

На правах рукописи

Горянина Татьяна Александровна

**СЕЛЕКЦИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ СЕМЕНОВОДСТВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В
ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Официальные оппоненты: **Исмагилов Рафаэль Ришатович**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
член-корреспондент Академии наук Республики
Башкортостан, Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Башкирский государственный
аграрный университет», профессор кафедры
растениеводства, селекции растений и
биотехнологии

Дьячук Таисия Ивановна,
доктор биологических наук, Федеральное
государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Юго-
Востока», главный научный сотрудник
лаборатории клеточной селекции

Виноградов Дмитрий Валериевич,
доктор биологических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева», заведующий
кафедрой агрономии и защиты растений

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Федеральный Ростовский аграрный
научный центр»

Защита состоится «17» июня 2025 г. в 13.30 на заседании диссертационного
совета 35.2.018.02 на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Красноярский
государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск,
проспект Мира, 90, тел.: + 7 (391) 227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО
Красноярский ГАУ <http://www.kgau.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В последнее десятилетие селекционерами выведено огромное количество новых сортов и гибридов (Шпилев Н.С. и др., 2021). За счет селекции урожайность сельскохозяйственных растений выросла до 30-70% (Поползухин П.В. и др., 2018; Гольдяпин В.Я., Мишуров Н.П., 2020; Шпилев Н.С. и др., 2021; Гончаров С.В., 2022). При возможной реализации генетического потенциала новых сортов, уменьшении норм высева, оптимизации технологических операций, агроэкологического мониторинга, правильного размещения сортов по зонам можно повысить рентабельность устойчивого семеноводства (Романенко А.А., 2005; Кененбаев С.Б., Рамазанова С.Б., 2008; Тороп А.А. и др., 2020; Некрасов Е.И. и др., 2022; Беленков А.И. и др., 2023). Продовольственная безопасность страны зависит от совершенствования кормопроизводства (В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, 2013). Которое играет ведущую роль в сельском хозяйстве России, позволяет решать многие проблемы его развития. Животноводству оно даёт корма, растениеводству – эффективные севообороты и повышение урожайности, земледелию – повышение плодородия почв (Кормопроизводство, 2007; Коновалов А.В. и др., 2022; Подласова Е.Ю., 2023).

Для развития сельского хозяйства это очень важный момент (Косолапов В.М., 2009; Подласова Е.Ю., 2023). Особое внимание необходимо уделять культурам, производимым непосредственно в хозяйствах. К таким, помимо пшеницы, относятся ячмень, овёс, тритикале и рожь (Павленко А., Головачёв Д., 2009). При этом селекция сортов и гибридов зернофуражных культур должна быть направлена на увеличение в зерне белка, лизина, а также на снижение содержания клетчатки и антипитательных веществ (Косолапов В.М., 2009; Maron K.A., Bezgodov A.V., 2022).

Для обеспечения стабильной урожайности необходимо, чтобы сорта тритикале обладали широким диапазоном реакции на изменяющиеся экологические факторы (Гончаренко А.А., Макаров А.В., 2001). Если сорт не обладает соответствующей нормой реакции, то он не в состоянии противостоять повторяющимся из года в год стрессам (Гончаренко А.А., 2005). Для озимой ржи остро стоит проблема по устойчивости к полеганию, при интенсивном возделывании культура не может конкурировать с сортами озимой пшеницы. Сорта относительно слабо реагируют на повышение культуры земледелия и применение интенсивных технологий возделывания (Горянина Т.А., 2018).

Посевные площади озимых культур по Самарской области, в последние годы, возросли с 350 до 500 тыс. га. В перспективе площади озимых предусматривается довести до 700 тыс. га. Увеличение посевов до этого уровня позволит повысить удельный вес культур в общем производстве зерна до 50-60 %. О целесообразности расширения озимых свидетельствуют и сложившиеся тенденции изменения климата в Среднем Поволжье (Горянин О.И. и др., 2023).

Государственный реестр селекционных достижений, в последнее десятилетие, значительно быстрее стал пополняться сортами тритикале и ржи. Однако реализовать свой потенциал в производственных условиях сортам не удаётся. Причина – слабая генетическая защита от климатических стрессоров для

тритикале и относительно низкие цены реализации на фоне увеличения стоимости средств производства для ржи. Обе культуры мало востребованы. Остро стоит проблема по устойчивости к полеганию длинностебельных сортов, при интенсивном возделывании они не могут конкурировать с озимой пшеницей. Кроме того, новых отечественных сортов озимой ржи создается недостаточно, из-за чего сортосмена происходит медленно, а производитель сталкивается с ограниченным выбором. Не маловажный фактор при этом играет процесс изменения погодных условий (Горянина Т.А., 2015; Горянина Т.А., Медведев А.М., 2019).

В связи с этим актуальной проблемой в Средневолжском регионе является расширение селекционной работы, направленной на создание новых конкурентноспособных, адаптивных сортов тритикале и ржи и обеспечение сельхозтоваропроизводителей высококачественными сортовыми семенами.

Степень разработанности. В Нижнем Поволжье глобальная работа по изучению и селекции озимой тритикале и ржи проводится в НИИСХ Юго-Востока (Ермолаева Т. Я. и др., 2014; 2021; Нуждина Н.Н. и др., 2018; Ермолаева Т.Я. и др., 2021; Дьячук Т.И. и др., 2010; 2013; 2016; Аникина В.Н. и др., 2023; Поминов А.В., 2015), по культурам тритикале и ржи в Саратовском НИГУ им. Н.Г. Чернышевского и СГАУ им. Н.И. Вавилова (Орлова Н. С., 1998; 2000; 2002; 2015; Каргатова А. М. и др., 2018; Касаткин М.Ю. и др., 2019), по культурам тритикале и ржи в Волгоградском ГАУ (Таранова Е.С., 2005; Плескачѳв Ю.Н. и др., 2004; Мищенко Е.В. и др., 2010; 2012; 2014; Крючкова Т.Е., 2015). В Среднем Поволжье большая работа по изучению тритикале проводится в Пензенском ГАУ (Касынкина О.М., 2007; Кшникаткина А.Н., 2009; Касынкина О.М., 2014; Касынкина О.М. и др., 2017; Кшникаткина А.Н., 2014; Каневская И.Ю., Касынкина О.М., 2022), по изучению озимой тритикале и ржи в ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (Пономарѳва М.Л., 2001; Пономарѳв С.Н., 2014; Пономарѳв С.Н. и др., 2009; 2014; 2020; Пономарѳва М.Л., Пономарѳв С.Н., 2006; 2019; Пономарѳв С.Н., Пономарѳва М.Л., 2010; 2017; Пономарѳва М.Л. и др., 2014). Авторы уделяют внимание биологии культур, динамике производства и использования зерна, технологии возделывания, минеральным удобрениям и протравителям, продуктивности, устойчивости к болезням, адаптивности, устойчивости к полеганию, прорастанию на корню, зимостойкости, засухоустойчивости, качеству зерна и хлеба. Однако вопросам глубокого изучения формирования продуктивности по питомникам, наследования признаков продуктивности в гибридах уделено недостаточно внимания или сведения отсутствуют. Не обоснован выбор сортов озимых зерновых культур для возделывания в агроклиматических условиях Среднего Поволжья. Требуется усовершенствование агроэкологического размещения семеноводства зерновых культур в Среднем Поволжье.

Цель исследований – усовершенствовать селекционно-семеноводческую работу с озимыми тритикале и рожью, обосновать агроэкологическое размещение семеноводства в засушливых условиях Среднего Поволжья.

Задачи исследований:

1. Изучить потенциальные возможности сортов озимых тритикале и ржи селекции Самарского НИИСХ для условий региона;

2. Дать комплексную оценку коллекционным сортам озимых тритикале и ржи, выявить источники хозяйственно-ценных признаков;
3. Определить особенности наследования признаков и обозначить критерии отбора для озимых тритикале и ржи;
4. Установить степень влияния условий вегетации на изменчивость количественных признаков и урожайность озимых культур;
5. Дать комплексную оценку районированным сортам по качеству зерна, разработать элементы семеноводства и агроэкологическое размещение сортов, рассчитать экономическую эффективность возделывания озимых культур в Среднем Поволжье.

Научная новизна. Впервые в засушливых условиях Среднего Поволжья определена потенциальная возможность получения урожайности зерна на уровне 8,14-9,61 т/га. Выявлены особенности продукционного процесса в селекционных питомниках. Определена особенность наследования хозяйственно-полезных признаков у гибридов F1, F2, F3, F4. Создан новый метод отбора селекционного материала озимых культур с использованием маркера. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков: зимостойкости, засухоустойчивости, продуктивности, адаптивности, устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине тритикале и ржи. Математическими методами определена зависимость урожайности ($r=0,66\dots-0,99^{**}$) и элементов структуры ($r=0,54\dots-0,99^{**}$) от погодных условий, система взаимодействия признаков продуктивности и урожайности озимых культур. Предложено агроэкологическое размещение семеноводства сортов. Созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации новые высокоурожайные сорта озимой тритикале Кроха (2014), Капелла (2019), Спика (2021), Арктур (2021) и озимой ржи: Антарес (2002), Безенчукская 110 (2019).

Теоретическая и практическая значимость. За двадцатилетний период исследований в центральной зоне Самарской области установлено, что потенциальная урожайность по биоклиматическому потенциалу формируется значительно большая, чем фактически получаемая. Усовершенствован способ получения семенного материала за счет оптимизации норм высева и систем удобрений. Обосновано агроэкологическое размещение семеноводства сортов по зонам Самарской области и Поволжью в целом. Установлены тенденции изменения климата, рекомендованы адаптированные сорта озимых тритикале и ржи для возделывания в засушливых условиях. Предложены источники хозяйственно-ценных признаков, методы отбора, что позволяет существенно повысить эффективность селекционного процесса и сократить сроки создания сортов, определены отличия формирования продуктивности по питомникам.

Шесть сортов, решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, допущены к использованию по Средневолжскому региону: озимая тритикале Кроха – с 2014 года; Капелла – с 2019 года; Арктур и Спика – с 2021 года и озимая рожь Антарес – с 2002 года; Безенчукская 110 – с 2019 года. Разработана методика отбора с использованием маркера (патент RU 2716205 C1).

Районированные сорта озимой тритикале Кроха, Капелла, Спика, Арктур возделываются в последние годы в Самарской области на площади более 6000 га,

озимой ржи Антарес, Безенчукская 110 – 10000 га. Совершенствование товарного семеноводства озимой тритикале и ржи с участием диссертанта в хозяйствах ООО «ВолгаСемМаркет», ООО «Племенной завод «Дружба», ПСК «имени Буянова», АО «Россинка», ООО «Русское подворье», СПК «Союз», СПК «Просторы» обеспечило урожайность, в различные по погодным условиям годы, 1,8-7,0 т/га и экономический эффект 1200-5200 руб./га.

Методология и методы исследования. Теория и методология проведенных исследований основана на анализе научно-практических трудов российских и зарубежных учёных по исследуемой тематике. Применялись методики полевых, производственных испытаний, лабораторных исследований, анализ, статистическая обработка данных.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Достоверность результатов исследований за 2002-2022 годы подтверждается применением общепринятых методик при проведении лабораторных и полевых исследований, математической обработкой всех полученных данных методом дисперсионного, корреляционного и путевого анализов с использованием современных компьютерных программ.

Основные материалы диссертационной работы доложены на международных (Самара 2003, 2013; Кинель 2003; Ульяновск 2007; Тюмень 2009; Ростов на Дону 2010, 2012; Саратов 2017, 2019; Казань 2017; Новосибирск 2013, 2015; Харьков 2017; София 2014), всероссийских (Пенза 2005; 2006; Суздаль 2008; Саратов 2012; Казань 2012; Екатеринбург 2012), региональных и других (Кинель 2002; Самара 2002, 2003; Челябинск 2005; Саранск 2006) научно-методических, координационных и научно-практических конференциях и опубликованы в 80 работах, в том числе: 5 методических научно-практических рекомендациях, 1 учебном пособии, 21 публикации, рекомендованной ВАК, 5 публикациях входящих в международные базы данных, индексирующих научные публикации (Scopus and Web of Science), получено 7 авторских свидетельств и 7 патентов на сорта, 1 патент на изобретение.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Потенциально возможная урожайность зерна озимых культур в благоприятных и засушливых условиях региона.
2. Формирование продуктивности растений тритикале и ржи у гибридов и в селекционных питомниках;
3. Элементы технологии возделывания тритикале и ржи на семена. Новые сорта озимых тритикале и ржи для Средневолжского региона.

Личный вклад автора: диссертация является результатом исследований автора, проведенных в 2002-2021 гг. Автором лично: разработаны план посева селекционного материала тритикале, научный эксперимент, схемы скрещивания тритикале; проведены отборы, патентный поиск, сбор и анализ исходных данных и литературных источников, математическая обработка, обобщение и научное обоснование полученных результатов; при непосредственном участии автора осуществлялись полевые и лабораторные исследования, структурный анализ снопового материала, математическая обработка полученных данных; анализ и структурирование полученных данных; проведен анализ и обобщение полученных результатов; подготовлен текст диссертации, сформулированы

выводы и защищаемые положения; подготовлены статьи для публикации в журналах и сборниках трудов.

В соавторстве с Н.В. Михайловым проведены по озимой ржи планирование посева селекционного материала и проведение отборов. Совместно с А.Н. Макушиным получены данные по аминокислотному составу белка и содержанию макроэлементов в зерне. Совместно с О.И. Горяниным проведено изучение элементов технологии возделывания культур на семена и рассчитана их экономическая эффективность. Совместно с И.Ш. Шакуровым и Б.Ж. Джангабаевым проведены исследования по нормам высева озимой пшеницы. В соавторстве с учеными НЦЗ им. П.П. Лукьяненко и учеными Самарского НИИСХ-филиала Сам НЦРАН Киселевым В.А., Михайловым Н.В., Бишарёвым А.А. получен сорт тритикале Кроха, с Медведевым А.М. Московский НИИСХ «Немчиновка» и учеными Самарского НИИСХ-филиала Сам НЦРАН Михайловым Н.В., Бишарёвым А.А. получены сорта тритикале Капелла, Арктур, сорт тритикале Спика получен в соавторстве с Бишаревым А.А., сорт ржи Антарес получен в соавторстве с учеными Самарского НИИСХ-филиала Сам НЦРАН Сюковой Г.А., Михайловым Н.В., сорт озимой ржи Безенчукская 110 получен в соавторстве с учеными Самарского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН Михайловым Н.В., Бишарёвым А.А.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 415 страницах печатного текста, содержит введение, 8 глав, заключение, предложения и рекомендации для практической селекции и производству; включает 67 таблиц, 32 рисунка, 39 приложений. Список литературы содержит 478 наименования, из них 40 иностранных источников. Выражаю глубокую благодарность доктору с.-х. наук О.И. Горянину; академику НААН Украины, член-корреспонденту РАН А.И. Грабовцу; директору СамНЦ РАН академику РАН С.Н. Шевченко; член-корреспонденту РАН А.М. Медведеву; доктору с.-х. наук, генетику Ю.В. Лобачеву; агрономам и лаборантам селекции серых хлебов за содействие и помощь в проведении экспериментальных работ и написании рукописи.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 Обзор литературы. Приведён краткий исторический очерк по селекции озимой тритикале и ржи в Поволжье. Рассмотрены территории, относящиеся к Поволжью: Среднему и Нижнему. Отражено значение озимых тритикале и ржи для продовольственной безопасности России.

