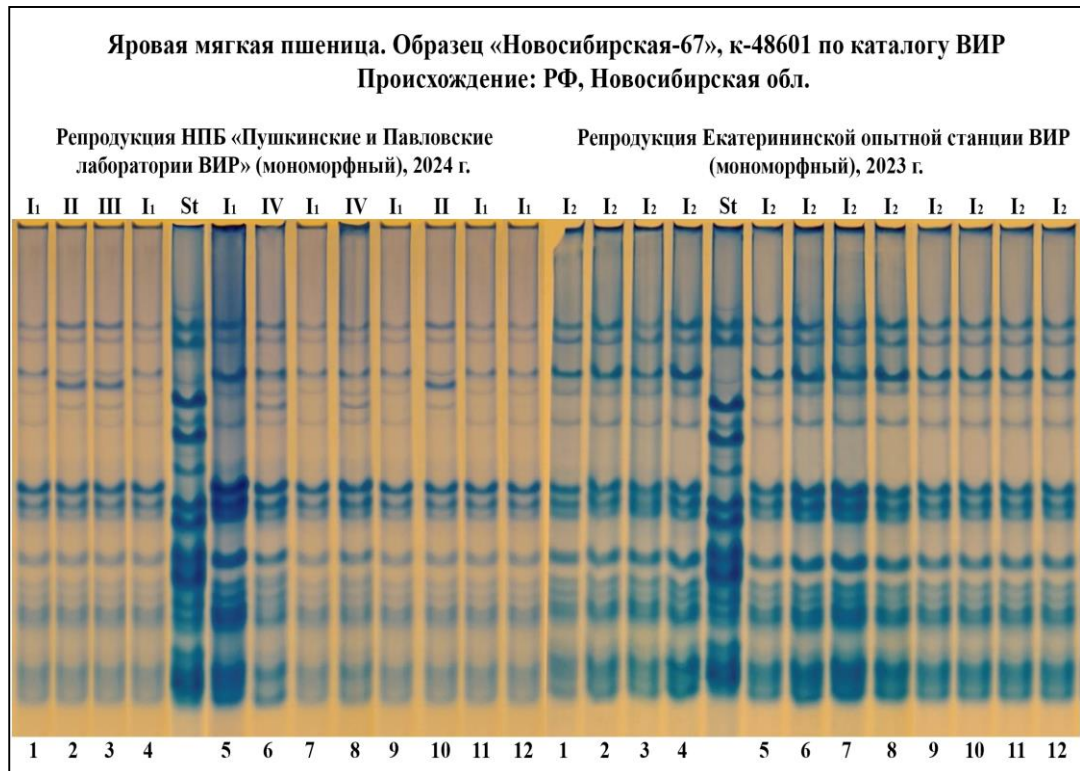


Рисунок 12. Спектры глиаина сорта Новосибирская 67, репродукция «Пушкин 2024» соответствует репродукции «ЕОС 2023».

При сравнении двух образцов под названием «Рубин» было установлено, что сорт Рубин из Нордического генбанка (Nordic Genbank, Швеция) отличался от одноименного образца из ВИР. Шведский сорт Рубин (NGB-6678) имел разновидность *lutescens* (Alef.) Mansf., а образец из коллекции ВИР (к-38203) – *ferrugineum* (Alef.) Mansf. Образец к-38203 был собран в Латвии. При просмотре оригиналов яровой мягкой пшеницы был обнаружен пакет к-23698 (номер был ликвидирован еще до войны), на котором значилось – сорт Рубин, Швеция, *lutescens*. При анализе спектров глиаина сорта Рубин и оригинал к-23698 оказались идентичными. Таким образом, в коллекции ВИР под к-23698 был восстановлен шведский сорт Рубин из репродукции Нордического генбанка. По всей видимости, местный латвийский сорт Рубин был ошибочно идентифицирован как шведский. Мы изменили паспортные данные для образца к-38203: происхождение – Латвия, статус образца – местный сорт.

Другая ситуация была с сортом Новинка (к-21971). Сорт Новинка был создан В.Е. Писаревым на Ленинградской селекционной станции и находился

в производстве с 1926 по 1949 гг. Сорт в коллекции ВИР был утерян в начале 1970-х годов и в коллекции хранились только семена репродукции «Пушкин 1958». При поиске этого сорта в генбанках мира были сделаны запросы и получены образцы из Германии (IPK-Гатерслебен), США (National Small Grains Collection) и польского генбанка (National Centre for Plant Genetic Resources: Polish Genebank). Только образец из Польского генбанка (PL 20522) оказался идентичен репродукции 1958 г. и, таким образом, сорт яровой мягкой пшеницы Новинка был восстановлен в коллекции ВИР⁹².

2.1.5. Создание рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы. Понятие рабочей коллекции ВИР нами было опубликовано в Методических указаниях⁴¹. В данной работе дается расширенное определение рабочей коллекции, учитывая формулировки НИИСХ Крыма⁹³ и наши новые разработки.

Рабочая (активная) коллекция мирового генофонда – это сформированная для поддержания в активном хранении совокупность образцов мирового генофонда конкретной культуры, структурированная по принципу принадлежности образцов к новому интродуцированному материалу, к стержневой, признаковому, специальным признаковому, региональным признаковым, генетическим, прецизионным и демонстрационным коллекциям с целью эффективного обеспечения текущих потребностей, имеющихся в научной, научно-технической и (или) образовательной деятельности²³.

При создании рабочей (активной) коллекции мирового генофонда яровой мягкой пшеницы необходимо использовать следующие правила (табл. 29):

1. Включать только доступные в живом виде образцы, соответствующие оригиналам и паспортным данным.
2. При включении местных сортов в рабочую (активную) коллекцию для каждой страны происхождения необходимо иметь весь разновидностный состав пшениц, а места сбора должны отражать все провинции/районы. Обязательно

включать пшеницы, собранные Н.И. Вавиловым и его соратниками в 1920–1930-е годы.

