

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский
федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства
имени П.Н. Константинова – филиал федерального государственного
бюджетного учреждения науки Самарский федеральный исследовательский
центр Российской академии наук

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

Диссертация на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (обзор литературы)	18
1.1 Селекция на адаптивность к абиотическим факторам среды	21
1.2 Селекция на устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам среды	41
2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	72
2.1 Агроклиматические условия места проведения исследований	72
2.2 Особенности погодных условий за годы наблюдений	75
2.3 Исходный материал для изучения	76
2.4 Методика закладки опытов и проведения полевых исследований	78
2.5 Методика лабораторных анализов и обработки экспериментальных данных	82
3 АНАЛИЗ И КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В АДАПТИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ	87
3.1 Анализ изменения неблагоприятных абиотических факторов внешней среды в условиях глобального потепления	88
3.2 Характер изменения погодных условий за годы исследований и краткосрочный прогноз до 2030 года	101
4 СЕЛЕКЦИЯ НА АДАПТИВНОСТЬ К МЕНЯЮЩИМСЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	115
4.1 Влияние факторов внешней среды и генотипа на формирование этапов вегетационного периода	116
4.2 Исходный материал и селекция на адаптивность к изменениям абиотических факторов внешней среды	140
5 СЕЛЕКЦИЯ НА АДАПТИВНОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	155

5.1 Бурая (листовая) ржавчина	158
5.2 Мучнистая роса	167
5.3 Корневые гнили	175
6 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИРОВАННОСТИ ГЕНОТИПОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	203
7 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИМЕЮЩИЕ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ	222
7.1 Сорты, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ	222
7.2 Перспективные сорта селекции Поволжского НИИСС	235
8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОММЕРЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СОЗДАНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ	245
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	251
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ	255
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	256
ПРИЛОЖЕНИЯ	317

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Глобальное потепление климата, приводящее к увеличению частоты экстремальных погодных явлений, включая волны жары, засух, ливней [Battisti D.S., Naylor R.L., 2009], пожаров и наводнений [IPCC, 2021], а также сохраняющиеся тенденции существенного увеличения численности населения земного шара [Vollset S.E., Goren E., Yuan C.W. et al., 2020] – огромный вызов научному сообществу и всему человечеству в решении продовольственной безопасности. Текущий медленный прогресс в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, от 0,8 до 1,0% в год, не может решить проблему голода почти одного миллиарда жителей планеты [Гончаров Н.П., Косолапов В.М., 2021], а с учетом прогнозируемого увеличения численности населения земного шара, которое по предварительным данным достигнет пика в 2064 году в 9,73 миллиарда человек [Vollset S.E., Goren E., Yuan C.W. et al., 2020], потребуется дополнительное наращивание производства продукции растениеводства на 60% [Gómez D., Salvador P., Sanz J. et al, 2021]. Соответственно, на последующие 40 лет, темпы повышения урожайности сельскохозяйственных 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, как отмечают J. Hansen, M. Sato, R. Ruedy [2012], увеличилась в мире приблизительно в 50 раз и если 40 лет назад чрезвычайная летняя жара, как правило, затрагивала только 0,1–0,2% поверхности земного шара, то сегодня это уже около 10% [Hansen J., Sato M., Ruedy R., 2012]. Данными климатическими изменениями за последние два десятилетия объясняется примерно 31–51% вариабельности урожайности пшеницы в Западной Европе, в южной Европе климатическая изменчивость ответственна за 15–45% вариабельности урожайности в Италии и Греции, и более 75% – на юге Испании, а в Восточной Европе – в таких странах как Российская Федерация, Украина и Казахстан – от 23 до 66% [Ray D.K., Gerber J.S., MacDonald G.K. et al., 2015]. Примерно в эти

же годы валовое производство зерна пшеницы в Российской Федерации составляло в среднем 38,8 млн. т (от 27,0 млн. до 50,6 млн. т по годам), при средней урожайности по стране 1,54 т/га (по годам от 1,03 до 2,05 т/га), а в условиях засушливого климата Самарской области отмечалась более высокая вариабельность урожайности зерна пшеницы и за анализируемый период валовое производство товарного зерна составило от 0,648 млн. до 2,748 млн. т, в том числе яровой пшеницы – от 0,162 млн. до 0,691 млн. т, при существенном (3-х кратном) варьировании показателей средней урожайности зерна по годам, которое составило от 0,59 до 1,82 т/га [Абдряева О.Ф., 2008].

Учитывая текущие негативные факторы изменения климата и то, что большая часть сельскохозяйственных угодий и пашни в Российской Федерации находятся в неблагоприятных зонах для возделывания той или иной культуры, в частности, – зонах рискованного засушливого и/или сухого земледелия, в перспективе дальнейшего глобального потепления климата зависимость отрасли растениеводства от погодно-климатических условий будет только возрастать и станет еще более непредсказуемой, в том числе и в виде крайних ее проявлений, как по количеству осадков, так и по температурному фону. Следовательно, в решение стратегических вопросов продовольственной безопасности и обеспечения продовольствием населения земли аграрная наука должна преодолеть важнейшую нарастающую проблему и это, по мнению академика РАН А.А. Жученко [1988; 1990; 2004] – максимальное снижение зависимости отрасли растениеводства и всего сельского хозяйства от погодных флуктуаций, в первую очередь, от тех ее проявлений, которые существенно выходят за пределы среднесноголетних наблюдений. В части Восточной Европы и Азии, в частности, – различные регионы России, где в некоторые летние месяцы гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) составляет менее 0,1 единицы, чувствительность к засухе и суховеям является одним из наиболее важных факторов такой зависимости [Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю., Дёмина Е.А., 2020]. В условиях ряда европейских стран исследователями в последнее десятилетие отмечается, на фоне достижения высоких результатов

продуктивности, что дальнейшим ограничивающим фактором для адаптации пшеницы к изменению климата в Европе является тепловой стресс, а не чувствительность к засухе [Semenov M.A., Shewry P.R., 2011], что с нашей точки зрения вполне обоснованно с учетом высоких показателей влагообеспеченности вегетационных периодов Центральной и Северной Европы. Однако, независимо от важности какого-либо отдельного фактора, в решении глобальных задач снижения зависимости растениеводства от меняющихся погодных условий и стабильного увеличения урожайности зерна в будущем, особое место должно быть уделено научной селекции. И в этом плане наука сама должна определить в региональном масштабе важность ограничивающих факторов, наиболее часто лимитирующих урожайность культур. При этом в современных условиях интенсификации процессов глобального потепления климата, прогнозирование изменений погодных условий в краткосрочной перспективе (от года до десятилетия), как отмечают Y. Kushnir, A.A. Scaife, R. Arritt et al. [2019], дает возможность адаптироваться и обеспечить устойчивость живых организмов к изменениям климата.

Несмотря на успешное выполнение пороговых значений Доктрины продовольственной безопасности по зерну за последние годы, и то, что Россия по итогам 2019, 2020, 2022 и 2023 годов вошла в тройку лидеров по экспорту зерна и стала бесспорным лидером по экспорту пшеницы, Правительство РФ на ближайшую перспективу ставит более высокие планы увеличения производства и экспорта зерна. Необходимо отметить, что экспортные требования к качеству зерна постоянно возрастают, но как было отмечено в докладе академика РАН В.И. Кашина [2020]: «На примере пшеницы мы видим, что в структуре урожая до сих пор недопустимо велико количество непродовольственного зерна пятого класса, а также слабой (условно продовольственной) пшеницы четвертого класса, а наиболее востребованная – пшеница третьего класса – немногим больше одной трети, а количество пшеницы второго и первого класса ничтожно мало». Увеличение производства качественного зерна в России является актуальной и важнейшей народнохозяйственной задачей [Алтухов А.И., 1994] и

здесь ведущее место принадлежит в плане улучшения качества – яровой мягкой пшенице, основное товарное производство которой сосредоточено главным образом в засушливых и острозасушливых районах Поволжья, Урала и Сибири с годовым количеством осадков от 300 до 600 мм.