Глава 2 Условия, материал и методика проведения исследований. Исследования проводились на селекционных и стационарных полях Самарского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН в 2002-2021 годах.

Почва опытных участков – чернозём обыкновенный, малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 4,5-5,0 %, гидролизуемого азота – 60-70 мг/кг, подвижного фосфора – 170-200 мг/кг, калия – 180-200 мг/кг почвы (по Чирикову).

В Самарской области климат континентальный, с резкими температурными колебаниями и дефицитом осадков. Среднегодовое значение

гидротермического коэффициента за вегетационный период озимых по району исследований – 0,76.

За период исследований выявлено, что для культуры тритикале неблагоприятные условия вегетации сложились в 2002, 2006, 2007, 2011, 2012, 2013, 2015, 2019 гг., среднестатистические (нормальные условия вегетации) – 2003, 2004, 2005, 2008, 2010 и 2018 гг., благоприятные – в 2009, 2014, 2016, 2017, 2020, 2021 гг.

Для озимой ржи, в связи с несовпадением фаз развития, неблагоприятные условия вегетации сложились в 2005, 2006, 2007 и 2019 гг., среднестатистические (нормальные условия вегетации) – 2002, 2003, 2004, 2008, 2010, 2012, 2013 и 2018 гг., благоприятные – 2009, 2014, 2015, 2016, 2017, 2020, 2021 гг.

Переувлажнение в период август-сентябрь в 2012 и 2017 годы (Σ ос. = 165,8-229,1 мм, t °C = 16,6-18,1°C, среднемноголетние значения Σ ос. = 84,6 мм, t °C = 9,3°C соответственно) и апрель-май в 2007, 2013, 2014, 2015 и 2021 годах (Σ ос. = 70,8-197,0 мм, t °C = 11,3-14,4°C, среднемноголетние значения Σ ос. = 55,6 мм, t °C = 10,5°C соответственно) способствовало развитию бурой и стеблевой ржавчины.

В селекционных опытах (2002-2020 гг.) посевы размещали по чистому пару. Посев озимой тритикале проводили 31 августа – 8 сентября, ржи 27 августа – 3 сентября. Весной в апреле проводили боронование и внесение аммиачной селитры по 35 кг д. в., в мае обработку гербицидом Дисулам 0,5 л/га. В качестве стандарта использовали районированные сорта озимой тритикале Тальва 100, Кроха и озимой ржи Саратовская 7, Безенчукская 87, Антарес, Роксана.

Селекционный питомник 1 года (СП-1) высевали сеялкой СПР-2 на метровых ярусах, селекционный питомник 2 года (СП-2), коллекционный тритикале и контрольный питомники – сеялкой СН-10 Ц в трёхкратной повторности, площадь делянок – 5 м² и 10 м². Посев гибридов F1-F4, родительских форм и коллекционного питомника ржи – на делянках 1 м² ручным аппаратом РСС-1 и под мотыгу (100 зерен на 1 м²) в 3-х кратной повторности. Посев конкурсного сортоиспытания (КСИ) – сеялкой «Клён»-1,5 в 4-х кратной повторности, площадь делянок 25 м².

Опыты по оптимизации элементов семеноводства закладывали по чистому пару совместно с отделом земледелия и новых технологий на кормовом севообороте 2009-2012, 2018-2021 гг. Повторность 4-х кратная, три варианта, делянки размером 45 м². Изучались дозы удобрений (Аммиачная селитра N34, Азофоска N16P16K16, Калийная соль K40) стартовые N25,8P18K20 под урожайность 3,5 т/га и расчётные N51,6P36K38,9 под – 4,5 т/га. Изучение норм высева проводили с использованием протравителя Баритон. В опытах изучали сорта озимой тритикале Устинья, Кроха, Капелла и, для сравнения, озимой пшеницы Безенчукская 380. Посев проводили 31 августа – 8 сентября сеялкой «Клён»-1,5 по общепринятой технологии для озимых культур.

Фенологические наблюдения и учеты, структурный анализ проводили в соответствии с указаниями к методике отбора проб, разработанной Куйбышевской опытной станцией (1971); рекомендациями по методике проведения наблюдений, разработанными Куйбышевской опытной станцией и НИИСХ Юго-Востока (1973); методическими указаниями по изучению мировой коллекции ржи

(Методические указания, 1980;1981); международным классификатором СЭВ рода *Secale* L. (1984), методическими указаниями ВИР (Мережко А.Ф. и др., 1999); международным классификатором СЭВ рода *Triticum* L. (1984), методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (Методика Государственного сортоиспытания, 1971); руководствовались исследованиями Л. Гроховски (1990), методикой полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985), методикой UPOV (Методика проведения испытаний, 1995); использовали принципы и методы селекции растений (Бороевич С., 1984). Методами исследований являлись: многократный индивидуальный, массовый, линейный отборы; внутривидовая, межродовая гибридизация, беккроссы, реципрокные скрещивания.

В лабораторных условиях по выборке из 45 растений в 3-х кратной повторности определяли высоту растений и элементы структуры урожая: урожай надземной биомассы, число стеблей и колосьев, продуктивная кустистость, длина колоса, число колосков и зерен в колосе, число зерен с растения, масса зерна с одного колоса и с растения, масса соломы с м², масса 1 растения и 1000 зерен (Инструкция по методике отбора проб, 1971; Долотовский И.М., 2002). Натурную массу оценивали согласно ГОСТу 16990-88, массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89. Коэффициент хозяйственной эффективности колоса определяли по формуле:

$$K_{хоз\ колоса} = \text{масса зерна с колоса} / \text{масса колоса с зерном} \times 100 \%$$

Озерненность колоса рассчитывали по формуле Ф.М. Куперман и др. (1980).

Биологическую урожайность (Бу) определяли по формуле М.К. Каюмова (1989). Стрессоустойчивость сортов – по разности между минимальной и максимальной урожайностью (У₂-У₁), генетическую гибкость сортов – по средней урожайности в контрастных условиях (У₁+У₂/2) по методике А. А. Rossielle, J. Hemblin (1981).

Оценку степени доминирования (hr) у гибридов проводили по методике К. Мазера и ДЖ. Джинкса (1985).

Распределение членов совокупности по одному или нескольким признакам в динамике в F₃, F₄ проводили по методике В.Г. Вольф (1966).

Значение истинного и гипотетического гетерозиса рассчитывали по формуле Д.С. Омарова (1975).

Интерпретация степени доминирования: $-\infty < hr < -1$ гибридная депрессия; $-1 < hr < -0,5$ депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования; $-0,5 < hr < 0,5$ промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов; $0,5 < hr < 1$ доминирование; $1 < hr < \infty$ сверхдоминирование (гетерозис).

Биоклиматический потенциал культур (БКП) рассчитывали по формуле, предложенной П.И. Колосковым (1963). Действительно возможный максимальный урожай (У_{дву m}) по влагообеспеченности рассчитывали с учетом среднепогодных запасов влаги (W) в почве 453,8 мм (Горянин О.И., 2019) и оптимальной потребности влаги по формуле М.К. Каюмова (1989). Оптимальная потребность влаги для озимых культур (Кв) 326 мм (Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области, 1968). Урожай теоретический (У_т) и биологический с учётом прихода ФАР по формулам М.К. Каюмова (1989). Интерпретацию данных проводили по методике, предложенной А.А. Вьюшковым и С.Н. Шевченко (2008).

Коэффициент использования ФАР (Кфар) для ржи 2,5 %, для пшеницы 3,0 % и для тритикале 3,0 %. Калорийность тритикале 18496 кДж, ржи 18392 кДж, пшеницы 18600 кДж (Васина Н.В., 2014). Распределение органов растений в благоприятных и засушливых условиях проводили по данным структурного анализа растений с 1 м² в 3-х кратной повторности за 18 лет (2002, 2006, 2007, 2011-2013, 2015 и 2019 годы с недостаточным увлажнением). Процент распределения органов растений и выделения CO₂ в засушливых и благоприятных условиях основывается на исследованиях Х.Г. Тооминга (1984). Из которых следует, что общая биомасса – это дыхание, корни, стебли, зерно. Поток CO₂ из почвы и атмосферы – табличные значения, которые зависят от времени суток, глубины залегания корневой системы и состояния атмосферы и почвы (засуха, оптимальное увлажнение, избыток влаги). Применяли балансовое уравнение между дыханием и накоплением общей биомассы растениями, предложенное Л.А. Ивановым (1946) (Полевой А.Н., 1992).

В зерне определяли влажность, клетчатку, каротин по методу Циреля, общий азот по Кьельдалю, золу, легкорастворимые углеводы антроновым методом, жир по методу Сокслета, крахмал по Эверсу (поляриметрический метод) (Методические указания, 1971; Ермаков А.И., Арасимович В.В., 1972; Методика Государственного сортоиспытания, 1988). Содержание отдельных аминокислот – по М 04-38- 2009, катионов аммония, калия, натрия, магния, фосфора и кальция определяли по М 04-65-2010 в условиях испытательной научно-исследовательской лаборатории (ИНИЛ) Самарского ГАУ.

Дисперсионный анализ, коэффициент корреляции (r), коэффициент вариации (V , %), ошибку коэффициента вариации (Sv) проводили по методикам В.Г. Вольфа (1966) и Б.А. Доспехова (1985), путевой анализ – по методике S.Wright, цитируемого по С.П. Мартынову (1978). При оценке взаимосвязи коэффициентов корреляции использовали шкалу Чеддока (Баврина А.П., Борисов И.Б., 2021). Математическую обработку экспериментальных данных проводили на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ AGROS (версия 2.1) и программ Excel.

Экономическую эффективность определяли по типовым нормативным справочникам (Пронин В.М., Прокопенко В.А., 2007; Машков С.В., 2010).

Применяемую в диссертации терминологию приводили в соответствии с общепринятой научной литературой (Забелешинский Ю.А. и др., 1980; Гуляев Г.В., Мальченко В.В., 1983; Бороевич С., 1984; Морозов Е.И. и др., 1989; Долотовский И.М., 2002; Супотницкий М.В., 2007) и ГОСТ 20081-74 (Государственный стандарт Союза ССР. Семеноводческий процесс сельскохозяйственных культур. Основные понятия. Термины и определения).

Глава 3 Реализация биоклиматического потенциала (БКП) озимыми культурами в Средневолжском регионе. Для расчётов были взяты 5 сортов озимой ржи, 6 – озимой тритикале и 2 – озимой пшеницы.

В засушливые годы урожай теоретический преобладает над фактическим: для культуры тритикале (2,01-2,99 т/га и 1,28-2,39 т/га), для ржи (4,06-6,83 т/га и 1,92-2,88 т/га), для пшеницы (1,58-2,79 т/га и 0,93-1,97 т/га).

В благоприятные по влагообеспеченности годы фактический урожай выше теоретического (3,28-7,48 т/га и 2,21-3,02 т/га) для тритикале, (4,39-5,88 т/га и

4,19-5,34 т/га) для ржи, (2,30-4,65 т/га и 1,63-2,14 т/га) для пшеницы. Данные согласуются с исследованиями А.А. Федотова и др. (2014), S. Asseng et al. (2011). Но по озимой ржи в благоприятные 2015 и 2016 годы теоретический урожай (5,24-5,34 т/га) преобладает над фактическим (4,39-4,58 т/га), в эти годы озимая рожь использовала не все ресурсы (Рисунки 1, 2, 3).

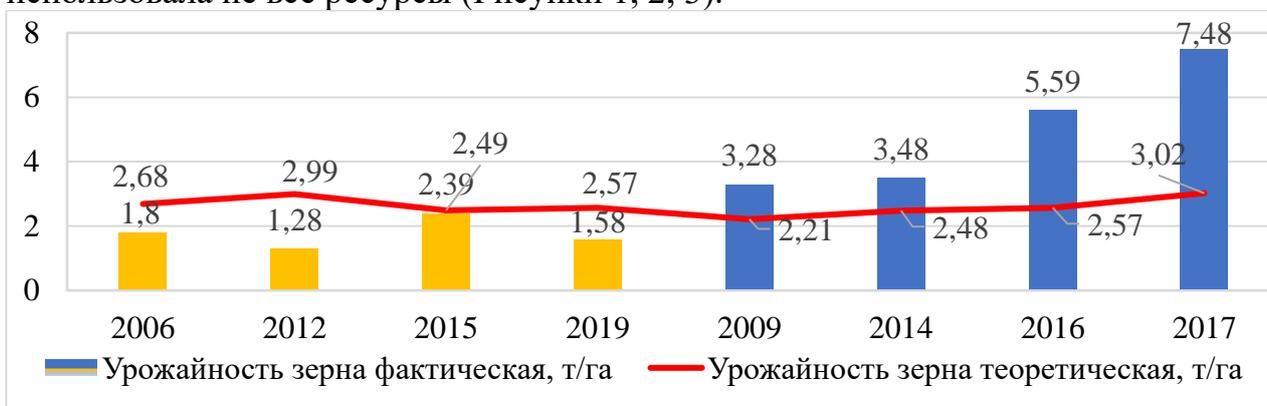


Рисунок 1 – Фактическая и теоретически возможная урожайность зерна озимой тритикале, в зависимости от условий увлажнения, т/га



Рисунок 2 – Фактическая и теоретически возможная урожайность зерна озимой ржи, в зависимости от условий увлажнения, т/га

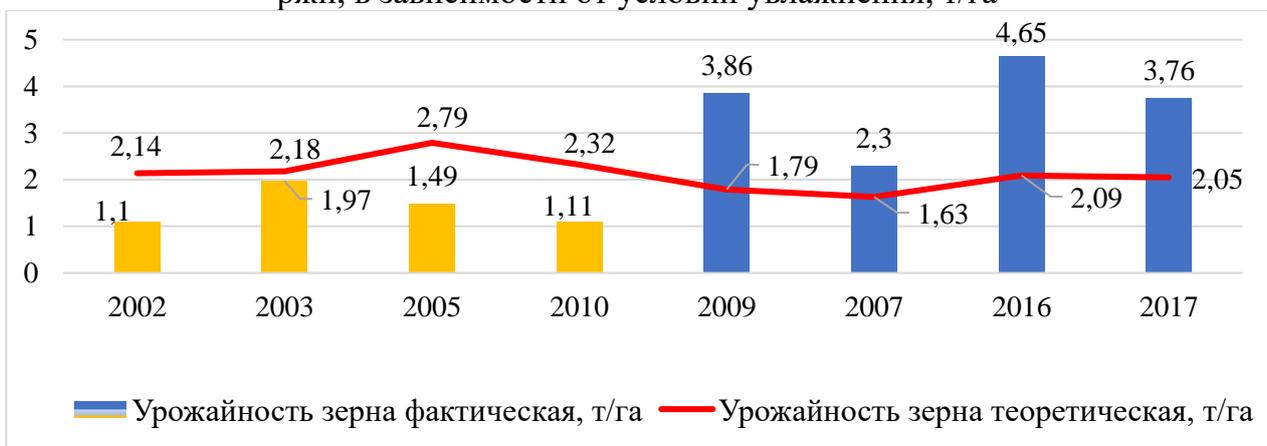


Рисунок 3 – Фактическая и теоретически возможная урожайность зерна озимой пшеницы, в зависимости от условий увлажнения, т/га

* - засушливые годы - благоприятные годы

Распределение органов растений озимых культур в общей биомассе в благоприятные и неблагоприятные годы различно (Рисунки 4, 5).