3. В рабочей (активной) коллекции должны быть представлены: современные российские сорта, включенные в Государственный Реестр; российские сорта, бывшие в производстве, реализованные сорта ближнего и дальнего зарубежья; сорта и линии с уникальными родословными и характеристиками. При включении в Коллекцию ВИР селекционного сорта необходимо иметь следующую дополнительную информацию: учреждение-оригинатор, годы реализации сорта, ФИО селекционера (селекционеров), родословная. Сорта из Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, необходимо маркировать в базе паспортных данных отдельным кодом статуса образца.

4. При обработке данных из каталогов ВИР в рабочую (активную) коллекцию яровой мягкой пшеницы включены: образцы, которые имеют данные в 10 и более каталогах ВИР, источники с высоким содержанием белка, лизина с высокими хлебопекарными свойствами

Из единой базы оценочных данных «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях» установлены и добавлены лучшие образцы по каждому признаку для каждого места изучения и универсальные источники. Включены источники и доноры из годовых отчетов отдела ГР пшеницы с 1996–2016 гг. выявленные на других пунктах изучения. Источники ювенильной и взрослой устойчивости к грибным болезням, алюмоустойчивости в виде признаковых коллекций пополнили рабочую (активную) коллекцию яровой мягкой пшеницы и создали основу для снабжения селекционных центров России ценным материалом.

5. В рабочей (активной) коллекции должны быть представлены стержневые, признаковые, региональные, специальные, демонстрационные коллекции, генетические линии (генетические и прецизионные коллекции).

Таблица 29. Состав рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР

Показатели	Основной каталог	Рабочая (активная) коллекция
Всего образцов:	15946	6892
Число образцов до 1941 г. включительно	4809 (30,2%)	1630 (23,7%)
Число образцов с 1945 по настоящее время	11137 (69,8%)	5262 (76,3%)
Происхождение, страны	99	99
Местные сорта	6317 (39,6%)	1983 (28,8%)
Селекционные сорта	4699 (29,5%)	3200 (46,4%)
Селекционные линии	4464 (28,0%)	1386 (20,1%)
Генетические линии	323 (2,0%)	323 (4,7%)
Неизвестный статус	143 (1,0%)	-
Число разновидностей	160	160

6. Рекомендуется иметь в рабочей (активной) коллекции образцы, пользующиеся спросом среди исследователей.

7. Образцы, для которых имеются данные анализа при помощи методов сортовой идентификации (например, образцы пшеницы с установленной формулой по спектру глиадина), также необходимо включать в рабочую (активную) коллекцию.

Поддержание рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР в активной форме хранения и размножение осуществляют по графику плановых пересевов в филиалах ВИР каждые 5–6 лет. На ДОС ВИР репродуцируются образцы из Австралии, Новой Зеландии, Африки, Закавказья, Малой Азии и Ближнего Востока, Центральной и Юго-Восточной Азии (за исключением Северного Казахстана), Мексики, Южной Америки и Южной Европы. На ЕОС ВИР размножаются сорта и линии США, Канады, Центральной Европы, Южных и центральных регионов России. На опытном поле ВИР в г. Пушкине идет восстановление образцов из Северной Европы, Северного Казахстана, Северных сибирских и Дальневосточных регионов России.

Образцы, не включенные в рабочую (активную) коллекцию, рекомендуется закладывать на среднесрочное и длительное хранение в Лаборатории длительного хранения генетических ресурсов ВИР (ЛДХГР ВИР) и в Кубанский генетический банк семян – филиал ВИР (КГБС ВИР). Результаты определения полевой всхожести образцов ВИР после хранения позволяют считать, что

оптимальная продолжительность среднесрочного хранения яровой мягкой пшеницы составляет 15 лет, а длительного – 45 лет.

Заключение и выводы

В результате многолетнего комплексного исследования коллекции мягкой пшеницы ВИР и разработки и внедрения методологического принципа организации работы с данным генофондом путем объединения в единое целое различных компонентов (образцов и групп образцов, информации о них, методов работы с ними и т. д.) обоснована и реализована концепция интегрированного структурирования мирового генофонда яровой мягкой пшеницы.

В процессе реализации концепции интегрированного структурирования создана рабочая (активная) коллекция мирового генофонда мягкой пшеницы, актуализирована база паспортных данных, проведено комплексное полевое и лабораторное изучение вновь поступивших в коллекцию образцов, выявлены источники ценных признаков, создана единая база оценочных данных образцов, изученных по комплексу признаков в разных эколого-географических условиях в настоящем исследовании и в предшествующие периоды развития коллекции.

Разработанный подход с применением интегрированного структурирования мирового генофонда позволяет оперативно и адресно формировать наборы дубликатов образцов для конкретных исследовательских проектов (в том числе для решения таких задач, как поиск и валидация генов-кандидатов, пангеномные исследования, и т.д.) и селекционных программ (в том числе для создания сортов с комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды, улучшения качества зерна, адаптацией к конкретным почвенно-климатическим условиям возделывания и т.д.).

Повышению эффективности использования мирового генофонда содействовали выявленные в ходе работы закономерности проявления хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях на основе статистического анализа

многолетних оценочных данных. Рациональной деятельности по сохранению образцов с соблюдением генетической чистоты и целостности способствуют осуществленные в рамках диссертационной работы: (1) идентификация образцов по спектрам глиадины для выявления повторов (дублетов) в коллекции яровой мягкой пшеницы и проверки соответствия репродукций оригиналам; (2) предложенный универсальный способ описания и быстрого запоминания разнообразия форм мягкой пшеницы по морфологическим признакам колоса и зерновки для практической работы и (3) метод ранжирования значений признаков образцов, который позволяет более надежно сравнивать и анализировать ретроспективные данные оценки коллекции по хозяйственно/селекционно ценным признакам, полученных в разные годы и в разных пунктах изучения.

