

На правах рукописи



КИНЧАРОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ

**НАУЧНОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2025

Работа выполнена в Поволжском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиале федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН)

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН
Шевченко Сергей Николаевич

Официальные
оппоненты: **Давоян Эдвард Румикович,**
доктор биологических наук, ФГБНУ «Национальный
центр зерна имени П.П. Лукьяненко», заведующий
отделом биотехнологии

Давыдова Наталья Владимировна,
доктор с.-х. наук, ФГБНУ Федеральный
исследовательский центр «Немчиновка», заведующая
лабораторией селекции и первичного семеноводства
яровой пшеницы

Захарова Надежда Николаевна,
доктор с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный аграрный университет имени
П.А. Столыпина», профессор кафедры земледелия,
растениеводства и селекции

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр
Юго-Востока»

Защита диссертации состоится «16» декабря 2025 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

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

Автореферат разослан «30» сентября 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А. В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Глобальное потепление климата, приводящее к увеличению частоты экстремальных погодных явлений, включая волны жары и засух, а также сохраняющиеся тенденции существенного увеличения численности населения земного шара – огромный вызов человечеству в решении продовольственной безопасности. Текущий медленный прогресс в повышении урожайности сельскохозяйственных культур (до 1,0% в год) не может решить проблему голода почти одного миллиарда жителей планеты, а с учетом прогнозируемого увеличения численности – до 9,73 млрд в ближайшие 40 лет, потребуется дополнительное наращивание производства продукции растениеводства на 60% или темпы повышения урожайности культур в мире должны составить не менее 1,5% в год.

Актуальность вопроса связана и с тем, что частота проявлений чрезвычайно жаркой погоды, по сравнению с десятилетиями до 1980 года, увеличилась в мире приблизительно в 50 раз и, если 40 лет назад чрезвычайная летняя жара затрагивала 0,1–0,2% поверхности земного шара, сегодня это около 10%. Также климатической изменчивостью за последние 20 лет объясняется примерно 31–51% вариабельности урожайности пшеницы в Западной и 23–66% в Восточной Европе, включая такие страны как Российская Федерация, Украина и Казахстан. Учитывая данные факты и то, что большая часть посевных площадей в России находится в неблагоприятных зонах для возделывания культур, в частности, - зонах рискованного засушливого земледелия, в условиях глобального потепления климата зависимость отрасли растениеводства от погодно-климатических условий будет только возрастать и станет еще более непредсказуемой.

Поэтому, в решение глобальных вопросов продовольственной безопасности мировая аграрная наука должна решить одну из главных задач - максимальное снижение зависимости отраслей сельского хозяйства от погодных флуктуаций, существенно выходящих за пределы многолетних наблюдений. В условиях части Восточной Европы и Азии, в частности, – различные регионы России, где в летние месяцы гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) составляет менее 0,1 единицы, чувствительность к засухе и суховеям является одним из наиболее важных факторов такой зависимости. Европейскими исследованиями отмечается, что тепловой стресс является ограничивающим фактором для адаптации пшеницы к изменению климата в Европе, что вполне обоснованно с учетом высоких средних показателей влагообеспеченности вегетационных периодов Центральной и Северной Европы. Однако, независимо от важности какого-либо определенного фактора, в решении глобальных задач снижения зависимости растениеводства от погодных условий и стабильного увеличения урожайности зерна в будущем, особое место должно быть уделено научной селекции. И здесь наука должна определить в региональном плане важность ограничивающих факторов, часто лимитирующих урожайность культур. При этом в условиях интенсификации процессов глобального потепления климата, прогнозирование изменений погодных условий в краткосрочной перспективе, дает возможность адаптировать и обеспечить устойчивость живых организмов к изменениям климата.

В условиях Средневолжского региона комплексным подходом в решении проблем, несомненно, является создание адаптированных к меняющимся факторам среды сортов культурных растений, для которых характерна агроэкологическая адаптированность, связанная с большей приспособленностью новых сортов и гибридов к местным условиям, технологиям возделывания и изменению климата. При этом уже на этапе подбора родительских форм надо учитывать, что не любое разнообразие является эффективным, а лишь разнообразие откликов сортов на критические погодные явления может повысить устойчивость растений к изменению климата и это свидетельствует о том, что необходимо больше уделять внимания повышению устойчивости сортов к абиотическим и биотическим стрессам, а также - исследованиям в области агрометеорологии, так как вариабельность урожайности в значительной степени определяется и погодными факторами.

Степень разработанности темы исследований. Имеется множество публикаций по различным вопросам селекции культуры, однако в большинстве они не учитывают существенные сдвиги глобального потепления климата и предстоящие погодно-климатические изменения регионов. На высоком уровне было отмечено, что темпы глобального потепления в Российской Федерации выше общемировых значений. В Среднем Поволжье, за более чем 30-летний период, уже отмечаем существенное повышение среднесуточной температуры воздуха и снижение количества осадков за вегетацию яровых зерновых культур. В широком диапазоне меняющиеся в данном тренде условия среды по годам и в течение вегетации, приводят к существенной вариабельности продолжительности вегетационного периода растений, урожайности культур и появлению новых возбудителей болезней и вредителей. С учетом негативных прогнозных значений изменения температурных условий и условий увлажнения, в перспективе даже ближайших 10 лет, явно прослеживается необходимость адаптации селекционных программ с учетом более резких изменений погодных условий региона, на что необходимо обратить пристальное внимание.

Целью исследования является научное и практическое обоснование в селекции яровой мягкой пшеницы ускоренного создания сортов, адаптированных к изменениям климатических условий Среднего Поволжья.

Для достижения данной цели ставились следующие основные **задачи**:

- изучить влияние факторов внешней среды и генотипа на продолжительность этапов вегетационного периода яровой мягкой пшеницы и выявить взаимосвязь между показателями, определяющими длину вегетационного периода, и основными хозяйственно-ценными признаками;
- определить оптимальную продолжительность периода всходы-колошение для адаптации сортов к прогнозным параметрам изменения климата в регионе;
- изучить набор сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР, перспективных образцов местной селекции, других учреждений и выявить селекционно-ценные генотипы для условий лесостепи Среднего Поволжья;
- сформировать признаковые коллекции источников и доноров контроля продолжительности этапов органогенеза, засухо- и жаростойкости, устойчивости к

бурой ржавчине и мучнистой росе, качественным показателям зерна и другим хозяйственно-ценным признакам и биологическим свойствам;

- создать селекционный материал яровой мягкой пшеницы с заданными параметрами продуктивности, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды, присущим региону, с учетом прогнозных параметров изменения климата;

- разработать методику оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата;

- создать сорта яровой мягкой пшеницы, отвечающие современным требованиям реального сектора экономики.

Научная новизна работы. Впервые в условиях лесостепи Среднего Поволжья проведен глубокий анализ изменения погодно-климатических условий вегетации яровой мягкой пшеницы за более чем 30-летний период и влияния потепления климата на органогенез яровой мягкой пшеницы. Предложены варианты решения вопросов, связанных с селекцией культуры на адаптивность и стабильность урожайности с учетом неблагоприятных факторов глобального потепления климата, провоцирующих более частое проявление экстремальных погодных явлений, включая волны жары, засух и ливней. В длительных опытах, охватывающих различный диапазон погодных и агроклиматических условий, изучены влияния генетических систем типа развития и фотопериодической реакции на продолжительность этапов вегетационного периода. На объемном материале обоснован оптимальный уровень продолжительности периода всходы-колошение, связанный с минимизацией потерь продуктивности в условиях глобального потепления и широкой изменчивости погодных условий. Разработана «Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата» для подбора исходного материала при создании высокоадаптивных форм, оценки селекционного материала в конкурсном и государственном сортоиспытании. Сконструированы и получены перспективные гибридные скрещивания и линии, созданы и переданы в реальный сектор экономики сорта яровой мягкой пшеницы, имеющие широкое производственное распространение в Средневолжском и Уральском регионах.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что в результате исследований 1990–2023 гг., отмечено резкое повышение в регионе температурных условий и снижение количества осадков в весенне-летний период – темпы повышения среднесуточной температуры воздуха с 2010 по 2023 гг. изменились по сравнению со средними значениями последнего десятилетия 20 века в 6,6 раза, что существенным образом отражается на этапах органогенеза и продолжительности вегетации растений. Данные изменения агроклиматических условий приводят к усилению зависимости валовых сборов зерна от погодных флуктуаций. Для сглаживания негативных моментов дальнейших изменений погодных условий необходима ускоренная адаптация культурных растений. Длительное изучение коллекционного и селекционного материала, позволило в научно-практическом плане, для исключения субъективной оценки нового материала, разработать методику оценки агроэкологической адаптированности

генотипов в условиях глобального потепления климата. Комплексные исследования позволили выделить ценный исходный материал для селекции, получить перспективный гибридный и селекционный материал, создать высокоадаптированные сорта яровой мягкой пшеницы с комплексом ценных хозяйственных признаков и биологических свойств. Восемь сортов (соавторство) пшеницы мягкой яровой включено в Государственный реестр селекционных достижений. Сорта Кинельская 2020, Кинельская удача и Кинельская ласточка переданы и проходят государственное испытание. Выделенные сорта и линии включены в созданную рабочую коллекцию по селекционно-ценным признакам и свойствам, и используются в схемах селекционного процесса, в том числе для создания сортов, адаптированных к предстоящим изменениям климатических условий в регионе.

Методология и методы исследования основаны на глубоком анализе доступной информации, системном и комплексном подходе в изучении вопросов повышения урожайности и качества зерна пшеницы с использованием общепринятых методов полевых, лабораторных и математических исследований. В теоретической части проанализирован опыт отечественных и зарубежных авторов по теме и отдельным направлениям исследований. Для получения экспериментальных данных проводились полевые и лабораторные исследования в условиях Самарской области с последующей математической обработкой и статистическим анализом данных.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- анализ и краткосрочный прогноз темпов изменения климатических условий для адаптивной селекции яровой пшеницы на устойчивость к меняющимся стрессовым факторам среды;
- важный фактор адаптации яровой пшеницы к потеплению климата - продолжительность периода всходы-колошение, оптимизацию которой необходимо осуществлять с привлечением доминантных генов *Vrn-3*, *Vrn-2* и *Ppd*-генов, имеющих различный вклад в формирование признака, с учетом влияния на экспрессию генов агроклиматических и других факторов;
- генетические источники устойчивости яровой пшеницы к стрессовым абиотическим и биотическим факторам среды в адаптивной селекции;
- методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях изменения климата – средство определения агробиологической ценности и инструментарий выявления разнообразия откликов исходного материала и сортов конкурсного испытания к прогнозным изменениям стрессовых факторов;
- прогресс в селекции, как подтверждение обоснованности научных и практических особенностей создания сортов яровой мягкой пшеницы в условиях глобального потепления – восемь сортов (соавторство до 27,5%), включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ, занимающих в разные годы суммарно до 87,5% посевных площадей культуры в Самарской области, их экономическая, энергетическая эффективность и рекомендации по их размещению.

Степень достоверности и апробация результатов. Представленная работа выполнялась на базе Поволжского научно-исследовательского института селекции

и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН) в рамках выполнения государственных заданий на проведение научно-исследовательских работ за период с 1990 по 2024 гг. Полевые и лабораторные исследования выполнены с использованием соответствующих методических рекомендаций, методик и ГОСТов, с последующей математической обработкой и статистическим анализом полученных экспериментальных данных. Контроль соблюдения методики закладки и проведения полевых опытов и их приемка осуществлялась ежегодно Методической комиссией ФГБНУ Поволжский НИИСС имени П.Н. Константинова (с 2020 года – методической комиссией Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН). Современные методы исследований, использованные при выполнении работы, сравнительный анализ полученных результатов с исследованиями других авторов, и публикация основных результатов диссертационной работы в ведущих рецензируемых изданиях, индексируемых в базах данных ВАК, RSCI, Scopus, свидетельствуют о том, что сформулированные научные положения и заключения, приведенные в работе, имеют высокую степень обоснованности.

Основные положения диссертации докладывались на Ученых советах ФГБНУ Поволжский НИИСС имени П.Н. Константинова (1990–2019 гг.) и Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН (2020–2024 гг.); на научно-практических конференциях Куйбышевский СХИ (Куйбышев, 1989), Самарская ГСХА (Самара, 1997; 1999); Пензенская ГСХА (Пенза, 1996); Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова (Кинель, 1997); «Аграрная наука Севера в условиях современных вызовов» (Киров, 1998); «Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к стрессовым факторам в Поволжье» (Кинель, 1999 г.); «Селекция и семеноводство полевых культур» (Пенза, 2001); «Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2002); «Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур» (Самара, 2003); «Экологическая генетика культурных растений» (Краснодар, 2005); «Вавиловские чтения – 2007» (Саратов, 2007); «Научные основы семеноводства и агротехнологий сельскохозяйственных культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ» (Саранск, 2007); «Научно обоснованные системы повышения продуктивности и качества зерновых и кормовых культур в засушливых регионах» (Казань, 2016); «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2021» (Самара, 2021); «Наука – развитие сельского хозяйства, агропромышленного комплекса, экологии и энергетики» (Уфа, 2022); II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (Les Ulis Cedex A, France, 2023).

Публикации. По материалам исследований опубликовано 86 научных работ, в том числе 28 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (25 публикаций – ядро РИНЦ), одна публикация – в зарубежных изданиях, входящих в базу данных Scopus и получено 10 патентов на селекционные достижения. Соискатель является соавтором восьми сортов пшеницы мягкой яровой, включенных в Госреестр РФ:

Кинельская 59, Кинельская 60, Кинельская 61, Кинельская нива, Кинельская отрада, Кинельская 2010, Кинельская юбилейная и Кинельская звезда.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, предложения селекции и производству, списка использованной литературы и приложения. Диссертация изложена на 400 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков, 31 таблицу, 51 приложение и 559 источников, в том числе 155 – на иностранных языках.

Личный вклад соискателя. Обзор литературных источников, теоретическое обоснование исследований, разработка плана работ, подбор методик и выполнение исследований, обобщение, расчеты и анализ полученных результатов исследований, подготовка научных работ и публикация результатов исследований в высокорейтинговых журналах, включенных в рекомендованный перечень ВАК РФ, проведены автором лично или при непосредственном участии и сотрудничестве с коллегами Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН.

Благодарности. Соискатель выражает огромную благодарность научному консультанту – доктору сельскохозяйственных наук, академику РАН Шевченко Сергею Николаевичу за ценные советы при подготовке работы. Искреннюю благодарность и признательность – доценту по кафедре защита растений, кандидату сельскохозяйственных наук Кинчаровой Марине Николаевне (супруге) за помощь в проведении исследований с возбудителями корневых гнилей. Благодарность сотрудникам лаборатории яровой пшеницы и лаборатории технологической оценки качества зерна Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, оказавшим неоценимую помощь при закладке и проведении полевых и лабораторных исследований. Автор выражает особую благодарность сотрудникам лабораторий селекции и генетики Самарского НИИССХ и НИИССХ Юго-Востока за предоставленный ценный материал и оказанную консультативную помощь при проведении исследований с изогенными линиями, а также – сотрудникам ВИРа, за оказание ежегодной помощи в обновлении коллекционного материала по яровой пшенице и другим близкородственным видам.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной проблемы, ее значимость, характеризуется степень ее разработанности, определяются цели и задачи исследования. Определена новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Обозначены основные положения, выносимые на защиту.

1 Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность (обзор литературы). На основании анализа литературных источников обсуждены вопросы селекции яровой пшеницы на адаптивность к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Всесторонне рассмотрены влияние внешних факторов на продуктивность культуры и элементы её составляющие, влияние температуры приземного воздуха и осадков, а также генетических систем *Vrn* и *Ppd* на продолжительность вегетационного периода и отдельных этапов органогенеза. Обсуждены вопросы селекции культуры на адаптивность и устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам среды наиболее сильно влияющих на продуктивность и качество урожая в условиях рискованного земледелия.

2 Условия, материал и методика проведения исследований, приведены характеристика агроклиматических условий места проведения исследований, особенности погодных условий за более чем 35-летний период, исходный материал для изучения, методики закладки опытов и проведения полевых исследований, а также методики лабораторных анализов и обработки экспериментальных данных.

Исследования по теме диссертационной работы проводились с 1990 по 2024 годы. Экспериментальной базой научных исследований является Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова, расположенный в пгт. Усть-Кинельский г. о. Кинель. Землепользование института расположено на главном водоразделе реки Большой Кинель и реки Сок в лесостепной части Самарской области. Сумма эффективного тепла составляет 2500–2600°C, абсолютный минимум – минус 46°C, абсолютный максимум – плюс 39°C. По многолетним данным в этом районе выпадает 410 мм осадков в год. Почвы представлены в основном черноземами обыкновенными, среднегумусными, среднесиловыми, тяжелосуглинистыми.