В Поволжье максимальные посевные площади яровой пшеницы составляли около 5 миллионов гектаров, но в последние десятилетия посевы здесь значительно сократились за счет увеличения озимого клина. Так, в одной только Самарской области, посевные площади под яровой пшеницей достигали в 1958–1964 гг. – 800–1200 тыс. га; в 1986–1990 гг. – 350–400 тыс. га, в 1990-е годы сократились до 198,9 тыс. га, и в последние десятилетия XXI века находятся на отметке 120–200 тыс. га. Одной из главных причин значительного снижения площадей под яровой пшеницей стала более низкая урожайность, по сравнению с озимой пшеницей, и нестабильность урожайности возделываемых сортов. Действительно, в Среднем Поволжье часто засушливые условия чередуются с острозасушливыми и умеренно влажными периодами, как в течение одного вегетационного сезона, так и на протяжении более длительного времени, что приводит к тому, что валовые сборы зерна в годы с устойчивой или комбинированной засухой снижаются в два-четыре раза по сравнению с годами с наиболее благоприятными условиями. Озимая пшеница, широко возделываемая в этих условиях как страховая культура, не всегда оправдывает надежды производителей. Связано это с климатическими условиями региона и в первую очередь – с отсутствием влаги к моменту сева в оптимальные агротехнические сроки (за последние пять лет наблюдаем три раза – в 2020, 2022 и 2024 гг.), когда сельхозпроизводители идут на риск и осуществляют так называемый «посев в золу». Реже в регионе наблюдаем – неблагоприятные условия перезимовки, связанные с установлением низких температур без снежного покрова или с возвратом холодов весной в момент начала весеннего отрастания (апрель-май 2023, май 2024 гг.). В отдельные годы, по данным причинам, пересеивается до 30% посевов этой культуры, а в условиях засухи и незначительных запасах продуктивной влаги (1995, 1996, 2008, 2010, 2016, 2020,

2024 гг.) остаются незасеянными более 20% запланированных площадей. Кроме того, даже при возделывании по чистым парам зерно озимой пшеницы имеет технологические качества несколько ниже, чем у яровой.

Для дальнейшего расширения посевных площадей под яровой пшеницей необходимы новые сорта или набор сортов, которые обеспечивали бы более стабильное валовое производство зерна сильных и ценных по качеству пшениц, отвечающих требованиям продовольственного зерна первого и второго класса. В то же время односторонняя селекция растений на максимальное повышение потенциальной урожайности привела к «сползанию» многих сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в сторону позднеспелости, к снижению их толерантности и качества зерна. Такие сорта, по данным академика РАН А.А. Жученко [1990], оказываются более чувствительными к погодным флуктуациям (засухам, суховеям, морозам и др.), что, в свою очередь, усиливает опасность их поражения болезнями, вредителями и сорняками, а использование сортов зерновых колосовых культур интенсивного типа с урожайностью свыше 5,0–6,0 т/га сопровождается массовыми поражениями данных фитоценозов грибными болезнями. Усиление зависимости величины и качества урожая зерна от глобальных погодных изменений даже в промышленно развитых странах мира выдвинуло задачу увеличения устойчивости отрасли растениеводства в число наиболее важных и первостепенных, и оно обусловлено тем, что в зависимости от погодных условий урожайность зерновых культур в мире варьирует на 25% и более, мировые запасы зерна по годам – на 60% [Islam, 1983] и при этом за последние годы вариабельность мирового производства продовольствия возросла [цитирую по Жученко, 1990], а в XXI веке даже усилилась, охватив также страны Европы [Ray D.K., Gerber J.S., MacDonald G.K. et al., 2015].

В условиях Самарской области за последние десятилетия урожайность яровой пшеницы показывает существенные колебания в зависимости от складывающихся погодных условий. Амплитуда данных колебаний за 30-летний период составила от 0,49 до 2,13 т/га. Поэтому здесь важнейшей

предпосылкой устойчивого роста урожайности является избежание, или уход, посевов от действия температурного и водного стрессов. В этом плане особое место должно быть уделено вопросам селекции. Между тем, как отмечает академик РАН А.А. Жученко [1990], новые сорта, обладающие высокой потенциальной продуктивностью, которая в производственных условиях реализуется на 20–30%, как правило, оказываются менее устойчивыми к погодным флуктуациям, им свойственны высокая требовательность к уровню агротехники и большая относительно местных сортов вариабельность величины и качества урожая в неблагоприятных условиях внешней среды. Это свидетельствует о том, что необходимо значительно больше уделять внимания повышению устойчивости сортов и культур к различным стрессовым факторам, а также – исследованиям изменения погодно-климатических условий, так как вариабельность урожайности в значительно большей степени определяется погодными факторами, чем агротехническими (сорт, сроки, способы и нормы высева, и другие) [Жученко А.А., 1990].

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. В научных трудах 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. Существенный рывок в исследованиях был сделан в 70-х годах прошлого века, когда началась «новая эра» в селекции культур, связанная с «зеленой революцией», одним из основателей которой являлся нобелевский лауреат Норман Борлауг. Данное направление вывело мировое сельское хозяйство на новый уровень производства, позволив поднять продуктивность культур более чем в два раза. Стратегия длительное время приводила к огромным селекционным успехам во всем мире. Однако первые негативные явления односторонней селекции на высокую потенциальную продуктивность начали проявляться уже с середины первого десятилетия 21 века, которое было связано с ускорением темпов глобального потепления. В последующие годы ситуация только ухудшалась и вызвала даже всплеск публикаций на тему – «Односторонняя селекция привела к созданию сортов пшеницы, не устойчивых к климатическим изменениям в Европе». Президентом РФ В.В. Путиным [2021] 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 отмечается 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 культуры, приводят к существенной вариабельности продолжительности вегетационного периода растений, урожайности культур и появлению новых возбудителей болезней и вредителей растений. 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.

Цель исследований и задачи. Целью исследований 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 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 экспериментальном материале обоснован оптимальный уровень продолжительности периода всходы-колошение, связанный с минимизацией потерь продуктивности в условиях глобального потепления и широкой изменчивости погодных условий, как по годам, так и в течение одного сезона. По данным многолетних исследований, охватывающих широкое разнообразие погодно-климатических условий региона, разработана Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата, рекомендуемая для подбора исходного материала при создании высокоадаптивных к современным условиям форм, оценки селекционного материала в конкурсном (предварительном, малом) 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 за 1990–2023 гг., отмечено резкое изменение в сторону повышения температурных условий и снижение количества осадков в весенне-летний период в регионе за последнее десятилетие. Темпы повышения среднесуточной температуры воздуха с 2010 по 2023 гг. (в среднем за 14 лет) изменились по сравнению со средними значениями последнего десятилетия 20 века в 6,6 раза и в 3,8 раза по сравнению со средними значениями периода 2000–2009 гг. Существенные изменения агроклиматических условий за столь короткий период и частая смена острозасушливых, засушливых и благоприятных условий, как в течение одного вегетационного периода, так и в

разрезах десятилетия, приводят к усилению зависимости валовых сборов зерна от погодных флуктуаций. Для сглаживания негативных моментов данных и предстоящих изменений погодных условий необходима ускоренная адаптация культурных растений. Длительное изучение коллекционного и селекционного материала, позволило в научно-практическом плане, для исключения субъективной оценки адаптивного потенциала исходного и селекционного материала, разработать Методику оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата для использования в селекционном процессе и в системе государственного сортоиспытания. Комплексные научно-практические исследования и разработки 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 до 27,5%) пшеницы мягкой яровой включено в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации. Сорта Кинельская 2020, Кинельская удача и Кинельская ласточка (авторство до 32,5%) 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 проведения исследований основаны на глубоком анализе имеющейся доступной информации, системном и комплексном подходе в изучении вопросов повышения урожайности и качества зерна яровой мягкой 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, как 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. Настоящая работа выполнялась автором на базе Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (Поволжский

НИИСС – филиал СамНЦ РАН) в рамках выполнения государственных заданий на проведение научно-исследовательских работ за период с 1990 по 2024 года. Полевые, лабораторные и другие исследования выполнены в институте с использованием соответствующих методических рекомендаций, методик и действующих ГОСТов, с применением современного научно-лабораторного оборудования 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 Scopus, RSCI, ВАК, свидетельствует 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 на Ученых советах Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН (2020–2024 гг.); на научно-практических конференциях Куйбышевского сельскохозяйственного института [Куйбышев, 1989], Самарской ГСХА [Самара, 1997, 1999], Пензенской ГСХА [Пенза, 1996], Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова «Вопросы повышения устойчивости зернового хозяйства в условиях Поволжского региона» [Кинель, 1997]; на Стратегической научной сессии с международным участием «Аграрная наука Севера в условиях современных вызовов» [Киров, 1998]; «Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к стрессовым факторам в Поволжье» [Кинель, 1999 г.]; на V Всероссийской научно-практической конференции «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]; XV Международной научно-практической конференции «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 (СІВТА-II-2023).

