

На правах рукописи



Тархов Александр Сергеевич

**СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К БОЛЕЗНЯМ КОЛОСА И ЛИСТЬЕВ
В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ РФ**

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

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2025

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН
Аблова Ирина Борисовна

Официальные оппоненты: **Фоменко Марина Анатольевна**
доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный
научный центр», отдел селекции и семеноводства
пшеницы и тритикале, главный научный
сотрудник

Кинчаров Александр Иванович
кандидат сельскохозяйственных наук,
Поволжский научно-исследовательский институт
селекции и семеноводства имени
П.Н. Константинова - филиал ФГБНУ
Самарского федерального исследовательского
центра Российской академии наук, лаборатория
селекции и семеноводства яровой пшеницы,
ведущий научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

Защита диссертации состоится «8» июля 2025 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах: <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «20» мая 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук



А.В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Фузариоз колоса, вызываемый грибами рода *Fusarium*, – одно из самых вредоносных микозных заболеваний пшеницы и других зерновых культур, способных при эпифитотийном развитии значительно снижать урожайность (до 30-50%) [Соколов М.С., 1992; Мустафина М.А., Таракановский А.Н., 2018], посевные свойства семян и ухудшать хлебопекарные качества муки, загрязняя конечную продукцию опасными микотоксинами [Leslie J.F., Summerell B.A., 2006]. Проблема фузариоза колоса и загрязнения зерна микотоксинами признана всем мировым сообществом, по праву считается глобальной и стоит в центре внимания многих международных организаций [Иващенко В.Г., Шипилова Н.П., Назаровская Л.А., 2004]. Северо-Кавказский регион РФ является зоной наиболее частых проявлений фузариоза колоса. Широкое распространение зерновых культур (пшеницы, кукурузы, ячменя, овса и др.) и интенсификация сельского хозяйства приводит к еще большему расширению ареала обитания видов р. *Fusarium* в те регионы, где ранее они не встречались [Major changes in *Fusarium* spp..., 2003]. Невысокая эффективность и ограниченный выбор химических препаратов [Карайванов П., 2020], запрос на снижение пестицидной нагрузки на агроэкосистемы и окружающие биомы, делает селекционно-генетический метод борьбы с фузариозом колоса приоритетным. Научные исследования, направленные на поиск и создание нового исходного материала, устойчивых высокоурожайных, высококачественных сортов, имеющих высокий адаптационный потенциал к биотическим и абиотическим стрессорам для оптимизации фитосанитарной обстановки, являются актуальными.

Степень разработанности темы исследований.

Одной из основных проблем создания устойчивых к фузариозу колоса сортов пшеницы является крайне ограниченное количество доноров с положительными хозяйственно-ценными признаками и с адаптированной к местным условиям зародышевой плазмой. Осложняет селекцию то, что устойчивость к фузариозу колоса реализуется разными механизмами защиты, имеет полигенную природу и контролируется множественными локусами количественных признаков (QTL) [Molecular mapping of QTL for *Fusarium*..., 2002].

Цель исследований. Создать новые доноры устойчивости и сорта пшеницы, резистентные к возбудителям фузариоза колоса.

Задачи исследований:

- изучить ареал фузариоза колоса в Северо-Кавказском регионе РФ и актуализировать видовой состав возбудителей заболевания;
- дать иммунологическую оценку сортам, селекционным линиям, коллекционным образцам пшеницы;
- изучить сопряженность устойчивости к фузариозу колоса с биологическими свойствами, морфологическими характеристиками, хозяйственно-ценными признаками;

- определить тип наследования устойчивости пшеницы к фузариозу колоса;
- создать новые доноры фузариозоустойчивости;
- создать новые сорта пшеницы с эффективными системами самозащиты от фузариоза колоса.

Научная новизна исследований:

- проведена детализация видового состава грибов рода *Fusarium* на пшенице в условиях Северо-Кавказского региона РФ; идентифицировано 6 видов (*F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. cerealis*, *F. tricinctum*) с доминированием *F. graminearum*;
- существенно увеличена номенклатура источников и доноров резистентности при тестировании коллекционных образцов и селекционных линий в условиях искусственного инфекционного фона;
- используя комплексную иммунологическую оценку по устойчивости к фузариозу колоса пшеницы охарактеризованы современные районированные и перспективные сорта, селекционные линии селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко;
- впервые установлена агроэкологическая стабильность фузариозоустойчивых сортов пшеницы;
- впервые установлено влияние транслокации T2AL.2AS-2NvS от *Aegilops ventricosa* с генами *Lr37Yr17Sr38* на устойчивость пшеницы к болезням в Северо-Кавказском регионе;
- изучен характер наследования устойчивости к фузариозу колоса у гибридов F₁;
- созданы новые доноры устойчивости к фузариозу колоса;
- в соавторстве созданы 11 сортов пшеницы, внесенные в Госреестр РФ.

Практическая значимость работы. В Северо-Кавказском регионе РФ выявлены зоны высоких рисков фузариозоопасности. Созданы фузариозоустойчивые сорта нового поколения: Буран 88, Вызов, Классика, Песня, Стиль 18, Хит и др. Для кукурузного пояса разработаны фитопатологические запреты. В настоящее время доля фузариозоустойчивых сортов в этой зоне составляет более 70%. Для включения в селекционные программы рекомендованы коллекционные образцы (*Litera*, *MV Vekni*, *GK Rozi*, *Midas*, *Xiao Yan 107* и др.), селекционные линии (4-98к1-4, 99-622a21-1, 08-336a33, 1848к2-1 и др.) и созданные нами новые доноры с генетическими детерминантами фузариозоустойчивости (170-03f1, 199-05f34, 438f16 и др.).

Методология и методы исследований основаны на анализе научных публикаций, определении исследовательских приоритетов, разработке программы исследований, организации лабораторных и полевых экспериментов, наблюдений, учетов, статистическом анализе данных и интерпретации результатов.

Положения, выносимые на защиту:

- распространение и видовой состав возбудителей фузариоза колоса пшеницы в Северо-Кавказском регионе РФ;

– полиморфизм мирового генофонда коллекционных образцов, селекционных линий и сортов пшеницы селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко по устойчивости к возбудителям фузариоза колоса на искусственном инфекционном фоне;

– агроэкологическая стабильность устойчивости к фузариозу колоса сортов пшеницы с высокой степенью самозащиты;

– влияние транслокации T2AL.2AS-2NvS от *Ae. ventricosa* с генами *Lr37Yr17Sr38* на устойчивость пшеницы к болезням в Северо-Кавказском регионе;

– наследование устойчивости к фузариозу колоса у гибридов F₁, характеристика новых доноров с генетическими детерминантами;

– прогресс в селекции пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса, новые сорта с эффективными системами самозащиты от болезни.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на научно-методических советах в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в 2006-2023 гг., на Всероссийских (II, III, IV, V, VIII, IX) научно-практических конференциях молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, КубГАУ, 2008-2017 гг.), Международной научной школе-конференции молодых ученых «Генетика и селекция растений, основанная на современных генетических знаниях и технологиях» (Звенигород, 2008 г.), Международной научно-практической конференции посвященной 50-летию ВНИИБЗР «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем» (Краснодар, ВНИИБЗР, 2010), Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВоГиС «Генетический потенциал и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении растений» (Краснодар, КубГАУ, 2018 г.), на II Международной конференции молодых ученых «Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур» (Зерноград, ФГБНУ АНЦ «Донской», 2019 г.), на VII съезде Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы (Санкт-Петербург, 2019 г.), Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 125-летию академика Н.В. Цицина (Москва, 2023 г.), на V Всероссийском конгрессе по защите растений (Санкт-Петербург, 2024 г.), Международном конгрессе «VIII съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 300-летию российской науки и высшей школы», (Санкт-Петербург, 2024 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 29 научных статей, в том числе: 4 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 – в издании, индексируемом в международных базах данных Web of Science и Scopus. Получены 11 патентов на селекционные достижения РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений селекционной практике и производству, списка литературы и приложений; содержит 243 страницы компьютерного

текста, 70 таблиц и 47 рисунков. Библиографический список включает 346 источников, из них 203 – работы иностранных авторов.