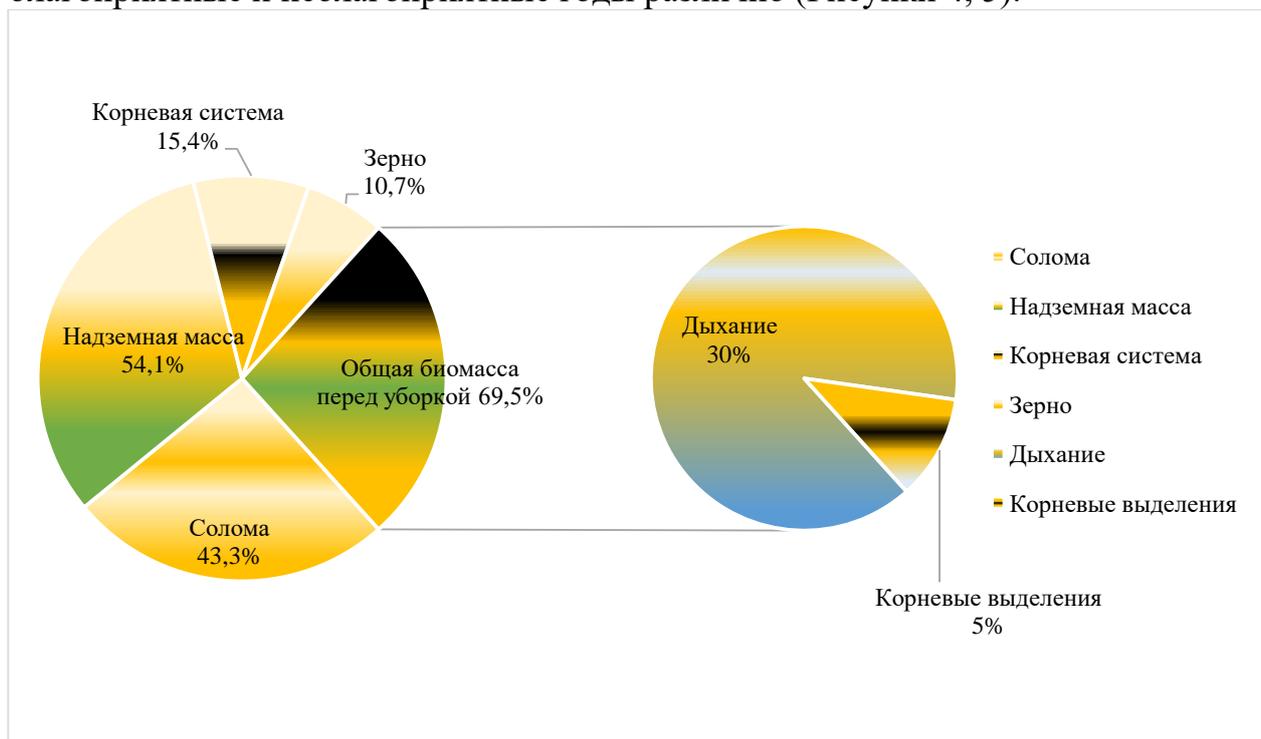


Рисунок 4 – Общая биомасса растений озимых культур в засушливые годы (по Л.А. Иванову, 1946)

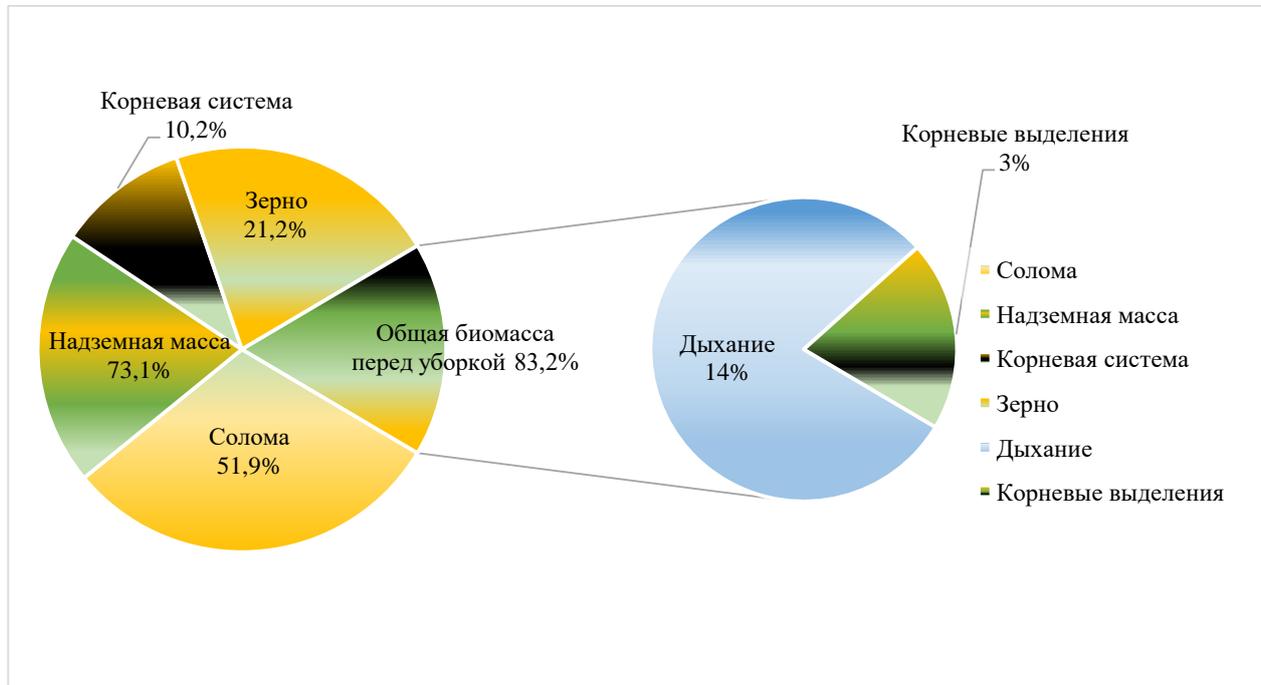


Рисунок 5 – Общая биомасса растений озимых культур в благоприятные годы (по Л.А. Иванову, 1946)

В неблагоприятные годы растение тратит много энергии на дыхание. При этом соотношение зерна к соломе 1:4. В благоприятные, по влагообеспеченности

годы, формируется значительно большая биомасса перед уборкой и соотношение зерна к соломе 1:2,5.

Самый большой показатель прихода ФАР отмечен в 2009 и 2017 годах (161,15 и 163,7 кДж/см²), минимальный – в 2011 и 2018 годах (122,21 и 129,29 кДж/см²). Опираясь на показатель прихода ФАР, годы можно условно разделить на сухие (Q ФАР=122,21-138,65 кДж/см²) и благоприятные (Q ФАР=140,69-161,15 кДж/см²); 2003, 2004, 2005, 2006, 2010, 2011, 2012, 2015, 2018 и 2019 годы сухие, а 2002, 2007, 2008, 2009, 2013, 2014, 2016 и 2017 годы благоприятные. Эти показатели практически совпадают с фактическими данными анализа погодных условий.

Корреляционный анализ урожайности с элементами погоды и биоклиматическим потенциалом за 2002-2019 годы показал, что урожайность тритикале практически на функциональном уровне взаимосвязана с коэффициентом роста (Kp) ($r=0,99^{**}\pm 0,0$) и значимо связана с ГТК за апрель-июнь ($r=0,63^{**}\pm 0,15$). По озимой ржи прослеживается функциональная связь урожайности с коэффициентом роста (Kp) ($r=0,98^{**}\pm 0,01$), продолжительностью вегетационного периода ($r=0,61^{**}\pm 0,15$) и прихода ФАР ($r=0,66^{**}\pm 0,14$).

В условиях Самарской области потенциальная урожайность по биоклиматическому потенциалу может формироваться до 8,21 т/га – 9,61 т/га. Низкая урожайность, в отдельные годы, кроется не в низком БКП, а в критически слабой его реализации, достигающей в отдельные годы 30-40% от потенциальных возможностей. Это указывает на необходимость оптимизации элементов технологии выращивания семенного зерна в производстве. Таких как оптимизация норм высева, доз удобрений, агроэкологического размещения сортов по зонам увлажнения. При программировании урожаев предлагаем ориентироваться не на среднеголетние запасы, а на запасы влаги, соответствующие оптимальным.

Глава 4 Селекционная работа по озимой тритикале

4.1 Исходный материал. В период с 2002 года по 2019 год изучено 760 коллекционных образцов озимой тритикале. Основной материал прислан из ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова.

Большое количество иностранных сортов погибло в зимний период или не выдержало весенне-летних засушливых условий. Особую ценность представляли зимостойкие, стрессоустойчивые сорта, такие как Тальва 100 (ВНИИ Рапса); Валентин 90 (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко); Привада (НИИСХЦЧП); АД 3752 (Московский НИИСХ «Немчиновка»); Булат, Ратне (Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева); Торнадо (Федеральный Ростовский аграрный НЦ). По степени поражения ржавчиной стеблевой и бурой иммунных и толерантных сортов было очень мало: Докучаевский 12, Докучаевский 13 (НИИСХЦЧП); Раво (Польша); Аграф (Федеральный Ростовский аграрный НЦ); Пушкинский 69/3, ПРАГ 520 (ВИГРР им. Н.И. Вавилова); Вектор (Беларусь); АД 3752 (Московский НИИСХ «Немчиновка»). Более устойчивы к засухе по совокупности (стрессоустойчивость+депрессия) оказались сорта: Кроха, Капелла, Спика, Арктур (Самарский НИИСХ-филиал СамНЦ РАН); Славетне (Носовская селекционно-опытная станция); Ратне (Институт растениеводства им. В.Я.

Юрьева); Каприз (Федеральный Ростовский аграрный НЦ) ($U_{\min}-U_{\max}=-3,88\dots-4,40$; $D=64,7-9,9\%$) (Таблица 1).

Проведённый корреляционный анализ урожайности с элементами продуктивности и устойчивостью показал, что при снижении средней (\bar{x}), минимальной (U_{\min}) и средней в контрастные годы $(Y_1+Y_2)/2$ урожайности повышается депрессия сортов ($D, \%$) ($r=-0,53^{**}\dots-0,90^{**}$). Достоверно на 1 и 5 % уровне урожайность ($r=0,35^*-0,55^{**}$) и стрессоустойчивость ($r=0,33^{**}\pm 0,14$) коллекционных сортов зависят от перезимовки сортов. То есть по средней урожайности в контрастные годы можно судить по адаптивности сортов. Достаточно определить стрессоустойчивость и генетическую гибкость и определиться с выбором родительских форм для скрещивания. Чем меньше степень поражения ржавчиной, тем выше урожайность (\bar{x}) ($r=-0,31^*\pm 0,14$) и высота растений ($r=-0,48^{**}\pm 0,12$). От количества цветков в колосе зависят озернёность ($r=0,75^{**}\pm 0,07$), масса зерна с колоса ($r=0,48^{**}\pm 0,12$), число зёрен в колосе ($r=0,62^{**}\pm 0,09$). Масса 1000 зёрен снижается на фоне депрессии сорта ($r=-0,32^*\pm 0,14$).

В период с 2002 года по 2019 год в скрещиваниях участвовало 453 коллекционных образца. В результате гибридизации получено 673 внутривидовых и 189 межродовых гибридов.

Для изучения формообразовательных процессов в гибридах в 2012, 2014, 2016, 2019 годах был заложен опыт по изучению F1, F2, F3, F4 и родительских форм. Было проанализировано 17 внутривидовых, 5 межродовых с мягкой пшеницей и 3 межродовых с рожью гибридов.

Основная часть исходного гибридного материала нами была получена при проведении внутривидовой гибридизации. Количество межродовых гибридов значительно меньше, чем внутривидовых. Это связано с низкой завязываемостью в сочетаниях ABR x R (тритикале x рожь) и ABR x ABD (тритикале x мягкая пшеница). Сравнительный анализ в межродовых гибридах был затруднён из-за низкой всхожести зерновок и плохой выживаемости растений.

Процент скрещиваемости в наших исследованиях при простом внутривидовом и сложном ступенчатом – 12,0 – 81,3 %, был значительно больше, чем при скрещивании тритикале с пшеницей (4,4 – 10,0 %) и рожью (1,7 – 1,9 %).

Известно, что гетерозис в полной мере проявляется лишь в первом поколении, а в последующих увеличение продуктивности резко снижается. Наши исследования показывают, что гетерозис не затухает. Установлено, что в разных комбинациях скрещивания гибриды ведут себя неоднородно. И гетерозиготность растений в гибридных популяциях может как уменьшаться, так и увеличиваться.

При неполном доминировании 50 % внутривидовых гибридов второго поколения имели фенотип гибридов первого поколения и по 25 % – фенотипы исходных родительских форм, то есть наблюдалось расщепление 1: 2: 1.

При промежуточном наследовании высоты растений ($h_p=0,22\dots-0,23$) в простых внутривидовых гибридах F1 (Цекад 90 / Легион, Аграф / Докучаевский 13, SW Algalo / Консул, Устинья / Д 7, Marko / Аграф) по массе зерна с колоса отмечается размах от сверхдоминирования ($h_p=1,73-1,91$) до гибридной депрессии ($h_p=-1\dots-2,12$); по числу зёрен с колоса – от промежуточного

Таблица 1 – Урожайность, устойчивость и элементы структуры лучших коллекционных образцов озимой тритикале, 2012-2019 гг.

№	Сорт	Высота растений, см	Урожайность зерна, т/га			Стрессо устойчивость У2-У1	Генетическая гибкость, У2+У1/2	Депрессия к 2019 году, %	Поражение ржавчиной, %	Количество колосков, шт.	Количество цветков, шт.	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
			средняя	min	max								
1	Гальва 100, стандарт	92,7	2,88	1,22	6,06	-4,84	3,64	79,9	30	25	75	40	1,81
2	Арктур	81,6	3,82	2,44	6,34	-3,90	4,39	61,5	6	25	75	51	2,19
3	Капелла	116,7	3,69	1,95	5,83	-3,88	3,89	66,5	0	27	81	49	2,26
4	Каприз	92,2	3,58	1,71	5,68	-3,97	3,69	69,9	25	21	63	41	1,70
5	Спика	99,7	3,49	2,27	6,67	-4,40	4,47	65,9	3	25	50	43	2,04
6	Кроха	71,2	3,09	2,12	6,00	-3,88	4,06	64,7	55	25	50	44	1,70
7	Горнадо	113,2	2,93	1,26	5,33	-4,04	3,28	76,2	30	27	81	43	1,88
8	Ратне	94,6	2,81	1,52	4,96	-3,44	3,24	69,3	25	27	81	47	2,39
9	Валентин 90	80,9	2,73	1,33	5,72	-4,39	3,52	76,7	52	25	75	45	1,92
10	Славетне	90,6	2,70	1,89	6,19	-4,30	4,04	69,5	40	23	69	38	1,71
11	Булат	74,8	2,53	0,82	5,50	-4,68	3,16	85,0	65	23	69	36	1,60
12	Привада	99,4	2,34	0,78	5,00	-4,22	2,89	84,4	25	25	75	45	1,73
13	АД 3752	101,4	1,90	0,82	4,90	-4,08	2,86	83,3	10	27	54	36	1,52
	НСР05	21,18	1,11	-	-	-	-	-	28,40	2,38	6,95	-	-
	F*	3,39*	2,05*	-	-	-	-	-	5,28*	3,17*	3,25*	1,32	0,61

F* - Критерий Фишера (достоверность различий)

наследования и доминирования ($h_p=0,7\dots-0,38$) до глубокой депрессии ($h_p=-15,6\dots-20,2$).