Основные предложения автора по структуризации биоресурсной коллекции были включены в работу «Особо ценные образцы генетических ресурсов растений: методические указания по оценке и критериям отбора»⁴. Методические указания подготовлены в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы¹⁵, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2023 г. N 2496-р. Разработанные принципы и подходы к формированию рабочей (активной) коллекции яровой мягкой пшеницы универсальны и могут распространяться/применяться к другим культурам мировой коллекции, а также могут быть взяты за основу при разработке цифрового помощника куратора коллекции генетических ресурсов. В совокупности, полученные результаты позволили нам сделать следующие выводы:

1. На основе предложенного и внедренного интегрированного структурирования коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР, выделены основные категории образцов для включения в рабочую (активную) коллекцию и сформирована рабочая (активная) коллекция яровой мягкой пшеницы, включающая 6892 образца.

2. Создана, верифицирована, дополнена база паспортных данных «Яровая мягкая пшеница» для 15946 образцов, заполняемая по 59 полям (дескрипторам), из которых 21 предложены в ходе настоящей работы и являются оригинальными.

3. На основе полевого и лабораторного изучения коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР, а также оценки ретроспективных данных выявлены новые источники ценных признаков, предложен метод ранжирования образцов в полевых условиях для сравнительного анализа многолетних данных образцов коллекции, установлены оптимальные сроки верификации источников по отдельным признакам (актуальность источников устойчивости к мучнистой росе и листовой ржавчине надо проверять каждые 5–10 лет; источники скороспелости, крупнозерности, устойчивости к полеганию могут сохранять актуальность до 60 лет).

4. Созданные базы оценочных данных: «Результаты оценки коллекции пшеницы ВИР по основным биохимическим, технологическим и хлебопекарным показателям», «Результаты иммунологической оценки образцов пшеницы коллекции ВИР», «Результаты оценки коллекции пшеницы ВИР по основным селекционно-значимым признакам», «Результаты многолетней полевой оценки мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях» - являются информационной основой для интегрированного структурирования мирового генофонда яровой мягкой пшеницы и обеспечения целостного и эффективного подхода по использованию его отечественными селекционными и исследовательскими программами на годы вперед.

5. Установленные пределы варьирования основных селекционно ценных признаков в различных эколого-географических условиях на основе статистического анализа многолетних оценочных данных, выявленные универсальные источники, сформированные региональные признаковые коллекции для Омской и Новосибирской областей, обеспечивают повышение

точности адресного подбора исходного материала для селекционных программ.

6. Предложенный универсальный способ определения и быстрого запоминания разнообразия форм мягкой пшеницы по морфологическим признакам колоса и зерновки для практической работы, разработанный на основе анализа баз описательных данных, введенное понятие «кластерная разновидность» и описанные 6 новых фиолетовозерных разновидностей мягкой пшеницы, облегчают деятельность по сохранению образцов с соблюдением генетической чистоты и целостности и ускоряют адресный подбор материала по заявкам

7. Внедренный на регулярной основе контроль образцов яровой мягкой пшеницы при помощи анализа электрофоретических спектров глиаина как надежных маркёров для контроля генетической целостности образцов пшеницы, исключения дублетов и ошибок при репродуцировании, повышает уровень качества деятельности по сохранению, развитию и использованию коллекции ВИР.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность Хлесткиной Елене Константиновне, Лоскутову Игорю Градиславовичу, Рогозиной Елене Вячеславовне, Радченко Евгению Евгеньевичу, Вишняковой Маргарите Афанасьевне, Хатефову Эдуарду Балиловичу, Вере Алексеевне Гавриловой, Елизавете Александровне Пороховиновой за их ценные комментарии при написании текста работы; сотрудникам отдела ГР пшеницы ВИР (Митрофановой Ольге Павловне, Ляпуновой Ольге Александровне, Брыковой Алле Николаевне), сотрудникам отдела генетики ВИР (Тырышкину Льву Геннадьевичу, Лебедевой Татьяне Вениаминовне, Яковлевой Ольге Владимировне), сотрудникам филиалов ВИР (Шихмурadowу Асефу Зилфикаровичу, Лосевой Валентине Алексеевне, Ахмедову Магомеду Алиевичу) за участие в совместных экспериментах; Новиковой Любове Юрьевне за помощь в статистической обработке результатов; рецензентам и

оппонентам этой работы, за их время и усилия, потраченные, чтобы сделать эту работу лучше.

Список использованной литературы

- Хлесткина, Е.К. Организация деятельности с коллекциями генетических ресурсов растений в России: этапы, вызовы и решения. / Е.К. Хлесткина, И.Г. Чухина, Е.В. Зуев, Ю.В. Ухатова, И.Г. Лоскутов. Биотехнология и селекция
2. Вавилов, Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. / Н.И. Вавилов // В кн: Труды III Всероссийского съезда по селекции и семеноводству в г. Саратов 4–13 июня 1920 г. – Вып. 1. – Саратов. 1920. – С.41–56.
 3. Вавилов, Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений. / Н.И. Вавилов // – Ленинград: ГИОА. – 1927.
 4. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы. / Н.И. Вавилов // – Москва; Ленинград: Сельхозгиз. – 1935.
 5. Вавилов, Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. / Н.И. Вавилов // – Москва–Ленинград. ОГИЗ Сельхозгиз. – 1935.
 6. Вавилов, Н.И. Пшеница. Мировые ресурсы хлебных злаков. / Н.И. Вавилов // – Москва–Ленинград: Наука. – 1964.
 7. Сайт ФАО (URL: <http://www.fao.org/> [дата обращения 14 апреля 2026 г.]).
 8. Митрофанова, О.П. Генетические ресурсы пшеницы в России: Состояние и предселекционное изучение. / О.П. Митрофанова // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. – Т. 16. – № 1. – С. 10–20.
 - 9. Ухатова, Ю.В. Особо ценные образцы генетических ресурсов растений: Методические указания по оценке и критериям отбора. / Ю.В. Ухатова, Л.Ю. Новикова, Е.А. Пороховинова, Т.А. Рожмина, А.И. Шмаков, Д.В. Гельтман, В.В. Лиховской, А.В. Солдатенко, Э.Б. Хатефов, И.В. Сеферова, А.М. Артемьева, Е.В. Зуев, М.А. Вишнякова, И.Г. Чухина, И.Г. Лоскутов, Е.К. Хлесткина // СПб.: ВИР. – 2026. – 22 с.
 10. Положение о мировых коллекциях растительных ресурсов Всесоюзного института растениеводства (утверждено постановлением № 374 Президиума Всесоюзной сельскохозяйственной академии им. В. И. Ленина : 9 августа 1933 г.) (URL: <https://bigenc.ru/b/polozhenie-o-mirovykh-kollek-86f54f?ysclid=mq2apdj37p244026553> [дата обращения 5 июня 2026 г.]).
 11. Wheat Improvement. Food Security in a Changing Climate. / In: M.P. Reynolds, H-J. Braun (eds.) // Springer: CIMMYT. – 2022. – 629 p. – <https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3>.