Личный вклад автора отражен в применении методологии селекционно-иммунологической работы: создании искусственных инфекционных фонов, использовании методик выделения грибов в чистую культуру, их идентификации по культурально-морфологическим признакам и свойствам; осуществлении сбора и наработки инфекционного материала, способов его хранения; применении методов инокуляции растений и тестирования устойчивости сортов, селекционных линий, коллекционных образцов, а также использовании техники гибридизации для создания источников и доноров устойчивости к возбудителям фузариоза колоса и получения на их основе устойчивых сортов; применении методов статистики для обработки данных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор литературы. В данной главе освещена проблема фузариозов зерновых культур на современном этапе с целью обоснования актуальности темы диссертационного исследования. Проведен анализ отечественной и иностранной литературы по вопросам распространения, видового состава возбудителей фузариозов на зерновых культурах, их экологической пластичности, особенностей патогенеза и вредоносности различных видов р. *Fusarium*. Рассмотрены типы устойчивости пшеницы к фузариозу колоса и селекционно-генетические методы повышения самозащиты от болезни.

2 Условия проведения экспериментов, материал, методы исследований. Исследования проведены с 2006 по 2023 гг. на базе опытных полей отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале лаборатории селекции пшеницы на устойчивость к болезням Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар). Почвы селекционного севооборота – сверхмощные слабовыщелоченные малогумусные черноземы с тяжелосуглинистым составом (60–70% глины), низкой водопроницаемостью и высокой капиллярной скважностью [Кириченко К.С., 1952]. Гумусовый горизонт достигает 2 м при содержании гумуса 3,5% в поверхностном слое. Карбонаты локализованы с глубины 180 см; рН верхних горизонтов нейтральный, нижних – слабощелочной. Концентрация элементов питания в верхних горизонтах чернозема: 0,15–0,18% фосфора, 1,82–1,91% калия, 0,26–0,35% азота [Комарова С.В., 1973].

Климат региона умеренно континентальный: среднегодовая температура +11,5°C (максимум в июле: +23,2°C; минимум в январе: –1,8°C), осадки – 713 мм/год (варьирует в пределах 540–737 мм). Для зоны проведения экспериментов характерны мягкие зимы с нестабильным снежным покровом, резкий весенний температурный подъем (с возможными возвратами холодов), жаркое лето с чередованием засух и дождей, продолжительная сухая осень. В

годы исследований отмечались экстремумы: засухи (2007, 2013), переувлажнение (2006, 2010, 2011), эпифитотии фузариоза колоса (2012, 2014, 2016, 2017, 2023). Погодные условия 2006 - 2023 гг. были типичными для зоны. Наиболее благоприятными для распространения и развития болезни были 2006, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2023 гг.

Выделение грибов рода *Fusarium* в чистую культуру и размножение инокулюма проводили по общепринятым методикам [Шипилова Н.П., Иващенко В.Г., 2008]. Для определения видовой принадлежности фузариевых грибов использовали таксономическую систему немецких исследователей W. Gerlach и H.I. Nirenberg [1982] «The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas», и определитель К. Буса [Booth C., 1971], учитывая современные изменения [Фузариоз зерновых культур, 2011]. Искусственный инфекционный фон создавали опрыскиванием растений суспензией спор в фазу цветения при помощи ранцевого опрыскивателя с батарейным питанием. Концентрацию конидий доводили до $3-5 \times 10^6$ спор/гиф в 1 мл.

В качестве основных растительных объектов для исследования использовали сорта мягкой и твердой пшеницы: Сила, Уруп, Адель, Велена, Васса, Табор, Краснодарская 99, Лео, Синьора; селекционные линии 2940к8-7-3, 99-747а677, 661sv-98, 609-09я66, 3902h134, гибриды и гибридные популяции, созданные в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. В качестве устойчивых генотипов использовали доноры фузариорезистентности из разных генных пулов: *Sumai 3*, *Ning7840*, *Frontana*, *XiaoYan 107*, *Buck Palenque* и др.; коллекционные образцы пшеницы отечественной и иностранной селекции *Mirlena*, *Золотоколоса*, *Litera*, *Mirella*, *GK Gonsol*, *GK Rozi*, Черноземка 121 и др.

Исследуемый материал высевали 2-3-х рядковыми деланками с использованием селекционной кассетной сеялки Wintersteiger (длина рядка – 70 см, ширина междурядий – 30 см). Индикаторы восприимчивости - сорта с разными сроками созревания (Васса – среднеранний; Ваня, Краснодарская 99 – среднеспелые; Фортуна – среднепоздний), как накопители инфекции, высевали по периметру участка.

Для оценки степени поражения колосьев применяли 9-ти балльную шкалу, разработанную А. Мештерхази [Методика селекции и оценки устойчивости пшеницы..., 1988]. Для учета степени поражения зерна использовали шкалу, разработанную в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко и оптимизированную для конкретных агроэкологических условий [Аблова И.Б., 1998]. Оценка качества зерна выполнена в отделе технологии и биохимии зерна НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Идентификацию локусов количественных признаков QTL, детерминирующих устойчивость к фузариозу колоса, генов редукции высоты растений *Rht*, транслокацию T2AL.2AS-2NvS от *Ae. ventricosa* *Lr37Yr17Sr38* осуществляли в отделе биотехнологии Центра, с применением ПЦР.

Обработку экспериментальных данных проводили различными методами биометрической статистики в изложении Б.А. Доспехова [1985] с использованием компьютерных программ.

3 Распространение и развитие фузариоза колоса зерновых культур в Северо-Кавказском регионе РФ. За период с 2006 по 2023 гг. в Краснодарском крае в агрофитоценозах озимой пшеницы фузариоз колоса проявлялся систематически и повсеместно, за исключением остро засушливых 2007, 2013 и 2022 гг. В выявленном комплексе грибов, вызывающих поражение колоса и зерна, идентифицировано 6 видов р. *Fusarium* (рисунок 1).