Погодные условия в годы проведения исследований, характеризовались проявлением большого их разнообразия с широким варьированием показателей - сумма осадков, среднесуточная температура воздуха, гидротермический коэффициент, а также по проявлению других неблагоприятных факторов. Сильная изменчивость погодных условий наблюдалась, как в течение вегетационного периода, так и по годам. В целом за 35-летний период, погодные условия продемонстрировали широкий спектр условий вегетации в регионе, характерный для засушливой зоны: благоприятные условия для яровой пшеницы складывались - в 1990, 1993, 1994, 1997, 2003, 2006, 2007, 2011, 2017 и 2022 годах (10 лет), когда осадков за май-август выпало более 200 мм; неблагоприятные - в 1991, 1992, 1995, 1996, 1998, 2002, 2005, 2009, 2010, 2014, 2016, 2018-2021, 2023 и 2024 годах (17 лет), когда осадков за сезон выпало менее 125 мм. Антирекорд был установлен в аномально засушливом и жарком 2010 году, с недобором осадков за условную вегетацию культуры более 100 мм от климатической нормы (163 мм).

Полевые опыты закладывались на первом и втором селекционном севооборотах Поволжского НИИСС – филиала СамНИЦ РАН. Технология возделывания культуры типичная для Самарской области, а основными предшественниками для опытных посевов были озимая пшеница и чистый пар.

Фенологические наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам Государственного испытания сортов сельскохозяйственных культур [М., 1985], методике полевого опыта [Доспехов, 1985], методических разработок ВИР по изучению коллекционных образцов, а также различных методических указаний ВИЗР по определению и учету развития и распространения болезней и вредителей. Учет поражения пшеницы бурой ржавчиной и мучнистой росой проводился согласно Международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L., а также по шкале Peterson R.F. et al. [1948], Гешеле Э.Э. [1978], а для определения иммунитета сортов пшеницы к бурой ржавчине пользовались шкалой Mains E.B., Jackson H.S. Оценку поражения растений корневыми гнилями проводили в баллах по усовершенствованной шкале Лесового М.П. и др. [1985]. Уборку селекционных

питомников и других опытных делянок проводили комбайном Sampo 130 – на делянках от 3 кв. м. и более, с последующим взвешиванием зерна на лабораторных весах после комбайна и после первичной очистки зерна с определением влажности зерна и приведением веса к стандартной (14%) влажности зерна. Делянки от 0,2 до 1,0 кв. м. убирали вручную в сноповый материал с последующим обмолотом на пучковой молотилке МПСУ-500 и взвешиванием зерна на лабораторных весах ВЛТК 500. В лабораторных условиях определяли элементы структуры урожая на 10 растениях коллекционного питомника (образцы ВИР) и 100 растениях конкурсного и малого сортоиспытания. Содержание белка (по методу Къельдаля), сырой клейковины, качество клейковины, физические и реологические свойства зерна и муки определяли в аналитической и технологической лабораториях Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН в соответствии с методикой Госсорткомиссии (М., 1985, часть вторая).

Фитоэкспертиза семян проводилась в лабораторных условиях по соответствующим методикам ВИЗР и ГОСТам. Методы учета патогенов и их вредоносности - по рекомендациям Кекало А.Ю и др. [2017]. Для закладки опытов по искусственному заражению, выделялись чистые культуры грибов, которые размножались на питательной среде в необходимом количестве. Концентрация суспензий спор грибов для заражения семян определялась с помощью камеры Горяева и микроскопа отраженного света Nikon Eclipse E200 при увеличении 40х–400х. Энергетическая и экономическая эффективность полевых агрофитоценозов рассчитана по разработкам Самарского ГАУ [Васин В.Г. и др., 2005].

Математическая обработка результатов исследований проведена автором на персональном компьютере с использованием прикладных программ: «Statistica», пакета селекционно-ориентированных программ «Agros 2.09», разработанного С.П. Мартыновым. Применялись – дисперсионный анализ однофакторного опыта, дисперсионный анализ бесповторного опыта с частыми стандартами, многофакторный дисперсионный анализ, корреляционный анализ (полный и матрица коэффициентов корреляции). Статистическая обработка данных выполнена автором самостоятельно. Графические изображения, линейные и полиномиальные тренды рассчитаны и воспроизведены с помощью Microsoft Office Excel, а при разработке Методики оценки агробиологической адаптированности генотипов использованы также возможности пакета «Анализ данных» офисной программы Microsoft Office Excel, позволяющий, в том числе производить и Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями.

3 Анализ и краткосрочный прогноз изменения климатических условий для адаптивной селекции пшеницы содержит подробный анализ погодно-климатических условий региона за 34-х летний период и сделанный краткосрочный прогноз изменения климатических условий на время создания новых форм для актуализации приоритетов в селекции культуры.

Анализ метеорологических данных с 1990 по 2023 гг., разбитый на три периода по 10 лет и четвертый – четыре года, очень информативно показывает существенные изменения условий вегетации яровой пшеницы относительно среднемноголетних значений, сложившихся к началу 1990 года - определенной

константы, используемой для расчета отклонений показателей последующих годов (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ среднесуточной температуры воздуха за 34-летний период по данным метеопоста Усть-Кинельский, 1990–2023 гг.

Показатель	Отклонение среднесуточной температуры воздуха от среднемноголетней нормы (значение, °С)* за период				
	май (14,1)	июнь (18,7)	июль (20,7)	август (18,9)	май-август (18,1)
Период 1990–1999 гг. (первое десятилетие)					
Интервал отклонений, °С	-3,0...4,0	-1,7...4,8	-3,0...2,9	-1,9...0,3	-1,5...2,4
Среднее отклонение за период, °С	0,55	1,44	0,17	-0,85	0,32
Количество отрицательных / положительных отклонений	5/5	4/6	5/5	8/2	5/5
Период 2000–2009 гг. (второе десятилетие)					
Интервал отклонений, °С	-3,9...4,1	-4,1...3,7	-2,0...2,6	-2,0...4,1	-0,9...1,4
Среднее отклонение за период, °С	0,58	0,15	0,77	0,79	0,58
Количество отрицательных / положительных отклонений	2/8	5/5	2/8	3/7	2/8
Период 2010–2019 гг. (третье десятилетие)					
Интервал отклонений, °С	-0,3...4,4	-2,2...4,6	-0,6...6,6	-0,9...5,9	0,1...5,1
Среднее отклонение за период, °С	2,72	1,52	2,10	2,36	2,20
Количество отрицательных / положительных отклонений	1/9	3/7	3/7	2/8	0/10
Период 2020—2023 гг. (4 года четвертого десятилетия)					
Интервал отклонений, °С	-3,0...6,7	-0,2...4,2	1,9...3,3	0,0...5,8	1,2...4,9
Среднее отклонение за период, °С	2,54	1,20	2,83	3,70	2,58
Количество отрицательных / положительных отклонений	1/3	1/3	0/4	0/4	0/4

* среднемноголетняя норма, сложившаяся к 1990 г. – началу исследуемого периода

Как показывают данные, в период 1990–1999 гг., первый месяц вегетации – май, был в среднем теплее среднемноголетних значений, сложившихся к 1990 году, на 0,55°С, с отклонениями по годам от -3,0 до 4,0°С. При этом количество лет с отрицательными и положительными отклонениями были равны (5/5). Аналогичная ситуация – в июне и июле, а в целом за вегетационный период (май-август) – среднее отклонение 0,32°С, с интервалом от -1,5°С (1994 г.) до 2,4°С (1998 г.). Как исключение выделяется август, в который большинство лет были более прохладными – восемь и только два – теплых (1996 и 1998 год).

Во второй период (2000–2009 гг.) наблюдается незначительное увеличение температурного фона за вегетацию – в среднем 0,58°С к среднемноголетней норме, сложившейся к 1990 году. При этом важно отметить существенное снижение по сравнению с предыдущим десятилетием количества лет с отрицательными отклонениями в мае и июле на 30%, а в августе – на 50. В целом за вегетацию наблюдается снижение количества лет с отрицательными отклонениями – с пяти лет в предыдущем, до двух – в анализируемом периоде.

Однако, третий (2010–2019 гг.) период, стал намного теплее и жарче предшествующих. Каждый год мая данного периода условно был теплее в среднем на $2,72^{\circ}\text{C}$, а два года четвертого периода (2020–2021 гг.) теплее – на $4,10^{\circ}\text{C}$, что вызывает определенную обеспокоенность. Анализируя в целом вегетационные периоды (май-август) третьего десятилетия, отмечается, что они имели только положительные отклонения. Такая же ситуация прослеживается и за четыре года четвертого периода, интервал отклонений от $1,2^{\circ}\text{C}$ (2020) до $4,9^{\circ}\text{C}$ (2021 год). Необходимо отметить, что отклонение среднесуточной температуры воздуха в сторону более низких значений за вегетационный период (ниже $18,1^{\circ}\text{C}$) наблюдалось в регионе в последний раз в 2003 году ($-0,3^{\circ}\text{C}$), то есть более 20 лет назад. Потепление в регионе идет высокими темпами: за первое десятилетие имеем плюс $0,32^{\circ}\text{C}$, второе – $0,57$, третье – $2,20$ и четыре года четвертого десятилетия – уже $2,58^{\circ}\text{C}$ к уровню 1990 года. Наблюдаемое повышение среднесуточной температуры воздуха, на данном этапе, не является критическим для развития большинства зерновых культур только при одном условии – хорошее влагообеспечение вегетационного периода.

Поэтому не менее ценным является анализ количества осадков по месяцам и за вегетационный период в условиях нарастания общего температурного фона по годам. Анализируя количество выпавших осадков, необходимо отметить:

- в первый период (1990–1999 гг.) в среднем за все месяцы наблюдается увеличение количества осадков по месяцам: от 0,5 до 14,3 мм, а за условную вегетацию имеем дополнительно 16,6 мм, при фактическом разбросе по годам – от минус 74,3 мм (1998 г.) до плюс 162,0 мм к среднемноголетней норме (163 мм), то есть в 1990 г. за май-август выпала почти двойная норма осадков равная 325 мм;

- во втором десятилетии, на фоне дальнейшего повышения среднесуточной температуры воздуха за вегетацию ($0,58^{\circ}\text{C}$), отмечается небольшой недобор осадков в течение двух месяцев: в мае на 2,2 мм (6,5%) и в августе – на 10,1 мм (23%). В целом, десятилетие выделяется тем, что вегетация растений яровых зерновых проходила все же при незначительном превышении осадков на 13,95 мм (8,6%) к среднемноголетним значениям, сложившимся к началу 1990 года;

- третий период (2010–2019 гг.), на фоне существенного повышения температуры за вегетацию ($2,20^{\circ}\text{C}$), особо выделяется и недобором осадков: за июль – 13,03 мм (-27,7%) и август – 10,14 мм (-23,0%), до почти близких к норме – в мае минус 1,31 мм и в июне – плюс 1,40 мм. Средние данные четырех лет текущего периода свидетельствуют уже о более резких изменениях условий – увеличения среднесуточной температуры воздуха на $2,58^{\circ}\text{C}$ и снижение количества осадков за вегетацию на 32,2 мм (-19,8%).

Таким образом, отмечаем существенное снижение количества осадков за вегетацию яровых зерновых культур в течение исследуемого периода. Если в первом десятилетии максимальное превышение осадков за вегетацию от среднемноголетней нормы составило в 1990 г. 162 мм (99,4%), во втором (2006 г.) – 106,0 мм (65,0%), в третьем (2017 г.) – всего 60,9 мм (37,4%) и за неполное четвертое десятилетие имеем только один год (2022) и то с самым маленьким отклонением – 11,9 мм (7,3% к норме 1990 г.). Следовательно, благоприятные по

осадкам мая и летних месяцев года суммарно потеряли с 1990 по 2017 год более 100 мм осадков за вегетацию ранних зерновых и это на фоне существенного повышения температуры воздуха, на что необходимо обратить пристальное внимание в адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы.

В исследованиях нельзя обойти вниманием и гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК). За исследуемый период прослеживается явный тренд на снижение показателя по изучаемым месяцам и за вегетацию. Условия первых двух десятилетий места проведения исследований характеризуются по показателю как засушливая зона (ГТК = 0,82 и 0,78 единиц – средние значения соответственно за 1990–1999 и 2000–2009 гг.). Условия гидротермического увлажнения последних 14 лет – это уже переход в зону сухого земледелия (ГТК = 0,58 – за 2010–2019 гг. и в среднем за четыре последних года имеем – 0,52). Необходимо отметить, что значения ГТК менее 0,10 (условия пустыни) в данной местности за исследуемый период наблюдались периодически во все месяцы: май 1995 года ГТК = 0,03, июнь 2015 г. – 0,01, июль 2010 – 0,02 и 2014 – 0,09 и далее август 1997 – 0,01; 2016 – 0,04; 2017 – 0,02 и 2021 года – 0,01. Особо негативные условия для развития культуры складываются в годы, когда наблюдаются низкие значения ГТК в течение двух или даже трех месяцев подряд.

С учетом негативных тенденций, в стратегии развития адаптивной селекции важное место должно быть уделено краткосрочному прогнозу изменения условий на период, равный хотя бы продолжительности времени создания сорта. Это позволит селекционеру иметь четкие представления – в каких условиях будет произрастать будущий сорт, создаваемый сегодня. Массив метеоданных позволяет построить графики и рассчитать тренд изменения погодных условий по месяцам и в целом за вегетацию культуры. Графики отклонения среднесуточной температуры воздуха и осадков от среднесуточных данных, сложившихся к 1990 году, отчетливо демонстрируют восходящий линейный тренд изменения среднесуточной температуры воздуха за 34-х летний период (рисунок 1) и нисходящий – по сумме осадков, как по месяцам, так и в целом за вегетацию.

Для определения прогноза изменения среднесуточной температуры воздуха к 2030 году, воспользуемся уравнением линейного тренда, который предполагает оптимистический сценарий изменения погоды для региона, так как более резкие изменения последнего десятилетия сглажены значениями двух предыдущих:

$$Y_t = 0,094x - 0,224 = 0,094 \times (34 + 7) - 0,224 = +3,63 (^{\circ}\text{C}),$$

где Y_t – прогнозный уровень отклонения величины показателя;

x – продолжительность периода (34 – анализируемый период 1990–2023 и 7 лет – прогнозный интервал с 2024 по 2030 год).

Согласно расчетам, среднесуточная температура воздуха **мая** в регионе к 2030 году составит в среднем **17,73°C** (14,1 + 3,63). Необходимо отметить, что 1990 год, характеризовался обилием осадков и пониженной температурой воздуха и фактическое значение в мае составило **12,90°C**.

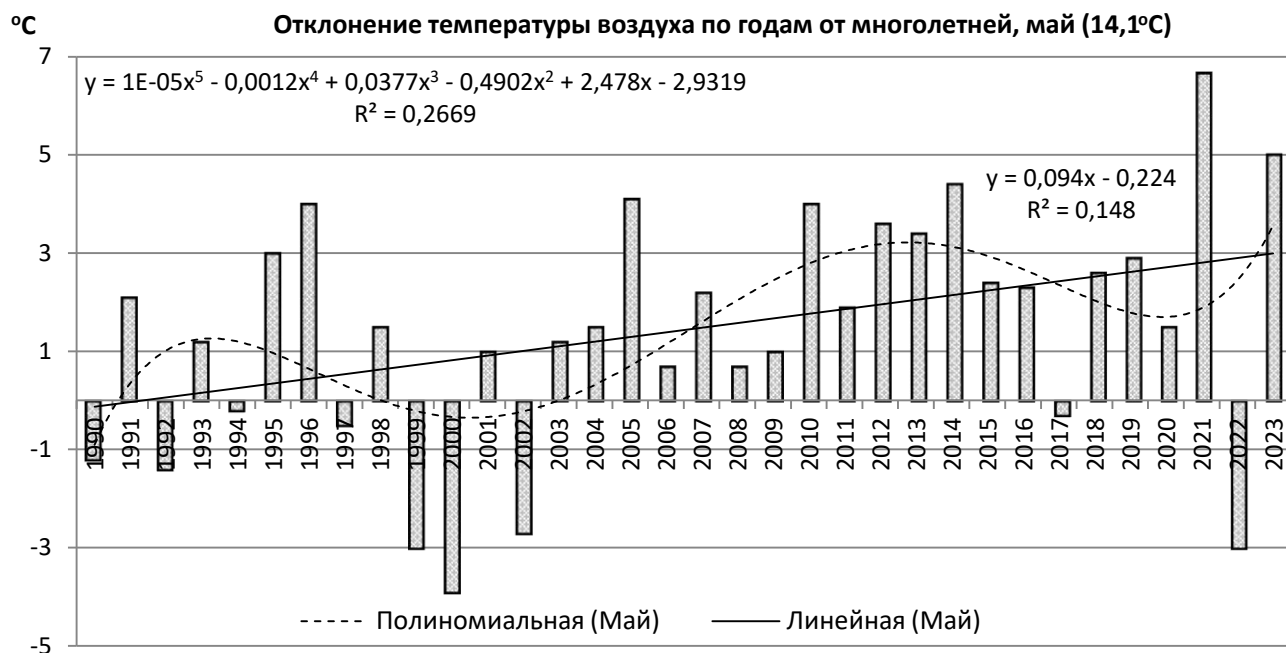


Рисунок 1 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха мая от среднемноголетних (14,1°C) данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд

Однако по уравнению линейной регрессии для первого года изучаемого периода получаем отклонение от нормы: $Y_t = 0,094 \times 1 - 0,224 = -0,13$ (°C) и соответственно расчетное – **13,97** (= 14,10 - 0,13), которое выше фактического значения на 1,07°C. Это вполне закономерная контрастность условий по годам, присущая континентальному климату региона. Данный факт свидетельствует о том, что в разрезе конкретного года фактические и расчетные данные могут иметь расхождения. Однако рассматривая погодные условия в среднем за 5 лет (1990–1994 гг.) получаются очень близкие значения:

- фактические данные $((12,90+16,20+12,70+15,30+13,90) / 5) = 14,20$ (°C);
- расчетные данные $((13,97+14,06+14,16+14,25+14,79) / 5) = 14,25$ (°C),

что свидетельствует о высокой достоверности данных за пятилетний период.