12. The wheat Genome. / In R. Appels, K. Eversole, C. Feuillet, D. Gallagher (eds). // Springer. – 2024. – 320 p. – <https://doi.org/10/1007/978-3-031-38294-9>.
13. Указ от 08.02.2022 №44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений» (URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47531> [дата обращения 5 июня 2026 г.]).
14. Федеральный закон от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире» (URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/51369> [дата обращения 5 июня 2026 г.]).
15. Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023-2030 годы. (URL: <http://government.ru/docs/all/149596/> [дата обращения 16 апреля 2026 г.]).
16. Конвенция от 05 июня 1992 г. о биологическом разнообразии (URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=24666> [дата обращения 5 июня 2016 г.]).
17. Biological Resource Centres. Underpinning the future of life sciences and biotechnology (URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2001/05/biological-resource-centres_g1gh2556/9789264193550-en.pdf [дата обращения 5 июня 2016 г.]).
18. Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/490c703b-7e05-4bf5-bfdf-40094705ae7f/content> [дата обращения 1 июня 2016 г.]).
19. Plant Genetic Resources for the 21st Century: The OMICS Era. / In: K. Ghamkhar, W. Williams, A.H.G. Brown (eds:) // Apple Academic Press, Ontario. – 2023. – 342 p. – <https://doi.org/10.1201/9781003302957>.
20. Хлесткина, Е.К. Генетические паспорта: наука – экономике. / Е.К. Хлесткина, Т.А. Гавриленко, И.Г. Чухина, М.А. Гехт, О.Ю. Антонова, Ю.В. Ухатова. // Биотехнология и селекция растений. – 2025. – Т. 8. – № 2. – С.63–79. – doi: 10.30901/2658-6266-2025-2-05.
21. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. N 20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации" – (URL: <https://base.garant.ru/73438425/?ysclid=mtppcif5dj861535896> [дата обращения 5 июня 2016 г.]).
22. Дзюбенко, Н.И. Вавиловская стратегия пополнения, сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей. / Н.И. Дзюбенко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 169. – С.4–39.
23. Хлесткина, Е.К. Развитие понятийного аппарата в сфере создания, формирования, сохранения, развития, изучения и использования коллекций генетических ресурсов растений. / Е.К. Хлесткина, И.Г. Чухина, М.А. Вишнякова, Е.В. Зуев, И.Г. Лоскутов, Ю.В. Ухатова. // Биотехнология и селекция растений. – 2026. – Т. 9. – № 2. – С. 86–103. – doi: 10.30901/2658-6266-2026-2-07.

24. Гончаров, Н.П. Генетические коллекции пшеницы: длина вегетационного периода / Н.П. Гончаров // Генетические коллекции растений: сб. науч. тр. Новосибирск: ИЦиГ СО РАН. – 1993. – Вып.1. – С.54–81.
25. Стёпочкин, П.И. Создание и селекционное использование генофонда пшеницы и тритикале в СИБНИИРС. / П.И. Стёпочкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – № 1. – С.33–36.
26. Гречишкина, О.С. Изучение генофонда рабочей коллекции яровой мягкой пшеницы по урожайности и структурным элементам урожая с использованием кластерного анализа. / О.С. Гречишкина, Р.Д. Хутамбирдина, М.П. Мордвинцев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 24–30.
27. Бражников, П.Н. Мониторинг рабочей коллекции озимой ржи в условиях северной таёжной зоны. / П.Н. Бражников, А.Б. Сайнакова // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39. – № 11. – С. 20–25. – doi: 10.53859/02352451_2025_39_11_20.
28. Mihova, G. Peculiarities in the Structure of Yield in Common Wheat Accessions from Different Ecological and Geographic Origin. / G. Mihova // International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. – 2020. – Vol. 4(4). – С. 436–446. – <https://doi.org/10.29329/ijiaar.2020.320.5>.
29. Mourad, A.M.I. Molecular genetic analysis of spring wheat core collection using genetic diversity, population structure, and linkage disequilibrium. / A.M.I. Mourad, V. Belamkar, P.S. Baenziger. // BMC Genomics. – 2020. – Vol. 21. – № 434. – <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06835-0>.
30. Pascual, L. Development of multipurpose core collection of bread wheat based on high-throughput genotyping data. / L. Pascual, M. Fernandez, N. Aparicio, M. Lopes-Fernandez, R. Fite, P. Giraldo, M. Ruiz. // Agronomy. – 2020. – Vol. 10. – Issue 4. – P. 534. – <https://doi.org/10.3390/agronomy10040534>.
31. Mizuno, N. Genomic diversity of the Japanese wheat core collection and selection of alleles for agronomic traits in the breeding process. / N. Mizuno, F. Kobayashi, T. Morita, H. Handa. // Breeding Science. – 2024. – Vol. 74. – № 3. – P. 259–273. – <https://doi.org/10.1270/jsbbs.23064>.
32. Wang, X. Evaluation of genetic diversity and population structure of wheat core collection using SNP and KASP markers for major agronomic traits. / X. Wang, S. Lee, Y.M. Choi et al. // BMC Plant Biology. – 2025. – Vol. 25. – № 904. – <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06926-8>.
33. Frankel, O.H. Genetic perspectives of germplasm conservation / In: W. Arber, K. Llimensee, W. J. Peacock, P. Starlinger (eds.), Genetic Manipulation: Impact on man and society. // Cambridge University Press, Cambridge. –1984. – P. 161–170.
34. Brown, A. Core collections: a practical approach to genetic resources management / A. Brown // Genome. – 1989. – Vol. 31. – P. 818–824. – doi: 10.1139/g89-144.
35. Привалов, Ф.И. Признаковые коллекции как инструмент улучшения использования в селекции генетических ресурсов растений. / Ф.И. Привалов,