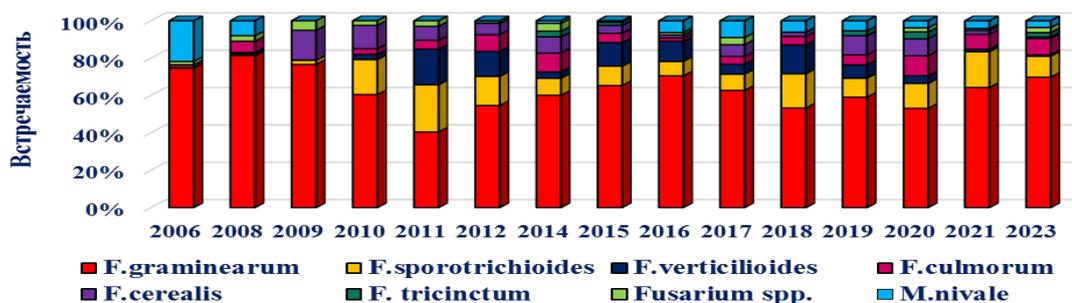


Рисунок 1 – Динамика видового состава возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы в Краснодарском крае

В годы с влажной и прохладной весной инфекционную картину существенно дополняли патогены р. *Microdochium*. В агроклиматических зонах с сильным развитием болезни (центральная, южно-предгорная) преобладали *F. graminearum* (62,5%), *F. sporotrichioides* (12,2%), *F. verticillioides* (6,3%), *F. culmorum* (5,7%), *F. cerealis* (5,6%). Значительно реже встречался вид *F. tricinctum* (1,1%). Не идентифицировано 1,9% *Fusarium spp.* Из пораженных колосьев выделяли вторичную сапрофитную микрофлору: *Alternaria spp.*, *Penicilium spp.*, *Aspergillus spp.* и др.

Маршрутные обследования посевов озимой пшеницы в различных агроклиматических зонах Краснодарского края показали, что к эпифитотийно опасным территориям относятся южно-предгорная, центральная и западная дельтовая зоны. Широкое распространение болезнь часто получает в республиках Северного Кавказа (КБР, Северная Осетия-Алания), на Ставрополье (ряд районов, относящихся к 3-4 зонам). В Ростовской области посевы пшеницы подвержены заражению фузариозом колоса в отдельных районах приазовской и южной зон.

4 Источники устойчивости пшеницы к фузариозу колоса. За период с 2006 по 2023 гг. на фоне искусственного заражения проведен скрининг 5877 образцов коллекции пшеницы отечественной и зарубежной селекции по устойчивости к фузариозу колоса и изучен комплекс хозяйственных и биологических признаков. В число изученных вошли сорта российской селекции, а также образцы озимой пшеницы из Центральной и Западной Европы, США, Аргентины, Канады, Китая, стран СНГ и др. Встречаемость устойчивых и среднеустойчивых сортообразцов составила 10,5 и 13,5% соответственно, средневосприимчивых – 25,2% и восприимчивых – 50,8%. Установлено, что надежными источниками устойчивости с комплексом

хозяйственно-полезных признаков являются образцы пшеницы мягкой озимой: Безенчукская 380, Сплав, Лавина, Черноземка 121 (Россия); *Enola* (Болгария); Мирлебен, Смуглянка, Экспромт, Таборца, Солоха (Украина); Dragana (Сербия); *Ning7840, Xiao Yan 107, Zhong Pin 1586* (Китай); *TAM 108, Arapachoe, KS 92WGRS 15, KS 96WGRS 40* (США); *Buck Palengue* (Аргентина); *Midas, Bitop, Turanus* (Австрия); *MV Taller, MV Vekni, MV Kokarda, GK Rozi, GK Goncol* (Венгрия); *Litera, Liman* (Румыния) и др.

В результате скрининга 575 образцов коллекции озимой твердой пшеницы инорайонной и иностранной селекции из различных генетических пулов высокоустойчивых не обнаружено, подавляющее большинство характеризуются как высоко восприимчивые. Количество сортообразцов этой культуры со средним уровнем поражения составило 10,3%. Умеренную восприимчивость показали образцы, поступившие из Италии: *FLORIDOU, CORE, SV-376, REALE, SORRENTO, OROBEL, ISILDUR, ACHILLE*. Наиболее устойчивыми к фузариозу колоса показали себя сорта отечественной селекции: Кристелла, Амазонка, Терра, Эйрена (АНЦ «Донской»), Кристалл 2 и новый сорт пшеницы твердой озимой Синьора (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

За период 2012-2021 гг. для большого количества коллекционных образцов (ежегодно $n=276-422$) нами установлена средняя сопряженность степени поражения зерна со степенью поражения колосковых чешуй фузариозом (в среднем за 10 лет коэффициент корреляции составил $r=0,65$ при варьировании от 0,38 в неблагоприятном для развития болезни в 2013 г. до 0,84 в эпифитотийном 2014 г.). Важными механизмами защиты от поражения фузариозом колоса являются высота растений и время колошения. Наши экспериментальные данные подтвердили ранее полученные результаты [Ablova I.B., Slusarenko A.N., 1996; Аблова И.Б., 1998; Buerstmaуr M., Buerstmaуr H., 2015], что корреляционная связь между поражением зерна фузариозом и датой колошения (как элемента продолжительности вегетационного периода) – разнонаправленная (таблица 1).

Таблица 1 - Сопряженность (r) степени поражения фузариозом колоса с некоторыми признаками пшеницы мягкой озимой, искусственный инфекционный фон

Пары признаков	Год									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Поражение колоса – поражение зерна	0,64	0,38	0,84	0,72	0,8	0,74	0,65	0,6	0,57	0,57
Дата колошения – поражение колоса	-0,31	0,01	0,33	0,35	-0,36	0,09	-0,5	0,19	0,1	0,15
Дата колошения – поражение зерна	-0,6	0,36	0,17	0,38	-0,55	0,22	-0,63	0,61	0,46	0,27
Высота растений – поражение колоса	-0,14	0,02	-0,19	-0,07	-0,44	-0,31	-0,24	-0,39	-0,48	-0,37
Высота растений – поражение зерна	-0,02	-0,28	-0,13	-0,08	-0,55	-0,34	-0,27	-0,43	-0,51	-0,42

Средняя отрицательная связь зафиксирована в 2012, 2016 и 2018 гг. ($r = -0,60$, $r = -0,55$, $r = -0,63$, соответственно); в 2013-2015, 2017, 2019-2021 гг. она была положительной от слабой ($r=0,17$ в 2014 г.) до средней ($r=0,61$ в 2019 г.).

Скороспелость, как важный механизм защиты, была эффективна в 2013, 2015, 2019 и 2020 гг., скороспелые и среднеранние сортообразцы поразились значительно слабее среднепоздних и позднеспелых (рисунок 2).

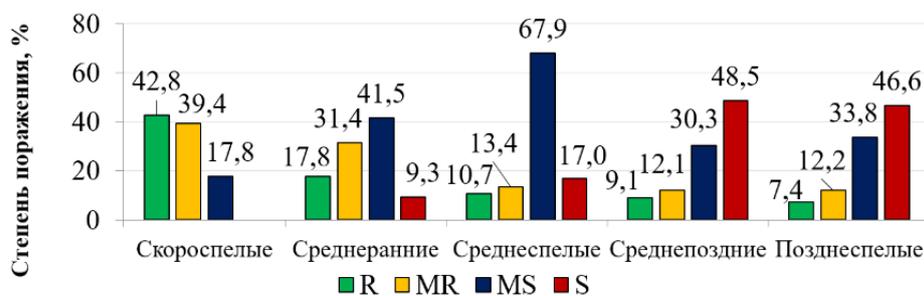


Рисунок 2 - Распределение коллекционных образцов пшеницы мягкой озимой по дате колошения и степени поражения фузариозом колоса, % (2015 г.)

В условиях 2012, 2016, 2018 гг. позднеспелые образцы имели преимущество перед скороспелыми (рисунок 3).