Количество осадков в **мае** к 2030 году в среднем по годам изменится на величину: $Y_{pr} = -0,519 \times (33+7) + 12,20 = -9,08$ (мм) и составит **23,92 мм** (= 33,00 - 9,08), что ниже климатической нормы 1990 г. на 27,5%. Менее критичная ситуация прогнозируется в **июне**: температура воздуха по расчетам к 2030 году составит в среднем **20,15°C** (+1,45°C к уровню 1990 г.), а по осадкам сохранится на уровне плюс 2,07 мм и суммарное их количество составит – **41,07 мм** (106,3% к 1990 году). Данные прогнозы необходимо учитывать в селекционной программе на ближайшую перспективу, так как повышение температуры в мае более чем на 3,6°C приведет к некоторому сокращению сроков появления всходов (I этап органогенеза), продолжительности фазы третьего листа (II этап) и кущения яровой пшеницы (III этап). Наиболее уязвимой фазой для развития культуры в данном случае является продолжительность фазы кущения, которая в наших условиях составляет в среднем 14–16 суток, позволяющая закладывать крупный колос с 15–17 колосками. Аномально жаркие условия мая 2010 года (плюс 4,0°C к уровню 1990

и в июне – плюс 4,3°C) позволили растениям сформировать маленький колос с 5–7 колосками и привели к существенному сокращению периода всходы-колошение.

В июле будем наблюдать более высокий рост темпа отклонений температуры воздуха и по расчетам к 2030 году ожидается повышение до 23,71°C (на 3,01°C), а осадки – демонстрируют умеренный тренд снижения ($y = -0,351x + 1,434$) до 34,04 мм (минус 12,96 к уровню 1990 г.). Наиболее сильные контрасты по температуре и сумме осадков ожидаются в августе месяце. До 2007 года температурные условия последнего летнего месяца имели по годам небольшие различия и в большинстве случаев в сторону более прохладных условий. Однако с 2007 года отмечается резкий рост температуры воздуха в **августе** более чем на 3,0–5,0°C и согласно расчетам, средняя температура воздуха к концу десятилетия повысится и составит в среднем около 23,66°C, что на 4,76°C выше среднемноголетних значений, сложившихся к 1990 году и при этом сумма осадков сократится на 29,19 мм и составит по годам в среднем за август всего 14,81 мм. Для яровых зерновых это практически не окажет существенного влияния на формирование урожайности, так как уборка в прогнозируемых условиях повышения температуры воздуха сдвинется на начало августа или конец июля, как это и происходит в жаркие годы.

В целом погодные условия в период вегетации ранних зерновых изменятся к 2030 году следующим образом: среднесуточная температура воздуха продолжит повышаться, а амплитуда колебаний по годам увеличится и если в первом десятилетии она варьировала по годам от минус 1,5 до плюс 2,4°C – суммарно 3,9°C, то в третьем десятилетии – 5,0°C от плюс 0,1 до плюс 5,1 (рисунок 2).

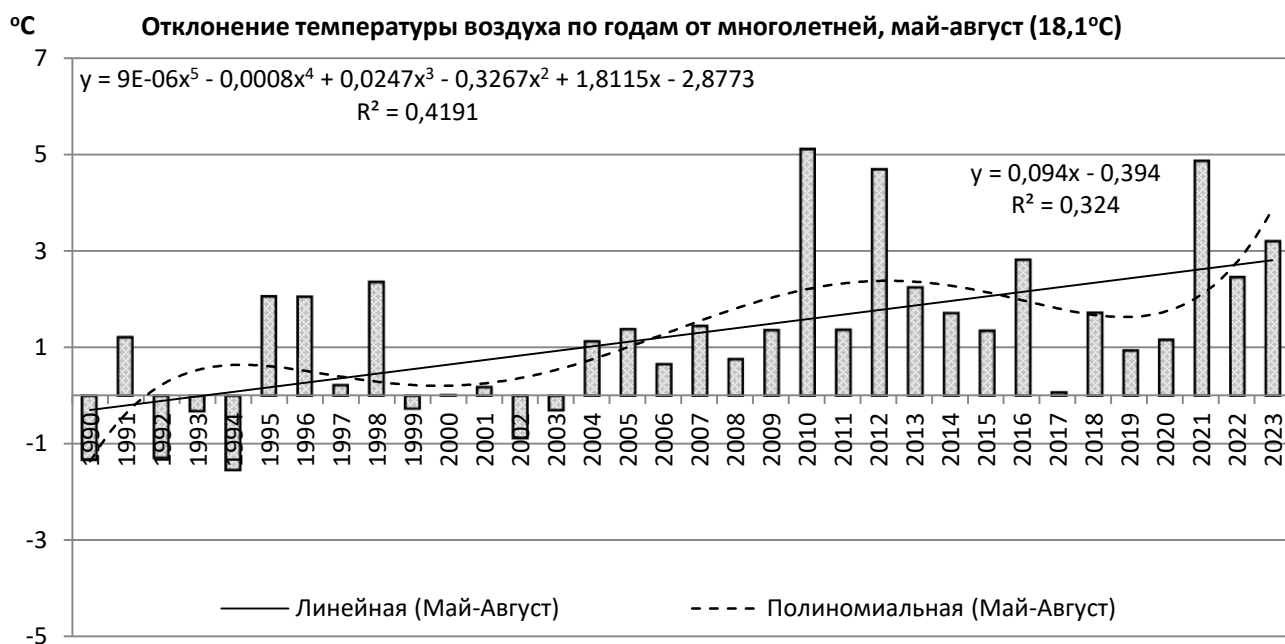


Рисунок 2 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха за май-август от среднемноголетних (18,1°C) данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд

Согласно расчетам, температура воздуха за **май-август** к 2030 году составит в среднем по годам 21,56°C (+3,46°C к уровню 1990 г.). При этом будем наблюдать значительные колебания по годам в сторону высоких показателей среднесуточной

температуры воздуха, а более низкие значения будут только близки к многолетним данным. Таким образом, в предстоящие годы ожидается в ряде лет, повышение температуры воздуха за вегетацию свыше 24,0°C, что будет несколько выше аномально жаркого 2010 (23,2°C) и 2021 (23,0°C) годов и вполне вероятно (полиномиальный тренд), что эта отметка будет достигнута уже в ближайшие годы.

По количеству выпавших осадков видно уменьшение их пиковых значений с 325,0 мм в 1990 до 223,9 мм в 2017 году (рисунок 3).

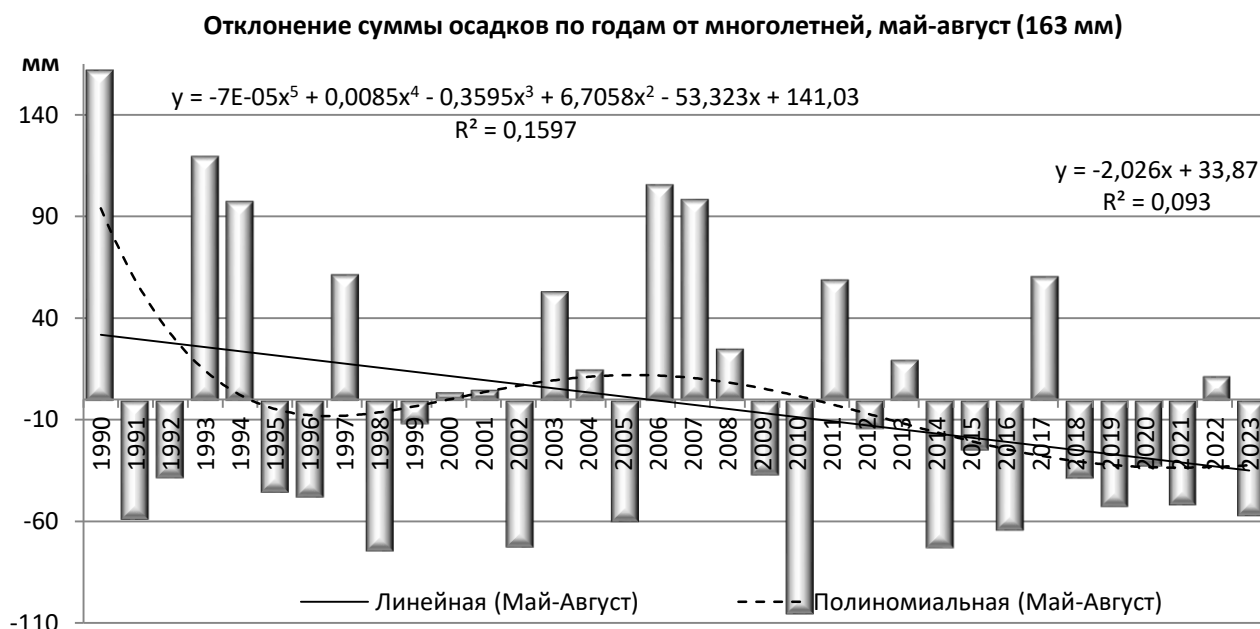


Рисунок 3 – График отклонения суммы осадков за май-август от многолетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд

Количество выпавших за **май-август** осадков к 2030 г. в регионе сократится до **113,8 мм** (-49,2 мм к значениям 1990 года). Таким образом, за 41-летний период – с 1990 по 2030 годы, Самарская область «потеряет» треть атмосферных осадков за май-август. За последнее исследуемое десятилетие (2010–2019 гг.) имеем в среднем 139,9 мм, что на 23,1 мм ниже среднемноголетних значений на начало 1990 года, а за четыре последних года – 130,8 мм, что ниже нормы уже на 32,2 мм.

Анализ погодных условий, сложившихся за последние тридцать четыре года, и основанный на них расчет прогнозных значений метеорологических показателей Самарского региона до 2030 года, свидетельствует о вероятности высоких темпов дальнейшего негативного изменения условий увлажнения и температурного фона во время вегетации яровых культур. Поэтому, необходимо сделать особый акцент на том, что, несмотря на высокие адаптационные возможности культурных растений, которые они демонстрировали в ходе длительного эволюционного процесса, спад продуктивности в условиях глобального и более быстрого за последние годы потепления климата по некоторым сельскохозяйственным культурам в регионе вполне возможен. Несколько смягчить данное воздействие на основных площадях богарного земледелия можно в первую очередь целенаправленной и ускоренной селекционной работой, направленной на минимизацию потерь от прогнозируемых абиотических стрессовых факторов.

4 Селекция на адаптивность к меняющимся неблагоприятным абиотическим факторам внешней среды. Созданию засухо- и жаростойких форм селекционеры всегда уделяли пристальное внимание. Однако, потребность в сортах интенсивного типа приводила к тому, что приоритеты в программах скрещиваний и при подборе родительских пар, отводились генотипам с высокой потенциальной продуктивностью. Сегодня возникает необходимость ускорения процесса адаптации растений к предстоящим изменениям погодных условий, связанных с более высокими темпами глобального потепления, с сохранением у новых сортов высокого потенциала продуктивности, и этой проблеме необходимо уделять пристальное внимание.

Для создания новых форм яровых зерновых культур, в первую очередь необходимо всестороннее изучение генетических источников, а также влияние факторов внешней среды и генотипа (*Vrn* и *Ppd*-генов) на формирование продолжительности этапов вегетационного периода и продуктивности яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. Изучениями образцов коллекции установлено, что между продуктивностью и продолжительностью периода всходы-колошение (ПВК) имеется нелинейная зависимость: $Y = a_1X^3 + a_2X^2 + a_3X + b$. Графики и расчеты показали, что даже в благоприятный год, не происходило существенного снижения продуктивности при сокращении ПВК до уровня скороспелого стандарта. Однако более сильное сокращение данного периода, – на 5–6 суток, приводило в аналогичных условиях к снижению продуктивности уже на 17% и более. В условиях летней засухи 1997 г. скороспелые (ПВК – 35 суток) сорта теоретически снизили продуктивность в среднем на 2,2%, относительно среднеспелых стандартов с продолжительностью ПВК на уровне 38–39 суток.

В условиях засушливого (2019; 2020 гг.) и острозасушливого (2021 г.) вегетационного периода отмечалось широкое варьирование продолжительности ПВК и урожайности 330 образцов коллекции (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика исследуемых образцов по продолжительности периода всходы-колошение и урожайности зерна

Признак	Год	Скороспелые			Среднеспелые			Позднеспелые		
		min	max	средняя	min	max	средняя	min	max	средняя
ПВК, суток	2019	35,0	39,0	36,5	36,0	44,0	40,6	41,0	50,0	44,3
	2020	37,0	42,0	38,7	40,0	48,0	44,1	46,0	52,0	49,1
	2021	31,0	36,0	33,4	34,0	41,0	37,1	38,0	42,0	40,3
	средняя	34,3	39,0	36,2	36,7	44,3	40,6	41,7	48,0	44,6
Урожайность, г/м ²	2019	174,0	388,0	268,1	116,0	554,0	300,2	126,0	534,0	292,5
	2020	237,0	554,0	396,7	213,0	619,0	400,7	246,0	515,0	381,0
	2021	100,0	347,0	212,8	102,0	365,0	203,1	102,0	252,0	175,1
	средняя	170,3	429,7	292,5	143,7	512,7	301,3	158,0	433,7	282,9

В среднем за три года исследований, наиболее продуктивными оказались образцы с продолжительностью ПВК равного 39 суткам (для уравнения $x = 6$), что обеспечило получение максимальной расчетной урожайности в 315,8 г/м², а с учетом НСР₀₅ = 10,1 г/м² в интервале 305,7–325,9 г/м² (рисунок 4).

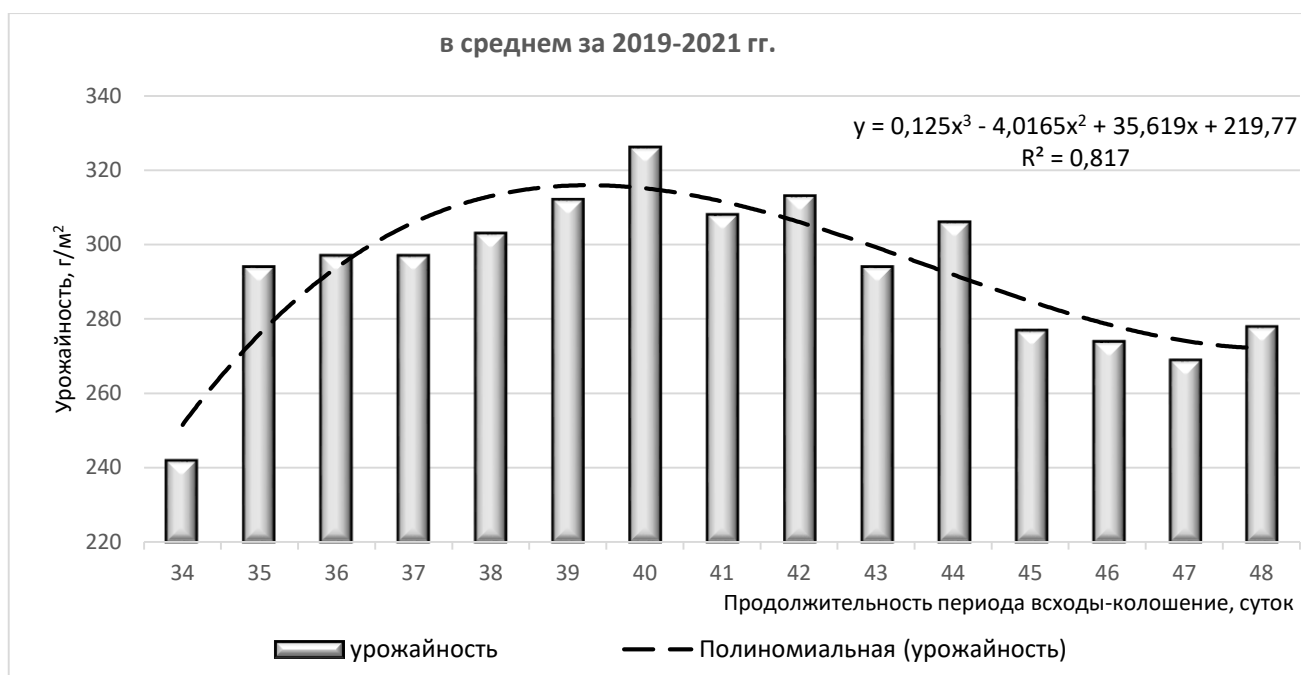


Рисунок 4 – Зависимость продуктивности образцов яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы-колошение, среднее за 2019–2021 гг.