Высота растений в этих гибридах в F4 увеличилась ($h_p=0,33-2,21$) и по массе зерна с колоса наблюдалась или депрессия ($h_p=-0,56\dots-0,83$) или промежуточное наследование ($h_p=0,43\dots-0,37$); по числу зёрен в колосе – варьирование от промежуточного наследования и сверхдоминирования ($h_p=-0,48-1,75$) до гибридной депрессии ($h_p=-1,06\dots-2,25$). При депрессии по высоте растений ($h_p=-0,57\dots-2,32$) в простых внутривидовых гибридах F1 (Стрелец / Легион, Вокализ / Зимогор, Д 137 / Устинья, Легион / Цекад 90) по массе зерна с колоса отмечается размах от промежуточного наследования ($h_p=0\dots-0,32$) до сверхдоминирования ($h_p=91$); по числу зерен с колоса – сверхдоминирование ($h_p=4,55-20,3$) и глубокая депрессия ($h_p=-9,12\dots-10,2$). Высота растений, в большинстве этих гибридов, в F4 увеличилась ($h_p=11\dots-0,21$), депрессия наблюдалась только в комбинации Легион / Цекад 90 ($h_p=-1,01$). По массе зерна с колоса наблюдалось промежуточное наследование и гетерозис ($h_p=91\dots-0,32$); по числу зёрен с колоса – варьирование от промежуточного наследования и гетерозиса ($h_p=0,29-1,27$) до гибридной депрессии ($h_p=-4,23\dots-30,2$). В гибриде Легион / Цекад 90 глубокая депрессия по массе зерна с колоса и по числу зерен с колоса ($h_p=-3,76\dots-30,2$). При доминировании и гетерозисе по высоте растений ($h_p=0,51-12,4$) в простых внутривидовых гибридах F1 (Устинья / Д 64, Д 64 / Устинья, Консул / Зимогор, Цекад 90 / Вокализ, Корнет / Прорыв, Д 10 / Союз, Торнадо / Устинья) по массе зерна с колоса отмечается размах от промежуточного наследования ($h_p=0,44\dots-0,18$) до доминирования и сверхдоминирования ($h_p=0,57-91$); по числу зерен с колоса – от промежуточного наследования ($h_p=0,12-0,44$) до доминирования и сверхдоминирования ($h_p=0,83-1,73$). Только в одной комбинации Д 64 / Устинья по числу зерен с колоса наблюдалась депрессия ($h_p=-0,66$). В F4 по высоте растений, в большинстве этих гибридов, произошло промежуточное наследование или гетерозис ($h_p=10,7\dots-0,42$), депрессия проявилась только в комбинации Д 10 / Союз ($h_p=-1,55$). По массе зерна с колоса выявлено доминирование, сверхдоминирование ($h_p=0,85-4,36$) и депрессия ($h_p=-1,02\dots-65$); по числу зёрен в колосе – варьирование от промежуточного наследования ($h_p=0,43\dots-0,05$) до депрессии ($h_p=-0,53\dots-1,12$). В гибриде Корнет / Прорыв – глубокая депрессия по массе зерна с колоса и по числу зерен с колоса ($h_p=-1,02\dots-1,12$). В сложной внутривидовой ступенчатой комбинации Союз / Тальва // 4113 / Стрелец в первом поколении отмечено сверхдоминирование по всем признакам, кроме массы 1000 зёрен (полудоминирование $h_p=0,52$). Тогда как в четвёртом поколении при снижении высоты растений наблюдали наследуемость, граничащую с депрессией ($h_p=-0,5$) по массе зерна с колоса, доминирование по массе 1000 зёрен ($h_p=0,0$) и сверхдоминирование по числу зёрен с колоса ($h_p=1,18$). С уверенностью можно констатировать, что в этом гибриде наблюдается суммарное действие доминантных геном по крупности зерна и числу зёрен в колосе. В сложной межродовой комбинации с участием озимой ржи 1876 Т 35-3 / Vernburger // Таловская 41, в первом поколении при промежуточном наследовании высоты растений ($h_p=-0,08$) наблюдалось промежуточное наследование и сверхдоминирование по всем признакам ($h_p=0,47-1,14$). В этой комбинации больше истинных гибридов (из 128 проанализированных образцов –

70). В четвёртом поколении при доминировании высоты растений ($h_p=2,87$) над родительскими формами, произошёл положительный плейотропный эффект по всем признакам, включая продуктивный стеблестой $h_p=1,45$, число колосков в колосе $h_p=0,55$, длину междоузлия $h_p=1,69$, при этом длина колоса снизилась $h_p=-0,62$. Возможно произошла коррелятивная изменчивость, при которой изменение одного признака, повлекло за собой изменение остальных.

В межродовых гибридах второго поколения с участием озимой мягкой пшеницы расщепление на образцы с фенотипом материнской формы, истинные гибриды и с фенотипом отцовской формы было 1: 1: 2; 1: 2: 1. В комбинациях с Безенчукской 790 было больше растений с морфотипом отцовской формы (из 655 проанализированных образцов – 320). В комбинациях с Безенчукской 616 наблюдалось больше истинных гибридов (из 463 проанализированных образцов – 223). В межродовых гибридах, в большинстве, с участием пшеницы в первом поколении при повышении высоты растений ($h_p=1,49-5,57$), гетерозис отмечен по массе 1000 зёрен ($h_p=1,33-7,5$). Исключение составили комбинации Кроха/Безенчукская 790 и Василиса/Безенчукская 616, где произошло снижение массы 1000 зёрен ($h_p=-3...-12,5$). По массе зерна с колоса и числу зёрен с колоса, в большинстве гибридов, отмечено доминирование ($h_p=0,55-0,56$) и сверхдоминирование ($h_p=1,59-18,2$). Исключение составили комбинации Кроха/Безенчукская 790 и Каприз/Безенчукская 790, у которых, по данным признакам идёт депрессия ($h_p=-1,63...-2,96$). Однако в четвёртом поколении во всех комбинациях с мягкой пшеницей при варьировании наследования высоты растений от депрессии до сверхдоминирования отмечено промежуточное наследование или сверхдоминирование по всем признакам. При гетерозисе по высоте растений ($h_p=0,97-2,58$) наблюдается гетерозис по всем признакам, увеличение числа колосков в колосе ($h_p=1,19-2,06$) и длины колоса ($h_p=1,74-2,55$). При снижении высоты растений ($h_p=-0,64...-3,0$) идёт промежуточное наследование или гетерозис по всем признакам, уменьшение длины верхнего междоузлия ($h_p=-2,12...-3,0$). Удачной, по нашему мнению, была комбинация Кроха/Безенчукская 790, в которой при снижении высоты растений ($h_p=-3,0$) и длины междоузлия ($h_p=-2,12$) наблюдался гетерозис по длине колоса ($h_p=1,10$), числу колосков в колосе ($h_p=1,07$), продуктивной кустистости ($h_p=1,71$) и признакам колоса и растения ($h_p=1,32-1,88$).

В межродовых гибридах с участием озимой ржи в гибридах второго поколения расщепление на образцы с фенотипом исходной материнской формы, истинные гибриды и с фенотипом исходной отцовской формы было значительно разнообразней 1: 1: 2; 1: 1: 1; 3: 1: 1; 1: 4: 7; 1: 4: 4; 1: 3: 1; 1: 2: 1. Из 21 комбинации скрещивания с рожью проанализировать расщепление возможно было только в 10 образцах, из которых в 7, из-за малого количества растений невозможно было сделать структурный анализ и гибриды второго поколения оказались стерильны или не зимостойки. В комбинации с сортом Рокот 85 наблюдалось больше растений с морфотипом отцовской формы (из 200 проанализированных образцов – 98). В комбинации с сортом Утро наблюдалось практически одинаковое количество образцов с фенотипом материнской формы, истинных гибридов и с фенотипом отцовской формы (из 190 проанализированных образцов, соответственно 58:57:75). В межродовой комбинации Аграф/Рокот 85 с

рецессивным сортом озимой ржи в первом поколении при увеличении высоты растений ($h_p=2,86$), длины колоса ($h_p=1,67$) и длины междоузлия ($h_p=2,19$), при промежуточном наследовании числа колосков в колосе ($h_p=0,36$), наблюдалась депрессия по всем показателям колоса и растения ($h_p=-1,95\dots-63,8$). В четвёртом поколении, этого гибрида, при увеличении высоты растений ($h_p=1,91$), длины колоса ($h_p=0,54$), прибавилось число колосков в колосе ($h_p=1,07$), продуктивных стеблей ($h_p=1,45$), но снизились показатели колоса и растения ($h_p=-1,08\dots-14,8$). В данном гибриде увеличиваются вегетативные органы, но снижается фертильность колоса и озернённость в целом. Возможно, что в данной комбинации по показателям колоса и растения проявляется эффект рецессивных генов, в гомозиготном состоянии. В межродовой комбинации Стрелец/Утро с участием доминантного сорта озимой ржи в первом поколении при снижении высоты растений ($h_p=-9,87$), депрессия наблюдалась по всем показателям ($h_p=-0,0\dots-2,42$), но при этом увеличилась крупность зерна ($h_p=0,85$). В четвёртом поколении при возрастании стебля ($h_p=4,10$), увеличилась длина междоузлия, длина колоса, число колосков в колосе, масса зерна с колоса и растения, масса 1000 зёрен ($h_p=0,98-2,07$), но снизилось число продуктивных стеблей ($h_p=-4,0$), число зёрен с колоса ($h_p=-1,11$) и с растения ($h_p=-1,80$). Очевидно, что в данной комбинации проявилось неполное доминирование, признаки гомо- и гетерозиготные.

При сравнении доминирования в гибридах F1 – F4 можно проследить динамику наследования и потенциал гибридов (Рисунки 6, 7).

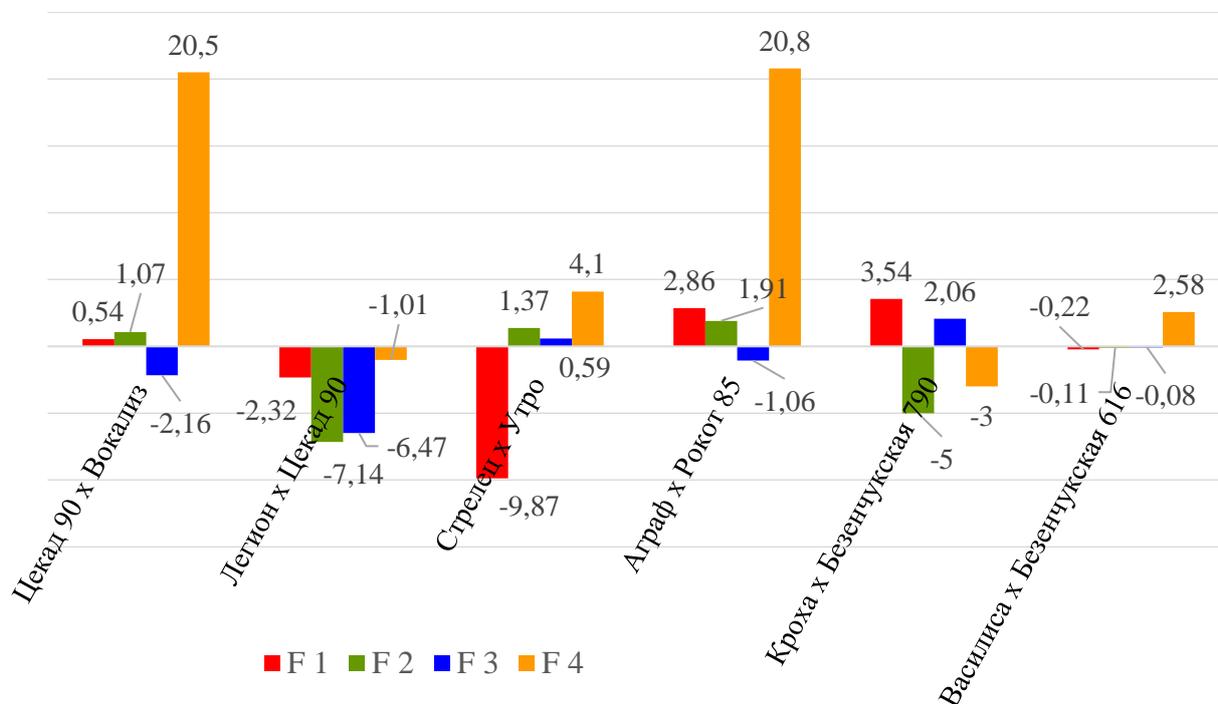


Рисунок 6 – Характер наследования высоты растений

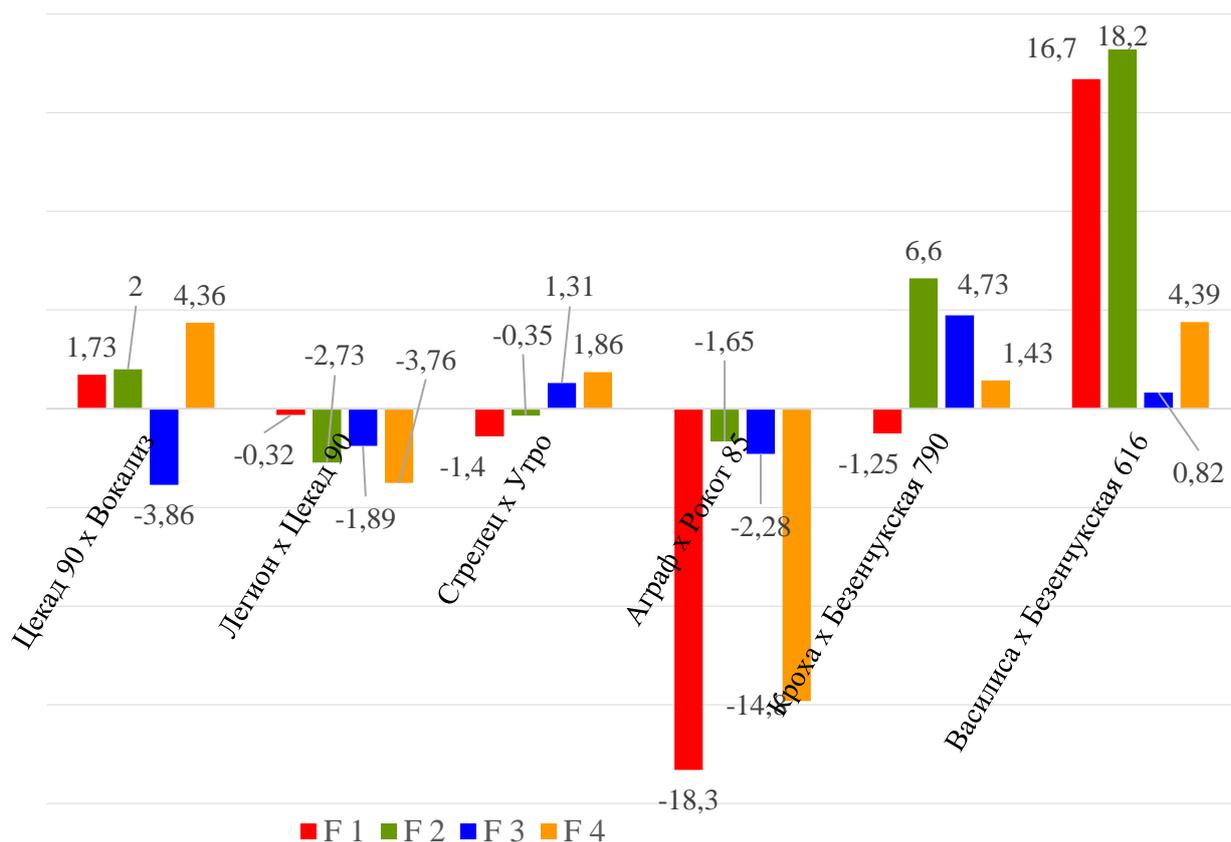


Рисунок 7 – Характер наследования массы зерна с колоса

Так во внутривидовых гибридах (Цекад 90/Вокализ) и (Легион/Цекад 90) в первой комбинации наблюдается гетерозис по высоте растений и массе зерна с колоса в 1, 2 и 4 поколениях.