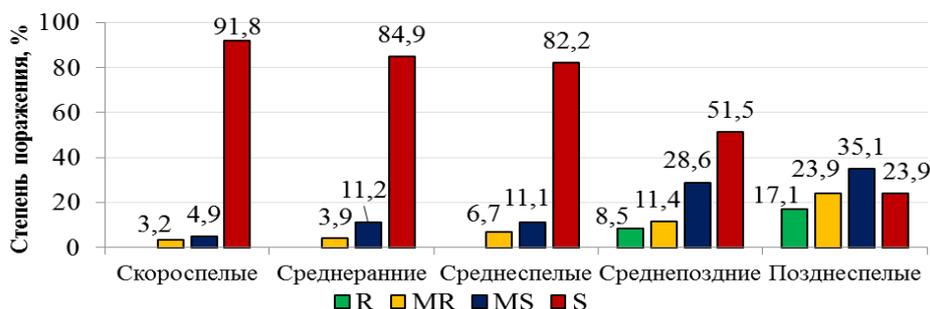


Рисунок 3 - Распределение коллекционных образцов пшеницы мягкой озимой по дате колошения и степени поражения фузариозом колоса, % (2012 г.)

Устойчивых и среднеустойчивых позднеспелых сортообразцов выделено 17,1 и 23,9% соответственно, средневосприимчивых – 35,2% и восприимчивых – 23,9%.

В результате скрининга коллекционных сортообразцов установлена вариативность степени поражения фузариозом колоса в зависимости от высоты растений.

Среди полукарликовых образцов выделено 2,5% устойчивых и 5,4% среднеустойчивых форм (в 2012, 2013, 2015 и 2017 году); среди короткостебельных - 3,6% устойчивых и 10,4% среднеустойчивых; среди среднерослых - 6,8 и 13,1% устойчивых и среднеустойчивых, соответственно. Наибольшее количество устойчивых (11,4%) и среднеустойчивых (21,3%) образцов обнаружено среди высокорослых.

Нами установлено, что поражение зерна фузариозом и высота растений находятся в слабой отрицательной связи - $r=-0,3$ (в среднем за 2012-2021 гг.) при варьировании от $r=-0,02$ в 2012 г. до $r=-0,55$ в 2016 г. (таблица 1). Максимальное количество устойчивых образцов выявлено в группе высокорослых – 27,7%, а минимальное – в группе полукарликовых – 3,3% (рисунок 4).

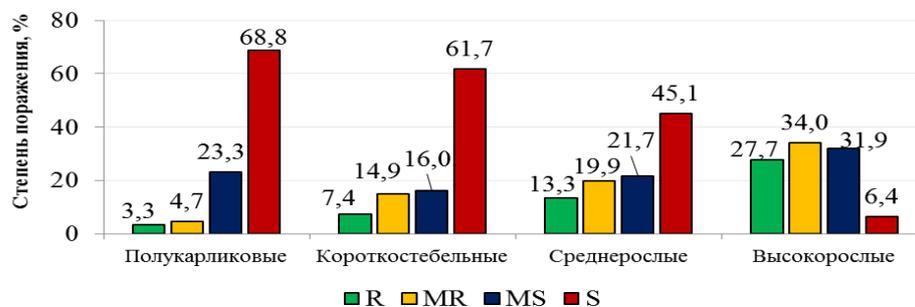


Рисунок 4 - Поражение коллекционных образцов пшеницы мягкой озимой фузариозом колоса в зависимости от высоты растений, % (2015-2017гг.)

Таким образом, высота растений является надежным морфологическим маркером при отборе и создании резистентных генотипов.

За период 2006-2023 гг. проведено изучение 22233 селекционных линий. По внешне видимым признакам поражения колосьев и зерна 4,6 % линий охарактеризованы как устойчивые, доля среднеустойчивых линий составила 14,6%, к средневосприимчивым отнесены 24,2%, к восприимчивым 56,6%. Стабильно слабым поражением обладают перспективные линии пшеницы мягкой озимой 2935к1-23, 252-91к11-2 Г8, 4-98к1-4, 99-622a21-1, 99-511aГ13, 2140к64-3, 02-446a29, 08-336a33, 2809к26-1, 1848к2-1, 2940к8, 06-413a51-6, 748-05яв1-59 и др., которые рекомендованы как источники устойчивости для включения в селекционные программы. Часть из них получили статус сортов (Сила, Майкопчанка, Уруп, Гурт, Алексеич, Тимирязевка 150, Лео, Ахмат, Зихия, Стиль 18) в настоящее время широко возделываются в Северо-Кавказском регионе РФ и ограничивают инфекционный потенциал грибов р. *Fusarium*, оптимизируют фитосанитарную обстановку в регионе.

4.1 Агрэкологическая стабильность устойчивости сортов пшеницы к фузариозу колоса. Устойчивость пшеницы к фузариозу колоса – это полигенный признак, не стабильный во времени и пространстве, варьирующий от восприимчивости до высокой устойчивости, обусловленный взаимодействием разных по функциям генов паразита и растения-хозяина. К устойчивым относятся сорта, которые чаще всего входили в кластеры устойчивых и среднеустойчивых. Так, например, устойчивый сорт Сила за 18 лет изучения 8 раз - в кластере устойчивых и 7 раз в кластере среднеустойчивых; устойчивый к фузариозу колоса сорта Уруп за 17 лет изучения 9 раз был включен в кластер устойчивых и 4 раза в кластер среднеустойчивых; сорт Песня – за 10 лет 9 лет в кластере устойчивых и

среднеустойчивых и т.д. Такие сорта, как Агрофак 100, Васса, Гомер и др. стабильно сильно поражаются во все годы изучения и являются восприимчивыми.

На большом коллекционном материале (более 400-х образцов) нами оценено влияние транслокации от *Ae. ventricosa* с комплексом генов *Lr37Yr17Sr38*, которая положительно влияет на устойчивость к септориозной пятнистости листьев (*Zimoseptoria tritici*), но одновременно повышает восприимчивость к фузариозу колоса (*F. graminearum*). Корреляционная зависимость между поражаемостью фузариозом колоса и поражаемостью септориозом отрицательная ($r=-0,48$). Причем, это характерно для коллекционных образцов и сортов, в гаплотипе которых имеется ген *Lr37*. Установлено существенное поражение сортов, в гаплотипе которых имеется комплекс генов *Lr37Yr17Sr38*, фузариозом колоса (7/5-9/7 баллов). К стеблевой ржавчине эти сорта также проявляют восприимчивость, т.е. ген *Sr38* не защищает пшеницу от стеблевой ржавчины в условиях Краснодара. К мучнистой росе сорта Маркиз, Гомер, Победа 75 – высокоустойчивы; Морозко, Сварог, Граф – умеренно устойчивы. Высокой устойчивостью к бурой ржавчине обладают Морозко, Сварог, Граф, Маркиз; Победа 75 характеризуется умеренной устойчивостью; Гомер – умеренной восприимчивостью. Лучшие результаты по устойчивости к желтой ржавчине у Победы 75 и Гомера – высоко устойчивы; Граф и Маркиз – умеренно устойчивы; Морозко и Сварог – умеренно восприимчивы. Сорт Морозко обладает очень высокой устойчивостью к септориозу; слабо поражаются септориозом Граф, Маркиз и Победа 75; Сварог обладает полевой устойчивостью, а Гомер – восприимчив.

Таким образом, влияние транслокации от *Ae. ventricosa* (*Lr37Yr17Sr38*) на устойчивость пшеницы к болезням разнонаправленное: гены резистентности *Lr37* и *Sr38* преодолены патогенами, ген *Yr17* на сегодня, в большинстве случаев, еще является эффективным. Комплекс генов *Lr37Yr17Sr38* обеспечивает слабое поражение септориозом на фоне высокой восприимчивости к фузариозу колоса/зерна. Наличие таких негативных эффектов является серьезным препятствием в создании сортов с групповой устойчивостью.