Согласно полиномиальной линии, продуктивность свыше 305,7 г/м² обеспечивали образцы с продолжительностью ПВК от 37 до 42 суток. Однако, не исключено наличие образцов за пределами интервала с более высокой продуктивностью. При этом в жарких и засушливых условиях, оптимальная продолжительность периода сокращается до 33–37 суток, а в более прохладных условиях – составляет от 38 до 42 суток.

Влияние генетической системы *Vrn* на продолжительность ПВК изучалось на изогенных линиях сорта Triple Dirk, которые показывают, что максимальные различия в колошении у изогенных линий составили в пределах 8–9 суток, а в условиях жаркого и засушливого 1995 года – всего 3 суток (таблица 3).

Таблица 3 – Продолжительность периода всходы-колошение изогенных по *Vrn*-генам линий сорта Triple Dirk, суток

Изогенная линия Triple Dirk с геном	По годам исследований					Средняя	Lim*
	1993	1994	1995	1996	1997		
<i>Vrn 1</i>	52	49	43	43	38	45,0	14
<i>Vrn 2</i>	54	53	45	45	40	47,4	14
<i>Vrn 3</i>	50	52	42	44	39	45,4	13
<i>Vrn 1, 2</i>	47	48	42	38	34	41,8	14
<i>Vrn 1, 3</i>	46	45	42	37	33	40,6	13
<i>Vrn 1, 2, 3</i>	48	44	42	39	34	41,4	14
Lim*	8	9	3	8	7		

* – разность между максимальным и минимальным значением изучаемого признака;
– НСР₀₅ = 0,9 суток.

За годы изучения наиболее скороспелой была изогенная линия с двумя доминантными генами *Vrn 1* и 3, которая за пять лет исследований колосилась в среднем через 40,6 суток с момента появления всходов, причем, различия в

колошении данного генотипа от условий года за время исследований составили 13 суток. Наиболее позднеспелой была линия с геном *Vrn 2*, которая выколосилась в среднем через 47,4 суток, что на 6,8 – позже скороспелой линии. В условиях весенне-летней засухи 1995 года колошение данной линии наступило всего лишь на 3 суток позже скороспелых форм. Также следует отметить, что в условиях повышенных температур действие *Vrn*-генов существенно нивелировалось.

Влияние генетической системы *Ppd*, отвечающей за фотопериодическую реакцию генотипа на продолжительность ПВК, изучалось на четырех саратовских сортах и их *Ppd*-аналогах, созданных с участием сорта Sonora 64 (*Ppd-B1*). Максимальные различия в колошении между сортами и их *Ppd*-аналогами составляли: 7 суток – в условиях 1993 и 1994 гг., 5 суток – в 1995, 1996 гг. и 4 суток – в условиях 1997 г. Следует отметить, что *Ppd*-аналоги более позднеспелых сортов Саратовская 29 и Саратовская 55 колосились в среднем на 3,6–5,6 суток раньше сорта реципиента, тогда как у скороспелых сортов Саратовская 56 и Саратовская 42 колошение *Ppd*-аналогов отмечено практически одновременно с исходной формой (таблица 4).

Таблица 4 – Продолжительность периода всходы-колошение сортов яровой мягкой пшеницы и их *Ppd*-аналогов, суток

Сорт и его <i>Ppd</i> -аналог (ск. *)	По годам исследований					Средняя	Lim**
	1993	1994	1995	1996	1997		
Саратовская 29	52	51	46	42	37	45,6	15
Саратовская 29 ск.939	46	46	43	41	34	42,0	12
Саратовская 29 ск.942	45	44	41	37	33	40,0	12
Саратовская 42	47	47	43	38	34	41,8	13
Саратовская 42 ск.946	47	45	45	40	34	42,2	13
Саратовская 42 ск.947	47	44	46	39	35	42,2	12
Саратовская 55	51	46	45	40	36	43,6	15
Саратовская 55 ск.954	47	42	41	35	33	39,6	14
Саратовская 55 ск.956	47	43	41	35	33	39,8	14
Саратовская 56	46	44	41	37	34	40,4	12
Саратовская 56 ск.962	47	44	43	41	34	41,8	13
Саратовская 56 ск.965	45	44	41	34	30	38,8	15

НСР₀₅ = 0,9 суток;

* – скороспелый аналог сорта;

** – разность между максимальным и минимальным значением изучаемого признака

Таким образом, у изученных в условиях Среднего Поволжья образцов яровой пшеницы, на продолжительность периода всходы-колошение оказывали влияние: генетическая система типа развития *Vrn*, контролирующая различия в скорости колошения в пределах 3–9 суток, генетическая система *Ppd* – до 7 суток. Различные сочетания генетических систем *Vrn*, *Ppd* и других факторов контролировали эти различия от 13 до 21 суток в зависимости от условий года и такое разнообразие дает возможность синтезировать сорта с оптимальной продолжительностью ПВК к прогнозируемым климатическим условиям. При этом необходимо учитывать, что наиболее скороспелыми являются формы с двумя доминантными генами *Vrn-1* и *Vrn-3*, а наиболее позднеспелыми – с генами *Vrn-2*. Анализ исследований типа

развития и каталоги сортов, свидетельствуют о том, что в условиях Среднего Поволжья наиболее распространенными являются сорта с генами *Vrn-1* (*Vrn-A1*) и это необходимо учитывать в селекционном процессе.

В условиях дальнейшего повышения температуры воздуха за вегетацию, будем наблюдать некоторое сокращение продолжительности этапов органогенеза растений. В этом плане ценными будут образцы с минимальным откликом на стресс резким сокращением продолжительности вегетативной фазы, и особенно той части, которая отвечает за формирование колосовых бугорков и цветков в колосках (IV–V этап по Куперман). Следовательно, с учетом наличия в сортах гена *Vrn-1*, коррекцию продолжительности периода всходы-колошение целесообразно будет осуществлять, как с использованием доминантных генов *Vrn-3* и *Vrn-2*, так и с учетом доминантных генов *Ppd* (различных его аллелей), имеющих различный вклад в формирование признака.

Определенный научный и практический интерес для селекции имеет выявление корреляционных связей между параметрами структуры урожая яровой пшеницы и продолжительностью ПВК в регионе (таблица 5).

Таблица 5 – Корреляционная зависимость элементов продуктивности яровой пшеницы от продолжительности ПВК, 1991–1996 гг.

Признак	Коэффициент корреляции (r) по годам					
	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Масса 1000 зерен	0,36	-0,24	0,19	0,34	0,30	-0,16
Масса зерна колоса	0,30	0,01	0,53	0,55	0,44	0,23
Масса зерна растения	0,19	-0,06	0,61	0,50	0,41	0,16
Число зерен колоса	0,15	0,03	0,53	0,55	0,34	0,38
Число зерен растения	0,07	0,15	0,62	0,46	0,35	0,26

– коэффициент корреляции статистически значим при $|r| \geq 0,21$ на 5%, $|r| \geq 0,27$ – 1%

Исследования показали, что зависимость основных элементов продуктивности от продолжительности ПВК характеризуется связями от слабой до средней. Корреляционная зависимость массы зерна с растения от изучаемого признака составила в разные годы от -0,06 до 0,61. Следует отметить, что более высокая зависимость (0,50–0,61) отмечалась в годы с достаточным увлажнением и несколько меньшей ($r = 0,41$) она была в условиях устойчивой засухи. В годы же с весенне-летней или летней засухой зависимость признака была очень слабой – от минус 0,06 до плюс 0,19. Аналогичная зависимость от изучаемого признака отмечена и по отношению к массе зерна с главного колоса. Влияние продолжительности периода всходы-колошение на натуру зерна была слабой – от минус 0,24 (при засухе) до плюс 0,36 (во влажный год). Таким образом, в исследованиях все элементы продуктивности имели слабую или среднюю корреляционную зависимость от продолжительности периода всходы-колошение. Причем средняя зависимость отмечена только в благоприятные для развития яровой пшеницы годы, что указывает на возможность создания для прогнозных условий Среднего Поволжья, в том числе и более скороспелых форм с несколько укороченным ПВК и высокой стабильной продуктивностью.

Продолжительность периода колошение-созревание показывает высокую вариабельность в зависимости от температуры, осадков, суховейных явлений и других факторов. Наиболее короткая продолжительность, равная 33 суткам, отмечалась при установлении после колошения высокой среднесуточной температуры воздуха – более 22,0°C, а самый продолжительный – 49 суток, при среднесуточной температуре воздуха равном 17,8°C и сумме осадков за период 109,7 мм. Сумма среднесуточных температур, необходимая для созревания с момента колошения составила в среднем 871,4°C. Корреляционная зависимость продолжительности периода колошение-созревание составила от: среднесуточной температуры воздуха $r = -0,97$ и суммы осадков – $r = 0,91$.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что продолжительность вегетационного периода и ее отдельных этапов имеют важное значение для адаптации растений к изменениям климата. Отмечается высокая зависимость продолжительности вегетации растений от вегетативной фазы, контролируемой генетическими системами *Vrn* и *Ppd*, позволяющие создавать разнообразие сортов, адаптированных к конкретным климатическим условиям и изменениям климата.

Исходный материал и селекция на адаптивность к изменениям абиотических факторов внешней среды. Несмотря на достигнутые успехи в селекции сортов, приспособленных к реалиям сегодняшнего дня, для своевременного создания адаптированных к более жестким прогнозным условиям сортов яровых культур, данных усилий может оказаться недостаточно. Поэтому для региона необходимо провести целенаправленный подбор родительских форм с учетом предстоящих изменений погодно-климатических условий. В новых реалиях глобального и резкого изменения климата, наиболее важным для селекционера должно стать не само разнообразие коллекционного материала, а разнообразие откликов генотипов на предстоящие изменения условий вегетации. Поэтому для ускоренного выделения ценных генотипов к прогнозируемым условиям изменения климата необходимы – определенный инструментарий, всесторонний анализ имеющегося генетического материала и пересмотр их оценки в условиях уже прошедших сравнительно жарких и засушливых лет, в которых гидротермический коэффициент имел наиболее близкие значения к ожидаемым параметрам (0,40 и ниже) к концу текущего (до 2030 г.) десятилетия.

Изучая влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы, а также – влияние продолжительности вегетационного периода на продуктивность сортов разных групп спелости, необходимо отметить, что и внутри схожих групп сортов по времени колошения, отмечается специфическая реакция сортов на изменения условий, влияющая на продуктивность определенного генотипа.

Изучения 36 сортов яровой пшеницы конкурсного испытания в течение пяти лет (2014–2018 гг.), в резко контрастных условиях вегетационных периодов, показали широкое разнообразие откликов генотипов на меняющиеся условия среды. Анализ специфической реакции сортов на абиотические факторы свидетельствует о том, что и коммерческие сорта по-разному реагируют на складывающиеся погодные условия вегетационного периода (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания, т/га

Сорт (год включения в Госреестр)	По годам исследований					Средняя	Lim max-min
	2014	2015	2016	2017	2018		
Кинельская 59, (1995)	2,26	1,76	1,99	3,03	2,27	2,26	1,27
Кинельская 60, (1998)	2,48	1,87	2,04	2,63	2,46	2,30	0,76
Кинельская 61, (2005)	2,13	1,80	2,08	2,66	2,44	2,22	0,86
Кинельская нива, (2007)	2,65	2,11	2,10	3,65	2,80	2,66	1,55
Кинельская отрада, (2009)	2,32	1,99	1,87	3,13	2,48	2,36	1,26
Кинельская 2010, (2015)	2,39	2,08	2,09	3,65	2,95	2,63	1,57
Кинельская юбилейная, (2016)	2,56	2,18	2,20	4,10	2,83	2,77	1,92
В среднем по 36 сортам	2,47	2,06	2,05	3,41	2,79	2,56	1,36
НСР ₀₅	0,11	0,08	0,11	0,18	0,12		

Существенные различия видны в благоприятный 2017 год, когда наиболее продуктивный сорт Кинельская юбилейная, превысил по урожайности сорт Кинельская 60 на 1,47 т/га, заняв по продуктивности первое место среди включенных в Государственный реестр сортов института. В то же время погодные условия вегетации по годам внесли свои корректировки в рейтинг сортов: Кинельская юбилейная, сохранив лидерство по урожайности и в неблагоприятных условиях, в средние по метеоусловиям годы уступила лидерство – в 2014 году сорту Кинельская нива на 0,09 т/га и в 2018 г. сорту Кинельская 2010 – на 0,12 т/га. Анализируя данные, необходимо также отметить существенное увеличение (на 23%) средней продуктивности современных сортов в сравнении с сортами, включенными в Госреестр более 20 лет назад.

Несколько отрицательной стороной селекционного прогресса является усиление зависимости новых сортов от погодных флуктуаций и, с учетом этого, проанализирована зависимость урожайности 36 образцов конкурсного испытания от этого фактора. В таблице 7 приведены данные по районированным сортам.

Таблица 7 – Корреляционная зависимость урожайности зерна сортов яровой пшеницы от погодных условий вегетационного периода, 2014–2018 гг.

Сорт	Среднесуточная температура воздуха, °С				Осадки, мм				ГТК			
	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август
Кинельская 59	0,64	0,91	0,02	0,18	0,70	0,96	0,61	0,50	0,75	0,96	0,64	0,55
Кинельская 60	0,22	0,92	0,11	0,15	0,29	0,76	0,67	0,16	0,35	0,74	-0,73	-0,26
Кинельская 61	-0,58	-0,95	0,36	0,22	0,50	0,79	-0,39	-0,56	0,56	0,79	-0,46	0,62
Кинельская нива	-0,61	-0,86	-0,04	-0,01	0,68	0,93	-0,53	-0,38	0,73	0,93	-0,55	-0,42
Кинельская отрада	-0,63	-0,81	-0,06	-0,10	0,70	0,91	-0,48	-0,35	0,74	0,92	-0,49	-0,38
Кинельская 2010	-0,65	-0,79	0,07	-0,14	0,65	0,85	-0,34	-0,38	0,71	0,85	-0,37	-0,40
Кинельская юбилейная	-0,74	-0,82	-0,05	0,01	0,79	0,95	-0,46	-0,50	0,84	0,96	-0,48	-0,53
Среднее по 36 сортам	-0,53	-0,85	0,06	-0,04	0,64	0,88	-0,44	-0,23	0,70	0,89	-0,47	-0,24

Высокая зависимость урожайности зерна наблюдается от погодных условий июня: температуры воздуха – $r = -0,85$, осадков – $r = 0,88$ и ГТК – $r = 0,89$. Это свидетельствует, что в условиях Самарской области наиболее чувствительными являются этапы вегетативной фазы, связанные с закладкой колосков в колосе и цветков в колоске. Высокая температура в этот период приводит к формированию мелкого и малоозерненного колоса. Рассматривая реакцию генотипа, отмечаем, что корреляционная зависимость урожайности отдельного сорта от температуры воздуха составляет от $-0,56$ до $-0,87$, от суммы осадков – $0,42$ – $0,88$ и от ГТК – $0,45$ – $0,89$. Определенный прогресс в селекции адаптивных сортов достигнут уже сегодня и на это указывает увеличение средней урожайности и снижение зависимости урожайности новых сортов от высоких температур июня – по сорту Кинельская 2010 получена зависимость $-0,79$, Кинельская юбилейная $-0,82$, что существенно ниже зависимости сортов ранней селекции – Кинельская 59 $r = -0,91$ и Кинельская 61 $r = -0,95$. В то же время отмечаем, что сорт Кинельская юбилейная показал зависимость урожайности от осадков июня и мая равную соответственно $r = 0,95$ и $r = 0,79$, что на фоне более раннего сорта Кинельская 60 ($r = 0,76$ и $r = 0,29$) является хорошим показателем для нового сорта. И это важный момент для селекционной практики в плане создания адаптивных к засушливым условиям сортов, в том числе с высокой отзывчивостью на повышение продуктивности в условиях даже незначительного выпадения осадков.

В условиях Среднего Поволжья сильное положительное влияние на уровень урожайности сортов яровой пшеницы оказывает сумма осадков за июнь и меньше за май, при этом современные сорта более отзывчивы на количество осадков за эти месяцы и менее зависимы от повышения среднесуточной температуры воздуха за данный период. Следовательно, для повышения урожайности и стабильности сборов зерна яровой пшеницы в регионе необходимо и дальше обеспечивать сортам более высокий отклик на благоприятные условия и минимальный – на стрессовые факторы агроклиматических условий.