Во второй комбинации скрещивания депрессия в четырех поколениях по высоте и массе зерна с колоса. При сравнении гибридов с использованием доминантного сорта ржи Утро в F1 депрессия, с F2 наблюдается гетерозис и промежуточное наследование по всем признакам, но снизилось число зерен.

При использовании сорта озимой ржи с рецессивно-полигенным контролем высоты растений Рокот 85 при гетерозисе по высоте растений снизилась масса зерна с колоса и все показатели колоса и растения.

При сравнении гибридов, полученных с использованием сортов мягкой пшеницы Безенчукская 790 и Безенчукская 616, наблюдается в первом случае и гетерозис и депрессия, во втором случае промежуточное наследование и гетерозис.

В гибридах F3 и F4 возможно проявилась трансгрессия, которая выразилась в сильном или слабом проявлении признаков. Что позволило, в дальнейшей работе отобрать из них константные формы.

За 2002-2019 гг., из изученных 760 коллекционных образцов было включено в гибридизацию 453. Всего отобрано из гибридных популяций 26504 линии, поступило в конкурсное испытание 340 линий тритикале.

4.2 Критерии отбора на продуктивность и качество в селекционном процессе. Нами разработаны определённые критерии отбора для разных этапов селекции (Таблица 2).

Таблица 2 – Схема селекционного процесса озимой тритикале на продуктивность в Среднем Поволжье (посев по чистому пару)

Питомник	Тип отбора	Критерии отбора
Коллекционные сорта	Отбор по колосу, по растению	Высота растений, выполненность колоса, форма колоса, остистость, цвет колоса, цвет остей, крупность, форма, окрас, выполненность зерна
Гибридные популяции		
Селекционный питомник 1 года, СП 1	Отбор по колосу, по растению, по потомству	Высота растений, выполненность колоса, выравненность растений, форма колоса, остистость, цвет колоса, цвет остей, крупность, форма, окрас, выполненность зерна
Селекционный питомник 2 года, СП 2	Отбор по колосу, по зерну	Высота растений, выравненность посева, выполненность колоса, выполненность и крупность зерна
Селекционный питомник 3 года, СП 3	Отбор по зерну (в общей массе), негативный отбор	
Контрольный питомник, КП		
Конкурсное сортоиспытание, КСИ	Отбор по зерну (в общей массе)	Комплексная оценка по высоте растений, выравненности посева, густоте стеблестоя, выполненности колоса, показателям качества зерна и зелёной массы

Проводить отборы мы начинаем с молочно-восковой спелости с использованием маркёра.

В селекционном питомнике 1 года получают макеты будущих сортов. В селекционных питомниках второго, третьего года и контрольном проверяются полученные результаты, проводится комплексная оценка образцов по высоте растений, выравненности посева, густоте стеблестоя, выполненности колоса, урожаю и здесь упор делается на крупность зерна. В питомник КСИ проходят лучшие образцы, которые испытываются пять- семь лет. Такая продолжительность испытания основана на нестабильности погодных условий в пгт. Безенчук. В КСИ образцы проходят комплексную оценку по высоте растений, выравненности посева, густоте стеблестоя, выполненности колоса, показателям качества зерна и зелёной массы.

В селекционном питомнике 1 года взаимосвязь урожайности с элементами структуры на среднем и высоком уровне в разные годы сохраняется только по пяти признакам. Между массой зерна с колоса и массой 1000 зёрен ($r=0,59-0,84$), числом зёрен с колоса ($r=0,57-0,78$), озернёностью колоса ($r=0,57-0,78$), коэффициентом хозяйственной эффективности колоса ($r=0,67-0,75$) и числа зёрен с колоса и озернённости колоса ($r=0,49-0,87$). Корреляционный анализ подтверждает направленность проводимого нами отбора на выполненность колоса и крупность зерна.

4.3 Формирование зерновой продуктивности в селекционных питомниках 1 и 2 года. За четыре года исследований структуры урожая соотношение зерно: солома в СП 1 – 1:3. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (123-169 шт.), продуктивной кустистости (2,24-4,49 шт./м²), числа зёрен в колосе (24,7-50,8 шт.) и массы 1000 зёрен (29,1-32,9 г). Соотношение зерно: солома в СП 2 – 1:3,5. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (171-252 шт.), продуктивной кустистости (2,22-3,09 шт./м²), числа зёрен в колосе (32,3-51,4 шт.) и массы 1000 зёрен (27,4-31,8г). В СП 2 значительно больше растений к уборке (171-252 шт./м²) и соответственно, ниже продуктивная кустистость (2,22-3,09 шт./м²), больше зёрен в колосе (32,3-51,4 шт.), меньше масса 1000 зёрен (27,4-31,8 г), чем в СП 1. Проведённый корреляционный анализ зависимости урожайности от погодных условий показал, что определяющими в СП 1 является ГТК осеннего периода ($r=-0,76-0,99^{**}$), осадки апреля ($r=-0,93^{**} \dots -0,94^{**}$) и мая-июня ($r=-0,98^{**} \dots -0,99^{**}$), ГТК апреля-июня ($r=-0,81^{*} \dots -0,92^{**}$); в СП 2 – ГТК осеннего периода ($r=-0,76-0,99^{**}$), температуры и осадки зимнего периода ($r=-0,69-0,89^{*}$) и ГТК мая ($r=-0,82^{*}-0,98^{**}$). Наиболее зависимы от этих погодных условий в СП 2: биологический урожай ($r=0,72-0,99^{**}$), урожай надземной биомассы ($r=0,52 \dots -0,94^{**}$), число колосьев к уборке ($r=-0,74-0,99^{**}$), масса 1000 зёрен ($r=0,71 \dots -0,99^{**}$), продуктивная кустистость ($r=-0,69-0,99^{**}$), масса растений ($r=-0,51 \dots -0,96^{**}$), в СП 1 – высота растений ($r=-0,51 \dots -0,98^{**}$), в обоих питомниках – число растений к уборке ($r=0,53-0,99^{**}$), число зёрен с растения ($r=0,72-0,99^{**}$).

Комплексная оценка потомств в СП 1 и СП 2 показывает, что в СП 1 необходимо обращать внимание на показатели колоса и растения, а в СП 2, помимо показателей колоса, урожайность определяют продуктивная кустистость и продуктивный стеблестой.

4.4 Формирование зерновой продуктивности в контрольном питомнике. За три года исследований структуры урожая соотношение зерно: солома в этом питомнике 1:3,7. Урожай биологический (согласно формулы) складывается из числа растений к уборке (183-228 шт.), продуктивной кустистости (2,44-2,66 шт./м²), числа зёрен в колосе (26,7-49,0 шт.) и массы 1000 зёрен (27,4-31,6 г). Определяющими показателями для формирования урожайности в КП являются: температуры воздуха и осадки (ГТК) в августе-сентябре ($r=0,78 \dots -0,99^{**}$), температуры апреля ($r=-0,99^{**}$), ГТК в мае ($r=-0,60-0,70$) и сумма температур за вегетацию ($r=-0,72 \dots -0,73$). Наиболее зависимы от определяющих погодных условий: продуктивная кустистость ($r=0,53-0,95^{**}$), число растений к уборке на 1 м² ($r=0,61-0,98^{**}$), число колосьев ($r=-0,51 \dots -0,99^{**}$), масса 1000 зёрен ($r=-0,62 \dots -0,98^{**}$) и высота растений ($r=0,52-0,99^{**}$). Определяющими урожайность в КП являются: число зёрен в колосе, крупность зерна, продуктивная кустистость и продуктивный стеблестой. Наблюдается практически одинаковое влияние признаков на формирование урожайности в СП 2 года и КП.

4.5 Формирование зерновой продуктивности в питомнике конкурсного испытания. За три года исследований структуры урожая, в среднем, соотношение зерно: солома в КСИ 1:3,8. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (170-195 шт.), продуктивной кустистости (2,35-2,81

шт./м²), числа зёрен в колосе (34,6-48,1 шт.) и массы 1000 зёрен (28,1-31,4 г) (Таблица 3).

Таблица 3 – Формирование продуктивности озимой тритикале в конкурсном сортоиспытании

Показатель	Год		
	2010	2011	2012
Ценотические показатели:			
Биологическая урожайность, т/га	6,16	7,01	4,25
Урожай надземной биомассы, г	1495	2212	975
Число растений к уборке на 1 м ²	195	192	170
Число колосьев на 1 м ²	399	439	233
Продуктивность колоса:			
Масса зерна с колоса, г	1,26	1,44	1,11
Число зёрен в колосе, шт.	39,3	48,1	34,6
Масса 1000 зёрен, г	31,4	28,1	31,1
Продуктивность и высота растения:			
Масса зерна с растения, г	3,91	4,40	3,09
Число зёрен с растения, шт.	123,5	150,3	98,9
Продуктивная кустистость, шт./м ²	2,57	2,81	2,35
Масса растения, г	8,95	12,0	7,28
Высота растения, см	69,1	72,4	69,6

Основными показателями для формирования урожайности в КСИ являются: сочетание температуры воздуха и суммы осадков (ГТК) в августе-сентябре ($r=0,78\dots-0,99^{**}$), температурный режим в апреле ($r=-0,94^{**}\dots-0,99^{**}$), ГТК в мае ($r=-0,61-0,88^*$). Наиболее зависимы от этих погодных условий: масса 1000 зёрен ($r=-0,57\dots-0,99^{**}$), масса зерна с растения ($r=-0,50\dots-0,99^{**}$) и высота растений ($r=-0,57\dots-0,99^{**}$).

Определяющими урожайность в КСИ являются: масса зерна с колоса, число зёрен в колосе и число стеблей к уборке. Важными компонентами в формировании урожайности в разных питомниках являются показатели колоса, растения и число стеблей к уборке.

Глава 5 Селекционная работа по озимой ржи

5.1 Исходный материал. Основной материал прислан из ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова и ФИЦ Немчиновка. Ежегодно нами изучается 60-90 коллекционных образцов. В период с 2002 по 2019 годы изучено 958 коллекционных сортообразцов озимой ржи, из них участвовало в скрещиваниях 363 образца, получено 638 гибридов.

Продуктивность колоса согласно международному классификатору СЭВ (1984), в наших исследованиях, была низкой (0,69-1,66 г) (Таблица 4). Наиболее продуктивные сорта (1,30-1,66 г), такие как Антарес, Безенчукская 87, Саратовская 7, Таловская 2Н1, характеризовались достаточно крупным зерном (31,0-35,0 г). В исследованиях особую ценность представляли урожайные, зимостойкие, стрессоустойчивые сорта: Антарес, Безенчукская 87, Саратовская 6, Марусенька, Саратовская 7, Россул, Таловская 2 Н1, Солнышко, Парча. По степени поражения ржавчиной стеблевой и бурой выделились: Саратовская 6, Янтарная,

Таблица 4 – Урожайность, устойчивость и элементы структуры лучших коллекционных образцов озимой ржи, 2002-2019 гг.

№	Сорт	Высота растений, см	Урожайность зерна, г/м ²			Стрессоустойчивость, Y min-Y max	Генетическая гибкость, Y 2+Y 1/2	Депрессия, Д%	Поражение ржавчиной, %	Длина колоса, см	Количество колосков, шт.	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
			средняя	min	max								
1	Безенчукская 87	106,0	295,5	217,5	400,0	-182,5	308,7	45,6	25	8,7	30,0	51,0	1,60
2	Антарес, стандарт	102,5	300,0	220,0	450,0	-230,0	335,0	51,1	20	8,7	26,0	45,0	1,50
3	Саратовская 6	111,0	309,0	225,0	470,0	-245,0	347,5	52,1	25	9,5	33,8	51,3	1,60
4	Саратовская 7, стандарт	111,0	300,0	220,0	450,0	-230,0	335,0	51,1	20	11,0	32,0	47,0	1,30
5	Марусенька	90,0	295,5	220,0	420,0	-200,0	320,0	47,6	30	9,5	30,8	49,9	0,98
6	Янтарная	95,0	265,0	80,0	450,0	-370,0	265,0	82,2	0	9,2	31,0	47,1	0,67
7	Солнышко	100,0	255,0	110,0	400,0	-290,0	255,0	72,5	45	9,2	29,2	47,0	1,36
8	Таловская 44	82,5	250,0	100,0	400,0	-300,0	250,0	75,0	5	9,8	34,0	50,7	1,05
8	Сонгah	103,3	236,2	70,0	500,0	-430,0	285,0	86,0	10	10,3	32,2	46,9	0,76
9	Полтава, НI	102,3	206,7	100,0	300,0	-200,0	200,0	66,7	10	9,2	30,9	45,2	0,69
12	Фаленская 4	86,5	172,5	50,0	222,5	-172,5	136,2	77,5	25	10,8	32,8	47,6	1,06
13	Россул	103,2	141,7	80,0	300,0	-220	190,0	73,3	25	10,0	32,8	44,5	1,04
14	Черниговская, НI	100,2	136,0	85,0	180,0	-95,0	132,5	52,7	5	9,2	29,1	32,2	0,70
15	Таловская 2, НI	91,2	131,2	50,0	350	-300,0	200,0	85,7	30	11,3	34,4	48,8	1,66
	НСР 05 F*	0,29 8245,8*	0,39 3627,7*						6,63 27,9*	1,21 6,35*	0,37 435,1*	0,44 2435,8*	0,29 9,09*

F* - Критерий Фишера (достоверность различий)

Черниговская Н1, Таловская 44, Полтавка Н1, Крона 2, Амилот, Сонга. Каждый год проводилась проверка сортов на стрессоустойчивость. Депрессия сортов в 2019 году была довольно высокой от 30,0 до 66,7 %. Более устойчивы к засухе по совокупности (стрессоустойчивость+депрессия) оказались сорта: Антарес, Безенчукская 87, Саратовская 6, Марусенька, Саратовская 7, Фаленская 4, Солнышко, Парча, Таловская 44 (U_{\min} - U_{\max} =-2,20...-5,50; $D=11,1-22,7\%$).