Публикации. По материалам настоящих исследований опубликовано 86 научных работ, в том числе 28 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (25 публикации входят в ядро РИНЦ, в том числе одна – в базу данных Scopus), 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 (год включения): Кинельская 59 (1995 г.), Кинельская 60 (1998 г.), Кинельская 61 (2005 г.), Кинельская нива (2007 г.), Кинельская отрада (2009 г.), Кинельская 2010 (2015 г.), Кинельская юбилейная (2016 г.), Кинельская звезда (2024 год).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, предложения селекции и производству, списка использованной литературы и приложений (в том числе – авторские свидетельства, патенты и 18 актов внедрения). Научная работа 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 полевых и лабораторных 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 оказанную помощь в проведении исследований с возбудителями корневых гнилей и фитосанитарной оценке семян. Глубокая признательность выражается коллегам, научным сотрудникам – Дёминой Е.А., Михальченко Л.М., Абдряевой О.Ф., Тарановой Т.Ю. и техническому персоналу лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы и сотрудникам лаборатории технологической оценки качества зерна Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, оказавшим неоценимую помощь при проведении полевых и лабораторных исследований. Автор выражает особую благодарность сотрудникам лабораторий селекции и генетики яровой пшеницы Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН и НИИСХ Юго-Востока за предоставленный ценный исходный материал и консультативную помощь при проведении исследований с изогенными линиями, а также – сотрудникам ВИРа, за оказание ежегодной (с 1990 года) помощи в обновлении исходного материала по яровой мягкой пшенице и другим близкородственным видам.

1 СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА АДАПТИВНОСТЬ (обзор литературы)

Селекционная работа с любой сельскохозяйственной культурой нацелена главным образом на повышение урожайности и качества продукции. В данном обзоре основная продукция культуры – продовольственное зерно высокого качества. Поэтому на соответствующем этапе развития отрасли растениеводства в регионе необходимо отметить, что создание сортов пшеницы с высокой и стабильной по годам урожайностью зерна является главной задачей селекционеров.

Селекционная работа, в историческом плане, началась с того, что из года в год, отбирая более продуктивные соцветия (колос, метелка и др.) для получения семян на посев, люди улучшали различные популяции культурных растений при возделывании в местных климатических условиях, ускоряя тем самым длительный естественный отбор, описываемый Чарльзом Дарвином и классической эволюцией растительного и животного мира. Таким образом, благодаря человеку и различным погодным условиям в течение продолжительного времени возделывания культуры, происходило конкурентное выживание и преимущественное размножение определенных и лучших особей [Futuyma D.J., 2005], форм и популяций. Со временем у них вырабатывалась приспособленность [Barker J.S.F., 2009], адаптация к меняющимся в определенных диапазонах условиям среды, складывающимся в конкретной местности, климатической зоне. Сформированные таким образом формы, в основном – популяции, имели хорошую и стабильную продуктивность по годам. С развитием научной селекции и современных познаний в генетике, физиологии, биохимии, иммунологии, экологии и других смежных науках, создание сортов обрело более сложные очертания и ускоренные темпы улучшения культур в требуемом для человечества направлении. Однако несмотря на то, что современный инструментарий геномной селекции позволяет сократить продолжительность селекционного процесса, в засушливых условиях

с невысоким коэффициентом размножения семян, сроки создания и коммерциализации сортов составляют более 10–15 лет.

Из этого следует, что при условии даже некоторого сокращения сроков создания селекционных достижений, новые сорта будут возделываться уже в следующем десятилетии. Следовательно, сегодня подбор исходного материала и скрещивания проводятся для получения сортов, которые будут возделываться в производстве примерно с середины 2030-х годов. Поэтому в условиях усиливших тенденций глобального потепления климата, которые наиболее сильно проявились в летние месяцы за последние (с 2008) годы, необходим анализ и прогнозный расчет условий вегетации на ближайшие 10–15 лет и здесь, в первую очередь, надо обратить внимание на характер и скорость изменения погодно-климатических условий региона в связи с тем, что, как уже отмечалось, частота проявлений чрезвычайно жаркой погоды в мире, по сравнению с десятилетиями до 1980 года, увеличилась приблизительно в 50 раз и сорок лет назад такие явления затрагивали всего лишь 0,1–0,2% поверхности земного шара, а сегодня – почти 10% [Hansen J., Sato M., Ruedy R., 2012] и при этом с 2008 года наблюдается снижение количества осадков во всем мире. Такие явления приводят к высокой вариабельности урожайности пшеницы во многих регионах планеты [Ray D.K., Gerber J.S., MacDonald G.K. et al., 2015], и поэтому стабилизация урожаев в широком диапазоне сред должна стать для них основой селекции [Грабовец А.И., Фоменко М.А., 2020; Дёмина Е.А., Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю. и др., 2020]. В Российской Федерации большая часть посевных площадей находится в зонах неблагоприятных для возделывания той или иной культуры, в частности, – зоны рискованного засушливого (сухого земледелия), где зависимость отрасли от резко меняющихся погодных условий вегетации остается очень высокой. В последующие десятилетия, на фоне общего изменения климата, эта зависимость в данных регионах, скорее всего, будет только возрастать и станет еще более непредсказуемой. Поэтому считаем, что главная задача мировой аграрной науки на ближайшую перспективу – максимальное снижение зависимости отрасли растениеводства от погодных

флуктуаций, существенно выходящих за пределы среднемноголетних наблюдений.

Исследователями в последние 10–15 лет все более часто отмечается, что тепловой стресс в европейской части является наиболее чувствительным и ограничивающим фактором для адаптации пшеницы к изменению климата в регионе их исследований [Semenov M.A., Shewry P.R., 2011]. В условиях же части Восточной Европы и Азии, в частности, – различные регионы России, где в некоторые летние месяцы гидротермический коэффициент составляет менее 0,1 единицы, чувствительность к засухе и суховеям является не менее важным фактором, чем чувствительность к тепловому стрессу. И поэтому считаем, что в условиях региона исследований важнейшим направлением научных разработок является создание адаптированных к меняющимся факторам среды сортов культурных растений, для которых наиболее характерна экологическая, в более узком понимании – агроэкологическая адаптированность, связанная с большей приспособленностью новых сортов и линий к местным условиям и современным технологиям возделывания, обеспечивающим максимальный экономический и энергетический эффект, что важно и с точки зрения углеродной нейтральности производства в растениеводстве.

В научном плане принято экологические факторы классифицировать как абиотические, биотические и антропогенные.

Научную селекцию на экологическую (агроэкологическую) адаптивность любой культуры сегодня можно рассматривать в следующих направлениях:

– селекция на адаптивность к абиотическим факторам среды, то есть явлениям неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующих на живые организмы (сорта, растения);

– селекция на устойчивость к стрессовым биотическим факторам среды, то есть явлениям живой природы фитогенного и зоогенного характера;

– селекция на отзывчивость к положительным воздействиям антропогенного фактора (деятельности человека), направленной на повышение продуктивности любой культуры.

Однако с точки зрения экологической селекции растений, антропогенное воздействие можно рассматривать не отдельно, а в первых двух направлениях, что и предлагаем сделать в данной работе. При этом необходимо учитывать существенное влияние деятельности человека на экологию в целом и, в частности, – на глобальное потепление во всем мире, которое, по заключениям климатологов ускорилось с середины первого десятилетия 21 века, с ее более непредсказуемыми «погодными качелями», как по годам, так и в течение одного вегетационного периода. Данные негативные процессы будут учтены, как в научном обзоре, так и ходе обсуждения результатов исследования.