С.И. Гриб, И.С. Матыс, А.Э. Авакян. // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 277–282.

36. Фунтов, К.А. Эффективность различных методов создания стержневых коллекций (на примере пшеницы полбы): Дис. ...канд. с-х. наук. / К.А. Фунтов. СПб: ВИР – 1988. – 231 с.

Мартынов, С.П. Генеалогический подход к формированию стержневой коллекции озимой пшеницы. / С.П. Мартынов, Т. В. Добротворская, Л. Дотлач // Демонстрация. Приемы формирования целевой (признаковой) коллекции мягкой пшеницы-двуручки. / А.В. Дементьев, О.П. Митрофанова // Генетические ресурсы растений и их использование в селекции сельскохозяйственных культур: материалы научной конференции аспирантов и молодых ученых Северо-Западного региона (14–15 апреля 2015 г.). Санкт-Петербург: ВИР. – 2016. – С. 9–15.

39. Митрофанова, О.П. О создании генетической коллекции пшеницы. / О.П. Митрофанова, А.Ф. Мережко, Е.В. Зуев. // Селекция и семеноводство. – 1996. – №. 3–4. – С. 2–9.

40. Семилет, Т.В. Молекулярно-генетическая идентификация карбонизированных зерновок ячменя из раскопа Усвятского городища (XII век) на территории современной Псковской области: дисс... кандидата биологических наук / Т.В. Семилет. Санкт-Петербург. – 2025. – 133 с.

41. Хлесткина, Е.К. Коллекции генетических ресурсов – фундамент биоэкономики. / Е.К. Хлесткина, В.К. Хлесткин, А.В. Кочетов. // Биотехнология. – 2026. – Т. 42. – Спецвыпуск. – С. 30–39. – doi: 10.56304/S0234275825070026

42. Мережко, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. Методические указания. / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. // Санкт-Петербург: ВИР. – 1999. – 81 с.

43. Тырышкин, Л.Г. Изучение генетического контроля устойчивости зерновых самоопыляющихся культур к болезням. Методические указания. / Л.Г. Тырышкин // Санкт-Петербург: ГНУ ВИР Россельхозакадемии. – 2010. – 34 с.

44. Тырышкин, Л.Г. Яровая мягкая пшеница: Характеристика образцов новейших поступлений коллекции ВИР по устойчивости к листовой ржавчине, темно-бурой листовой пятнистости, септориозу, мучнистой росе и пыльной головне. / Л.Г. Тырышкин, Т.В. Лебедева, М.М. Ковалева, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2025. – Вып. 946. – 32 с. – doi: 10.30901/978-5-907780-17-0.

45. Радченко, Е.Е. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. / Е.Е. Радченко, В.И. Кривченко, О.В. Солодухина, Б.В. Ригин, Л.Г. Тырышкин и др. // Москва: Россельхозакадемия. – 2008. – С. 86–127.

46. Конарев, В.Г. Белки семян как маркеры в решении проблем генетических ресурсов растений, селекции и семеноводства. / В.Г. Конарев, А.В. Конарев, Н.К. Губарева, Т.И. Пенева // Цитология и генетика. – 2000. – Т. 34. – № 2. – С.91–104.
47. Aniol A. Chromosome location of genes controlling aluminum tolerance in wheat, rye and triticale / A. Aniol, J.P. Gustafson // Canadian Journal of Genetics and Cytology. – 1984. – Vol.26. – P.701–705.
48. Косарева, И.А. Методические указания по определению кислотоустойчивости зерновых культур. / И.А. Косарева, Г.В. Давыдова, Е.В. Семенова. // Санкт-Петербург: ВИР. – 1995. – 23 с.
49. Яковлева, О.В. Устойчивость культурного и дикого ячменя к действию токсичных ионов алюминия. О.В. Яковлева, А.М. Капешинский, О.Н. Ковалева. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 165. – С.51–54.
50. Яковлева, О.В. Аллюмоустойчивость пивоваренного ячменя. / О.В. Яковлева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182. – Вып. 4. – С.126–131 – <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-126-131>.
51. Василенко, И.И. Оценка качества зерна. Справочник / И.И. Василенко, В.И. Комаров. // Москва: Агропромиздат. – 1987. – 207 с.
52. Комаров В.И. Классификатор технологических признаков зерновых и крупяных культур. / В.И. Комаров, В.А. Корнейчук. // Ленинград: ВИР. – 1990. – 23 с.
53. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. // Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс. – 2011. – 350 с.
54. Анисимова, И.Н. Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров: основные принципы, выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез в агарозном геле. / И.Н. Анисимова, Н. В. Алпатьева, Р. А. Абдуллаев и др. // Санкт-Петербург: ВИР. – 2018. – 46 с.
55. Munns, R. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. / Munns, R., R.A. James. // Plant and Soil. – 2003. – Vol. 253. – P. 201–218.
56. Буравцева, Т.В. Паспортная база данных коллекции фасоли ВИР как инструмент систематизации генетического разнообразия, изучения истории коллекции и мониторинга мировой селекции культуры (обзор). / Т.В. Буравцева, Г.П. Егорова, М.А. Вишнякова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – Вып. 4. – С. 164–176. – <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-164-176>.
57. Site European cooperative programme for plant genetic resources (URL: <https://www.ecpgr.org/resources/descriptors-technical-bulletins> [дата обращения 6 июня 2026 г.]).
58. Зуев, Е.В. Местные яровые мягкие пшеницы в мировой коллекции ВИР. / Е.В. Зуев / Санкт-Петербург: ВИР. – 2008. – 162 с.

59. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию (URL: <https://gossortrf.ru> [дата обращения 15 марта 2026 г.]).

60. Зуев, Е.В. Атлас разнообразия мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по признакам колоса и зерновки. / Е.В. Зуев, А. Амри, А.Н. Брыкова, В.П. Пюккенен, О.П. Митрофанова // ВИР, ИКАРДА. – 2-е изд. испр. и доп. Санкт-Петербург. – 2019. – 132 с. – doi: 10/30901/978-5-905954-97-9.

61. Брыкова, А.Н. Новые фиолетовозерные разновидности мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). / А.Н. Брыкова, Н.Ю. Лим, Е.В. Зуев. // Vavilovia. – 2025. – Т. 8. – № 2. – С. 3–12. –doi: 10.30901/2658-3860-2025-2-01.

62. Shvachko, N. Mining of QTLs for Spring Bread Wheat Spike Productivity by Comparing Spring Wheat Cultivars Released in Different Decades of the Last Century. / N. Shvachko, M. Solovyeva, I. Rozanova, I. Kibkalo, M. Kolesova, A. Brykova, A. Andreeva, E. Zuev, A. Börner, E. Khlestkina. // Plants. – 2024. – Vol. 13(8). – P. 1081. – <https://doi.org/10.3390/plants13081081>.

63. Хакимова, А.Г. Пшеница. Комплексная оценка перспективных по качеству зерна образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного района России. / А.Г. Хакимова, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, Н.Ф. Клементьева, З.В. Чмелева, М.Н. Никифоров. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 1999. – Вып. 708. – 67 с.

64. Хакимова, А.Г. Пшеница. Технологические и агробиологические характеристики образцов яровой мягкой пшеницы в условиях различных регионов России. / А.Г. Хакимова, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, О.П. Митрофанова, Л.М. Медведева, Л.Н. Плотникова, Ю.П. Борисенков, Н.П. Сорокина. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2003. – Вып. 744. – 78 с.

65. Будин, К.З. Каталог пшениц из мировой коллекции ВИР с характеристикой содержания у них белка, лизина и триптофана. / К.З. Будин, В.Г. Конарев, В.Ф. Дорофеев, М.М. Якубцинер, С.Л. Тютюрев, З.В. Чмелева, М.И. Руденко, Р.А. Удачин. // Каталог ВИР. Ленинград. – 1971. – Вып. 82. – 120 с.

66. Конарев В.Г., Каталог образцов пшениц мировой коллекции ВИР с характеристикой содержания белка и аминокислот. / В.Г. Конарев, В.Ф. Дорофеев, М.М. Якубцинер, С.Л. Тютюрев, З.В. Чмелева, М.И. Руденко, Р.А. Удачин. Каталог ВИР. Ленинград. – 1972. – Вып. 100.– 106 с.

67. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Результаты полевой оценки образцов в условиях Красноярского края. / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, Л.И. Жукова, Н.Г. Корниенко, Л.К. Патуриная, Л.В. Семенова. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2005. – Вып. 762. – 34 с.

68. Зуев, Е.В. Характер изменчивости скороспелых образцов яровой мягкой пшеницы в различных эколого-географических условиях. / Е.В. Зуев, О.А. Ляпунова, А.Н. Брыкова, Л.Д. Сурганова и др. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 1999. – Вып. 708. – 68 с.

69. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Тамбовской области. / Е.В. Зуев, М.Н. Никифоров, Н.Н.

Панкратов, В.Н. Платонов, В.А. Лосева, А.Н. Брыкова. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2017. – Вып. 840. – 37 с.

70. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Дагестана. / Е.В. Зуев, А.З. Шихмурадов, М.А. Ахмедов, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2018. – Вып. 858. – 39 с. – doi: 10.30901/978-5-905954-64-1.

71. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Результаты многолетнего полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Ленинградской области. / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // Каталог ВИР. Санкт-Петербург. – 2020. – Вып. 917. – 71 с. doi: 10.30901.978-5-907145-25-2.

72. Новикова, Л.Ю. Ранжирование генотипов яровой мягкой пшеницы по дате колошения и продолжительности вегетации в разных эколого-географических условиях. / Л.Ю. Новикова, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – Вып. 4. – С. 79–89. doi: 10.30901/2227-8834-2023-4-79-89.

73. Ригин, Б.В. Линия Рико - самая скороспелая среди представителей коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР. / Б.В. Ригин, Е.В. Зуев, А.С. Андреева, З.С. Пыженкова, И.И. Матвиенко. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, – Вып. 4, – С. 94–98. – doi: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98.

74. Ригин, Б. В. Молекулярное маркирование генов *Vrn*, *Ppd* и реакция на яровизацию ультраскороспелых линий яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. / Б.В. Ригин, Е.В. Зуев, И. И. Матвиенко, А.С. Андреева // Биотехнология и селекция растений. – 2021. – Т. 4. – № 3. – С. 26–36. – doi: 10.30901/2658-6266-2021-3-02.