5 Наследование устойчивости пшеницы к фузариозу колоса. Анализ гибридного потомства по степени поражения колоса и зерна показал, что лучшими донорскими свойствами обладают *Frontana/Kenya58*, *Buck Palenque* и *Xiao Yan107*. Гибриды в таких комбинациях проявили реакцию устойчивости к болезни и соответствовали резистентности родительских форм. При изучении 36 гибридных комбинаций F_1 установлено разнонаправленное наследование. При скрещивании устойчивых родителей преобладает полное доминирование устойчивости, но отмечено и сверхдоминирование восприимчивости. Частичное доминирование преобладает при скрещиваниях устойчивых и восприимчивых родительских форм. Эффект гетерозиса

восприимчивости к фузариозу колоса у гибридов F_1 при использовании TAM 200, Патриарх, Краснодарская 6 дает основание предположить о рецессивной природе признака у них, что обусловит их ограниченное воздействие в дальнейшем. Мы предположили, что при сочетании одинаковых механизмов защиты, устойчивость гибридов F_1 не должна усиливаться, а разных механизмов – будет повышаться. Согласно данной гипотезе, сорта разных генных пулов могут иметь как различающиеся, так и сходные механизмы защиты. Разными механизмами резистентности обладают сорта Краснодарская 6 и *Arapachoe*, Сила и *Frontana*, Айвина и *Buck Palenque*, *Frontana/Kenya 58* и Патриарх поскольку гибриды F_1 , полученные на их основе, поражались слабее родительских форм. Степень поражения колоса и зерна у гибридов F_1 , полученных от скрещивания *Frontana/Kenya 58* и *Jagger*, Краснодарская 6 и *Jagger*, *Xiao Yan107* и Сила, *Frontana/Kenya 58* и 100-94к9 соответствует или несколько уступает им, следовательно можно предполагать об общности механизмов защиты. Установлено, что взаимодействие больших и малых генов устойчивости к фузариозу колоса может приводить как к усилению, так и подавлению отдельных механизмов защиты. Это следует учитывать при составлении селекционных программ на устойчивость к фузариозу колоса и комплексу болезней.

По программе создания новых доноров устойчивости к фузариозу колоса нами была получена и отобрана группа линий с уровнем резистентности к болезни на уровне *Sumai 3* или выше, полученных от скрещивания сортов Веда, Дельта, Есаул, Краснодарская 6, Кума, Таня и др., обладающих неспецифической устойчивостью, и сортов *Sumai 3*, *Ning 7840*, характеризующихся специфической устойчивостью к фузариозу колоса. Эти линии были проанализированы на присутствие локуса количественных признаков *QFhs.ndsu-3BS* [Новые источники и доноры..., 2018]. Использование микросателлитных маркеров *Xgwm533* и *Xgwm493*, сцепленных с локусом *Fhb1* позволило выявить многообразие среди созданных нами линий

Маркер *Xgwm533* выявлен в 22 линиях, 30 изученных линий несли маркер *Xgwm493*. Присутствие двух маркеров установлено в 16 линиях. Результаты фитопатологического скрининга линий, несущих идентифицированные генетические маркеры, отображают выраженную резистентность к фузариозу колоса. Уровень защиты у исследуемых генотипов сопоставим или превышает показатели сорта *Sumai 3*.

Устойчивость линий с идентифицированными маркерами *Xgwm493* и *Xgwm533* носит специфический характер, они имеют в своем генотипе локус количественных признаков от *Sumai 3*.

6 Результаты селекции пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. На основе изученных нами методов создания искусственных инфекционных фонов, проведения оценок и отборов,

усовершенствованной схемы селекции на устойчивость к фузариозу колоса, созданы сорта пшеницы и тритикале с эффективными системами самозащиты, соавтором которых является соискатель (таблица 2).

Таблица 2 – Сорта пшеницы, созданные в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, внесенные в Государственный реестр, соавтором которых является соискатель

Сорт	Происхождение	Год передачи в ГСИ	Год включения в Реестр РФ	Устойчивость к ФК
Уруп	Дея/91-183a1259	2012	2015	высокая
Антонина	Отзим/94-409a656-2	2013	2016	средняя
Велена	Альмата/ <i>Klein Orion</i> //Афина	2014	2017	средняя
Вид	Лига 1/Веда	2014	2017	средняя
Одари	Перлина/1701h335	2014	2017	средняя
Синьора	Амазонка/3557h39	2019	2022	средняя
Лео	Безенчукская380/Афина// <i>Buck Palenque</i>	2019	2022	высокая
Ядрица	OSU-3910103/Гордеиформе 1717	2019	2022	средняя
Данко	1341я18/ONIX//1707я5/SG-S-5	2020	2023	средняя
Хит	Экспромт, <i>KSWGRS21</i>	2020	2024	высокая
Мадам	94-03я5/Экспромт//94-03я5/Айвина	2021	2024	средняя

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что за период с 2006 по 2023 гг. в Краснодарском крае в агрофитоценозах озимой пшеницы фузариоз колоса проявлялся систематически и повсеместно, за исключением остро засушливых 2007, 2013 и 2022 гг. В выявленном комплексе грибов, вызывающих поражение колоса и зерна, идентифицировано 6 видов р. *Fusarium*: *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. cerealis*, *F. tricinctum* с доминированием *F. graminearum*. Из пораженных колосьев выделяли вторичную сапрофитную микрофлору: *Alternaria spp.*, *Penicilium spp.*, *Aspergillus spp.* и др.

2. Скрининг 5877 коллекционных образцов отечественной и иностранной селекции по устойчивости к фузариозу колоса в полевых условиях при искусственной инокуляции обеспечил расширение генетического разнообразия источников и доноров устойчивости. Надежными источниками устойчивости с комплексом хозяйственно-полезных признаков являются образцы пшеницы мягкой озимой: Безенчукская 380, Сплав, Лавина, Черноземка 121 (Россия); Enola (Болгария); Мирлебен, Смуглянка, Экспромт, Таборца, Солоха (Украина); *Dragana* (Сербия); *Ning7840*, *Xiao Yan 107*, *Zhong Pin 1586* (Китай); *TAM 108*, *Arapachoe*, *KS 92WGRS 15*, *KS 96WGRS 40* (США); *Buck Palenque* (Аргентина); *Midas*, *Bitop*, *Turanus* (Австрия); *MV Taller*, *MV*

Vekni, MV Kokarda, GK Rozi, GK Goncol (Венгрия); *Litera, Liman* (Румыния) и др. Среди образцов пшеницы твердой озимой лучшими являются Кристалл 2, Синьора (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Кристелла, Амазонка, Терра, Эйрена (АНЦ «Донской»), *Floridou, Core, SV-376, Reale, Sorrento, Orobel, Isildur, Achille* (получены из Италии).

3. За период 2012-2021 гг. для большого количества коллекционных образцов (ежегодно $n=276-422$) нами установлена средняя сопряженность степени поражения зерна со степенью поражения колосковых чешуй фузариозом (в среднем за 10 лет коэффициент корреляции $r=0,65$ при варьировании от 0,38 в неблагоприятном для развития болезни в 2013 г. до 0,84 в эпифитотийном 2014 г.).