1.1 Селекция на адаптивность к абиотическим факторам среды

В соответствии с экологической классификацией абиотические факторы в свою очередь подразделяются на климатические, эдафические (почвенные), орографические или топографические, гидрографические (водная среда), химические. В агроэкологическом плане важнейшими их составляющими, в селекции на адаптивность, считаются такие нерегулируемые компоненты как – свет, температура и влажность. От фактических значений этих факторов в первую очередь зависит способность произрастания культур и сортов в определенных климатических зонах, возможность созревания их и плодоношения [Рассашко И.Ф., Ковалева О.В., Крук А.В., 2010]. Поэтому в научной селекции важнейшим направлением является изучение и оценка селекционного материала на продуктивность при различных стрессовых условиях внешней среды [Кобцева Л.В., Ступина Л.А., 2012; Гладышева О.В., Барковская Т.А., 2017] и одним из основных показателей адаптированности сортов к определенным агроклиматическим условиям является продолжительность вегетационного периода и при необходимости, – её сокращение для расширения ареала возделывания за счет более северных зон или удлинение – для зон с продолжительно благоприятным климатом. Об актуальности создания скороспелых сортов пшеницы для различных регионов

нашей страны указывали еще более ста лет назад, в частности, Фляксбергер К.А. [1910] писал, что скороспелые сорта пшеницы нужны не только на севере, но и при возделывании в условиях континентального климата; о преимуществах скороспелой пшеницы в различных районах нашей страны указывали и выдающиеся ученые Н.И. Вавилов [1931; 1935], П.Н. Константинов [1932; 1935], Н.А. Максимов [1932; 1939]. Николай Иванович Вавилов еще в 1935 году отмечал, что вопрос продолжительности вегетационного периода является капитальным разделом селекции, который неразрывно связан со многими свойствами и при этом удлинение или укорачивание вегетационного периода сопровождается изменениями химизма растения, отношения к заболеваниям, а иногда меняется и сам облик растения. В этой области мы ждем максимальных практических достижений [Вавилов Н.И., 1935]. О важности создания скороспелых сортов пшеницы отмечается на протяжении всей научной селекции, в том числе, и на более современном этапе такими авторитетными учеными как – Э.Д. Неттевич [1982], В.А. Кумаков, К.М. Кузьмина [1971], В.Ф. Дорофеев [1976], В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин, Л.В. Семёнова и др. [1987], А.К. Федоров [1990], Б.В. Ригин с соавторами [2018] и другие. В Восточной Сибири отмечается, что скороспелые сорта пшеницы лучше переносят засуху и весенние заморозки, часто наблюдаемые в Красноярском крае [Дмитриев В.Е., 1976; Ригин Б.В., 1984]. В более суровых условиях Якутии имеют преимущество скороспелые сорта с коротким периодом от всходов до колошения [Вавилов Н.И., 1935; Удачин Р.А., 1961], а ближе к Западу – в Зауралье и Западной Сибири – более короткий период от колошения до созревания способствует лучшему наливу зерна [Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., 2020].

В более засушливых условиях Средней Азии отмечается, что скороспелость позволяет посевам «уйти» от суховейных ветров типа гармсилы и афганец в период налива и созревания семян [Шахмедов И.Ш., 1980; Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984]. Для районов Северного Казахстана, граничащих с Российской Федерацией, считаются перспективными сорта с несколько продолжительным периодом всходы-колошение и более коротким

колошение-созревание [Кузьмина К.М., 1972; Кузьмина К.М., 1977; Кузьмина К.М., Кумаков В.А., 1983], которые связаны в первую очередь со сроками посевных работ, а для Юго-Востока страны, наоборот, предпочтительнее сорта яровой пшеницы с более коротким периодом от всходов до колошения и более длинным от колошения до созревания [Кумаков В.А., 1985; Кумаков В.А., 1986; Ильина Л.Г., 1986; Ильина Л.Г., 1994], при этом для Евро-Северо-Востока, предпочтительнее сорта с генеративной фазой более 40 суток [Амунова О.С., 2019].

Проблема оптимизации продолжительности вегетационного периода в селекции пшеницы имеет определенное значение и в зоне Поволжья, где скороспелость – один из факторов преодоления засухи [Кумаков В.А., 1980; 1985]. Выдающийся селекционер Лидия Герасимовна Ильина [Ильина Л.Г., 1984; 1994] отмечала, что руководящей теорией в селекции яровой пшеницы в НИИСХ Юго-Востока остается учение об экотипе и предложила поволжский экотип разделить на две группы.

К первому биотипу были отнесены засухоустойчивые сорта для левобережья Волги, к которому относится и зона обслуживания нашего института, а ко второму – для правобережья. Отличительной чертой биотипов левобережья Волги считалось, что это более скороспелые формы, которые спешат поскорее закончить рост вегетативной массы формированием колоса, чтобы перейти к интенсивному формированию семян. Сорта данного биотипа отличаются активностью роста зерна и обладают способностью к более активному регулированию продолжительности вегетации и процессами реутилизации запасных веществ на основе раннего выколашивания с учетом складывающихся погодных условий.

На Юго-Востоке страны и в Среднем Поволжье, в последнее десятилетие, очень часто наблюдаются засухи во второй половине вегетации, которые приводят к искусственному сокращению вегетации растений (более чем на 10 суток) и таким образом полное созревание яровой мягкой пшеницы происходит

уже в третьей декаде июля. Такие явления отмечались и в наших исследованиях последнего десятилетия – в 2018, 2020 и 2021 годах.

В то же время у сортов яровой пшеницы первого биотипа в экстремальной обстановке процесс созревания начинается с постепенного пожелтения соломины внизу, потом постепенно поднимается верх и самым последним желтеет колос, т.е. он происходит более естественно, чем у сортов второго биотипа. Поэтому эти сорта чаще формируют лучшее по выполненности (наливу) и выравненности зерно, с более высокой натурной массой, по сравнению с сортами второго биотипа. У сортов первого биотипа также увеличена доля репродуктивной части по сравнению с сортами второго биотипа и генетическую основу этой группы составляют: Альбидум 43, Саратовская 210, Саратовская 38 [Ильина Л.Г., 1984; 1994].

Рассматривая скороспелость и продолжительность вегетационного периода, следует отметить, что в рамках отдельной, малой экологической зоны данный показатель должен измеряться своими масштабами, которые будут отличаться от глобальной классификации, предлагаемой К.А. Фляксбергер [1932, 1935], М.М. Якубцинер [1957], Ф.М. Куперман [1963], где вегетационный период яровой пшеницы варьирует от 60–65 до 125–130 дней и более. Так как в небольшой экологической зоне, сорта с крайними значениями признака, могут быть нежизнеспособны.

В рамках волжской степной экологической группы, как отмечает В.А. Кумаков [1988], разница в сроках колошения между самыми ранними и самыми поздними сортами не превышает 6–7 суток при очень небольших различиях в продуктивности скороспелых и позднеспелых сортов.

В лесостепной зоне Среднего Поволжья засушливые явления повторяются как минимум 3 раза в 5 лет. Поэтому здесь остро стоит проблема создания и внедрения в производство сортов с максимально адаптированной продолжительностью вегетационного периода и отдельных ее этапов для обеспечения высокой засухоустойчивости и стабильной продуктивности форм, которые уходят не только от засухи, но и от поражения болезнями,

повреждения насекомыми и прорастания на корню в отдельные годы. Засуха здесь часто наносит существенный ущерб урожаю позднеспелых сортов пшеницы, который не компенсируется их большей потенциальной продуктивностью по сравнению с более скороспелыми сортами, успевающими полностью реализовать свои потенциальные возможности.

В то же время, в селекционной практике предпочтение отдается среднеспелым и среднепозднеспелым сортам, так как в благоприятные годы они более урожайны, чем сорта скороспелой группы. Ряд селекционеров, во многих регионах, указывают на необходимость выведения и использования в посевах сортов, различающихся по продолжительности вегетационного периода, а также обращается внимание на необходимость изучения влияния условий выращивания на продолжительность вегетации растений и на формирование элементов продуктивности и урожайности культуры для получения стабильно высоких урожаев в любой год [Василова Н.З., Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф. и др., 2015; Волкова Л.В., 2016]. Следовательно, для решения вопросов, связанных с оптимальной продолжительностью вегетационного периода, необходимо изучение в региональном масштабе сортов с различной спелостью.