75. Зуев, Е.В. Исходный материал для селекции пшеницы мягкой яровой в условиях Омской области. / Е.В. Зуев, И.А. Белан, Л.П. Россеева, Л.В. Мешкова, Н.П. Блохина. // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т.6. – №11. – С.122–125.

. Пискарев, В.А. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области. / В.А. Пискарев, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова. Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – №. 7. – С.784–

77. Wicker, T. The wheat powdery mildew genome shows the unique evolution of an obligate biotroph. / T. Wicker, S. Oberhaensli, F. Parlange et al. // Nature Genetics. – 2013. – Vol. 45. – № 9. – P. 1092–1096. – <https://doi.org/10.1038/ng.2704>.

78. Samobor, V. Effect of powdery mildew attack on quality parameters and experimental bread baking of wheat. / V. Samobor, M. Vukobratović, M. Jošt // Acta agriculturae Slovenica. – 2006. – Vol. 87. – № 2. – P. 381–391.

79. Лебедева, Т.В. Эффективные источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе для северо-запада России. / Т.В. Лебедева, А.Н. Брыкова, Е.В. Зуев. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. –

2023. – Т. 184. – Вып. 1. – С. 205–214. – doi: 10.30901/2227-8834-2023-1-205-214.

80. Тырышкин, Л.Г. Ювенильная и возрастная устойчивость образцов мягкой пшеницы из коллекции ВИР к мучнистой росе и листовой ржавчине. / Л.Г. Тырышкин, В.А. Лосева, Т.В. Лебедева, С.К. Темирбекова, А.Н. Брыкова, Е.В. Зуев. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2025. – № 1. – С. 7–12. – doi: 10.31857/S250020822501002.

81. Гулятьева, Е.И. Генетическая структура популяций *Puccinia triticina* в России и ее изменчивость под влиянием растения-хозяина: Дисс... доктора биологических наук / Е.И. Гулятьева, Пушкин–Санкт-Петербург. –2018. – 312 с.

82. Сибикеев, С.Н. Сравнительный анализ $6Ag^i$ и $6Ag^i2$ хромосом *Agropyron intermedium* (Host) Beauv у сортов и линий мягкой пшеницы с пшенично-пырейными замещениями. / С.Н. Сибикеев, Е.Д. Бадаева, Е.И. Гулятьева и др. // Генетика. – 2017. – Т. 53. – № 3. – С. 298–309. – doi: 10.7868/S0016675817030110.

83. Tyryshkin, L.G. Long-Term Multilocal Monitoring of Leaf Rust Resistance in the Spring Bread Wheat Genetic Resources from Institute of Plant Genetic Resources (VIR). / L.G. Tyryshkin, Y.V. Zeleneva, A.N. Brykova, E.Y. Kudryavtseva, V.A. Loseva, M.A. Akhmedov, A.Z. Shikhmuradov, E.V Zuev. // Agronomy. – 2022. – Vol. 12. – Issue 2. – <https://doi.org/10.3390/agronomy12020236>.

84. Тырышкин, Л.Г. Эффективная ювенильная устойчивость коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы из Китая к листовым болезням. / Л.Г. Тырышкин, А.А. Зуева, С.К. Темирбекова, А.Н. Брыкова, Е.В. Зуев. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 6. – С. 27–31. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/27-31>.

85. Гогмачадзе, Г.Д. О некоторых результатах агроэкологического мониторинга почв и земельных ресурсов Российской Федерации в 2019 году./ Г.Д. Гогмачадзе, Л.Г. Гогмачадзе. // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». – 2021. – С. 1–27.

86. Косарева, И.А. Яровая мягкая пшеница: характеристика образцов по устойчивости к алюмотоксичности кислых почв. / И.А. Косарева, Е.В. Семенова, Н.Д. Кравчук, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева, Е.В. Зуев. // Каталог ВИР. – 2022. – Вып. 938 – 40 с. – doi: 10.30901/978-5-907145-86-3.

87. Агропромышленный портал (URL: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/k-masshtabnomu-izvestkovaniyu-pochvy-pristupaet-yefiopija.html?ysclid=msafg9bat629767104> [дата обращения 5 мая 2026 г.]).

88. Zuev, E.V. Genetic Diversity for Effective Resistance in Wheat Landraces from Ethiopia and Eritrea to Fungal Diseases and Toxic Aluminum Ions. / E.V. Zuev, T.V. Lebedeva, O.V. Yakovleva, M.A. Kolesova, A.N. Brykova, N.S. Lysenko, L.G. Tyryshkin. // Plants. – 2024. – Vol. 13(8). – P. 1166. – <https://doi.org/10.3390/plants13081166>.

89. Конарев, А.В. Использование молекулярных маркеров в работе с генетическими ресурсами растений. / А.В. Конарев // Сельскохозяйственная биология. – 1998. – № 5. – С. 3–25.

90 Молекулярно–биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. / В.Г. Конарев. Теоретические основы селекции (ред.). // М., Колос. – 1993. – Т. 1. – 447 с.

91. Губарева, Н.К. Перспективы использования электрофореза белков зерна для контроля генетической целостности, уточнения паспортных данных и выявления дублетов в коллекции яровой мягкой пшеницы. / Н.К. Губарева, Н.М. Мартыненко, Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 170. – С.158–162.

92. Зуев, Е.В. Использование электрофореза белков зерна для контроля генетической целостности образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР. / Е.В. Зуев, Т.И. Пенева, Н.И. Мартыненко, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т.179. – Вып. 3. – С. 235–239. – doi:10.30901/2227-8834-2018-3-235-239.

93. Сайт НИИСХ Крыма (URL: <https://niishk.site/data/documents/OBShchIE-POLOZhENIYa.pdf?ysclid=mpjvd21bln71573808> [дата обращения 14 марта 2026 г.]).

Сокращения и определения

AWCC – Австралийская коллекция зимних злаков (Australian winter cereal collection)

CIMMYT – Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

FIGS – Стратегия фокусированной идентификации гермоплазмы (Focused Identification of Germplasm Strategy).