5 Селекция на адаптивность к неблагоприятным биотическим факторам внешней среды. Среди мер защиты растений предпочтительным является введение в культуру устойчивых или полностью иммунных сортов, при этом в селекции часто встает вопрос приоритета использования определенного вида устойчивости. Вертикальная – дает генотипу защиту на 3–5 лет и может привести к возникновению более агрессивных рас патогена, и к полной гибели посевов. В связи с этим, в селекции на адаптивность, основное внимание предлагается обращать на горизонтальную устойчивость, на толерантные формы и формы с большей полевой выносливостью. Как вариант – необходимость разумного сочетания вертикальной (при наличии эффективных генов) и горизонтальной устойчивости. Селекционная работа путем отбора устойчивых гибридных форм, не зависимо от типа устойчивости, также является важным направлением в селекции и, независимо от выбранного приоритета, для повышения эффективности работ на устойчивость к различным патогенам, необходимо изучение генетических источников, доноров и самого патогена.

В начале 90-х годов 20 века отмечали, что в Среднем Поволжье наибольший ущерб урожаю и качеству зерна яровой пшеницы наносят в разные годы: бурая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, внутристеблевые вредители и клоп вредная черепашка. Химические обработки при этом не всегда окупались из-за низкой урожайности. Поэтому важным моментом здесь являлось создание иммунных и толерантных сортов, позволяющих частично избежать применения ядохимикатов и получать экологически чистую продукцию. В настоящее время, учитывая интенсивное развитие органического земледелия и изменение климатических условий в сторону сухого земледелия, актуальность направления возрастает и важнейшей задачей на ближайшие годы остается изучение коллекции пшениц в конкретных условиях, и выявление источников и доноров устойчивости и толерантности к основным возбудителям болезней и вредителей.

Анализ селекции яровой пшеницы в Поволжском НИИСС, выполненный автором с 1986 по 1989 годы, показал, что основной материал подвержен поражению листовыми болезнями. Сорт Кинельская 59 (соавторство), включенный в Госреестр селекционных достижений с 1995 года, в результате широкого внедрения в производство, быстро потерял устойчивость. С учетом выявленных проблем, были поставлены задачи, по созданию признаковых коллекций сортов, устойчивых к различным болезням. С 1990 по 1996 годы провели оценку образцов мировой коллекции яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе, к корневым гнилям и внутристеблевым вредителям при посеве на провокационных фонах.

В результате изучения, были выявлены формы, обладающие устойчивостью к местным расам бурой ржавчины (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm. f. *sp. tritici*), сочетающие высокую зерновую продуктивность с растения: Пысар 29, Л-503 (Саратов); АНК-3, АНК-4 (Новосибирск); Herakles, Besso (Швейцария); Jara (Чехия); Гибрид 9 (Перу); UP 215 (Индия); к-23790 (Пакистан); Sheridan, Kitt, к-54975 и SD 8011 (США). В 1998 году в Поволжском НИИСС впервые были созданы рабочие признаковые коллекции сортов яровой пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине (29 образцов) и к мучнистой росе (20 образцов). Данные генотипы послужили исходным материалом для создания селекционных линий, устойчивых к этим болезням. Внедрение системы маркирования растений в поле позволило к 2005 году создать обширный селекционный материал, устойчивый к основным возбудителям листовых болезней. По итогам двух лет испытания были включены в Госреестр полностью иммунные к бурой ржавчине сорта пшеницы мягкой яровой Кинельская нива (2007 г.) и Кинельская отрада (2009 г.). Изучение более 1 200 новых образцов с 2000 года, позволило сформировать признаковую коллекцию пшениц, устойчивых к бурой ржавчине в объеме 142 образцов, в которой присутствует много форм собственной селекции, в том числе полностью иммунные сорта, включенные в Госреестр и переданные в госиспытание – Кинельская нива, Кинельская юбилейная, Кинельская звезда, Кинельская 2020, Кинельская удача и Кинельская ласточка.

Мучнистая роса (*Erysiphe (Blumeria) graminis* DC. f. *sp. Tritici* Em. Marchal) проявляется на посевах яровой пшеницы в регионе практически ежегодно, а

эпифитотийное поражение отмечается реже одного раза в пять лет. Однако, с внедрением в производство интенсивных сортов, вредоносность заболевания возрастает, что связано в первую очередь с созданием более плотного фитоценоза, снижения высоты растений, при сохранении высокой облиственности. Высокая доля зерновых культур в севообороте, также способствует развитию болезни.

Изучение сформированной ранее признаковой коллекции форм, устойчивых к мучнистой росе показало, что к 2000 г. из 20 образцов сохранили устойчивость – V-506, АНК-3 (*Pm4b*), АНК-4 (*Pm4b*), к-52808, Харьковская 8, Kadett (*Pm3d+Pm4b*), Timmo (*Pm2+Pm4b+Pm6*), CJ 12633 (*Pm2+Pm6*), Achill (*Pm2+Pm6*), Weihenstephan M1, Saffran и Rang (*Pm1+Pm4b*). Последующими исследованиями добавлены в коллекцию иммунные к мучнистой росе генотипы – Кинельская нива, Кинельская удача, Эритроспермум 4092, Эритроспермум 4147, Эритроспермум 6310 (Кинель), Ярица (Ульяновск), Septima (Чехия).

В селекционном процессе также широко используются сорта с комплексной устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине: Кинельская 2020, Кинельская заря, Кинельская звезда (Кинель), Тулайковская 108, Тулайковская 117, Тулайковская надежда (Безенчук), Александрит (Саратов), Ульяновская 105, Ярица (Ульяновск), Зауральская волна (Курган), КВС Аквилон, KWS Buran (Германия), Septima (Чехия), в том числе и слабо поражаемые сорта. Длительная устойчивость таких генотипов к листовым заболеваниям имеет важное значение в селекции и образцы, показывающие в течение десятилетий поражение до 5% бурой ржавчиной и/или мучнистой росой, включаются в селекционные программы, в том числе и в рамках создания генотипов с длительной устойчивостью.

Корневые гнили. Патогенное воздействие на растения оказывает комплекс из почти 50 видов почвенных грибов и бактерий. В злаковых фитоценозах наибольшее распространение получили – фузариозный и гельминтоспориозный, микрофлора которых представляет смешанную инфекцию и рассматривается как фузариозно-гельминтоспориозная корневая гниль. В современных условиях отмечается высокая зараженность семян зерновых патогенной микрофлорой, среди которых доминирующее положение занимают такие возбудители корневых гнилей как – *Bipolaris sorokiniana*, виды родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, а также патогенные бактерии.

Гриб *Bipolaris sorokiniana* Sacc. поражает пшеницу в различные фазы ее роста. В совместных исследованиях с ВИЗР в 1999–2001 годах определено, что почвенные патогены в Самарской области, вызывающие корневую гниль зерновых, представлены грибами рода гельминтоспориум, в основном – *Bipolaris sorokiniana* и рода фузариум, с преобладанием видов – *Fusarium nivale*, *Fusarium culmorum*. Частота встречаемости гельминтоспориум на относительно устойчивых сортах яровой пшеницы составила в среднем 27,6 и на поражаемых – 65,6%, тогда как грибов рода фузариум – 2,0 и 19,1% соответственно. Изучение в 1993 и 1994 годах 31 образца пшеницы на устойчивость к корневым гнилям не позволило выявить иммунные образцы, но были выделены формы, представляющие определенную селекционную ценность для региона: Восток (Москва), Симбирка (Ульяновск), Саратовская 38, Альбидум 28 (Саратов), Скала РБ 2098 (Новосибирск), Смена

(Омск), Скороспелая 2 (Тюмень), показавшие минимальный процент пораженных растений – от 5,2 до 9,1% и степенью развития болезни – от 2,7 до 15,0%. Последующие исследования новых образцов коллекции и селекционных линий, позволили выявить формы умеренно устойчивые к корневым гнилям (до 16%) – Эритроспермум 5032, Эритроспермум 3755, Эритроспермум 3922 (Кинель), Тулайковская золотистая, Тулайковская 5 (Безенчук), к-31707 (Мексика) и среднеустойчивые (до 25%) – Кинельская нива, Грекум 4445 (Кинель), Тулайковская юбилейная, Тулайковская 10 (Безенчук), Ботаническая 3, Иволга, Лада (Москва), Белянка, Л-505, ЮВ 4 (Саратов), показавшие высокие значения элементов продуктивности растения на высоком инфекционном фоне (степень развития – до 41,7% и распространенность болезни – до 90%) в опыте.

Наибольшую вредоносность корневые гнили наносят в начальные фазы развития, вызывая полную гибель проростков. В лабораторных исследованиях из пораженных частей растений были выделены часто встречаемые виды: *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum*, *Trichothecium roseum*, *Alternaria* spp.

Искусственное заражение семян грибами рода *Alternaria* (200 000 конидий/мл.), *Fusarium* (250 000 конидий/мл.) и *Bipolaris* (100 000 конидий/мл.) сортов яровой пшеницы – Кинельская 59, Кинельская отрада и Кинельская нива, показало высокую агрессивность местных форм *Bipolaris* и *Fusarium*, а также необходимость изменения в дальнейших опытах рекомендуемых концентраций этих возбудителей (Дёмина, Кинчаров, 2010).

Последующую оценку устойчивости 12 образцов пшеницы производили в лабораторных условиях с концентрацией *Bipolaris* – 80 000, *Fusarium* – 500 000 конидий/мл. Эти условия позволили достичь высокого процента пораженных растений при заражении *Bipolaris* – 85–100%, *Fusarium* – от 25 до 70% и степени их развития – 30,6–50,6% и 6,3–22,5% в зависимости от сорта (Кинчаров, Дёмина, 2011). Высокая устойчивость к возбудителям корневых гнилей во время прорастания отмечена у сорта Эритроспермум 5623 и относительную устойчивость к обоим возбудителям проявили – Эритроспермум 5289, Эритроспермум 5199, Эритроспермум 5032 и Кинельская нива.

Исследования показали, что для оценки селекционного материала и скрининга образцов на устойчивость, концентрацию конидий *Fusarium* spp. можно увеличить, и возможно оптимальной будет 750 000±50 000 конидий/мл. Искусственное заражение семян возбудителями корневых гнилей выявило существенное влияние и на начальный рост растений.

Длина проростков в вариантах с заражением *Bipolaris sorokiniana* существенно уступала контрольному варианту и максимальное снижение было отмечено на сорте Золотица (46,0%), в вариантах с *Fusarium* spp. – Кинельская отрада (18,4%). Число зародышевых корешков в большей степени снижалось при заражении *B. sorokiniana* на сорте Кинельская отрада (29,6%), в вариантах с *Fusarium* spp. – Кинельская краса (15,1%), при этом образец Альбидум 4412 значение показателя не изменил при заражении грибами *Fusarium* spp. Длина зародышевых корешков у большинства сортов, зараженных *Bipolaris*, снижалась

почти на четверть по сравнению с контролем (Кинчаров, Дёмина, 2011). Исследования свидетельствуют, что выделенный из местного материала в чистую культуру гриб *Bipolaris sorokiniana* обладает высокой агрессивностью и вирулентностью ко всем исследуемым сортам. Из изученных сортов яровой мягкой пшеницы, определены как относительно устойчивые – Эритроспермум 5199, Эритроспермум 5289, Эритроспермум 5032, Кинельская краса, Кинельская нива, которые предлагаются для селекционных программ создания относительно устойчивых к корневым гнилям сортов. Повышение устойчивости растений к поражению корневыми гнилями селекционным методом можно считать эффективным и экологичным приемом в управлении патологическим процессом, однако необходимо понимать, что этот прием, скорее всего, возможен только к ограниченному количеству видов и подвидов патогена.

Исследования зерна сортов яровой пшеницы (получены по зерновому предшественнику с минимальной обработкой почвы) показали, что зараженность семян значительно разнится в зависимости от условий года и сорта: наиболее здоровые семена были отмечены во все года у сорта Кинельская юбилейная и сортов Кинельская нива и Кинельская отрада, соответственно – в 2018 и в 2019 гг. Выявлено, что не всегда высокая степень заселенности семян колониями грибов, вызывающих корневые гнили, приводит к появлению признаков болезни на стадии прорастания семян. Даже при самой высокой зараженности семян патогенами, отмеченными на зерне урожая 2019 года – 69,6%, (по сортам от 52,0 до 77,0%), проростков с признаками корневой гнили выявлено в среднем только на 14,9% растений. Отмечено, что признаки развития корневой гнили выявляются в том случае, если колония тех или иных грибов возникает в зоне проростка – прямо на нем или в непосредственной близости.

Исследования видового состава возбудителей на семенах пшеницы, позволили выявить как сильно патогенные, так и слабopatогенные грибы родов – *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Stemphylium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и *Nigrospora*. Отмечено, что грибы рода *Alternaria spp.* преобладали среди всех грибов, обнаруженных на семенах пшеницы, за ними следовали – *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Bipolaris sorokiniana*.

В отличие от исследований 1990–2007 гг., отмечаем, что в современных условиях возбудитель корневых гнилей *B. sorokiniana* в патогенном комплексе яровой пшеницы имеет меньшее распространение. В 2017 году доминировали грибы рода *Fusarium* – с частотой встречаемости 15,6% и относительной численностью 36,3% и *Alternaria* – 10,6 и 24,6% соответственно; в 2018 г. – грибы рода *Alternaria* (24,7% и 44,0%) и *Fusarium* (14,0% и 24,9%); в 2019 – *Alternaria* (41,6% и 59,8%). Таким образом, в исследованиях последних лет вид *B. sorokiniana* ни разу не преобладал в патогенном комплексе грибной инфекции на семенах пшеницы (таблица 24). Причем замечено, что во влажный год наибольшее распространение имели грибы рода *Fusarium*, а в засушливых условиях (2018 и 2019 гг.) – рода *Alternaria*, представленного главным образом видом *Alternaria alternata*.

Таблица 24 – Частота встречаемости и относительная распространенность патогенных грибов на семенах яровой пшеницы, в среднем за 2017–2019 гг., %

Сорт	Частота встречаемости (PF)					Относительная численность (RA)				
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	*Другие плесневые грибы	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	*Другие плесневые грибы
Кинельская 59	0,7	10,7	29,3	7,7	15,3	0,9	17,1	44,1	12,8	23,6
Кинельская нива	1,0	15,0	17,3	4,7	9,7	2,5	33,6	30,9	10,6	18,8
Кинельская отрада	0,7	10,3	30,7	5,0	8,0	1,0	18,8	55,7	9,9	14,1
Кинельская 2010	0,7	12,7	29,3	3,7	9,7	1,4	24,1	47,8	7,6	16,4
Кинельская юбилейная	0,3	7,7	18,3	4,0	13,3	0,7	21,6	37,4	10,1	30,1
Эритроспермум 4144	1,3	14,0	23,0	5,0	15,0	1,8	27,7	34,0	10,1	25,1
Эритроспермум 4146	0	15,3	31,3	3,3	12,3	0	26,7	44,5	6,3	20,0
Среднее	0,7	12,2	25,6	4,7	11,9	1,2	23,8	42,8	9,5	20,8

*Плесневые грибы: *Mucor sp.*, *Rhizopus*, *Cladosporium sp.*, *Aspergillus sp.* и др.

Полевые исследования текущего десятилетия, на делянках экологического и конкурсного испытания, позволили выделить сравнительно устойчивые к корневым гнилям образцы, степень развития заболевания на которых не превысила 5% – сорт Кинельская 2010 и селекционные линии Лютесценс 3960, Эритроспермум 4112, Эритроспермум 4171 и Лютесценс 4294.

6 Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях изменения климата. В главе описан алгоритм оценки исходного материала с использованием экологических точек или условий лет испытания (не менее трех), что позволяет выявить разнообразие откликов изучаемых генотипов и максимально снизить субъективный фактор при оценке сортов в конкурсном, экологическом и в государственном испытании. Достоверность урожайных данных в условиях каждого года (экологической точки) должна подтверждаться статистической обработкой – дисперсионным анализом каждой экологической точки и объединенных данных за все годы испытания.

Для разработки методики использованы урожайные данные одинакового набора сортов в резко контрастных погодных условиях. При этом условия ряда лет были близки к средним математическим прогнозным значениям погодных условий на ближайшее десятилетие – до 2030 года.

В работе использованы показатели: средняя урожайность сорта (X_i) определяется как отношение суммы урожайности за годы испытания к количеству лет испытания; средняя урожайность по опыту (X) определяется как отношение суммы урожайности сортов за все годы испытания к произведению количества сортов и лет испытания. Важным и ценным показателем для разработки оценки агроэкологической адаптированности сортов (генотипов) является – индекс урожайности сорта (I_i), определяемая как разность средней урожайности по сорту и средней урожайности по опыту (таблица 25).