Из истории селекции пшеницы знаем, что первые скороспелые формы были выведены итальянским селекционером Н. Стрампелли, применившим в качестве источника скороспелости устойчивый к полеганию сорт *Akagomugi* [Вавилов Н.И., 1935]. Использование в скрещиваниях сортов, различающихся эколого-географическим происхождением, географически удаленных форм, дает в гибридных популяциях богатый спектр расщеплений с появлением трансгрессивных линий, ценных для практики, в том числе и по скороспелости [Мережко А.Ф., 1980; 1984а; 1984б], источниками последних могут быть и некоторые редкие, дикие виды пшеницы [Якубцинер М.М., 1957; Дорофеев В.Ф. и др., 1976; Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семёнова Л.В. и др., 1987; Янченко В.И., 1985].

В плане получения богатого разнообразия форм, в решении вопросов оптимизации продолжительности вегетационного периода при выведении сортов пшеницы, принадлежит исходному материалу – видовому и сортовому разнообразию растений, сосредоточенному в мировой коллекции Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова [Дорофеев В.Ф. и др., 1976; Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семёнова Л.В. и др., 1987].

Необходимо отметить, что продолжительность вегетационного периода – важный показатель пригодности сорта пшеницы для возделывания в условиях того или иного географического района [Образцов А.С., 1981; 1983; Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984; Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М. и др., 2000]. Под термином продолжительность вегетационного периода обычно понимают время от всходов до окончания вегетации, совпадающего с наступлением полной спелости, а под скороспелостью – быстрое развитие растений на всех или отдельных этапах онтогенеза, относительно раннее формирование генеративных органов, цветение и плодоношение [Образцов А.С., 1983].

Определение скороспелости пшеницы в агрономической литературе связывается со сроком наступления интересующей нас фазы развития. Если срок созревания интересен, как время окончания периода вегетации (например, в северных районах, где ранние заморозки угрожают образованию зерна), скороспелость необходимо определять по продолжительности периода от всходов до наступления полной спелости, а само понятие скороспелости тогда сливается с понятием продолжительности вегетационного периода [Образцов А.С., 1983].

Однако, справедливо отмечается, что следует отличать агрономическую скороспелость от биологической, так как биологическая скороспелость – это время, отделяющее дату посева или всходов от даты колошения, и является одним из элементов агрономической скороспелости.

Скороспелость, связанная с сокращением вегетационного периода и особым конституционным типом растения, выработалась в процессе длительной приспособительной эволюции, которая шла по линии сокращения

сроков прохождения фаз развития. «В типичном случае, – пишет В.Н. Ворошилов [1960], – в начале эволюционной лестницы стоят древесные и те травянистые многолетние растения, которые отличаются низким физиологическим потенциалом и потому медленно проходящие все фазы развития. В конце этой лестницы стоят однолетники, весьма физиологически активные и быстро проходящие все фазы».

Различная продолжительность вегетационного периода, проявляющаяся в определенной скорости прохождения этапов и фаз онтогенеза, вырабатывается в результате непосредственного взаимодействия растений с условиями окружающей среды. На определенном этапе эволюции растительного мира формировались виды, подвиды, разновидности и формы, с различной скоростью переходящие в пору генеративного развития, приспособленные к определенным условиям питания, освещения, к сезонным изменениям температуры и распределению осадков.

Также в процессе длительного расселения пшеницы и других культур сложились устойчивые экологические группы сортов, популяций, биологические особенности которых, включая вегетационный период, хорошо пригнаны к региональным условиям [Кумаков В.А., Чернов В.К., Кузьмина К.М. и др., 1980; Кумаков В.А., Игошин А.П., Андреева А.Ф. и др., 1989].

Изучая мировую коллекцию яровой пшеницы в различных климатических условиях, сотрудники ВИРа выявили такую особенность, что происхождение скороспелых образцов связано, главным образом, с областями приполярного климата, высокогорного, континентально-субтропического, периодических дождей и средиземноморского климата [Якубцинер М.М., 1957].

Николай Иванович Вавилов [1935] впервые ввел понятие «экологический паспорт» и отмечал, что для каждого сорта в нем должны быть приведены данные по длине вегетационного периода, продолжительности межфазных периодов и ритму прохождения фаз развития. Следует отметить, что в последние десятилетия объем работ по морфогенезу растений значительно

увеличился. Быстрое развитие исследований и то внимание, которое уделяется этому направлению со стороны физиологии, экологии, генетики, селекции и т.д., связаны с тем, что назрела необходимость более глубокого и детального изучения хода образования органов растения.

Углубленное изучение органообразовательных процессов является необходимой предпосылкой к познанию многих процессов, закономерностей наследования признаков и способствует расширению арсенала методов управления ходом образования урожая [Образцов А.С., 1981].

Для получения сопоставимых данных, конечно, необходимо было разработать схемы периодизации жизненного цикла растений. Из предложенных вариантов, в начале наших исследований, широкую известность и распространение получила схема периодизации жизненного цикла растений, предложенная в работах Ф.М. Куперман [1950; 1955; 1963], согласно которой вегетационный период складывается из последовательно сменяющихся 12 этапов органогенеза (Рисунок 1).

Вегетационный период в данной периодизации можно условно разделить на две большие фазы – вегетативного развития (до колошения) и репродуктивного развития [Чайлахян М.Х., 1969; 1983; Major J., Whelan E.D., 1985].

В таком случае вегетативной фазе развития или периоду от всходов до колошения (период всходы-колошение, сокр. ПВК) соответствует семь первых этапов органогенеза, а периоду колошение-созревание – пять последних этапов.

Темпы прохождения этапов органогенеза у агроэкотипа определяются генотипом и абиотическими факторами внешней среды: температурой, влажностью, интенсивностью и периодичностью инсоляции, и рядом других факторов.

Многие исследователи рассматривают вегетационный период, разделенный на три больших фенологических периода: посев-всходы, всходы-колошение, колошение-полная спелость.



I – недифференцированный конус нарастания, II – дифференциация зачаточного стебля на узлы и междоузлия (начало формирования влагалищ стеблевых листьев), III – сегментация нижней части конуса нарастания и формирование зачаточных кроющих листьев), IV – начало формирования колосовых бугорков, V – формирование цветков в колосках, VI – формирование пыльников (микроспорогенез) и пестика (мегаспорогенез), VII – формирование половых клеток ((гаметогенез), рост члеников колоскового стержня, покровных органов колосков и цветков, VIII – выколашивание, IX – цветение, оплодотворение, образование зиготы (зиготогенез), X – формирование зерновки, XI – молочная спелость (накопление питательных веществ), XII – восковая спелость (перевод питательных веществ в запасные) и созревание семян. 1-3 – последовательное формирование пыльцы.

Рисунок 1 – Фазы развития и этапы органогенеза (I–XII) пшеницы

[по Куперман Ф.М., 1977]

Посев-всходы. Многолетние исследования и наблюдения в селекционных посевах свидетельствуют о том, что в Средневолжском регионе основное влияние на продолжительность межфазного периода посев-всходы, из нерегулируемых абиотических факторов, оказывают – влажность почвы и температура воздуха. При благоприятном сочетании значений этих факторов всходы пшеницы появляются в среднем через 7–8 суток после посева. Однако отмечается, что на богаре Средней Азии, при недостатках влаги и тепла, это может затянуться до нескольких месяцев [Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984]. Сортные различия по продолжительности периода посев-всходы при оптимальных условиях прорастания зерна обычно не выходят за пределы 1–2 дней [Удачин Р.А., 1961; Пруцков Ф.М., 1982; Кинчаров А.И., 1998а].