4. Подтверждено, что корреляционная связь между поражением зерна фузариозом и временем колошения (как элемента продолжительности вегетационного периода) – разнонаправленная. Средняя отрицательная связь зафиксирована в 2012, 2016 и 2018 гг. ($r = - 0,60$, $r = - 0,55$, $r = - 0,63$, соответственно); в 2013-2015, 2017, 2019-2021 гг. она была положительной от слабой ($r=0,17$ в 2014 г.) до средней ($r=0,61$ в 2019 г.). Поражение зерна фузариозом и высота растений находятся в слабой отрицательной связи - $r=-0,3$ (в среднем за 2012-2021 гг.) при варьировании от $r=-0,02$ в 2012 г. до $r=-0,55$ в 2016 г.

5. В условиях искусственно созданных эпифитотий изучили устойчивость к фузариозу колоса 22233 селекционных линий озимой пшеницы. В среднем, за 2006-2023 гг., устойчивость проявили 4,6% образцов от общего количества селекционного материала, умеренную устойчивость – 14,6%, умеренную восприимчивость – 24,2%, восприимчивость – 56,6%. Стабильно слабым поражением обладают перспективные линии пшеницы мягкой озимой 2935к1-23, 252-91к11-2 Г8, 4-98к1-4, 99-622a21-1, 99-511aГ13, 2140к64-3, 02-446a29, 08-336a33, 2809к26-1, 1848к2-1, 2940к8, 06-413a51-6, 748-05яв1-59 и др.; пшеницы твердой озимой 4089h94, 4191h95-20-11, 3336h43-17-128, 4383h72, 4428h110, 3551h10-14-1 и др.

6. К сортам с высокой агроэкологической стабильностью и устойчивостью к фузариозу колоса отнесены те, которые с максимальной частотой входили в кластеры устойчивых и среднеустойчивых: Уруп, Сила, Песня, Хит, Лео, Адель, Классика, Безостая 100, Память, Стиль 18, Таня, Таврида.

7. Показано, что гены редукции высоты растений *Rht1*, *Rht8* и их сочетание *Rht1+Rht8* чаще всего способствуют эффективной самозащите от болезни (устойчивые и среднеустойчивые сорта Афина, Кума, Сила, Таулан, Песня, Лео, Дельта, Дея, Творец, Москвич, Память, Хамдан, Классика, Тимирязевка 150 являются короткостебельными и среднерослыми).

Среди сортов со средним уровнем морозостойкости доминируют устойчивые и умеренно устойчивые (53,3% от общего количества).

8. Установлено, что в условиях Северо-Кавказского региона РФ ген *Lr37* слабо эффективен против популяции возбудителя бурой ржавчины, ген *Yr17*

детерминирует высокую устойчивость к желтой ржавчине, ген *Sr38* не эффективен против возбудителя стеблевой ржавчины. Показано, что комплекс генов *Lr37/Yr17/Sr38* положительно влияет на устойчивость к септориозу, но одновременно повышает восприимчивость к ФК.

9. Изучение донорских свойств образцов мировой коллекции с высокой устойчивостью к фузариозу колоса показало, что лучшими по данному признаку являются *Buck Palenque*, *Xiao Yan107* и *Frontana/Kenya 58*. Гибриды F_1 , полученные с использованием *Buck Palenque*, *Xiao Yan107* и *Frontana/Kenya 58*, проявили реакцию устойчивости к болезни и соответствовали по целевому признаку родительским формам.

10. При изучении 36 гибридов F_1 установлено разнонаправленное наследование устойчивости к фузариозу колоса. При скрещивании устойчивых родителей (*R/R*) преобладает полное доминирование устойчивости. Частичное доминирование преобладает при скрещивании устойчивых и восприимчивых родительских форм (*R/S* или *S/R*). Гибриды F_1 , полученные с родительскими формами *TAM 200*, Патриарх, Краснодарская 6 демонстрируют выраженный гетерозисный эффект повышенной чувствительности к поражению фузариозом колоса, что свидетельствует о доминировании рецессивных аллелей, ответственных за восприимчивость к патогену в изученных генотипах.

11. Созданы новые доноры от скрещивания сортов селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Веда, Дельта, Дея, Есаул, Краснодарская 6, Кума, Таня) с донорами специфической фузариозоустойчивости (*Sumai 3*, *Ning 7840*). Микросателлитный маркер *Xgwm533*, сцепленный с локусом *Fhb1* выявлен в 22 линиях, 30 изученных линий несли маркер *Xgwm493*. Присутствие двух маркеров установлено в 16 линиях. Изучены биологические свойства, морфологические и хозяйственно-полезные признаки новых доноров 170-03f1, 199-05f34, 199-05f27, 421f66, 438f16, 438f29, 429f49.

12. В соавторстве созданы 11 сортов пшеницы, которые внесены в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в производстве. Все они защищены патентами.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для эффективной селекционной работы по созданию фузариозоустойчивых сортов необходим постоянно действующий в полевых условиях жесткий искусственный инфекционный фон.

2. Использовать генофонд сортов селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, которые являются надежными источниками устойчивости с высокими продуктивностью, общей адаптивностью и сортообразующей способностью: Дельта, Адель, Дея, Уруп, Память, Лебедь, Старшина, Сила, Алексеич и др.

3. Надежными источниками устойчивости с комплексом хозяйственно-полезных признаков являются коллекционные образцы пшеницы мягкой озимой: Лавина, Черноземка 121, *Enola*, Экспромт, Таборца, *Dragana*, *Zhong Pin 1586*, *TAM 108*, *KS 92WGRS 15*, *Midas*, *MV Vekni*, *GK Rozi*, *Litera* и др.;

пшеницы твердой озимой: Синьора, Терра, *Floridou*, *Core* и др.; перспективные линии пшеницы мягкой озимой 2935к1-23, 99-622а21-1, 2140к64-3, 2809к26-1, 2940к8 и др.; пшеницы твердой озимой 4089h94, 4191h95-20-11, 3336h43-17-128 и др.; новые доноры специфической устойчивости 170-03f1, 199-05f34, 421f66, 438f29, 429f49 и др.

4. Для оптимизации и стабилизации фитосанитарной обстановки в агроэкосистемах по заболеванию, способному вызывать чрезвычайные ситуации в стране, рекомендуем шире возделывать в фузариозоопасных зонах и агроэкологических условиях с высоким инфекционным потенциалом грибов р. *Fusarium* устойчивые сорта: Ахмат, Алексеич, Тимирязевка 150, Таня, Велена, Классика, Лео, Стиль 18, Песня, Хит, Школа, Буран 88, Цаца и др.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Принципы и методы селекции пшеницы на устойчивость к болезням в КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков, В.Я. Ковтуненко, В.А. Филобок, Р.О. Давоян, Ж.Н. Худокормова, Л.М. Мохова, Ю.Г. Левченко, **А.С. Тархов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – № 5. – С.32-36.

2. Левченко, Ю.Г. Создание нового исходного материала для селекции озимой мягкой пшеницы на устойчивость к возбудителям твердой головки / Ю.Г. Левченко, **А.С. Тархов**, И.Б. Аблова // *Рисоводство*. – 2018. – № 2 (39). – С.32-37.

3. Генетическая защищенность сортов озимой пшеницы от ржавчинных болезней / Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ж.Н. Худокормова, О.Ю. Пузырная, Г.Д. Набоков, Е.В. Агаева, **А.С. Тархов** // *Рисоводство*. – 2019. – № 4 (45). – С.30-37.

4. Характеристика генетического разнообразия озимой мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю стеблевой ржавчины / Ж.Н. Худокормова, И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, **А.С. Тархов** [и др.] // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 102. – С.216-221.