При снижении минимальной урожайности (U_{\min}) повышается депрессия сортов (D , %) ($r=-0,73^{**}\pm 0,06$). Чем выше урожайность, тем ниже стрессоустойчивость сортов ($r=-0,75^{**}\dots-0,97^{**}$). Чем больше сорта страдают от депрессии, тем ниже их стрессоустойчивость ($r=-0,70^{**}\pm 0,06$).

В питомнике гибридизации ежегодно выполняли от 29 до 41 комбинации скрещивания. В качестве материнской формы привлекали сорта с широкой агроэкологической адаптивностью к условиям Среднего Поволжья: Безенчукская 87, Антарес, Саратовская 6, Саратовская 7. В качестве отцовской формы использовали образцы из коллекции ВНИИР, выделившиеся по продуктивной кустистости, числу зерен, качеству зерна и устойчивости к болезням: Сарумрос 5, Полтавка, Персиянка, Авангард, Otello (Н1), Фаленская 4, Madar, LAD-5, SMH-189, Куспан 145/24, Черниговская (Н1) и др.

В исследованиях было высеяно 25 гибридов и 50 родительских форм (всего 75 образцов), изучено 63 образца: 21 гибрид и 42 родительских формы. За два года (2012 и 2013 гг.) исследований всходы 4 гибридов были изреженные с неравномерными всхожестью и созреванием, из них растения 2 сложных гибридов сформировали колос без зерна. В гибридизацию были включены диплоидные сорта и популяции с полигенно-рецессивной и доминантно-моногоенной системой короткостебельности. Применяли простые и сложные ступенчатые скрещивания.

Структурный анализ гибридных и родительских форм проводили по выборке из 24 растений. Процент скрещиваемости находился в пределах от 45,6 до 67,3 %.

В исследованиях родительские формы гетерозиготны по комбинируемым признакам, поэтому фенотипическое расщепление проявилось уже в потомстве F_1 (Рисунок 8).

Гетерозис практически всех признаков структуры урожая прослеживался в комбинациях, где в качестве отца и матери использовали сорта с доминантным типом контроля высоты растений – (Грань / Malko) и (Тетро / Сонга). Можно сказать, что родительские формы генетически совместимы и наследование носит полигенный характер. То есть в этих комбинациях произошло наследование одновременно не одного, а нескольких определенных генов (аддитивное действие). В комбинациях, где в качестве матери использовали сорта с доминантным типом контроля высоты растений, а в качестве отца – с рецессивным: (Южная / Антарес) и (Безенчукская 88 / Антарес), наблюдался гетерозис репродуктивный на фоне снижения высоты растений и длины верхнего междоузлия. В комбинациях, где в качестве матери использовали сорта с рецессивным типом контроля высоты, а в качестве отца – с доминантным, (Саратовская 7 / Сонга) и (Таловская 41 / Бразетто), наблюдалось промежуточное наследование, гетерозис на фоне снижения высоты растений. В сложных

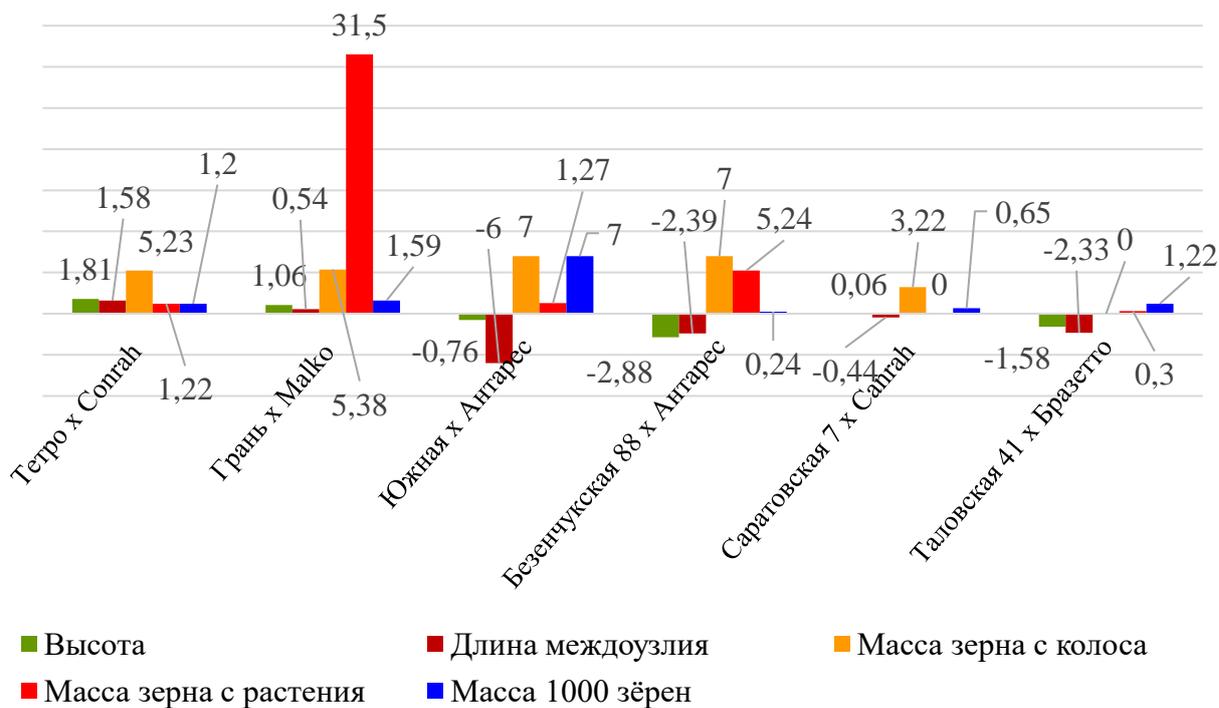


Рисунок 8 – Проявление наследования в гибридах F1 озимой ржи, 2012 и 2013 г.

реципрокных комбинациях скрещивания гетерозис проявился только по числу зёрен в колосе и на растении, при этом в прямой комбинации снизились масса зерна с колоса, с растения и масса 1000 зёрен. Выявлены семь комбинаций совместимыми родительскими формами.

Тип наследования и гетерозис (гипотетический и соматический) зависят от родительских форм и погодных условий. Выявлена зависимость гетерозиса массы зерна с колоса от осадков ($r=0,53-0,59$) и суммы активных температур ($r=0,31-0,36$) за вегетацию. Вероятность проявления гетерозиса повышается при увеличении суммы положительных температур за вегетацию ($r=0,31-0,43$), но снижается с повышением ГТК за вегетацию ($r=-0,36...-0,40$).

Для сортов с доминантным типом короткостебельности основные элементы структуры, влияющие на продуктивность растения: число зёрен с растения ($r=0,48-0,95$), число зерен и масса зерна с колоса ($r=0,41-0,83$), длина колоса и число колосков в колосе ($r=0,32-0,63$), продуктивная кустистость и высота растений ($r=0,30-0,79$). Для сортов с рецессивным типом короткостебельности основные элементы структуры, влияющие на продуктивность растения – это число зёрен с растения и масса зерна с колоса ($r=0,43-0,97$), число зерен с колоса и продуктивная кустистость ($r=0,37-0,68$). Для формирования продуктивности растения гибридов (доминант/рецессив) большее влияние оказывают продуктивная кустистость и число зёрен с растения ($r=0,37-0,89$), (рецессив/доминант) – продуктивная кустистость, число зёрен с растения и масса зерна с колоса ($r=0,57-0,96$), число зёрен с колоса ($r=0,52-0,66$), (доминант/доминант) – продуктивная кустистость, число зёрен с растения, масса зерна и число зёрен с колоса ($r=0,59-0,96$) и высота растений ($r=0,49-0,55$).

В целом за 2002-2019 гг.: из изученных 958 коллекционных образцов 363 было включено в гибридизацию, получено 638 гибридов. Из них сформирована 171 популяция, проходившая изучение в КСИ.

5.2 Этапы ведения селекционной работы. Селекционная работа по озимой ржи ведётся методом половинок.

I этап. Разрабатываются критерии отбора и методы гибридизации.

На первых этапах мы ограничивались однократным скрещиванием сортов, имеющих широкую и благоприятную генетическую среду, и дорабатывали созданную популяцию. Далее стали применять сложные ступенчатые скрещивания.

Ежегодно негативные отборы проводились до цветения по ряду признаков: зимостойкость, кустистость, высота растений; отборы во время созревания: засухоустойчивость, продуктивность колоса, устойчивость к полеганию.

II этап. Оценка зерна с элитных колосьев, семей, индивидуально-семейственный отбор. В селекционный процесс включили метод половинок. После изучения лучшие образцы высевали на изолированном участке. Для получения гибридов использовали селекционные методы: внутривидовая гибридизация, периодический, индивидуально-семейственный и семейственно-групповой отборы.

III этап. Формирование гибридных популяций, семейственно-групповой отбор. В ходе селекционного отбора по биологическим и хозяйственным свойствам и признакам образцы объединяли в сорт-популяцию.

IV этап. Семеноводство сортов-популяций. Семеноводство сортов-популяций осуществляли на основе семейственно-группового отбора. Схема производства оригинальных семян:

- 1) питомник отбора элитных колосьев;
- 2) питомник испытания семей I года;
- 3) питомник испытания семей II года (по методу половинок);
- 4) питомник испытания семей III года;
- 5) размножение потомств семей 1-3 года;

Такая схема позволяет не только сохранять, но и улучшать ценные качества сорта в процессе семеноводства.

5.3 Критерии и методы отбора в селекционном процессе. Применяем методы многократного индивидуально-семейного и семейно-группового отбора. Как правило, количество отбираемых элитных растений в наших исследованиях составляет нескольких тысяч и проводится многократно. Популяция формируется из одной семьи или в результате объединения нескольких.

Проведенный корреляционный анализ элементов структуры потомств 1-го года в засушливые 2005, 2006, 2007, 2019 и благоприятные 2016, 2017, 2020, 2021 годы, выявил, что зависимость в разные годы сохраняется по девяти признакам.

От высоты растений зависит их устойчивость к полеганию ($r=-0,30\dots-0,47$). С коэффициентом хозяйственной эффективности взаимосвязаны: урожайность зерна ($r=0,31-0,83$), число зёрен с колоса ($r=0,49-0,59$), масса зерна с колоса ($r=0,61-0,92$), масса 1000 зёрен ($r=0,40-0,71$). Масса зерна с колоса зависит от числа зёрен и озернённости колоса ($r=0,29-0,92$). Урожайность зерна ($r=0,35-0,43$),

число зёрен в колосе ($r=-0,54\dots-0,72$) и масса зерна с колоса ($r=0,73-0,76$) взаимосвязаны с массой 1000 зёрен. Устойчивая взаимосвязь наблюдается между длиной колоса и числом колосков в колосе ($r=0,75-0,79$). Корреляционным анализом указывается направленность селекции на снижение высоты растений и значимость параметров колоса, т.е. проведение отборов по колосу.

5.4 Формирование зерновой продуктивности в селекционных питомниках 1 и 2 года. Соотношение зерно: солома в СП 1 составило 1:4. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (119-259 шт.), продуктивной кустистости (2,47-5,18 шт./м²), числа зёрен в колосе (23,0-39,6 шт.) и массы 1000 зёрен (19,8-27,0 г). Определяющими показателями для формирования урожайности является ГТК июня ($r=-0,81^*\dots-0,83^{**}$) и сумма осадков за вегетацию ($r=-0,62\dots-0,64$). Наиболее зависимы от определяющих урожайность погодных условий: масса зерна с колоса ($r=-0,55\dots-0,86^{**}$), масса 1000 зёрен ($r=0,54\dots-0,98^{**}$) и продуктивная кустистость ($r=-0,52\dots-0,76^*$). Менее зависимы от погодных факторов: урожай надземной биомассы, число стеблей к уборке, число колосьев.

Соотношение зерно: солома в СП 2 составило 1:3,5. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (140-247 шт.), продуктивной кустистости (2,29-2,32 шт./м²), числа зёрен в колосе (28,8-34,8 шт.) и массы 1000 зёрен (20,5-31,2 г).

В СП 2, по сравнению с СП 1, значительно больше растений к уборке на метре квадратном (140-247 шт./м²) и соответственно, ниже продуктивная кустистость (2,29-2,32 шт./м²), больше масса зерна с колоса (0,75-0,90 г) и масса 1000 зёрен (20,5-31,2 г), соответственно, меньше число зёрен с растения (82,6-105,4 шт.). Определяющим показателем для формирования урожайности является сумма температур апреля ($r=0,44-0,63$). Наиболее зависимы от погодных условий: число колосьев на 1 м² и масса 1000 зёрен ($r=-0,50-0,84^{**}$), масса зерна с растения и высота растений ($r=-0,51\dots-0,89^{**}$).

Комплексная оценка потомств в селекционных питомниках 1 и 2 года показывает, что в СП 1 необходимо обращать внимание на показатели колоса, растения и ценотические, а в СП 2 – на структурные элементы колоса и растения. В обоих питомниках урожайность зависит от количества сохранившихся растений к уборке.

5.5 Формирование зерновой продуктивности в контрольном питомнике. В КП из СП 2 поступает 33 % образцов с рецессивно-полигенной системой короткостебельности и 70 % с доминантно-моногенной системой коротко-стебельности. Основные критерии оценки в КП: урожайность зерна, зимостойкость, засухоустойчивость, выровненность посева, выполненность колоса, крупность зерна. Соотношение зерно: солома 1:5. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (212-228 шт.), продуктивной кустистости (2,31-2,78 шт./м²), числа зёрен в колосе (27,6-47,7 шт.) и массы 1000 зёрен (24,1-27,2 г). В КП выше биологическая урожайность (4,28-6,59 т/га), урожай надземной биомассы (1757-2386 г), число растений к уборке (212-228 шт.), число колосьев к уборке (422-558 шт./м²), масса зерна с колоса (0,83-1,13 г), число зёрен с растения (75,1-162,1 шт.), масса зерна с растения (2,19-3,13 г) и масса растения (6,46-9,70 г), по сравнению с СП 2. При этом, остались

практически на том же уровне: число зёрен с колоса (27,6-47,7 шт.), масса 1000 зёрен (24,1-27,2 г), продуктивная кустистость (2,31-2,78 шт.).

В КП определяющими урожайность являются масса зерна с колоса и число растений к уборке, но не менее важны масса зерна и число зёрен с растения, продуктивная кустистостью, масса и высота растения. На показатели урожайности влияют погодные условия: сумма осадков в период август-сентябрь ($r=-0,59\dots-0,86^{**}$) и ГТК в июне ($r=-0,70^*\dots-0,88^{**}$). Наиболее зависимы от погодных условий урожай биологический ($r=-0,51\dots-0,88^{**}$), число колосьев к уборке ($r=-0,53\dots-0,77^*$), число зёрен с колоса ($r=0,53-0,84^{**}$), число зёрен с растения ($r=0,51-0,97^{**}$), масса растения ($r=-0,52-0,85^{**}$) и высота растений ($r=0,51\dots-0,87^{**}$).

5.6 Формирование зерновой продуктивности в питомнике конкурсного испытания. Соотношение зерно: солома в КСИ 1:5. Урожай биологический складывается из числа растений к уборке (210-259 шт.), продуктивной кустистости (2,53-2,72шт./м²), числа зёрен в колосе (26,9-44,8 шт.) и массы 1000 зёрен (21,8-27,7 г).