Всходы-колошение. П.Н. Константинов [1932], Н.И. Глуховцева [1982], В.А. Кумаков [1980; 1985; 1988] отмечают, что в условиях Поволжья дата колошения является важным этапом онтогенеза растений пшеницы и других колосовых культур, который с большей достоверностью характеризует и позволяет контролировать в целом продолжительность вегетации растений. Многие исследователи отмечают, что при этом сама продолжительность периода всходы-колошение яровой пшеницы в значительной степени зависит, как от отзывчивости на яровизацию [Разумов В.И., 1961; Долгушин Д.А., 1962; Стельмах А.Ф., Бондарь Г.П., 1974; Стельмах А.Ф., 1980; 1981; 1987а; 1987б], чувствительности к фотопериоду [Разумов В.И., 1961; 1970; Pugsley A.T., 1966; 1968, 1972; Pirasteh B., Welsh J.R., 1975; Мережко А.Ф., 1982], так и требовательности к среднесуточным температурам [Разумов В.И., Лимарь Р.С., 1972; 1973; Образцов А.С., 1983]. По данным А.Ф. Стельмах [1987в] и А.Ф. Стельмах с соавторами [1984; 1987а; 1987в] основные различия по скорости развития обусловлены двумя генетическими системами: *Vrn* – контролирующая реакцию на яровизацию, тип развития и *Ppd* – чувствительность к фотопериоду, причем, около 70% различий в скорости колошения определяется разнообразием локусов *Vrn*, около 25% – *Ppd*, оставшиеся 5% различий, влияющих на время колошения, не связаны с этими

генами. В свою очередь В.А. Борадулина [1995] отмечает, что в несколько иных условиях продолжительности дня и температурного фона Новосибирска, вклад генетических систем оценивался иным образом: 56% – фотопериодическая чувствительность, 25% – «истинная скороспелость» и 19% – система генов типа развития. Несмотря на различный вклад генетических систем в исследованиях разных авторов, в том числе и наших [Кинчаров А.И., 1998а], данные системы оказывают существенное влияние на скорость колошения пшеницы и заслуживают более тщательного изучения.

Таким образом можно отметить, что одним из факторов, значительно влияющих на продолжительность вегетационного периода на первых этапах вегетативного роста растений пшеницы, является яровизация – воздействие на растения, в определенный период их жизни, пониженными температурами [Долгушин Д.А., 1935; 1962; Разумов В.И., 1961; Стельмах А.Ф., 1981; 1983а; 1983б]. По мнению ряда авторов под озимостью как раз и следует понимать потребность растений в воздействии низких температур на определенном этапе онтогенеза, без которого данные формы не могут переходить к генеративному развитию, то есть – к колошению и цветению. В противоположность озимости, яровость позволяет растению весь цикл своего развития пройти в течение одного летнего сезона [Максимов Н.А., 1926; Фляксбергер К.А., 1929; 1932; Papadakis J., 1972; Гупало П.И., Скрипчинский В.В., 1971; Скрипчинский В.В., 1975]. Как известно, пшеница мягкая относится к видам, имеющим – озимые, яровые формы и двуручки. Однако многие исследователи пришли к выводу, что деление пшеницы на эти группы в известной мере – условно [Вавилов Н.И., Кузнецова Е.С., 1921], так как наблюдается постепенный переход от яровых форм растений к озимым, но при этом крайние формы сильно различаются между собой. Также необходимо отметить, что наиболее чувствительными к яровизации считаются растения пшеницы в фазе от начала прорастания зерновки до появления 3-х листьев. Оптимальной при этом является температура 0–5°C, причем отмечена различная чувствительность к яровизации прорастающих семян и вегетирующих растений, и у последних этот процесс

более ускоренный [Разумов В.И., 1961; Halloran G.M., 1976; Salisbury P.A., Berry G.J., Halloran G.M., 1979; Ригин Б.В., Гончаров Н.П., 1989]. Чувствительность к яровизации незрелых зерновок, находящихся на материнском растении, была установлена исследованиями Т. Shimada [1979].

Таким образом, можно отметить, что у пшеницы яровизация возможна на следующих стадиях: наклюнувшиеся зерновки, зеленые растения (особенно в фазе 1-3-х листьев) и у незрелых зерновок колоса, находящихся на материнском растении. При этом необходимо учитывать имеющиеся сведения о снятии 4-х дневной яровизации воздействием высоких температур (25–30°C) – явление, которое получило название деяровизации. Как отмечают авторы, более длительное воздействие яровизирующими температурами снять не удалось [Уоринг Ф., Филлипс С.И., 1984; Ригин Б.В., Гончаров Н.П., 1989].

Некоторые ученые считают, что потребность в низкой температуре также является относительной, так как озимые растения способны выколашиваться без обработки холодом при воздействии на них интенсивным освещением [Мошков Б.С., 1983, 1987; Чайлахян М.Х., 1983]. Отмечено также усиление эффекта яровизации при обработке проростков и наклюнувшихся семян стимуляторами роста: кинетином, ауксином, гиббереллином [Разумов В.И., 1961; Pogna N.E., 1979; Кефели В.И., 1984].

Первые работы, посвященные изучению генетики типа развития, относятся к началу XX века. Тогда было установлено, что яровость доминирует над озимостью [Stoll P.H., 1910], а контроль данного признака осуществляется одним-тремя доминантными генами. Более детальное изучение генетики типа развития у мягкой пшеницы началось только во второй половине 20-го столетия и изначально сообщалось, что яровой тип развития контролируется доминантными генами *Sg1*, *Sg2*, а озимый – рецессивными аллелями этих локусов и *Sg3* [Akerman A., MacKey J., 1949; Tsunewaki K., 1962; 1966; Tsunewaki K., Jenkins B.C., 1961; Pugsley A.T., 1965; 1966; 1968]. Позднее А.Т. Pugsley [1971, 1972] пришел к выводу, что яровой тип развития растений контролируется четырьмя доминантными генами, и присутствие любого

доминантного аллеля одного из генов *Vrn* определяет яровой тип развития, что и подтверждается Каталогом генных символов пшеницы [McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. Et al., 2013].

Для систематизации исследований типа развития R.A. McIntosh [1973] предложил единую номенклатуру в обозначении их символами *Vrn1*, *Vrn2*, *Vrn3*, *Vrn4*, при этом было отмечено, что гены *Vrn1* и *Vrn2* – это гены *Sk* и *Ss*, обнаруженные ранее A. Akerman и J. MacKey [1949].

Наиболее важным этапом в изучении генетики типа развития стало создание набора почти изогенных линий на основе генофона сорта Triple Dirk (TD), различающихся аллелями *Vrn*-генов, которые A.T. Pugsley обозначил соответственно, как линии: A, B, C, D, E, F. С помощью этих линий в нашей стране и в мире проведено большое количество экспериментов по изучению генетического контроля типа развития у мягких пшениц [Стельмах А.Ф., Бондарь Г.П., 1974; Стельмах А.Ф., 1980; 1981; 1983б; Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., 1983б; Ригин Б.В., Лакербай А.О., 1982, Zeven A.C., Waning J., Colon L.T., 1986; Кинчаров А.И., 1998а и многие другие]. Однако долгое время оставался спорным вопрос о существовании гена *Vrn 4*, т.к. расщепление гибридов F₂ линии TD F с озимыми сортами Мироновская 808 и Кооператорка шло по дигенному типу [Ригин Б.В., Лакербай А.О., 1982; Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., 1983в]. В то же время исследованиями О.И. Майстренко [1976] на сортах Пиротрикс 28 и Шортандинка было подтверждено существование гена *Vrn4* и указанный ген был обнаружен также у сортов Мильтурум 553, Janetzki's Probat и Rescue [Жарков Н.А., 1984; Звейнек С.Н., 1984; Major J., Whelan E.D., 1985]. Немного позднее, в работе «Генетика онтогенеза пшеницы» Б.В. Ригин и Н.П. Гончаров [Ригин Б.В., Гончаров Н.П., 1989], было подтверждено существование гена *Vrn4*, доказанное экспериментами, проведенными с использованием набора почти изогенных по *Vrn*-генам линий другого сорта Chinese Spring / 7В Норе и озимой пшеницы Альбидум 114 и Ульяновка.

Следующим этапом стало изучение локализации генов, контролирующих тип развития у мягкой пшеницы. Они начались с создания E.R. Sears [1954]

полной серии моно-, три- и тетрасомных линий на сорте Chinese Spring. Исследователь обнаружил, что нулисомные линии по хромосоме 5В были самыми позднеспелыми и данное явление E.R. Sears объяснил наличием в этой хромосоме гена, контролирующего продолжительность вегетационного периода.