Патенты:

5. Патент РФ на селекционное достижение №8240. Пшеница мягкая озимая Уруп: №8854611: заявл. 27.12.2011: опубл. 10.02.2016 / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Г.И. Букреева, Т.И. Грицай, В.И. Ефременкова, Ф.А. Колесников, О.Ф. Колесникова, И.Н. Кудряшов, Н.М. Кузилова, Ю.Г. Левченко, В.В. Мокроусов, Г.И. Павлик, **А.С. Тархов**, Ж.Н. Худокормова, Л.И. Шуровенкова; заявитель ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко».

6. Патент РФ на селекционное достижение №8114. Пшеница мягкая озимая Антонина: №8757487: заявл. 28.12.2012: опубл. 18.12.2015 / И.Б. Аблова, Р.А.-О. Агаев, Л.А. Беспалова, Г.И. Букреева, Т.И. Грицай, В.И. Ефременкова, Ф.А. Колесников, О.Ф. Колесникова, И.Н. Кудряшов, Н.И.

Лысак, В.В. Мокроусов, **А.С. Тархов**, Л.И. Шуровенкова; заявитель ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко».

7. Патент РФ на селекционное достижение №8867. Пшеница мягкая озимая Велена: №8654904: заявл. 02.12.2013: опубл. 06.02.2017 / Р.А-О. Агаев, Л.А. Беспалова, Г.И. Букреева, Т.И. Грицай, Е.А. Гуенкова, В.И. Ефременкова, А.В. Кошкин, И.Н. Кудряшов, В.В. Сюков, **А.С. Тархов**, В.А. Филобок, Ж.Н. Худокормова; заявитель ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко».

8. Патент РФ на селекционное достижение №8864. Пшеница мягкая озимая Вид: №8556856: заявл. 10.01.2014: опубл. 06.02.2017/ И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Г.И. Букреева, Т.И. Грицай, В.И. Ефременкова, Ф.А. Колесников, И.Н. Кудряшов, Н.М. Кузилова, Н.И. Лысак, В.В. Мокроусов, А.В. Новиков, С.В. Новикова, **А.С. Тархов**; заявитель ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко», ООО НПО «Кубаньзерно», ФГБНУ «СКСХОС Краснодарского НИИСХ».

9. Патент РФ на селекционное достижение №9241. Пшеница твердая озимая Одари: №8556852: заявл.: 10.01.2014: опубл. 18.08.2017 / И.Б. Аблова, Р.А-О. Агаев, Л.А. Беспалова, М.И. Домченко, И.Н. Кудряшов, Н.И. Лысак, В.В. Мокроусов, А.А. Мудрова, **А.С. Тархов**, А.С. Яновский; заявитель ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко», ООО НПО «Кубаньзерно».

10. Патент РФ на селекционное достижение №12346. Пшеница твердая озимая Синьора: №8154713: заявл. 06.12.2018: опубл. 15.08.2022 / И.Б. Аблова, А.Ю. Белякова, Л.А. Беспалова, А.М. Васильева, М.И. Домченко, Н.И. Лысак, А.А. Мудрова, А.В. Новиков, А.Д. Пономарев, **А.С. Тархов**, А.С. Яновский; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

11. Патент РФ на селекционное достижение №12331. Пшеница мягкая озимая Лео: №8153706: заявл. 14.11.2018: опубл. 19.07.2022 / Л.А. Беспалова, А.М. Васильева, Т.И. Грицай, Е.А. Гуенкова, М.И. Домченко, В.И. Ефременкова, Н.М. Кузилова, Н.И. Лысак, А.Д. Пономарев, **А.С. Тархов**, В.А. Филобок, Ж.Н. Худокормова; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

12. Патент РФ на селекционное достижение №12347. Пшеница твердая яровая Ядрица: №8057842: заявл. 02.10.2019: опубл. 15.08.2022 / Л.А. Беспалова, М.И. Домченко, А.А. Мудрова, А.В. Новиков, С.В. Новикова, А.Д. Пономарев, **А.С. Тархов**, А.С. Яновский; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

13. Патент РФ на селекционное достижение №12754. Пшеница мягкая яровая Данко: №7953972: заявл. 05.11.2020: опубл. 23.05.2023 / Л.А. Беспалова, Т.И. Грицай, Е.А. Гуенкова, Э.Р. Давоян, М.И. Домченко, А.В. Новиков, С.В. Новикова, А.Д. Пономарев, **А.С. Тархов**, В.А. Филобок; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

14. Патент РФ на селекционное достижение №13660. Пшеница мягкая озимая Хит: №7953962: заявл. 05.11.2020: опубл. 17.05.2024 / И.Б. Аблова,

Р.А.-О. Агаев, Л.А. Беспалова, А.Н. Боровик, Г.И. Букреева, А.М. Васильева, Т.И. Грицай, И.Н. Кудряшов, Н.И. Лысак, Е.Е. Мельникова, Т.Ю. Мирошниченко, **А.С. Тархов**; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

15. Патент РФ на селекционное достижение №13647. Пшеница мягкая яровая Мадам: №7852956: заявл. 30.09.2021: опубл. 13.05.2024 / Р.А.-О. Агаев, Л.А. Беспалова, Е.А. Гуенкова, М.И. Домченко, Ю.С. Зубанова, И.Н. Кудряшов, С.В. Новикова, **А.С. Тархов**, В.А. Филобок; заявитель ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

В международных базах данных Web of Science и Scopus:

16. Evaluation of resistance to stem rust and identification of Sr genes in russian spring and winter wheat cultivars in the Volga region / Baranova O., Solyanikova V., Kyrova E., Kon'kova E., Gaponov S., Sergeev V., Shevchenko S., Mal'chikov P., Dolzhenko D., Bepalova L., Ablova I., **Tarhov A.**, Vasilova N., Askhadullin D., Askhadullin D., Sibikeev S. // Agriculture – 2023. – Vol. 13, No. 3(13). – P. 635-651.

Научные статьи в других изданиях (основные):

17. Тархов, А.С. Генетическое разнообразие пшеницы мягкой озимой к фузариозу колоса (*Fusarium graminearum*)/**А.С. Тархов**, И.Б. Аблова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Краснодар, 19–21 ноября 2008 г. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – С.65-66.

18. Тархов, А.С. Влияние фузариоза колоса на урожайность озимой пшеницы / **А.С. Тархов**, И.Б. Аблова//Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Краснодар, 18–20 ноября 2009 г. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – С.81-82.

19. Аблова, И.Б. Наследование устойчивости к фузариозу колоса у гибридов F₁ / И.Б. Аблова, **А.С. Тархов**, А.П. Бойко // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ВНИИБЗР, Краснодар, 21–24 сентября 2010 г. – Пушкин: ВНИИБЗР, 2010 – Вып. 6. – С.621-622.

20. Влияние фузариоза колоса пшеницы на качество конечной продукции / **А.С. Тархов**, К.Г. Мартемьянов, И.Б. Аблова [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2010 г. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – С.94-96.

21. Устойчивость тритикале к наиболее распространенным и вредоносным болезням / И.Б. Аблова, В.Я. Ковтуненко, **А.С. Тархов** [и др.] // Тритикале : материалы Международной научно-практической конференции «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов», Ростов-на-Дону, 07–11 июня 2010 г. – Ростов-на-Дону. – 2010. – С.271-278.

22. Иммунологический статус новых сортов тритикале / И.Б. Аблова, В.Я. Ковтуненко, **А.С. Тархов** [и др.] // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : материалы V Международной научно-практической конференции, Краснодар, 13–17 июня 2011 г. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – С. – 340-346.