В КСИ к уборке на метре квадратном больше растений (210-259 шт./м²), число колосьев (489-528 шт./м²) и стеблей (568-633 шт./м²), но ниже биологическая урожайность (3,99-6,55 т/га), урожай надземной биомассы (1908-2119 г), масса зерна с колоса (0,77-0,99 г), масса зерна с растения (2,42-3,13 г), число зёрен с растения (85,5-144,6 шт.), по сравнению с КП. При этом, остались практически на том же уровне продуктивная кустистость (2,53-2,72 шт./м²), масса 1000 зёрен (21,8-27,7 г), число зёрен с колоса (26,9-44,8 шт.), масса одного растения (7,13-8,57 г) и высота растений (86,3-105,0 см). Определяющими урожайность в КСИ являются: продуктивная кустистость, число растений к уборке, масса растения, число зёрен с растения и масса зерна с колоса. Важные погодные условия для формирования урожайности в этом питомнике – ГТК августа-сентября ($r=-0,44\dots-0,78^*$), температура апреля ($r=-0,68\dots-0,74^*$), ГТК июня ($r=-0,42\dots-0,72^*$), сумма осадков в мае ($r=-0,54\dots-0,79^*$). Наиболее зависимы от определяющих погодных условий: масса растения ($r=-0,51-0,73^*$), масса зерна с растения ($r=-0,51\dots-0,91^{**}$), масса 1000 зёрен ($r=0,55\dots-0,85^{**}$) и урожай надземной биомассы ($r=-0,54\dots-0,85^{**}$).

Общие погодные факторы для формирования урожайности в питомниках озимой ржи – это показатели осеннего периода и ГТК июня. Важными компонентами в формировании урожайности в разных питомниках являются показатели колоса, растения и число растений к уборке. Для КП и КСИ важны масса растения и продуктивная кустистость.

5.7 Внутрипопуляционный анализ и отличительные особенности популяций с различным типом контроля высоты. На фенотипическом уровне при повышении высоты растений в образцах с полигенным типом короткостебельности повышается количество мелкого колоса ($r=0,81\pm 0,08$), увеличивается масса 1000 зёрен ($r=0,33-0,51$), вариация по массе 1000 зёрен ($r=0,85\pm 0,06$), снижается значение стандартного отклонения по длине колоса ($r=-0,72\pm 0,11$), вариация длины колоса ($r=-0,69\pm 0,12$), количество мелкого зерна ($r=-0,74\pm 0,11$), соотношение мелкого зерна к крупному ($r=-0,99\pm 0,00$). В образцах, полученных на доминантной основе, при повышении высоты растений

увеличивается количество крупных зёрен ($r=0,64\pm 0,14$), вариация длины колоса ($r=0,83\pm 0,07$), масса 1000 зёрен ($r=0,21-0,38$), снижается соотношение мелкого зерна к крупному ($r=-0,67\pm 0,13$). На генотипическом уровне при повышении высоты растений увеличивается количество коротких колосьев ($r=0,46\pm 0,18$), крупность зерна ($r=0,63\pm 0,14$), значение стандартного отклонения по крупности зерна ($r=0,39\pm 0,19$), вариация по крупности зерна ($r=0,44\pm 0,19$), снижается количество крупных колосьев ($r=-0,33\pm 0,21$), значение стандартного отклонения по длине колоса ($r=-0,79\pm 0,09$), вариация по длине колоса ($r=-0,68\pm 0,13$).

Снижение или увеличение высоты растений влияет на показатели структуры урожая. В образцах, полученных на моногенной основе при низкой высоте растений, доминирует длинный колос и мелкое зерно. У образцов, полученных на полигенной основе, доминирует высота растений, короткий колос и крупное зерно.

Глава 6 Качество зерна и элементы семеноводства озимых зерновых в Самарской области

6.1 Качество зерна озимых зерновых.

Исследования качества зерна в 2017-2020 годах на неудобренном фоне по чёрному пару показали урожайность зерна сортов тритикале 4,29-5,0 т/га, ржи 4,13-4,59 т/га (Таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность и качество зерна сортов озимых культур, 2017-2020 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Масса 1000 зёрен, г	Белок, %	Крахмал, %	Жир, %	Клетчатка, %	Зола, %	Сахар, %	Пентозаны, мг · S
Кроха, стандарт	4,29	38,0	13,1	58,9	1,85	3,48	1,45	4,51	1,51
Капелла	4,67	44,6	13,2	59,3	1,13	3,49	1,67	4,36	1,23
Спика	4,84	42,5	12,9	58,5	1,50	3,38	1,72	4,32	1,09
Арктур	5,00	41,4	13,5	58,1	1,81	3,92	1,65	4,41	1,17
Саратовская7, стандарт	4,13	36,8	11,8	56,3	2,61	2,59	1,54	6,03	2,38
Безенчукская 87	4,35	33,3	12,0	56,8	2,63	2,51	1,38	6,40	2,42
Безенчукская 110	4,41	33,3	12,6	55,3	2,66	2,78	1,19	5,88	2,74
Антарес	4,59	34,5	12,3	56,4	2,77	2,04	1,38	5,93	2,62
Безенчукская 380	4,07	42,5	12,8	61,4	3,66	1,88	1,67	3,44	1,19
НСР05	0,57	5,98	1,29	-	0,51	-	0,29	0,78	0,43
F*	0,58*	5,37*	3,69*	0,26	2,92*	0,38	3,12*	12,1*	22,0*

F* - Критерий Фишера (достоверность различий)

Установлено, что зерно сортов тритикале содержало меньше аммония (0,28-0,38 %), чем сорта ржи (0,51 %) и пшеницы (0,57-0,67 %).

Сорта тритикале Капелла, Арктур и сорт озимой ржи Антарес содержали наибольшее количество полезных элементов, не уступающее озимой пшенице.

Культуры можно ранжировать по содержанию незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан): пшеница (4,55 %) > рожь (4,21 %) > тритикале (4,09 %); критических аминокислот (лизин, метионин, триптофан, треонин): тритикале (1,38 %) > рожь (1,36 %) >

пшеница (1,32 %).

Анализ зависимости качества зерна от погодных условий показал, что для тритикале важное значение имеют: ГТК осеннего периода ($r=-0,76-0,96$), количество осадков ($r=-0,81-0,92$) и температура воздуха зимнего периода ($r=0,88...-0,97$), осадки в апреле ($r=-0,93-0,97$). Для качества зерна ржи важны температуры воздуха осеннего периода ($r=-0,72...-0,97$), зимние осадки ($r=0,73-0,95$) и температура ($r=-0,77...-0,98$), сумма осадков в апреле ($r=-0,73...-0,92$).

6.2 Элементы семеноводства озимых зерновых в Самарской области.

Совместно с отделом земледелия и новых технологий в 2009-2012 годы проводили исследования по отзывчивости сортов тритикале на удобрения в сравнении с озимой пшеницей Безенчукская 380 на трёх вариантах в 4-х кратной повторности. Наибольшая оплата удобрений получена при внесении под урожай 3,5 т/га (3,92-7,52 кг/кг д.в.). При повышении фона минерального питания (под урожай 4,5 т/га) оплата питательных веществ удобрений снизилась до 3,08-5,14 кг/кг д.в. (Таблица б).

Таблица б – Прибавка урожая и оплата питательных веществ озимых культур (2009-2012 гг.)

Сорт	Урожайность зерна без удобрений, т/га	Прибавка урожая, т/га		Оплата удобрений урожаем, кг/кг д.в.	
		стартовая доза	расчётная доза	стартовая доза	расчётная доза
Безенчукская 380	2,05	0,48	0,58	7,52	4,58
Кроха	2,70	0,45	0,65	7,05	5,14
Устинья	2,76	0,25	0,39	3,92	3,08
НСР ₀₅	Варианты – 0,68 т/га, сорта – 0,39 т/га, удобрения – 0,39 т/га				

Таким образом, для хорошего урожая и качества зерна озимых культур достаточно внесение стартовых доз сложных удобрений перед предпосевной культивацией (в осенний период) и подкормка азотными удобрениями в весенний период при содержании гумуса – 4,5-6,0 %.

В 2018-2021 годы проводили исследования по изучению формирования урожайности зерна сортов тритикале Кроха и Капелла с различной нормой высева (1,0-5,0 млн./га) и с использованием протравителя Баритон. Максимальные значения урожайности получены при нормах высева 3,0-5,0 млн./га. Обработка семян протравителем Баритон показала существенную прибавку урожайности по сравнению с контролем на 0,11-0,19 т/га и значимое преимущество над нормой 1,0 млн./га на 0,45-0,58 т/га.

Оптимальные сроки посева для озимой тритикале – с 25 августа по 10 сентября, для озимой ржи с 15 по 31 августа. Норма высева сортов тритикале 4,0-4,5 млн. шт. всхожих семян на гектар, при применении протравителей с ростостимулирующим эффектом – 2,0-3,0 млн/га. При более поздних сроках норма увеличивается до 5 млн./га. Норма высева семян озимой ржи 4,0-5,0 млн. шт. всхожих семян на 1 га. При недостатке влаги, позднем сроке посева норму увеличивают до 5,5-6,0 млн. Кроме того, её дифференцируют с учетом крупности зерна сорта, предшественника, удобрения, срока сева и т.п.

На основании производственных исследований в разных зонах Самарской области, для лесостепи Среднего и Нижнего Поволжья рекомендуется сеять сорта интенсивного и полунтенсивного типа: Спика, Кроха, Арктур, Безенчукская 110; для степной зоны Среднего и Нижнего Поволжья рекомендуется высевать сорта полунтенсивного типа: Капелла, Спика, Антарес.

Глава 7 Результаты селекции по озимой тритикале и озимой ржи

В результате многолетней работы (2002-2020 годы) было создано 6 сортов озимой тритикале и 4 – озимой ржи. Из которых 4 сорта озимой тритикале и 2 – озимой ржи внесены в Государственный реестр селекционных достижений: Кроха (2014) – на зерно (фуражное и продовольственное) и зелёную массу, Капелла (2019) – на зернофураж, Спика (2021) – на продовольственные и кормовые цели, Арктур (2021) – на продовольственные цели, Антарес (2002) – для хлебопекарной и бродильно - спиртовой промышленности, Безенчукская 110 (2019) – для хлебопекарной промышленности и крахмала. Кроме того, разработана методика отбора устойчивых к бурой и стеблевой ржавчине образцов, получен патент на изобретение.

Глава 8 Экономическая эффективность возделывания районированных сортов озимых культур в условиях Самарской области

Максимальный чистый доход и уровень рентабельности получены на сортах озимой тритикале Спика и Арктур – 35967,5 и 36621,5 руб./га и 244,0 и 248,3 % соответственно. При возделывании сортов Капелла и Антарес чистый доход и уровень рентабельности снижался, по сравнению с лучшими сортами на 2834,0-4370,0 руб./га (8,6-13,5 %) и 18,9-25,1 % (Таблица 8).

Таблица 7 – Экономическая эффективность возделывания сортов озимых зерновых культур, руб./га (2014-2020 гг.)

Сорт	Урожайность зерна, т/га	Стоимость продукции*	Производственные затраты*	Чистый доход	Рентабельность, %
Антарес	4,67	46700,0	14448,5	32251,5	223,2
Безенчукская 87	4,61	46100,0	14442,5	31657,5	219,2
Роксана	4,35	43500,0	14416,5	29083,5	201,7
Безенчукская 110	4,60	46000,0	14441,5	31558,5	218,5
Безенчукская 380	3,95	39490,0	14640,5	24850,0	169,7
Кроха	4,37	43670,0	14678,5	28991,5	197,5
Капелла	4,78	47850,0	14716,5	33133,5	225,1
Спика	5,14	51370,0	14748,5	36621,5	248,3
Арктур	5,07	50710,0	14742,5	35967,5	244,0

Примечание: * расчёты произведены в ценах 2020 года (10000 руб. за 1 т)

В опыте с применением удобрений установлено, что максимальный уровень рентабельности был получен при возделывании сортов Кроха и Устинья на варианте без применения удобрений 160,4-166,7 %. Наибольший чистый доход при применении стартовых доз удобрений 10285,8-11119,6 руб.

Максимальный уровень рентабельности при применении протравителя выявлен на вариантах с нормой высева 2,0 и 3,0 млн/га – 124,3 и 169,6 %. Минимальная рентабельность получена при нормах высева 1,0 и 5,0 млн/га –

140,6- 141,0 %, однако максимальный коэффициент размножения при высева 1,0 млн/га, делает эту норму перспективной для оригинального семеноводства новых сортов.

При размещении озимой ржи в регионе (исследования 2006-2020 гг.) целесообразно возделывать сорта Антарес и Безенчукская 110, рентабельность которых составила 182,2 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые в засушливых условиях Среднего Поволжья определена возможность получения потенциальной урожайности зерна озимых культур на уровне 8,14-9,61 т/га. Урожайность тритикале практически на функциональном уровне взаимосвязана с коэффициентом роста (K_p) ($r=0,99^{**}\pm 0,0$) и значимо связана с ГТК за апрель-июнь ($r=0,63^{**}\pm 0,15$). Урожайность озимой ржи на функциональном уровне взаимосвязана с коэффициентом роста (K_p) ($r=0,98^{**}\pm 0,01$), связана с продолжительностью вегетационного периода ($r=0,61^{**}\pm 0,15$) и приходом ФАР ($r=0,66^{**}\pm 0,14$). Низкая урожайность, в отдельные годы, кроется не в низком биоклиматическом потенциале, а в критически слабой его реализации, достигающей в отдельные годы 30-40 % от потенциальных возможностей. Это указывает на необходимость оптимизации в производстве элементов семеноводства, таких как нормы высева, дозы удобрений, агроэкологическое размещение сортов по зонам увлажнения.

2. Комплексная оценка коллекционных сортов озимой тритикале и ржи в засушливых условиях Среднего Поволжья позволила выявить источники хозяйственно-ценных признаков. Из изученных 760 коллекционных образцов тритикале было включено в гибридизацию 453, сортов ржи – 958 и 363 соответственно. Достоверно урожайность коллекционных сортов тритикале зависит от перезимовки ($r=0,35^*-0,55^{**}$), в то время как зависимости коллекционных сортов ржи от перезимовки не выявлено ($r=0,10-0,19$).

3. Гетерозиготность растений в гибридных популяциях может как уменьшаться, так и увеличиваться. В исследованных комбинациях скрещивания ржи в большей степени проявляется промежуточное наследование признаков. В образцах, полученных на моногенной основе при низкой высоте растений, доминирует длинный колос и мелкое зерно. У образцов, полученных на полигенной основе, доминирует высота растений, короткий колос и крупное зерно. Проявление (тип наследования) признаков и гетерозис (репродуктивный и соматический) зависят не только от родительских форм, но и от погодных условий.

4. Важными компонентами в формировании урожайности тритикале в разных питомниках являются показатели колоса, растения и число стеблей к уборке, в СП 2 и в КП: продуктивная кустистость; общие погодные факторы – показатели осеннего периода и ГТК в апреле и мае. Основными компонентами в формировании урожайности ржи в селекционных питомниках являются показатели колоса, растения и число растений к уборке, для КП и КСИ: продуктивная кустистость и масса растения; общие погодные факторы – показатели осеннего периода и ГТК в июне.