Дальнейшими исследованиями было установлено, что контроль типа развития осуществляется со стороны пяти генов *Vrn*. С использованием линий с телоцентрическими хромосомами была уточнена локализация генов в следующих хромосомах: *Vrn1* – в 5AL и *Vrn3* – в 5DL [Майстренко О.И., 1973а; 1973б; 1976; 1980; Maystrenko O.I., 1974; Law C.N., 1968; Law C.N., Worland A.J., Giorgi B., 1976], ген *Vrn2* находится по мнению ряда исследователей в хромосоме 2В [Kuspira, Unrau, 1957; Майстренко, 1976]. Однако, в дальнейшем, этот ген был релокализован в хромосоме 5В [Майстренко О.И., 1976; 1981; 1987; Лбова М.И., Черный И.В., 1980; Гончаров Н.П., 2012], по мнению же других авторов в этой хромосоме находится ген *Vrn4*, а в хромосоме 7BS – *Vrn5* [Ауземус Э.Р., Мак-Нил Ф.Х., Шмидт Ю.У., 1970; McIntosh R.A., 1973, 1983; Мережко А.Ф., 1984а]. С.N. Law, обнаруживший в хромосоме 7BS сорта Норе ген, определяющий тип развития, обозначил его как *Vrn5*. В то же время он отмечал, что это мог быть или ген *Vrn2* или *Vrn4* [Law C.N., 1966, 1967, 1968, 1976; Law C.N., Sutka A.J., Worland A.J., 1978], переместившийся в данную хромосому вследствие транслокации. На основании данных различных исследований Б.В. Ригин и Н.П. Гончаров [1989] по силе действия расположили гены *Vrn* в следующем порядке: $Vrn1 > Vrn3 > Vrn4 > Vrn2 > Vrn5$ и это несколько отличалось от предложенной ранее О.И. Майстренко [1976; 1981] систематизации генов, контролирующей яровость, где экспрессивность генов по силе действия была в следующем порядке: $Vrn1 > Vrn4 > Vrn3 > Vrn2$. В то же время некоторыми исследованиями [Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., 1995; Stelmakh A.F., 1996] отрицалось существование доминантных генов *Vrn4* и *Vrn5*, а доказывалось наличие генов *Vrn6Sc*, *Vrn7Sc* и *Vrn8Ts* от *Secale cereale* и *Triticum sphaerococcum*.

Многочисленные исследования типа развития способствовали появлению в разное время и новых концептуальных предположений о наследовании признака яровость – озимость. Одним из них являлась – гипотеза о существовании генов полуозимости *Sg1c* и *Sg2c* [Tsunewaki K., 1962, 1966], согласно другой – существование нетождественных рецессивных генов *vrn_s* и *vrn_w*, обладающих разнонаправленным действием [Майстренко О.И., 1976, 1980, 1981; Гончаров Н.П., Майстренко О.И., 1983]. При этом отмечалось, что в сортах яровой мягкой пшеницы могут присутствовать рецессивные аллели *vrn_s* от озимых сортов, которые действуют аддитивно и, присутствуя в нескольких дозах, могут супрессировать одну, две, три и четыре дозы генов *vrn_w*, в результате чего образуются яровые формы разной скороспелости. В то же время отдельно взятый ген *vrn_s* считается слабее любого доминантного гена *Vrn*.

Широкий анализ различных взглядов исследователей на генетику типа развития и скорость колошения пшеницы, свидетельствует, что имеющиеся различия в сроках колошения не в полной мере можно объяснить выявленными генетическими аллелями и аллельным полиморфизмом *Vrn* генов. Исследования многих авторов, изучавших генетику типа развития в разные годы, позволили составить: Каталоги мировой коллекции ВИР, а также Каталоги сортов яровой мягкой пшеницы по генотипам системы локусов *Vrn* (чувствительность к яровизации) [Ригин Б.В., Звейнек С.Н., Булавка Н.В., 1985а; 1985б; Стельмах А.Ф., 1983а; Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., 1983а; 1985; Стельмах А.Ф., Кучеров В.А., 1984; Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., Воронин А.Н., 1987а; 1987б; Yan L., Helguera M., Kato K. et al., 2004].

В современной литературе отмечается, что скороспелость у мягкой пшеницы контролируется во-первых – генами, определяющими реакцию растений на яровизацию: *Vrn-1*, *Vrn-2*, *Vrn-3* и *Vrn-4* [Catalogue, 2013] для которых описано шесть доминантных аллелей: локус *Vrn-1*, представлен гомеологичными генами *Vrn-A1*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1*, локализованные соответственно в хромосомах 5AL, 5BL, 5DL; локус *Vrn-3* – генами *Vrn-B3* (7B)

и *Vrn-A3* (7A), локус *Vrn-4 – Vrn-D4* (5DS), а также один рецессивный *vrn-2*, обуславливающие яровой тип развития [Law C.N., Sutka A.J., Worland A.J., 1978; Barrett B., Bayram M., Kidwell, K. et al., 2002; Yoshida T., Nishida H., J. Zhu et al., 2010; Zhang J., Wang Y., Wu S. et al., 2012; Kippes N., Zhu J., Chen A. et al., 2014; Калыбекова Ж.Т., 2019; Смоленская С.Э., Гончаров Н.П., 2023]. A. Distelfeld, G. Tranquilli, C. Li и др. [Genetic and molecular, 2009], отмечают, что одна функциональная копия гена *Vrn-2* (*Vrn-B2*) в сочетании с гомозиготными рецессивными аллелями по всем трем локусам гена *Vrn-1* необходима для придания гексаплоидной пшенице способности к зимнему росту.

Вторым фактором, обеспечивающим яровой пшенице способность к произрастанию в климатических зонах с различной продолжительностью светового дня и влияющим на продолжительность периода всходы-колошение, является чувствительность к фотопериоду, контролируемая генетической системой *Ppd*. В мировой практике много примеров, показывающих, что снижение чувствительности к длине дня у новых генотипов обуславливает их успешное использование в производстве [Martinic Z., 1973; Мережко А.Ф., 1980; 1987; Гончаров Н.П., 1986; Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семёнова Л.В. и др., 1987; Гуенкова Е.А., 2021; Ригин Б.В., Зуев Е.В., Матвиенко И.И. и др., 2021], а также повышает адаптивность пшеницы к определенным условиям окружающей среды формируя жизненный цикл растения таким образом, чтобы колошение и созревание происходили в наиболее благоприятное время. Знание отзывчивости образцов пшеницы на длину дня способствует в то же время более глубокому пониманию основ адаптации растений к условиям внешней среды [Разумов В.И., 1970; Разумов В.И., Лимарь Р.С., 1973; Скрипчинский В.В., 1975; Цыбулько В.С., 1975; Гуенкова Е.А., 2021; Ригин Б.В., Зуев Е.В., Матвиенко И.И. и др., 2021].

По характеру реакции на длину дня и фотопериодической чувствительности растения делятся на следующие основные группы: короткого дня, длинного дня и растения нейтральные к длине дня [Garner W.W., Allard H.A., 1920, 1923; Чайлахян М.Х., 1969; Скрипчинский В.В., 1975], также

выявлены группы растений – среднедневные, зацветающие в условиях либо длинного, либо короткого дня, но не цветущие при средней длине дня. Установлена закономерность [Чайлахян М.Х., 1942], что все виды, для которых известны яровые и озимые формы, являются длиннодневными видами, однако остаются невыясненными, почему виды пшениц, имеющие свой первичный ареал и наибольшее распространение на земном шаре в зонах и районах короткого дня [Вавилов Н.И., 1935; Фляксбергер К.А., 1935] принадлежат к длиннодневным видам – растениям длинного дня.