Таблица 25 – Характеристика урожайности сортов конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы и условий лет испытания

Сорт, линия	Урожайность зерна, т/га								Индекс урожайности сорта (I_i), т/га
	по годам							средняя (X_i)	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Кинельская 59	1,76	1,99	3,03	2,27	1,78	3,28	1,93	2,29	-0,38
Кинельская отрада	1,99	1,87	3,13	2,48	1,82	3,39	1,88	2,37	-0,30
Кинельская нива	2,11	2,10	3,65	2,80	2,01	3,33	2,00	2,57	-0,10
Кинельская 2010	2,08	2,09	3,65	2,95	1,93	3,56	2,16	2,63	-0,04
Кинельская юбилейная	2,18	2,20	4,10	2,83	2,24	3,57	2,16	2,75	0,08
Эритроспермум 4144	2,12	2,08	4,01	2,91	2,05	3,51	2,15	2,69	0,02
Эритроспермум 4146	2,25	2,19	3,75	2,95	2,04	3,61	2,21	2,71	0,04
Лютесценс6102	2,30	2,39	4,08	3,22	2,31	3,43	2,28	2,86	0,19
Кинельская звезда	2,43	2,46	3,68	3,15	2,39	3,73	2,51	2,91	0,24
Эритроспермум 6381	2,27	2,34	3,60	2,84	2,10	3,33	2,06	2,65	-0,02
Эритроспермум 6517	2,18	2,41	3,82	2,96	2,24	3,59	2,35	2,79	0,12
Эритроспермум 6019	2,37	2,08	3,58	3,03	1,91	2,91	2,02	2,56	-0,11
Лютесценс 6029	2,64	2,28	4,06	3,15	2,11	2,82	2,05	2,73	0,06
Лютесценс 6045	2,34	2,25	4,07	3,10	2,25	3,40	2,23	2,81	0,14
Средняя по сортам (X_j)	2,21	2,19	3,73	2,90	2,08	3,39	2,14	2,67	0,00
Индекс условий года (I_i), т/га	-0,46	-0,48	1,06	0,23	-0,59	0,72	-0,53	0,00	

В работе предлагается ввести один из базовых показателей – относительное значение индекса урожайности сорта ($I_{i\%}$) и рассчитать его, как отношение разности средней урожайности сорта и средней урожайности по опыту к средней урожайности по опыту выраженное в процентах:

$$I_{i\%} = \frac{X_i - X}{X} * 100\%, \quad (1)$$

где $I_{i\%}$ – относительное значение индекса урожайности i -го сорта;

X_i – средняя урожайность i -го сорта;

X – средняя урожайность по опыту.

Можно провести определенную дифференциацию сортов по показателям индекса урожайности сорта или по его относительному значению, но при этом в полной мере не будут учтены отзывчивость сорта на благоприятные условия вегетации и реакция сорта на стрессовые условия, т.е. разнообразие отклика генотипа. Поэтому считаем, что важным составляющим показателем адаптивности и приспособленности сорта к определенным агроэкологическим условиям среды является его отзывчивость на благоприятные условия. Степень отзывчивость сорта (R_i – *variety responsiveness*) предлагается определять как отношение разности урожайности сорта в благоприятный год ($X_{i\max}$) и средней урожайности по сорту за годы испытания (X_i) к средней урожайности по опыту (X), выраженное в процентах:

$$R_{i\%} = \frac{X_{i\max} - X_i}{X} * 100\%, \quad (2)$$

где $R_{i\%}$ – степень отзывчивости сорта;

$X_{i\max}$ – максимальная урожайность i -го сорта в благоприятный год;

X_i – средняя урожайность i -го сорта; X – средняя урожайность по опыту.

Расчет показателя относительно средней урожайности по опыту сделан для того, чтобы несколько скорректировать отзывчивость сортов с низкой и высокой средней урожайностью, так как при делении на более высокие значения средней урожайности, при одинаковой фактической разности ($X_{i\ max} - X_i$), показатель будет снижаться, что не совсем корректно для предлагаемой методики.

В условиях изменения климата в сторону большей засушливости и высоких температур, немаловажное значение имеет устойчивость сорта к комплексу неблагоприятных факторов, к которым в первую очередь относятся засушливые и острозасушливые явления, тепловой стресс и другие проявления абиотического и биотического характера. Одним из наиболее информативных показателей характеристики сортов в данном случае является – депрессия урожайности зерна в неблагоприятных условиях. Предлагаем определить степень депрессии урожайности зерна ($D_{i\%}$ – *variety depression*) как отношение разности урожайности сорта в неблагоприятный год ($X_{i\ min}$) и урожайности в благоприятный ($X_{i\ max}$) к урожайности сорта в благоприятный год, выраженное в процентах:

$$D_{i\%} = \frac{X_{i\ min} - X_{i\ max}}{X_{i\ max}} * 100\%, \quad (3)$$

где $D_{i\%}$ - степень депрессии урожайности сорта;

$X_{i\ min}$ – минимальная урожайность i -го сорта за годы испытания;

$X_{i\ max}$ – максимальная урожайность i -го сорта за годы испытания.

Следует отметить, что степень депрессии урожайности всегда имеет отрицательное значение. При этом генотипы с более низким значением максимальной продуктивности в опыте (знаменатель) будут иметь относительно и более высокие (отрицательные) показатели степени депрессии, что вполне логично для разрабатываемой системы оценки генофонда.

Рассмотрев в работе три показателя – индекс урожайности сорта и два показателя, характеризующие вектор положительных и вектор отрицательных отклонений, предлагаем ввести понятие агроэкологической адаптированности сорта, которое суммарно будет учитывать показатели индекса урожайности сорта, отзывчивости на улучшение агроклиматических условий (погода, условия питания и т.д.) и депрессию урожайности зерна на неблагоприятные факторы (засуха, жара, развитие болезней, вредителей или их комплексное воздействие). Степень агроэкологической адаптированности сорта (DAA_i – *The degree of agroecological adaptation of the variety*) предлагаем рассчитать по формуле:

$$DAA_i = I_{i\%} + R_{i\%} + D_{i\%}, \quad (4)$$

где DAA_i – степень агроэкологической адаптированности i -го сорта;

$I_{i\%}$ – относительное значение индекса урожайности сорта;

$R_{i\%}$ – степень отзывчивости сорта на благоприятные условия;

$D_{i\%}$ – степень депрессии урожайности сорта.

Результаты расчетов аналитических исследований свидетельствуют о том, что значения агроэкологической адаптированности в исследованной группе генотипов находятся в интервале от плюс 8,69 до минус 23,50 (таблица 26).

Таблица 26 – Агроэкологическая адаптированность образцов (DAA_i) и составляющих его показателей (%), ранг и степень адаптированности сорта

Сорт	Составляющий показатель			DAA_i	Ранг сорта по DAA_i	Степень адаптированности	
	$I_i\%$	$R_i\%$	$D_i\%$			3 группы	5 групп
Кинельская 59	-14,23	37,08	-46,34	-23,50	14	низкая	очень низкая
Кинельская отрада	-11,24	38,20	-46,31	-19,35	13	низкая	очень низкая
Кинельская нива	-3,75	40,45	-45,21	-8,50	10	средняя	средняя
Кинельская 2010	-1,50	38,20	-47,12	-10,42	11	средняя	средняя
Кинельская юбилейная	3,00	50,56	-47,32	6,24	3	высокая	очень высокая
Эритроспермум 4144	0,75	49,44	-48,88	1,31	6	высокая	высокая
Эритроспермум 4146	1,50	38,95	-45,60	-5,15	8	средняя	средняя
Лютесценс 6102	7,12	45,69	-44,12	8,69	1	высокая	очень высокая
Кинельская звезда	8,99	30,71	-35,92	3,78	4	высокая	очень высокая
Эритроспермум 6381	-0,75	35,58	-42,78	-7,95	9	средняя	средняя
Эритроспермум 6517	4,49	38,58	-42,93	0,14	7	высокая	высокая
Эритроспермум 6019	-4,12	38,20	-46,65	-12,57	12	средняя	низкая
Лютесценс 6029	2,25	49,81	-49,51	2,55	5	высокая	очень высокая
Лютесценс 6045	5,24	47,19	-45,21	7,23	2	высокая	очень высокая

По имеющемуся диапазону, в зависимости от требуемой точности, сорта ранжируем на три или пять групп агроэкологической адаптированности. Данной методикой можно воспользоваться при оценке сортов в системе государственного сортоиспытания, для более объективного подхода к оценке их результатов. В этом случае будет достаточно распределения изучаемых форм на три группы: 1 – сорта с высокой степенью агроэкологической адаптированности, 2 – со средней степенью и 3 – с низкой степенью адаптированности. Интервал для первой группы необходимо начинать с максимально полученного в исследованиях значения, в данной работе – плюс 8,69, следовательно, второй группы – с минус 2,04 (= 8,69 - 10,73) и третьей – с минус 12,77 (= -2,04 - 10,73). Применяя такую градацию, получаем, что в первую группу с высокой степенью агроэкологической адаптированности входят семь образцов – перспективные линии Лютесценс 6102, Лютесценс 6045, Лютесценс 6029, Эритроспермум 4144, Эритроспермум 6517 и сорта Кинельская юбилейная, Кинельская звезда. Пять образцов попадают в группу со средней степенью адаптированности – линии Эритроспермум 4146, Эритроспермум 6381, Эритроспермум 6019 и сорта Кинельская нива, Кинельская 2010. Самую низкую степень агроэкологической адаптированности показали сорта ранней селекции, включенные в Госреестр селекционных достижений в 1995 – Кинельская 59 и в 2009 г. – Кинельская отрада.

Более информативная градация в плане оценки исходного (родительских форм) и селекционного материала формируется при разделении образцов на пять групп: в первую группу (с интервалом 8,69...2,24) попадают пять образцов – линии Лютесценс 6102, Лютесценс 6045, Лютесценс 6029 и сорта Кинельская юбилейная, Кинельская звезда; во вторую группу (2,25...-4,18) две линии – Эритроспермум 4144 и Эритроспермум 6517; в третью (-4,19...-10,62) четыре образца – линии Эритроспермум 4146, Эритроспермум 6381 и сорта Кинельская нива и Кинельская

2010; в четвертую (-10,63...-17,06) один образец – линия Эритроспермум 6019 и в пятую группу (-17,07...-23,50) два сорта более ранней селекции – Кинельская 59 и Кинельская отрада.

Таким образом, предложенная методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов позволяет объективно оценивать изучаемый материал по адаптированности к различным агроэкологическим условиям региона. При этом сорта с высокими показателями *DAA* – Кинельская юбилейная и Кинельская звезда рекомендуются для возделывания в центральной зоне Самарской области; для южных, более засушливых, предпочтения получают сорта с высоким *DAA*, имеющие, в том числе, более низкие значения показателя *D* – это Кинельская звезда и Кинельская нива, а для более увлажненных северных районов – Кинельская юбилейная, показывающая высокие значения отзывчивости (*R*).

Данная методика пригодна не только для оценки образцов по урожайности с единицы площади, ее можно широко использовать при оценке исходного материала по ряду селекционно-ценных признаков и элементов продуктивности растения для принятия решения об использовании определенного генотипа в программах скрещиваний, что очень актуально в условиях глобального потепления, приводящего к увеличению частоты проявления и усилению неблагоприятных факторов.

7 Результаты селекционной работы, имеющие народно-хозяйственное значение. В главе приведены краткие характеристики сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ.

КИНЕЛЬСКАЯ 59 – возделывается в производстве с 1995 года по настоящее время. Посевные площади размещены в Самарской, Пензенской, Ульяновской и Оренбургской областях. Авторы: Глуховцева Н.И., Михальченко Л.М., Кукушкина Л.А., Мухтулов А.Г., Головоченко А.П., Кинчаров А.И., Санина Н.В.

Сорт среднеспелый, характеризуется высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью, стабильной урожайностью зерна в условиях засух – 1,8–2,0 т/га, в благоприятных – 4,3–4,8 т/га. Максимальная продуктивность 7,2 т/га получена в производственных условиях Липецкой области. Особенность сорта – формирование зерна с высоким содержанием клейковины (до 48%). Высокая пластичность и стабильность по урожайности и качеству зерна обеспечивают хозяйствам высокорентабельное производство зерна. Сорт широко возделывается в Средневолжском и Уральском регионах РФ. Рекомендован для засушливых зон. Авторские права сорта защищены патентом № 0022.

КИНЕЛЬСКАЯ 60. Включен в Госреестр по Средневолжскому региону с 1998 года. Авторы: Глуховцева Н.И., Головоченко А.П., Михальченко Л.М., Кукушкина Л.А., Кинчаров А.И., Санина Н.В.

Сорт среднепозднеспелый, характеризуется замедленным ростом в начале вегетации, что позволяет заложить крупный озерненный колос и более эффективно использовать летние осадки. Толерантен к бурой ржавчине и мучнистой росе. Благодаря особенностям развития, сорт обладает высоким потенциалом продуктивности в условиях засухи первой половины вегетации. В условиях устойчивой засухи, охватывающей вторую её половину, урожайность сорта падает.

Сорт имеет узкую нишу в центральной зоне Самарской области, формирует зерно с высоким содержанием сырой клейковины (31–46%) и качеством I–II группы. Потенциальная урожайность зерна более 5,0 т/га. Авторские права защищены патентом № 0023.

КИНЕЛЬСКАЯ 61. В Государственном реестре селекционных достижений с 2005 года. Авторы сорта: Глуховцева Н.И., Головоченко А.П., Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Кукушкина Л.А., Цуркан О.Ф., Демина Е.А.

Среднеспелый, по отношению к грибным листовым болезням сорт высокотолерантен. Отличается высоким уровнем урожайности и стабильно высоким качеством зерна. По качеству зерна сорт относится к сильной пшенице. За 1999–2002 гг. сила муки составила в среднем 462 е. а., время образования и устойчивости теста 18,8 мин., количество сырой клейковины в зерне более 30%, ИДК 70–90 ед., натура зерна 794 г/л. Сорт способен стабильно формировать зерно 1 класса. Максимальная урожайность зарегистрирована в Республике Татарстан на Кукморском ГСУ – 5,0 т/га.

КИНЕЛЬСКАЯ НИВА. В Госреестре по Средневолжскому и Уральскому регионам с 2007 года. В структуре посевных площадей в Самарской области занимает лидирующие позиции. Авторы: Головоченко А.П., Кукушкина Л.А., Михальченко Л.М., Кинчаров А.И., Цуркан О.Ф., Демина Е.А.

Среднеспелый, отличается высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию. Характеризуется высокой устойчивостью возрастного типа к бурой ржавчине - развитие пустул сдерживается образованием некротических пятен, не превышающих 2–5% листовой пластинки к восковой спелости зерна. Выдерживает при формировании клейковины до 6,0% повреждения зерна клопом черепашкой. Средняя урожайность в регионе составляет 2,8–3,0, максимальная – 5,3 т/га получена на фоне питания N₁₂₀P₁₀₀K₆₀. В условиях ГСУ Липецкой области – 6,6 т/га (2005 г.). По хлебопекарным показателям соответствует сильным пшеницам: белка – до 18,5%, клейковины в зерне 28–36%, сила муки 320–517 е. а. Рекомендуются для зон неустойчивого увлажнения. Защищен патентом № 3671.

КИНЕЛЬСКАЯ ОТРАДА. В Госреестре селекционных достижений по Средневолжскому региону с 2009 г. Авторы: Головоченко А.П., Кукушкина Л.А., Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Цуркан О.Ф., Демина Е.А.

Сорт среднеспелый, высокоустойчивый к грибным листовым болезням. Отличительная особенность – стабильное формирование зерна высокого качества: сила муки 460–600 е. а., содержание сырой клейковины в зерне 32–39%, ИДК 60–70 ед., выход хлеба 580–620 мл. Урожайность сорта в условиях региона 3,8 т/га, при высокой агротехнике – свыше 6,5 т/га. Отзывчивость на внесение удобрений оценивается прибавкой урожая зерна до 0,8 т/га. Сорт защищен патентом № 4759.

КИНЕЛЬСКАЯ 2010. Включен в Госреестр по Средневолжскому региону с 2015 года. Авторы: Головоченко А.П., Кукушкина Л.А., Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Цуркан О.Ф., Демина Е.А., Головоченко Н.А.

Среднеспелый, устойчив к бурой ржавчине, толерантный к мучнистой росе и корневым гнилям. Отличается высокой засухо- и жаростойкостью. Максимальная урожайность сорта в условиях засушливых лет Самарской области

составила 3,6 т/га. В благоприятных условиях (ГСУ Татарстана) потенциал сорта составил до 6,0 т/га. Отличается повышенным содержанием белка и клейковины в зерне в среднем – 17 и 36% соответственно, натура зерна до 830 г/л. По хлебопекарным показателям соответствует требованиям сильной пшеницы и устойчиво формирует зерно первого класса. Авторские права сорта защищены патентом № 7961.

КИНЕЛЬСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ. Включен в Госреестр по Средневолжскому и Уральскому региону. Авторы: Кукушкина Л.А., Глуховцев В.В., Головоченко А.П., Михальченко Л.М., Кинчаров А.И., Демина Е.А., Абдряева О.Ф.

Сорт среднеспелый, высота 75 см, длина верхнего междоузлия составляет 55–65% длины растения. Характеризуется высокой жаростойкостью, устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе, толерантностью к корневым гнилям. Отличается комплексной устойчивостью к стрессовым факторам и стабильной урожайностью по годам, что обеспечивает прибавку урожая зерна над стандартом Кинельская нива от 0,3 т/га. Формирует крупное, стекловидное, выполненное и высоко натурное (до 824 г/л) зерно, отличающееся повышенным содержанием белка (до 19,5%). Авторские права защищены патентом № 7963.