5. Отбор по тритикале лучше проводить по колосу и растению и обращать внимание на выполненность колоса, выполненность и крупность зерна. Коллекционные образцы эффективнее отбирать в благоприятных по влагообеспеченности условиях, гибриды – в засушливых. Отбор по ржи лучше проводить по колосу и обращать внимание на снижение высоты растений.

6. Исследования качества зерна на неудобренном фоне по чёрному пару показали, что больше критических аминокислот находится в составе зерна сортов Кроха (1,57 %), Безенчукская 87 (1,45 %), Малахит (1,34 %). Наиболее богаты содержанием незаменимых аминокислот – Капелла (4,48 %), Безенчукская 87 (4,50 %) и Малахит (4,65 %). Сорты тритикале Капелла, Арктур и озимой ржи Антарес содержат наибольшее количество полезных элементов, не уступающее озимой пшенице.

7. Урожайность зерна районированных сортов зависима от температур и осадков осеннего периода ($r=0,73-0,93$), температур воздуха в мае ($r=-0,90\dots-0,99$) и мае-июне ($r=-0,80\dots-0,96$), температур и осадков в июне ($r=0,72-0,93$). Для качества зерна тритикале важное значение имеют осадки и температура воздуха осеннего периода ($r=-0,76-0,96$), количество осадков ($r=-0,81-0,92$) и температура воздуха зимнего периода ($r=0,88\dots-0,97$), сумма осадков в апреле ($r=0,97\dots-0,93$). Для качества зерна ржи важны температуры воздуха осеннего периода ($r=-0,72\dots-0,97$), осадки ($r=0,73-0,95$) и температура ($r=-0,77\dots-0,98$) зимнего периода, сумма осадков в апреле ($r=-0,73\dots-0,92$). Аминокислотный состав зерна в основном зависит от погодных условий зимнего периода и апреля.

8. Установлено, что применение сложных удобрений перед предпосевной культивацией (в осенний период фосфорно-калийных) и подкормка азотными удобрениями в весенний период под урожайность 3,5 т/га экономически выгодны (чистый доход при применении стартовых доз удобрений 10285,8-11119,6 руб.). Определено, что максимальный уровень рентабельности при применении протравителя с ростостимулирующим эффектом выявлен на вариантах с нормой высева 2,0 и 3,0 млн./га – 124,3-169,6 %, что позволяет сэкономить семенной материал. Предложено размещение сортов Самарского НИИСХ по природным зонам. Наибольшие показатели рентабельности по чистому пару получены на сортах Спика, Арктур (244,0-248,3 %) и Антарес, Безенчукская 110 (182,2 %).

9. Включено в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации 6 сортов: Кроха, Капелла, Спика, Арктур, Антарес, Безенчукская 110. Получен патент на изобретение.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Продолжается работа по созданию новых сортов озимых культур, совершенствованию элементов семеноводства озимой тритикале. По озимой тритикале и ржи готовятся сорта к передаче на сортоиспытание в ближайшие два года. По тритикале разрабатывается методика пивоварения, готовятся документы на патент. Готовятся документы на патент по способу посева.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В производственных условиях для получения высоких урожаев с хорошим качеством зерна в лесостепи Среднего и Нижнего Поволжья (Республики Татарстан, Чувашия, Самарская, Пензенская, Ульяновская, Саратовская области) рекомендуется сеять сорта интенсивного и полуинтенсивного типа Спика, Кроха,

Арктур, Безенчукская 110. Для степной зоны Среднего и Нижнего Поволжья (Республики Татарстан, Калмыкия, Саратовская, Волгоградская, Астраханская, Самарская области) рекомендуется высевать сорта полуинтенсивного типа Капелла, Спика, Антарес.

Площади посева озимых тритикале и ржи в Среднем Поволжье должны составлять от 5 до 20 % озимого клина, в зависимости от потребностей животноводства и птицеводства.

Рекомендуемые сорта тритикале при применении протравителей с ростостимулирующим эффектом при возделывании на семена целесообразно сеять с нормой высева 2,0-3,0 млн/га, что позволяет сэкономить семенной материал.

При возделывании озимых система удобрений включает в себя: основное внесение сложных удобрений и весеннюю подкормку (исходя из содержания NPK в почве) под урожайность зерна 3,5 т/га.

Для селекции особую ценность представляют зимостойкие, стрессоустойчивые сорта тритикале: Тальва 100, Валентин 90, Привада, АД 3752, Булат, Торнадо, Ратне. Устойчивые и толерантные к ржавчине стеблевой и бурой: Докучаевский 12, Докучаевский 13, Раво, Аграф, Пушкинский 69/3, Вектор, АД 3752, ПРАГ 520. Более устойчивы к засухе по совокупности (стрессоустойчивость+депрессия) сорта Кроха, Славетне, Ратне, Каприз, Капелла, Спика, Арктур.

Особую ценность по озимой ржи для селекции имеют урожайные, зимостойкие, стрессоустойчивые сорта: Антарес, Безенчукская 87, Саратовская 6, Марусенька, Саратовская 7, Россул, Таловская 2 НІ, Солнышко, Парча. Устойчивые и толерантные к ржавчине стеблевой и бурой: Саратовская 6, Янтарная, Черниговская НІ, Таловская 44, Полтавка НІ, Крона 2, Амилот, Conrah, Ratmansky. Более устойчивы к засухе по совокупности (стрессоустойчивость+депрессия) сорта: Антарес, Безенчукская 87, Саратовская 6, Марусенька, Саратовская 7, Фаленская 4, Солнышко, Парча, Таловская 44.

При изучении коллекционных сортов на адаптивность достаточно посчитать простые показатели, такие как стрессоустойчивость и генетическая гибкость и определиться с выбором родительских форм для скрещивания.

Отбор проводить при помощи маркера, что позволяет его начинать с молочно-восковой спелости и продолжать до полной. По тритикале лучше проводить его по колосу и растению и обращать внимание на выполненность колоса, выполненность и крупность зерна. Коллекционные образцы эффективнее отбирать в благоприятных по влагообеспеченности условиях, гибриды – в засушливых. Отбор по ржи лучше проводить по колосу и обращать внимание на снижение высоты растений.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Научные статьи, опубликованные в изданиях, входящих в
международные базы данных, индексирующих научные публикации:**

1. **Goryanina, T.** Statistical correlations in winter triticale hybrids / T. Goryanina // Acta Agrobotanica. – 2019. – VoL 77, No 4. P. 1-12 (0,75 печ. л.; авт. –

0,75).

2. **Goryanina, T.A.** Potential productivity of winter crops in the middle Volga region / T.A. Goryanina // Periódico Tchê Química. – 2020. – Vol. 17, N°36. P.1004-1015 (0,75 печ. л.; авт. – 0,75).

3. Бишарёв, А.А. Эффективность отбора продуктивных растений в формирующейся гибридной популяции озимой ржи в условиях Среднего Поволжья / А.А. Бишарёв, **Т.А. Горянина** // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т.19, №2 (4). – С. 602-604 (0,187 печ. л.; авт. – 0,170).

4. **Горянина, Т.А.** История возделывания озимой ржи в Самарской области / Т.А. Горянина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т.20, №. 2 (2). – С. 276-279 (0,25 печ. л.; авт. – 0,25).

5. **Горянина, Т.А.** Современное состояние тритикале в России и селекционная работа по культуре в Самарском НИИСХ / Т.А. Горянина// Известия Самарского научного Центра РАН. – 2018. – Т.20, №2 (4). – С. 676-680 (0,31 печ. л.; авт. – 0,31).

Научные статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

6. **Горянина, Т.А.** Сортовая агротехника возделывания озимых зерновых в черноземной степи Среднего Заволжья / Т.А. Горянина, О.И. Горянин, С.Н. Шевченко // Известия Самарской ГСХА. – 2011. – № 4. – С.22-25 (0,25 печ. л.; авт. – 0,18).

7. **Горянина, Т.А.** Возделывание озимых зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Заволжья / Т.А. Горянина, О.И. Горянин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – №3 (19). – С. 14-17 (0,25 печ. л.; авт. – 0,20).

8. **Горянина, Т.А.** Новый сорт озимой ржи Роксана с доминантно-моногенным типом короткостебельности для зоны Среднего Поволжья / Т.А. Горянина, А.А. Бишарёв // Известия Оренбургского ГАУ. – 2013. – № 2 (40). – С. 25-27 (0,187 печ. л.; авт. – 0,180).

9. Горянин, О.И. Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в степном Заволжье / О.И. Горянин, **Т.А. Горянина** // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 11. – С. 19-22 (0,25 печ. л.; авт. – 0,19).

10. Бишарёв, А.А. Направления и итоги селекционной работы по озимой ржи в Самарском НИИСХ / А.А. Бишарёв, **Т.А. Горянина** // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т.16, №5 (3). – С.1112-1116 (0,31 печ. л.; авт. – 0,26).

11. **Горянина, Т.А.** Итоги и перспективы селекции озимого тритикале в Самарском НИИСХ / Т.А. Горянина, А.А. Бишарёв // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т.16, №5 (3). – С. 1117-1121 (0,31 печ. л.; авт. – 0,29).

12. **Горянина, Т.А.** Влияние климатических условий на урожайность озимого тритикале в условиях глобального потепления климата / Т.А. Горянина //Аграрный научный журнал. – 2015. – № 8. – С.12-16 (0,31 печ. л.; авт. – 0,31).

13. **Горянина, Т.А.** Формирование зерновой продуктивности в питомниках озимой ржи и тритикале / Т.А. Горянина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т.17, №4 (3) – С. 510-513 (0,25 печ. л.; авт. – 0,25).

14. **Горянина, Т.А.** Корреляционные взаимосвязи у межвидовых и внутривидовых гибридов озимого тритикале / Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2018. – №8. – С.11-15 (0,31 печ. л.; авт. – 0,31).

15. Горянин, О.И. Перспективы возделывания полевых культур в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, **Т.А. Горянина** // Успехи современного естествознания. – 2018. – №4. – С.49-53 (0,31 печ. л.; авт. – 0,21).

16. Совершенствование способов посева и норм высева озимой пшеницы в Заволжье / О.И. Горянин, И.Ш. Шакуров, Б.Ж. Джангабаев, **Т.А. Горянина** // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 3. – С. 10-13 (0,25 печ. л.; авт. – 0,16).

17. **Горянина, Т.А.** Влияние климата на урожайность и качество зерна сортов тритикале в Заволжье / Т.А. Горянина, А.М. Медведев // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 12. – С. 9-14 (0,37 печ. л.; авт. – 0,36).

18. О методах и результатах создания исходного материала для селекции перспективных сортов озимой тритикале / А.М. Медведев, С.И. Воронов, А.В. Нардид, **Т.А. Горянина** // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 1 (33). – С. 82-87 (0,37 печ. л.; авт. – 0,27).

19. **Горянина, Т.А.** Реализация потенциальной продуктивности озимых культур в Средневолжском регионе / Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 15-19 (0,31 печ. л.; авт. – 0,31).

20. **Горянина, Т.А.** Сравнительная оценка сортов озимой тритикале по адаптивной способности и стабильности / Т.А. Горянина // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 1. – С. 37–41 (0,31 печ. л.; авт. – 0,31).

21. **Горянина, Т.А.** Особенности наследования признаков продуктивности гибридами озимой ржи в первом поколении / Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 14-19 (0,37 печ. л.; авт. – 0,37).

22. **Горянина, Т.А.** Качество зерна сортов озимых тритикале селекции Самарского НИИСХ / Т.А. Горянина, А.Н. Макушин // Аграрный научный журнал. – 2021. – №7. – С. 4-8 (0,31 печ. л.; авт. – 0,25).

23. Медведев, А.М. Агробиологическая характеристика нового сорта озимой тритикале Арктур / А.М. Медведев, **Т.А. Горянина**, А.В. Нардид // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №2 (38). – С. 154-157 (0,25 печ. л.; авт. – 0,21).

24. **Горянина, Т.А.** Особенности формирования урожайности зерна тритикале в Среднем Поволжье / Т.А. Горянина, О.И. Горянин // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 3. – С. 15-18 (0,25 печ. л.; авт. – 0,22).

25. **Горянина, Т.А.** Урожайность и качество зерна сортов озимой тритикале в Поволжье / Т.А. Горянина, О.И. Горянин // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 10. – С. 15-18 (0,25 печ. л.; авт. – 0,22).

26. Медведев, А.М. О перспективах улучшения озимых и яровых тритикале в Российской Федерации / А.М. Медведев, **Т.А. Горянина** // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 2 (50). – С. 61-68 (0,50 печ. л.; авт. – 0,35).

Патенты:

27. Пат. 1298 РФ. Рожь озимая Антарес / СМ. Ахметханов, **Т.А. Горянина**, Н.В. Михайлов, Р.М. Низмутдинов, Г.А. Сюкова (РФ). №9808973; Заявлено 10.12.98; Зарегистр. в Гос. реестре охраняемых селекц. достижений 01.04.2002

(10% автор).

28. Пат. 4706 РФ. Рожь озимая Ольга / А.А. Бишарёв, **Т.А. Горянина**, В.Д. Кобылянский, Н.В. Михайлов, О.В. Солодухина, Г.А. Сюкова (РФ). №9462992; Заявлено 14.01.2005; Зарегистр. В Гос.реестре охраняемых селекц. достижений 07.04.2009 (10% автор).

29. Пат. 6707 РФ. Тритикале озимая Кроха / Л.А. Беспалова, А.А. Бишарёв, **Т.А. Горянина**, Л.Ф. Дудка, В.А. Киселёв, В.Я. Ковтуненко, Н.В. Михайлов, В.Б. Тимофеев, Л.П. Филобок (РФ). №9155071; Заявлено 22.12.2008; Зарегистр. В Гос.реестре охраняемых селекц. достижений 17.12.2012 (20% автор).

30. Патент на изобретение RU 2716205 С1 Способ отбора устойчивых к бурой и стеблевой ржавчине форм озимого тритикале по растению и колосу при помощи маркера / **Горянина Т.А.**, Милехин А.В., Бишарев А.А. Заявка № 2018147705 от 28.12.2018. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 06.03.2020. Срок действия исключительного права на изобретение истекает 28.12.2038 г (80% автор).

31. Пат. 9887 РФ. Тритикале озимая Капелла / **Т.А. Горянина**, А.М. Медведев, А.А. Бишарёв, Н.В. Михайлов (РФ). №66636; Заявлено 31.12.14; Зарегистр. в Гос. реестре охраняемых селекц. достижений 18.10.2018 (30% автор).

32. Пат № 10480 РФ. Рожь озимая Безенчукская 110 / А.А. Бишарёв, **Т.А. Горянина**, Н.В. Михайлов (РФ) №70947; Заявлено 20.11.2013; Зарегистр. в Гос. реестре охраняемых селекц. Достижений 14.06.2019 (30% автор).

33. Пат № 11590 РФ. Тритикале озимая Арктур / **Т.А. Горянина**, Медведев А.М., А.А. Бишарёв, (РФ) №73913 Заявлено от 27.11.2017; Зарегистр. в Гос. реестре охраняемых селекц. достижений 15.04.2021 (35% автор).

34. Пат № 11591 РФ. Тритикале озимая Спика / **Т.А. Горянина**, А.А. Бишарёв (РФ) №73843 Заявлено от 24.11.2017; Зарегистр. в Гос. реестре охраняемых селекц. достижений 15.04.2021 (60% автор).