ICARDA – Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых районах (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas).

ICGR – Институт ресурсов зародышевой плазмы культур (Institute of Crop Germplasm Resources).

IDG – Институт генетики растений (Istituto di Genetica Vegetale)

NBPGR – Национальное бюро генетических ресурсов растений (National Bureau of Plant Genetic Resources).

NCSTAT – Статус образца в биологической (биоресурсной) коллекции, сведения о котором используются для отнесения образца к особо ценным, для включения его в национальный каталог (National catalog status).

NIAS – Национальный институт агробиологических наук (National Institute of Agrobiological Sciences)

NSGC – Национальная малая генетическая коллекция (National small genetic collection).

ВИР – Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова

Гос. Реестр – Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

ГРР – Генетические ресурсы культурных растений.

ГСС – Государственная селекционная станция.

ДОС ВИР – Дагестанская опытная станция – филиал ВИР.

ЕОС ВИР – Екатерининская опытная станция – филиал ВИР.

ИДК – Индекс длины корня.

ИДР – Индекс длины ростка.

ИЦиГ СО РАН – Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук».

КГБС ВИР – Кубанский генетический банк семян – филиал ВИР.

Коллекция ВИР – Коллекция мировых генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей.

КОС – Кубанская опытная станция – филиал ВИР

ЛДХГР ВИР – Лаборатории длительного хранения генетических ресурсов ВИР

МКБН – Международный кодекс ботанической номенклатуры.

НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» – г. Пушкин.

Омский АНЦ – Омский Аграрный Научный Центр

Отдел ГР пшеницы – Отдел генетических ресурсов пшеницы.

ОХО – Общая хлебопекарная оценка.

ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития (OECD).

Программа – Программа развития Национального центра генетических ресурсов растений на 2023–2030 годы.

ПЦР – полимеразная цепная реакция.

СибНИИРС – Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции.

Ташкент – репродукция бывшего Среднеазиатского филиала ВИР

ЦГАНТД – Центральный Государственный архив научно-технической документации (г. Санкт-Петербург).

Биологическая (биоресурсная) коллекция* – целенаправленно созданный научно систематизированный фонд паспортизированных биологических образцов естественного и (или) искусственного происхождения, обладающих общим набором специфических характеристик, сохраняемый в контролируемых условиях с соблюдением генетической чистоты, целостности и подлинности (аутентичности) материалов и используемый для научной, научно-технической и (или) образовательной деятельности

Генетическая коллекция – выделенная в пределах конкретной биологической (биоресурсной) коллекции совокупность образцов, относящихся к одному и тому же или близким таксонам, и включающая образцы с идентифицированными генами либо генными комплексами, проявление и наследование которых известны; специально созданный при помощи экспериментальных методов генетики набор близкородственных линий, отличающихся по отдельным генам/участкам генома

Демонстрационная коллекция – выделенная в пределах конкретной биологической (биоресурсной) коллекции совокупность образцов для наглядного представления определенной части генетического разнообразия.

Донор ценного признака – генетически изученный источник ценного признака, отвечающий в достаточной мере критериям скрещиваемости, универсальности и безызыянности.

*Определения приведены согласно Хлесткиной Е.К. и др., 2026²³

Источник ценного признака – изученный и выделенный по ценному признаку образец биологической (биоресурсной) коллекции, рекомендуемый к использованию в селекции.

Куратор биологической (биоресурсной) коллекции – научный работник, который отвечает за выполнение комплекса научно-исследовательских работ, связанных с созданием, формированием, сохранением, развитием, изучением и использованием биологической (биоресурсной) коллекции или части биологической (биоресурсной) коллекции.

Местные сорта растений – сорта, представляющие собой популяции традиционных самобытных культурных растений, исторически происходящие с конкретной территории, и сорта традиционных культурных растений, исторически сложившиеся и закрепившиеся в определенных хозяйственных и ландшафтно-климатических условиях.

Описательные данные образца биологической (биоресурсной) коллекции – сведения об основных морфологических признаках, используемых для идентификации и классификации.

Оценочные данные образца биологической (биоресурсной) коллекции – сведения о различных признаках, свойствах, параметрах образца биологической (биоресурсной) коллекции, оцениваемых в условиях конкретного эксперимента.

Паспортные данные образца биологической (биоресурсной) коллекции – сведения о биологическом образце, необходимые для его постановки на учет в биологической (биоресурсной) коллекции и для дальнейшего ведения каталога биологической (биоресурсной) коллекции.

Прецизионная коллекция – набор генотипированных образцов, сформированный в результате исследовательской программы и включенный в биологическую (биоресурсную) коллекцию при условии обязательного указания результатов генотипирования и сведений об исследовательской программе при его постановке на учет.

Признаковая коллекция – выделенная в пределах конкретной биологической (биоресурсной) коллекции совокупность образцов, относящихся к одному и тому же или близким таксонам, сгруппированных на основе отдельных признаков или их

сочетаний, и включающая образцы как с наилучшим проявлением признаков (образцы из числа доноров и источников ценных признаков), так и с контрастным их проявлением.

Рабочая (активная) коллекция – подробное определение дано в пункте 2.5.

Региональная признаковая коллекция – признаковая коллекция, фенотипическое проявление признаков у образцов которой верифицировано в конкретном регионе.

Селекционные сорта растений – сорта, созданные в результате целенаправленной деятельности по улучшению имеющихся сортов или получению новых сортов растений.

Специальная признаковая коллекция – признаковая коллекция, редуцированная за счет применения дополнительных критериев или специальных методик отбора, предназначенная для специальных исследовательских/селекционных программ.

Стержневая коллекция – минимальная репрезентативная выборка образцов определенного вида из конкретной биологической (биоресурсной) коллекции, максимально полно отражающая генетическое разнообразие образцов данного вида в данной коллекции.