КИНЕЛЬСКАЯ ЗВЕЗДА. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений по Уральскому региону РФ с 2024 года. Авторы сорта: Кинчаров А.И., Демина Е.А., Муллаянова О.С., Таранова Т.Ю., Чекмасова К.Ю.

Обладает комплексной устойчивостью к патогенам и засухоустойчивостью. Не полегает, устойчив к осыпанию зерна и прорастанию на корню. Биологический потенциал на высоком агрофоне 7,0 т/га. Новый сорт отличается стабильной по годам силой муки 399–503 е. а., высокой натурой зерна (821–826 г/л), высоким содержанием клейковины в зерне 1 группы качества. Общая хлебопекарная оценка сорта 4,6 балла. Авторские права защищены патентом № 13433. Рекомендуются для ускоренного внедрения в засушливых зонах Самарской, Оренбургской областей и Республик Башкортостан и Татарстан.

Перспективные сорта селекции Поволжского НИИСС

КИНЕЛЬСКАЯ 2020. Сорт передан на Государственное испытание по Средневолжскому региону. Авторы: Кинчаров А.И., Демина Е.А., Муллаянова О.С., Таранова Т.Ю., Чекмасова К.Ю.

Выведен методом ступенчатой гибридизации и двукратного отбора. Сорт обладает высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к патогенам. Сорт отличается стабильно высокой урожайностью по годам 2,3–4,0 т/га, обеспечивая прибавки урожая к стандарту Кинельская нива в среднем 0,34 т/га. Биологический потенциал сорта при внесении удобрений и листовых подкормок 7,0 т/га, характеризуется стабильной силой муки 283–386 е. а., высокой натурой 827–850 г/л и содержанием клейковины в зерне. Кинельская 2020 предназначена для производства зерна высокого качества в условиях засушливого земледелия.

КИНЕЛЬСКАЯ УДАЧА. Сорт передан на Государственное испытание по Средневолжскому и Уральскому регионам РФ. Начало испытания – 2024 год. Авторы: Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю., Чекмасова К.Ю.

Выведен методом сложной ступенчатой гибридизации и индивидуального отбора. Разновидность эритроспермум. Колос пирамидальный, средней длины и плотности. Соломина толщиной 3–4 мм, прочная на излом, выполнена полностью. Зерновка 6–7х3 мм, полуудлиненная. За годы изучения продуктивная кустистость составляла 2,0 стебля на растение, число зерен в колосе 30,0 шт., масса зерна с колоса 1,10 г, масса 1000 зерен 35,1 г. Сорт обладает комплексной устойчивостью к патогенам, засухоустойчив. Высокая урожайность зерна по годам 2,24–3,59 т/га, обеспечивает прибавку урожая над стандартом Тулайковская надежда в среднем на 0,35 т/га. Потенциал сорта на удобренном фоне и применении листовых подкормок – более 7,0 т/га, отличается высокой силой муки 353–392 е. а., натурой зерна – 811–826 г/л, содержанием клейковины 28–34% и белка в зерне 13,4–15,9%. Предназначен для производства зерна высокого качества в засушливых регионах.

КИНЕЛЬСКАЯ ЛАСТОЧКА. Сорт передан на Государственное испытание по Средневолжскому и Уральскому регионам РФ в ноябре 2024 года. Авторы: Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю., Чекмасова К.Ю., Роменская С.Е.

Выведен методом отбора из сложной гибридной популяции местных форм и коллекционного образца. Разновидность *erytrospermum*: колос пирамидальный, белый, средней длины, рыхлый, ости светло-желтые, длинные, расходящиеся. Зерновка красная, среднего размера (6–7х3 мм), полуудлиненной формы. Сорт обладает комплексной устойчивостью к листовым патогенам и высокой засухоустойчивостью. Отличается стабильно высокой урожайностью зерна в засушливых условиях – 3,44 т/га (2,45–4,53 т/га по годам), обеспечивая прибавки зерна над стандартом Тулайковская надежда на 0,45 т/га (0,38–0,55 т/га по годам), стабильно высокой силой муки 281–556 е. а., высоким содержанием белка в зерне 13,3–15,3%, клейковины 25,2–30,0% (в среднем 28,0%) и высокой натурной массой зерна 815–848 г/л (в среднем 828 г/л).

8 Экономическая, биоэнергетическая эффективность и коммерческая ценность созданных сортов яровой мягкой пшеницы. Внедрение сортов со стабильно высокой урожайностью и качеством актуально как никогда, так как на фоне стагнации стоимости зерна и удорожании средств производства, возделывание зерна становится малорентабельным или даже убыточным.

Для определения биоэнергетической и экономической эффективности воспользуемся данными конкурсного испытания новых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях 2019–2023 годов. Средняя урожайность зерна по сортам, занимающим основные площади возделывания в хозяйствах региона, составила по результатам испытания за последние пять лет от 1,78 до 4,36 т/га. Самую низкую урожайность показал сорт Кинельская 59, который был включен в Госреестр с 1995 года, занимающий в Оренбургской области большие площади благодаря высокой засухоустойчивости и стабильно высокому содержанию белка и клейковины в зерне. Наибольшее распространение в производственных условиях Средневолжского и Уральского региона в последние годы получили сорта Кинельская нива и Кинельская юбилейная (таблица 27). Сорта показывают лучшую продуктивность и экономические результаты, о чем свидетельствуют, в том числе и акты внедрения в хозяйствах.

Таблица 27 – Урожайность зерна коммерческих и новых сортов яровой мягкой пшеницы, т/га

Сорт	По годам исследований					Средняя
	2019	2020	2021	2022	2023	
Кинельская 59	1,78	3,28	1,93	2,99	3,81	2,76
Кинельская нива	2,01	3,33	2,00	3,18	4,08	2,92
Кинельская 2010	1,93	3,56	2,16	3,21	3,87	2,95
Кинельская юбилейная	2,24	3,57	2,16	3,23	4,16	3,07
Кинельская звезда*	2,39	3,73	2,51	3,53	4,36	3,30

* – включен в Госреестр селекционных достижений с 2024 года

Для более достоверного определения экономической и биоэнергетической эффективности внедрения новых сортов, с учетом высокой зависимости урожайных показателей от агроклиматических условий, воспользуемся урожайными данными, полученными в среднем за пять лет (таблица 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность возделывания коммерческих и новых сортов яровой мягкой пшеницы по средней урожайности за 2019–2023 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость продукции*, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Кинельская 59	2,76	37 260	27 636	1 001,3	9 574	34,6
Кинельская нива	2,92	39 420	27 636	946,4	11 784	42,6
Кинельская 2010	2,95	39 825	27 636	936,8	12 189	44,1
Кинельская юбилейная	3,07	41 445	28 581	931,0	12 864	45,0
Кинельская звезда	3,30	44 550	28 581	866,1	15 969	55,9

* при цене реализации зерна 13 500 руб./т

При среднем уровне интенсификации производства зерновых культур в Самарской области и внесении минеральных удобрений на гектар пашни порядка 40-50 кг действующего вещества, затраты на единицу площади, при урожайности яровой пшеницы от 2,76 до 3,30 т/га, составляют 27 636 – 28 581 рублей. Цена реализации продовольственного зерна 3 класса составила за последние три года от 12 500 до 15 000 рублей за тонну (в среднем – 13 500), что позволило по всем сортам получить условно чистый доход от 9 574 до 15 969 руб./га. В условиях низкой цены на товарную продукцию, получение зерна четвертым и пятом классом, делает возделывание культуры экономически не выгодным. В наших условиях все сорта давали зерно по качественным показателям выше требований 3 класса, что позволило получить уровень рентабельности возделываемых сортов от 34,6 до 55,9%, при средней рентабельности зернового производства в России по итогам 2023 года – 19% с учетом субсидий.

В условиях существующего диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и основные средства производства, необходимо особое внимание уделять энергетическому балансу, который позволяет учитывать количество затраченной на получение единицы продукции энергии и оценить количество аккумулированной в ней. Энергетическая оценка эффективности возделывания сортов яровой мягкой пшеницы показала, что изучаемые селекционные достижения по выходу энергии с урожаем зерна были на уровне 51,3–61,4 ГДж/га, чистый энергетический доход по ним составил 30,2–40,1 ГДж/га, а энергетическая себестоимость тонны зерна составила от 6,4 до 7,6 ГДж (таблица 29).

Таблица 29 – Биоэнергетическая оценка возделывания сортов и перспективных линий яровой мягкой пшеницы, 2019–2023 гг.

Сорт	Затрачено энергии, ГДж/га	Урожайность зерна, т/га	Получено энергии с продукцией, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности посева	Энергетическая себестоимость зерна, ГДж/т
Кинельская 59	21,10	2,76	51,3	30,2	2,43	7,6
Кинельская нива	21,10	2,92	54,3	33,2	2,57	7,2
Кинельская 2010	21,10	2,95	54,9	33,8	2,60	7,1
Кинельская юбилейная	21,26	3,07	57,1	35,8	2,69	6,9
Кинельская звезда	21,26	3,30	61,4	40,1	2,89	6,4

Самый низкий показатель затраченной энергии на получение тонны зерна продовольственного класса отмечен при возделывании нового сорта Кинельская звезда – 6,4 ГДж, что позволило получить по общепринятой технологии возделывания дополнительно с новым урожаем зерна (без учета соломы), 12,2 ГДж энергии на единицу продукции. Необходимо отметить, что сорта селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, даже при возделывании по обычной технологии, показывают высокий коэффициент энергетической эффективности. Таким образом, можно отметить, что и «энергетическая рентабельность» производства лучших сортов селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, равная 289 и 269% – намного выше финансовой рентабельности, равной по двум лучшим сортам 55,9 и 45,0%. Высокие показатели финансовой и энергетической рентабельности позволяют сортам успешно завоевывать до 87,5% площадей под культурой в Самарской области.

Заключение

1. Последствия глобального потепления климата в условиях Среднего Поволжья проявляются более выраженным с 2008–2010 года повышением среднесуточной температуры воздуха и снижением количества осадков за вегетацию яровой мягкой пшеницы.

2. Потепление климата приведет в условиях Среднего Поволжья к дальнейшему повышению среднесуточной температуры воздуха за вегетацию к 2030 году до 21,56°C (+3,46°C к климатической норме 1990 года) и снижению количества осадков до 113,8 мм (-49,2 мм или -30,2%).

3. Повышение среднесуточной температуры воздуха и снижение количества осадков за 34-х летний период исследований привели к сокращению вегетационного периода яровой мягкой пшеницы в среднем на 10–14 суток.

4. Для современных погодно-климатических условий Средневолжского региона, наиболее продуктивными являются образцы яровой мягкой пшеницы с продолжительностью периода всходы-колошение от 37 до 42 суток. При этом в условиях более жаркого и засушливого вегетационного периода (особенно в фазу до колошения) оптимальная продолжительность периода всходы-колошение, позволяющая получить максимально высокую продуктивность культуры, сокращается до 33–37 суток.

5. Продолжительность вегетационного периода и ее отдельных этапов имеют важное значение для решения вопросов повышения продуктивности и адаптации растений к условиям глобального потепления. Поэтому при создании сортов яровой мягкой пшеницы с оптимальной продолжительностью периода всходы-колошение и ее отдельных этапов необходимо использовать доминантные гены *Vrn-3* и *Vrn-2*, с учетом доминантных генов *Ppd* (*Ppd-B1a*, *Ppd-A1a* и *Ppd-D1a*), имеющих различный вклад в формирование признака.

6. В селекции адаптивных форм к современным условиям достигнут определенный прогресс в снижении зависимости урожайности новых сортов пшеницы от высоких температур июня: Кинельская 2010 – корреляционная зависимость $r = -0,79$, Кинельская юбилейная – $r = -0,82$, что существенно ниже по сравнению с сортами более ранней селекции Кинельская 59 – $r = -0,91$ и Кинельская 61 – $r = -0,95$.

7. В селекционной практике созданы адаптивные к засушливым условиям сорта с высокой отзывчивостью на повышение продуктивности в условиях незначительного выпадения осадков: сорт Кинельская юбилейная - зависимость урожайности от осадков июня и мая $r = 0,95$ и $r = 0,79$ соответственно, что является хорошим показателем по сравнению с сортом более ранней селекции Кинельская 60 с показателями – $r = 0,76$ и за май $r = 0,29$ в этих же условиях.

8. Сформированная в 1998 году и ежегодно обновляемая рабочая признаковая коллекция образов пшеницы, устойчивых к бурой листовой ржавчине, позволяет создавать устойчивые к данному заболеванию сорта и перспективные линии для условий Среднего Поволжья.

9. Использование в селекционном процессе новых сортов и линий собственной селекции, как включенных в Госреестр и переданных на госиспытание, так и перспективных рекомбинантных форм, устойчивых к бурой ржавчине, дает быстрый желаемый результат вследствие высокой адаптированности привлекаемого в скрещивания материала.

10. Сорта Кинельская нива, Эритроспермум 6310, Эритроспермум 4092, Эритроспермум 4147 (Кинель), Ярица (Ульяновск), Septima (Чехия) обладают в условиях Самарской области высокой устойчивостью к мучнистой росе.

11. Устойчивость генотипа к листовым заболеваниям имеет важное значение в селекционном процессе и образцы, показывающие в течение десятилетий поражение бурой листовой ржавчиной и мучнистой росой в пределах до 5% поражения листьев, могут в дальнейшем включаться в селекционные программы скрещиваний, в том числе и в рамках создания генотипов с длительной устойчивостью.

12. На современном этапе развития селекции, создание и использование иммунных сортов в отношении большого количества видов возбудителей корневых гнилей маловероятно, как и примеров их нахождения в природе. Поэтому целесообразно применение в практике относительно устойчивых образцов яровой пшеницы, отличающихся пониженной восприимчивостью к основным возбудителям корневых гнилей.

13. Концентрация суспензий патогена *Bipolaris sorokiniana* в 80 000 конидий/мл позволяет получить высокую степень развития (до 50,6%) и распространенности болезни (до 100%) при искусственном заражении, что свидетельствует о высокой агрессивности и вирулентности местного патотипа по отношению ко всем изучаемым сортам, и данная концентрация является оптимальной для оценки (скрининга) сортов к патогену.

14. Заражение суспензией *Fusarium spp.* в концентрации 500 000 конидий/мл, приводило к степени развития болезни на сортах до 22,5% и распространенности – до 70%. Для более жесткой оценки селекционного материала и скрининга образцов коллекции на устойчивость к местной популяции патогена, концентрацию инокулюма необходимо увеличить.

15. Заражение семян возбудителями корневых гнилей существенно снижает начальный рост растений яровой пшеницы по показателям - длина проростков (до 46%), длина и число зародышевых корешков (соответственно до 32% и до 30%). Наиболее существенное угнетение начального развития растений вызывает заражение семян грибами *Bipolaris sorokiniana*.

16. За последние годы в патогенном комплексе грибной инфекции на семенах пшеницы снизилось преобладание *Bipolaris sorokiniana*, при этом во влагообеспеченные годы наибольшее распространение получили грибы рода *Fusarium*, а в засушливых условиях – грибы рода *Alternaria*, представленного главным образом видом *Alternaria alternata* (= *Alternaria tenuis*).

17. Разработанная и предложенная методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов культурных растений позволяет выявить разнообразие откликов изучаемых генотипов и максимально объективно оценить изучаемый коллекционный и селекционный материал конкурсного испытания по адаптированности к агроэкологическим условиям лет испытания.

18. Показатель агроэкологической адаптированности и ранжирование по нему генотипов на группы дает сводное и комплексное представление о характеристиках изучаемых сортов по наиболее важным показателям адаптивности

– индексу урожайности сорта в группе, стрессоустойчивости (депрессии) и отзывчивости на улучшение условий среды.

19. Созданные сорта яровой мягкой пшеницы позволяют получить при возделывании высококачественное зерно сильной пшеницы и сохранить уровень рентабельности в регионе свыше 35% в современных условиях.

20. Сорта яровой мягкой пшеницы селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, при возделывании по обычной технологии, дают чистый энергетический доход до 40,1 ГДж/га (без учета соломы), позволяющий получить энергетическую рентабельность на уровне до 289%.

Предложения селекции и производству

1. Для стабилизации валового производства зерна и экономической стабильности предприятий в условиях Среднего Поволжья необходимо ускорено внедрить и возделывать современные высокоадаптированные к погодноклиматическим условиям региона сорта - Кинельская звезда, Кинельская юбилейная, Кинельская нива, Кинельская 2010, позволяющие получать высокотоварное зерно «сильной» пшеницы.

2. Методику оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата рекомендуется использовать в системе государственного испытания, в экологическом и конкурсном сортоиспытании для получения сводной объективной оценки сорта.

3. Методику оценки агроэкологической адаптированности рекомендуется использовать в селекционном процессе для оценки разнообразия откликов коллекционного материала на стрессовые и благоприятные явления, как природного, так и антропогенного характера.