23. Тархов, А.С. Видовой полиморфизм грибов рода *Fusarium* - возбудителей фузариоза колоса пшеницы в Краснодарском крае / **А.С. Тархов**, И.Б. Аблова, А.П. Бойко // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, Большие Вяземы Московская обл., 17–21 июля 2012 г. / Российская акад. с.-х. наук, Всероссийский науч.-исслед. ин-т фитопатологии. – Большие Вяземы, Московская обл.: РС дизайн, 2012. – С.101-105.

24. Методические аспекты селекционной работы на устойчивость пшеницы к стеблевой ржавчине / С.В. Клевцова, Л.А. Беспалова, **А.С. Тархов**, Ю.Г. Левченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 110-летию П.Ф. Варухи (Агрохимия, почвоведение; Ботаника, генетика, цитология; Животноводство и ветеринария; Защита растений; Информационные технологии; Плодоводство, овощеводство, виноградарство; Правовое обеспечение АПК), Краснодар, 26–28 ноября 2013 г. и 2–4 декабря 2014 г. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – С.116-117.

25. Принципы, методы и результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков, В.Я. Ковтуненко, В.А. Филобок, Ж.Н. Худокормова, Л.М. Мохова, Т.И. Грицай, Ю.Г. Левченко, **А.С. Тархов**, С.В. Клевцова // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Государственное научное учреждение Краснодарский НИИСХ имени П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2014. – С.48-67.

26. Тархов, А.С. Фитосанитарные вызовы в условиях роста посевных площадей близкородственных культур / **А.С. Тархов**, И.Б. Аблова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 75-летию В.М. Шевцова, Краснодар, 24–26 ноября 2015 г. / Отв. за вып. А.Г. Кощаев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С.702-703.

27. Фузариоз и качество зерна озимой мягкой пшеницы / Г.И. Букреева, М.И. Домченко, **А.С. Тархов** [и др.] // Селекция и семеноводство - основа продуктивности полей: сборник научных трудов. – Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2017. – С.90-100.

28. Фитосанитарные вызовы в условиях Калмыкии и их предотвращение с помощью селекции / И.Б. Аблова, **А.С. Тархов**, Ю.Г. Левченко [и др.] //

Селекция и семеноводство - основа продуктивности полей. Сборник научных трудов. – Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2017. – С.79-89.

29. Новые источники и доноры устойчивости к фузариозу колоса пшеницы / И.Б. Аблова, **А.С. Тархов**, Э.Р. Давоян [и др.] // Генетический потенциал и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении растений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС. / отв. за вып. Г.Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – С.9-10.

30. Генетическое разнообразие сортов озимой пшеницы по устойчивости к возбудителям бурой и жёлтой ржавчины / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, **А.С. Тархов** [и др.] // Перспективы новых и интродукция зарубежных сортов зерновых колосовых, зернобобовых культур, а также современные методы ресурсосберегающих технологий возделывания в республике Узбекистан: сборник материалов международной научно-практической конференции, Андижон, 21-22 мая 2019 г.–Андижон: Андижон нашриёт-матбаа, 2019.–С.35-41.

31. Генетическая дивергенция по устойчивости к фузариозу колоса у сортов озимой пшеницы, созданных в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко / И.Б. Аблова, **А.С. Тархов**, Л.А. Беспалова, А.Н. Боровик // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы : сборник тезисов Международного Конгресса, Санкт-Петербург, 18–22 июня 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство ВВМ», 2019. – С.882.

32. Генетические детерминанты резистентности сортов озимой пшеницы к *Russinia* spp. / Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ж.Н. Худокормова, О.Ю. Пузырная, Г.Д. Набоков, Е.В. Агаева, **А.С. Тархов** // Состояние и перспективы развития аграрной науки в условиях изменяющегося климата : материалы Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития аграрной науки в условиях изменяющегося климата», Краснодар, 05–06 сентября 2019 г. – Краснодар: ЭДВИ, 2019. – С.11-18.

33. Селекция сортов двуручек пшеницы, устойчивых к фузариозу колоса / В.А. Филобок, Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Е.А. Гуенкова, **А.С. Тархов** // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки : материалы IV Международной научно-практической конференции, Ялта, 9-13 сентября 2019 г. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. – С.207-209.

34. Методы и подходы в селекции фузариозоустойчивых сортов пшеницы / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, В.А. Филобок, **А.С. Тархов**, О.Ю. Пузырная // Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России : сборник тезисов докладов IV Всероссийского съезда по защите растений с международным участием, Санкт-Петербург, 09–11 сентября 2019 г. – СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2019. – С.24.

35. Аблова, И.Б. Влияние транслокации от *Aegilops ventricosa* (*Lr37Yr17Sr38*) на устойчивость пшеницы к болезням/И.Б. Аблова, **А.С. Тархов** // Наследие академика Н.В. Цицина: Ботанические сады.

Отдаленная гибридизация растений и животных: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 125-летию академика Н.В. Цицина, Москва, 03-07 июля 2023 г. – Москва: «Эк-пресс», 2023.–С.117-120.

36. Керимов, Р.В. Изучение зерновых колосовых культур по устойчивости к вирусным болезням / Р.В. Керимов, **А.С. Тархов**, И.Б. Аблова // Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении : сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС, Краснодар, 14 февраля 2024. – Краснодар: КубГАУ, 2024. – С.82-84.

37. Прогресс в селекции озимой твердой пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса /И.Б. Аблова, **А.С. Тархов**, А.А. Мудрова, А.С. Яновский// Твердая пшеница: сборник тезисов 2-й конференции «Твердая пшеница: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технология выращивания и переработки», Москва, 11-13 ноября 2024 г. –М.: ФГБНУ ВНИИСБ, 2024.– С.6-8.

38. Сорты пшеницы и тритикале для органического сельского хозяйства на юге РФ / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, В.А. Филобок, А.Н. Боровик, О.Ю. Пузырная, В.Я. Ковтуненко, А.А. Мудрова, Ю.Г. Левченко, Л.М. Мохова, **А.С. Тархов** // Международный Конгресс «VIII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 300-летию российской науки и высшей школы» : сборник тезисов, Саратов, 14–19 июня 2024 г. – СПб.: Петрополис, 2024. – С.601.

39. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Хит - успех в селекции на устойчивость к фузариозу колоса и твердой головне / А.Н. Боровик, Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ю.Г. Левченко, **А.С. Тархов** [и др.] // V Всероссийский конгресс по защите растений : сборник тезисов докладов, посвященный 300-летию Российской академии наук, Санкт-Петербург, 16-19 апреля 2024 г. – СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2024. – С.290.

40. Селекция пшеницы и тритикале на устойчивость к особо вредоносным болезням в Северо-Кавказском регионе / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, О.Ю. Пузырная, А.Н. Боровик, Г.Д. Набоков, В.А. Филобок, Л.М. Мохова, Ю.Г. Левченко, **А.С. Тархов** // V Всероссийский конгресс по защите растений : сборник тезисов докладов, посвященный 300-летию Российской академии наук, Санкт-Петербург, 16-19 апреля 2024 г. – СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2024. – С.286.

Научное издание

Тархов Александр Сергеевич

**СЕЛЕКЦИЯ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К БОЛЕЗНЯМ КОЛОСА И ЛИСТЬЕВ
В СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМ РЕГИОНЕ РФ**

Подписано в печать 2025 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. Л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство «ЭДВИ» Россия, 350012, г. Краснодар,
ул. Лукьяненко, 95/7, e-mail: edvi_krasnodar@mail.ru