4. Выделенные в условиях аномально жарких и засушливых лет продуктивные сорта и образцы коллекционного питомника необходимо широко использовать в программах скрещиваний для создания сортов, адаптированных к прогнозным значениям погодных условий текущего и следующего десятилетия.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. **Кинчаров, А.И.** К проблеме селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, Е.А. Дёмина // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 2. – С. 37–38.

2. Дёмина, Е.А. Патогенность и вредоносность возбудителей корневых гнилей пшеницы в Самарской области / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** // Защита и карантин растений. – 2010. – № 11. – С. 23–24.

3. **Кинчаров, А.И.** Оценка устойчивости сортов яровой пшеницы к основным возбудителям корневых гнилей на фоне искусственного заражения / А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина // Нива Поволжья. – 2011. – № 3 (20). – С. 29–33.

4. Источники устойчивости яровой пшеницы к корневым гнилям / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Дёмина, О.Ф. Абдряева, Л.М. Михальченко // Защита и карантин растений. – 2012. – № 7. – С. 22–24.

5. Дёмина, Е.А. Корреляционные связи урожайности яровой пшеницы с показателями качества зерна и элементами продуктивности растений / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4 (30). – С. 18.
6. Кинельская юбилейная – новый сорт яровой мягкой пшеницы для условий Средневолжского и Уральского регионов / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров**, С.В. Третьякова, К.Ю. Чекмасова // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 4 (34). – С. 47.
7. Роль фракций семян при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы в современных технологиях возделывания / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова, Т.Ю. Таранова // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11–2. – С. 260–266.
8. Новый сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская заря / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2019. – № 4 (38). – С. 26.
9. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы на короткостебельность и устойчивость к полеганию / Т.Ю. Таранова, **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 4. – С. 48–53.
10. Селекционная ценность признака масса 1000 зерен в засушливых условиях / Т.Ю. Таранова, **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, К.Ю. Чекмасова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 5. – С. 7–12.
11. Современные сорта яровой мягкой пшеницы для лесостепной зоны Средневолжского региона / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 16–21.
12. **Кинчаров, А.И.** Специфическая реакция сортов яровой мягкой пшеницы на погодные условия / А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова, Е.А. Дёмина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 9 (162). – С. 61–68.
13. Источники устойчивости к грибным заболеваниям для селекции яровой мягкой пшеницы / Т.Ю. Таранова, **А.И. Кинчаров**, Е.А. Дёмина, О.С. Муллаянова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 45–49.2022
14. Источники ценных признаков для селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 21–26.
15. Кинчарова, М.Н. Изучение распространенности микофлоры на семенах яровой пшеницы в условиях Самарской области / М.Н. Кинчарова, **А.И. Кинчаров** // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 3. – С. 25–29.
16. Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 11 (214). – С. 8–19.
17. Перспективный сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 2020 / Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 7. – С. 29–34.
18. Селекционная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по продуктивности и ее элементам / Т.Ю. Таранова, **А.И. Кинчаров**, Е.А. Дёмина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 5 (170). – С. 81–88.

19. **Кинчаров, А.И.** Анализ и краткосрочный прогноз изменения климатических условий в адаптивной селекции яровых зерновых / **А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина** // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 1. – С. 23–30. (**Springer**).

Kincharov, A.I. Analysis and short-term forecast of climatic changes in the adaptive breeding of spring cereals / **A.I. Kincharov, E.A. Demina** // Russian Agricultural Sciences. – 2022. – Т. 48. – № 1. – С. 13–22. (**Springer**).

20. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата / **А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, М.Н. Кинчарова** [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. – № 4. – С. 39–47. (**Scopus**).

21. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская звезда для условий Средневолжского и Уральского регионов / **Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова, К.Ю. Чекмасова** // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т.36. – № 11. – С. 49–55.

22. Кинчарова, М.Н. Распространенность грибной инфекции на семенах озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / **М.Н. Кинчарова, А.И. Кинчаров, М.Р. Абдраев** // Аграрный вестник Урала. – 2022. – №12 (227). – С. 11–22.

23. Линейные показатели начального роста растений и масса 1000 зерен сортов яровой мягкой пшеницы / **А.И. Кинчаров, М.Н. Кинчарова, Е.А. Дёмина** [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2 (70). – С. 167–177.

24. Абдраев, М.Р. Сортовые различия по динамике накопления сухого вещества в зерне и продуктивности озимой пшеницы в Среднем Поволжье / **М.Р. Абдраев, А.И. Кинчаров, И.И. Шарапов** // Земледелие. – 2023. – № 1. – С. 47–52.

25. Эффективность применения стимуляторов роста и биоудобрений на сортах яровой мягкой пшеницы / **Т.Ю. Таранова, Е.А. Дёмина, С.Е. Роменская, А.И. Кинчаров** [и др.] // Земледелие. – 2023. – № 6. – С. 22–28.

26. Изменение крупности зерна перспективных линий и сортов яровой мягкой пшеницы / **Т.Ю. Таранова, Е.А. Дёмина, С.Е. Роменская, А.И. Кинчаров** // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 1 (202). – С. 33–40.

27. Оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы по показателям качества зерна в изменяющихся условиях Средневолжского региона / **Т.Ю. Таранова, С.Е. Роменская, Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров** // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19. – № 2 (74). – С. 25–31.

28. Кинчарова, М.Н. Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области / **М.Н. Кинчарова, А.И. Кинчаров, М.Р. Абдраев** // Аграрная наука. – 2024. – № 3. – С. 119–123.

Патенты:

29. Пшеница мягкая яровая Кинельская 59 / **Н.И. Глуховцева, А.П. Головоченко, А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 0022. – Заявка № 8900310 зарегистрирована 05.05.1997 г.

30. Пшеница мягкая яровая Кинельская 60 / Н.И. Глуховцева, А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 0023. – Заявка № 9501703 зарегистрирована 05.05.1997 г.

31. Пшеница мягкая яровая Кинельская нива / А.П. Головоченко, Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 3671. – Заявка № 9553472 зарегистрирована 10.07.2007 г.

32. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская отрада / А.П. Головоченко, Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 4759. – Заявка № 9359930 зарегистрирована 25.05.2009 г.

33. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская краса / В.В. Глуховцев, Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 5646. – Заявка № 9253321 зарегистрирована 17.11.2010 г.

34. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Золотица / О.Ф. Абдряева, А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 5681. – Заявка № 9154645 зарегистрирована 03.12.2010 г.

35. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская 2010 / О.Ф. Абдряева, А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 7961. – Заявка № 8953488 зарегистрирована 14.09.2015 г.

36. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская юбилейная / О.Ф. Абдряева, А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Патент на селекционное достижение № 7963. – Заявка № 8756302 зарегистрирована 18.09.2015 г.

37. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская 2020 / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова [и др.] // Патент на селекционное достижение № 12867. – Заявка № 7953896 зарегистрирована 06.06.2023 г.

38. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская звезда / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова [и др.] // Патент на селекционное достижение № 13433. – Заявка № 7853225 зарегистрирована 03.04.2024 г.

В прочих изданиях:

39. Accelerated adaptation of spring wheat to climate change necessary / **A. Kincharov**, E. Demina, M. Kincharova [et al.] // BIO Web of Conf. II Inter. Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023). – 2023. – V. 71. – 01049. (**Scopus**).

40. **Кинчаров, А.И.** Эффективность использования твел-метода при гибридизации яровой пшеницы / А.И. Кинчаров // 14-я научно-практическая конференция. – Куйбышев. – 1989. – С. 44–45.

41. **Кинчаров, А.И.** Источники устойчивости к вредным организмам в селекции яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, А.П. Головоченко // Научно-практическая конференция. – Пенза. – 1996. – С. 68–69.

42. Головоченко, А.П. Особенности селекции и семеноводства яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья в связи экологическими проблемами земледелия / А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** // Научно-практическая конференция. – Пенза. – 1996. – С. 66–67.

43. **Кинчаров, А.И.** Исходный материал для создания сортов яровой мягкой пшеницы устойчивых к стрессовым факторам / А.И. Кинчаров // 44 научная конференция. – Самара. – 1997. – С. 123–124.

44. **Кинчаров, А.И.** Корреляционная зависимость элементов продуктивности от продолжительности периода всходы-колошение яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // 44 научная конференция. – Самара. – 1997. – С. 145–146.

45. **Кинчаров, А.И.** Селекционная ценность скороспелых образцов яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // 44 научная конференция. – Самара. – 1997. – С. 169.

46. **Кинчаров, А.И.** Исходный материал для создания скороспелых сортов яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко // Научно-практическая конференция. – Кинель. – 1997. – С. 32–34.

47. **Кинчаров, А.И.** Источники засухоустойчивости в селекции яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // Научная сессия. – Киров. – 1998. – С. 131–132.

48. **Кинчаров, А.И.** Источники устойчивости к грибным болезням в селекции яровой пшеницы / А.И. Кинчаров // Научная сессия. – Киров. – 1998. – С. 130–131.

49. **Кинчаров, А.И.** Селекция яровой мягкой пшеницы на скороспелость в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Кинчаров Александр Иванович. – Саратов, 1998. – 16 с.

50. **Кинчаров, А.И.** Источники засухоустойчивости в селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, О.Ф. Цуркан // 46 научно-практическая конференция. – Самара. – 1999. – С. 9.

51. **Кинчаров, А.И.** Источники устойчивости к грибным болезням в селекции яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина // 46 научно-практическая конференция. – Самара. – 1999. – С. 56.

52. **Кинчаров, А.И.** Селекция яровой мягкой пшеницы на скороспелость / А.И. Кинчаров // В сб.: Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к стрессовым факторам в Поволжье. – Кинель, 1999. – С. 59–67.

53. **Кинчаров, А.И.** Селекция яровой мягкой пшеницы на скороспелость и устойчивость к стрессовым факторам / А.И. Кинчаров // В сб.: Селекция и семеноводство полевых культур. – Пенза, 2001. – С. 18–19.

54. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам / **А.И. Кинчаров**, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина [и др.] // В сб.: Селекция и семеноводство полевых культур. – Пенза, 2001. – С. 20–21.

55. Загрязнения почвенными фитопатогенами агроэкосистем в Самарской области / **А.И. Кинчаров**, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина, О.Ф. Цуркан // в сб.: Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства. – Пенза: РИОПГСХА, 2002. – С. 179–180.

56. Влияние агротехнических приемов на развитие корневых гнилей яровой пшеницы / **А.И. Кинчаров**, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина, О.Ф. Цуркан // В сб.:

Экологическая генетика культурных растений. – Краснодар: РАСХН, ВНИИ риса, 2005. – С. 292–294.

57. Глуховцев, В.В. Роль семеноводства сельскохозяйственных культур в экономике Самарской области и тенденции его развития / В.В. Глуховцев, А.П. Головоченко, **А.И. Кинчаров** // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 3 (7). – С. 99–101.

58. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовостеблевым инфекциям в условиях Среднего Поволжья / **А.И. Кинчаров**, О.Ф. Абдряева, Л.М. Михальченко [и др.] // В сборнике: Вавиловские чтения – 2007. Материалы Международной конференции, посвященной 120-й годовщине со дня рождения академика Николая Ивановича Вавилова. – Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2007. – С. 25

59. Влияние нормы высева на фитосанитарное состояние и урожайность сортов яровой пшеницы / **А.И. Кинчаров**, О.Ф. Абдряева, Л.М. Михальченко [и др.] // В сб.: Научные основы семеноводства и агротехнологий сельскохозяйственных культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ. – Саранск, 2007. – С. 184–187.

60. Абдряева, О.Ф. Агроклиматические условия и урожайность яровой пшеницы в Самарской области / О.Ф. Абдряева, Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров** // В сб.: Научные основы семеноводства и агротехнологий сельскохозяйственных культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ. – Саранск, 2007. – С. 360–362.

61. К проблеме селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовостеблевым инфекциям в условиях Среднего Поволжья / **А.И. Кинчаров**, О.Ф. Цуркан, Л.М. Михальченко [и др.] // Агро XXI. – 2008. – № 4–6. – С. 9–10.

62. Влияние минеральных азотсодержащих удобрений на продуктивность яровой мягкой пшеницы / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова, Т.Ю. Таранова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2011. – № 11. – С. 22.

63. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, С.В. Спицина, К.Ю. Чекмасова // Успехи современной науки. – 2015. – № 5. – С. 22–25.

64. Демина, Е.А. Кинельская 2010 – новый высокопродуктивный сорт яровой мягкой пшеницы / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т.17. – № 4–3. – С. 538–541.

65. Демина, Е.А. Оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы на устойчивость к патогенам / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова // Успехи современной науки. – 2016. – № 10. – С. 120–123.

66. Демина, Е.А. Зависимость урожайности сортов яровой пшеницы от основных элементов продуктивности растений и качества зерна / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров** // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т.5. – № 10. – С. 20–23.

67. **Кинчаров, А.И.** Научные методы повышения и стабилизации урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в засушливых

регионах / А.И. Кинчаров // В сб.: Научно-обоснованные системы повышения продуктивности и качества зерновых и кормовых культур в засушливых регионах. – Кинель: Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова, 2016. – С. 73–79.

68. Демина, Е.А. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стрессовым факторам среды в Поволжском НИИСС и ее перспективы / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров** // В сб.: Научно-обоснованные системы повышения продуктивности и качества зерновых и кормовых культур в засушливых регионах. – Кинель: Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова, 2016. – С. 66–73.

69. Демина, Е.А. Взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы на фоне применения современных удобрений и стимуляторов роста / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров** // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 11. – С. 69–74.

70. Норма высева семян – важнейший элемент технологии первичного семеноводства сортов яровой мягкой пшеницы / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, С.В. Третьякова, К.Ю. Чекмасова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 10–1. – С. 142–149.

71. Изучение коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы по скороспелости / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, Т.Ю. Таранова, К.Ю. Чекмасова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 10–1. – С. 136–141.

72. Роль фракций семян при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы в современных технологиях возделывания / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова, Т.Ю. Таранова // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11–2. – С. 260–266.

73. Демина, Е.А. Сравнительная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, Т.Ю. Таранова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т.20. – № 2–4 (82). – С. 700–704.

74. Актуальные проблемы адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье и пути их решения / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, О.С. Муллаянова, Т.Ю. Таранова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т.20. – № 2–3 (82). – С. 459–463.

75. Кинельская волна – новый перспективный сорт яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Поволжский НИИСС» / С.В. Третьякова, Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т.20. – № 2–3 (82). – С. 441–445.

76. История селекции яровой пшеницы в ФГБНУ «Поволжский НИИСС» и ее практические результаты / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, С.В. Третьякова, К.Ю. Чекмасова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т.20. – № 2–2 (82). – С. 426–430.

77. Влияние современных препаратов для обработки семян и микроудобрений на продуктивность сортов яровой мягкой пшеницы / Е.А. Демина, **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова [и др.] // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 10–1 (37). – С. 132–137.

78. Оценка адаптивного потенциала перспективных сортов яровой мягкой пшеницы / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Демина, Т.Ю. Таранова [и др.] // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 10–1 (37). – С. 145–149.

79. Формирование качества зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы в Средневолжском регионе / **А.И. Кинчаров**, О.С. Муллаянова, Е.А. Дёмина [и др.] // Аграрная наука. – 2020. – № 11–12. – С. 79–82. (**RSCI**).

80. Вариабельность высоты растений яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Т.Ю. Таранова, Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 6. – С. 45–49. (**RSCI**).

81. **Кинчаров, А.И.** Глобальное потепление: потребуется ли коррекция селекционных программ / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина // В сб.: Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2021. – Самара, 2021. – С. 65–71.

82. Продолжительность периода всходы-колошение в селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность / **А.И. Кинчаров**, Е.А. Дёмина, Т.Ю. Таранова, К.Ю. Чекмасова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 5. – С. 42–46. (**RSCI**).

83. Таранова, Т.Ю. Скрининг исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / Т.Ю. Таранова, Е.А. Дёмина, **А.И. Кинчаров** // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 6. – С. 21–26. (**RSCI**).

84. Каталог сортов, гибридов и линий сельскохозяйственных культур селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН / А.К. Антимонов, Е.А. Дёмина, А.В. Казарина [и др.] // Под ред. **А.И. Кинчарова**. – Самара, 2023. – 60 с.

85. Efficiency of using growth stimulant and biofertilizers for varieties of spring soft wheat / T.Yu. Taranova, E.A. Demina, S.E. Romenskaya, **A.I. Kincharov** [et al.] // Russian Agricultural Sciences. – 2023. – Т. 49. – № S3. – С. S505-S515. (**Springer**).

86. Высокопродуктивный сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская удача для лесостепных условий Средневолжского и Уральского регионов / Е.А. Дёмина, Т.Ю. Таранова, С.Е. Роменская, **А.И. Кинчаров** // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 6. – С. 9–13. (**RSCI**).

Научное издание

КИНЧАРОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ

**НАУЧНОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Подписано в печать 05.09.2025 г. формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. – 2,0. Тираж 100 экз. заказ № ____

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13