Аксиомой является и то, что источниками и донорами пониженной фотопериодической чувствительности являются образцы пшениц из Китая и Японии, где в течение веков идет естественный и искусственный отбор скороспелых, с прочной соломиной растений, чему способствует короткий день и специфика климатических условий: позднеспелые сорта попадают в полосу ливневых дождей и гибнут от них или от действия разрушительных эпифитотий грибных заболеваний [Разумов В.И., 1961; Рабинович С.В., 1972; Мережко А.Ф., 1984б; Fukunaga Kimihira, 1985]. Также необходимость селекции на укороченный вегетационный период вызывается некоторыми местными особенностями растениеводческой практики – в Японии издавна существовала традиция использовать пшеницу как покровную культуру, что требовало образцов скороспелых и с коротким эректоидным стеблем [Alsberg C.L., 1935]. Одно из первых исследований, связанных с наследованием фотопериодической реакции, было проведено на табаке Н.А. Allard [1919], который установил моногенный контроль данного признака у растения. Позже появились и работы, где были предприняты попытки изучения генетики фотопериодической реакции у пшеницы [Aamodt O.S., 1927; Gfeller F., 1937; Pinthus M.J., 1963]. Изучение генетической природы фотопериодической реакции и значения генетического контроля чувствительности к длине дня важно по ряду причин. Во-первых – для дальнейшего понимания эволюции адаптивности, так как фотопериодическая реакция связана со степенью экологической пластичности пшениц и во-вторых – для организации научно обоснованной селекции на

изменение времени колошения [Martinic Z., 1973; Мережко А.Ф., 1984а; Стельмах А.Ф., 1984; 1985; Калыбекова Ж.Т., 2019]. Все эти причины, в современных условиях глобального потепления, обуславливают важность изучения данных вопросов для лучшей адаптации продолжительности межфазных периодов в селекции на стабильно высокую продуктивность.

Многие исследователи при изучении генетического контроля реакции яровой пшеницы на фотопериодизм использовали слабочувствительные к длине дня сорта Sonora 63 и Sonora 64, выведенные в мексиканском центре по улучшению пшеницы и кукурузы (СИММИТ) под руководством нобелевского лауреата Нормана Борлауга. Использование в исследованиях этих и других слабочувствительных к длине дня сортов показали доминирование нечувствительности к фотопериоду над чувствительностью [Syme J.R., 1968; Keim D.D., Welsh J.R., McConnel R.L., 1973], в то же время был и ряд сообщений, что нечувствительность не всегда доминантна [Piech J., 1969; Klaimi Y.Y., Qualset C.O., 1973]. Противоречивые сведения приводились также и о количестве генов, контролирующих чувствительность к длине дня: моногенный контроль [Pugsley A.T., 1965; Кучеров В.А, Стельмах А.Ф., 1983; Стельмах А.Ф., Кучеров В.А., 1984], дигенный [Pugsley A.T., 1966; Piech J., 1969; Стельмах А.Ф., 1983; Кучеров В.А., Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., 1985] и трехгенный [Martinic Z., 1973; Андрияш, 1983; Мережко А.Ф., 1984б; Aliev E.B, Maystrenko O.I., 1986].

Исследователи J.R. Welsh et al. [1973], В. Pirasteh, J.R. Welsh [1975] проводя моносомный анализ комбинации Cheyenne / Sonora 64, локализовали два сильных доминантных гена нечувствительности к длине дня и обозначили их *Ppd1* и *Ppd2*, локализованных в хромосомах 2D и 2B соответственно. Последующими исследованиями был показан контроль чувствительности к фотопериоду мягкой пшеницы со стороны уже трех генов: *Ppd1*, локализованный в хромосоме 2D, *Ppd2* – 2B и *Ppd3* – в одной из хромосом 4B, 7B, 6D или 2AL [Levy J., Peterson M.L., 1972; Martinic Z., 1973; Pirasteh B., Welsh J.R., 1975; Law C.N., Sutka A.J., Worland A.J., 1978; Стельмах А.Ф.,

Кучеров В.А., 1984; Scarth R., Law C.N., 1984; Scarth R., Kirby E.J.M., Law C.N., 1985; Гончаров Н.П., 1986; Ригин Б.В., Гончаров Н.П., 1989]. В соответствии с более современной номенклатурой [McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al., 2013] гены, контролирующие фотопериодическую чувствительность, представлены следующими аллелями: *Ppd-A1* (локализация в хромосоме 2AL), *Ppd-B1a* (хромосома 2BS), *Ppd-B2* (хромосома 7BS) и *Ppd-D1a* (хромосома 2DS). Считается, что раннее колошение (цветение) сортов пшеницы, связанное с доминантным геном *Ppd-D1* (*Ppd1*), является важным фактором региональной адаптации, позволяющей избежать неблагоприятных климатических условий, в частности высоких температур летнего периода [Worland A.J., Law C.N., 1986; Kiseleva A.A., Potokina E.K., Salina E.A., 2017; Киселева А.А., 2018], которое как видно из публикаций климатологов, неуклонно возрастает с каждым последующим годом и десятилетием.

Многочисленные исследования, проведенные на замещенных линиях сорта Chinese Spring (CS), позволили R. Scarth, C.N. Law [1984] расположить хромосомы по силе влияния к фотопериоду следующим образом: $2B > 2D > 2A$, что соответствует $-Ppd-B1 > Ppd-D1 > Ppd-A1$. Ген *Ppd-B2* обеспечивает более раннее цветение в условиях длительного фотопериода [McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al., 2013].

Генотипирование по генам *Vrn* и *Ppd* сортов яровой мягкой пшеницы в Европе показало, что сочетание аллеля *Ppd-D1* с двумя доминантными аллелями *Vrn-A1* и *Vrn-B1* является наиболее распространенным генотипом яровой пшеницы для большей части европейской зоны.

Кроме генетических систем *Vrn* и *Ppd* установлено, что существует система "истинной скороспелости, термочувствительности или скороспелости как таковой" («*per se*») способная контролировать различия в скорости колошения от 4 до 10 дней внутри конкретных генотипов. Большинство исследователей связывают её с реакцией генотипа на изменение внешних условий среды (температура, влажность, циркадные ритмы, рецепторы света, минеральное питание и др.) [Разумов В.И., Лимарь Р.С., 1972; Keim D.D.,

Welsh J.R., McConnel R.L., 1973; Агамалова С.Р., Кокшарова Т.А., Никитина Е.И., 1987; Стельмах А.Ф., 1987а, 1987б, 1987в; Мережко А.Ф., 1987, Киселева А.А., 2018] на что необходимо обратить пристальное внимание в практической селекции пшеницы в условиях изменения климата.

Колошение-созревание. Продолжительность генеративной фазы развития растений, включающей фазы от колошения (цветения) до созревания, также подвержен значительной изменчивости от агроклиматических условий выращивания – вариабельности температуры, влажности почвы и суховейных явлений в данный период [Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984]. Наиболее благоприятными условиями для хорошего налива и созревания зерна пшеницы, по данным В.П. Шах и А.Г. Шевченко является среднесуточная температура воздуха от 18 до 20°C [цитирую по Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семёнова Л.В. и др., 1987]. Если фенологический период всходы-колошение (вегетативная фаза развития растений) в большей степени определяется генотипическими различиями сортов пшеницы, то генеративная фаза (колошение-созревание), по аналитическому обзору исследований, связана в основном с факторами внешней среды. При этом не естественное сокращение данной фазы развития под влиянием высоких температур воздуха сопровождается понижением продуктивности, щуплостью зерна, снижением массы 1000 зерен, натурной массы зерна, выхода муки при размоле и т.д. Такие условия созревания зерна более часто наблюдаются в регионе исследований – Самарской области, после 2010 года, и это подтверждается метеорологическим наблюдениями за длительный период, свидетельствующими, что регион за последние десятилетие потерял существенные объемы осадков в виде дождя, особенно, в августе. Данный факт говорит о необходимости постоянного контроля в селекции за формированием зерновки различных сортов с показателями не ниже требований продовольственного зерна.

Необходимо отметить, что глобальное потепление климата оказывает воздействие, как на абиотические факторы среды, влияющие на рост и развитие растений через изменение, главным образом, – влаго- и теплообеспеченности

растений, так и на биотические факторы – посредством изменения патогенности существующих вредных организмов, так и за счет появления новых патогенных объектов и видов.

1.2 Селекция на устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам среды

Неблагоприятные биотические факторы внешней среды наносят существенный урон сельскохозяйственному производству и в противовес им человечеством созданы различные системы защиты растений – химические, биологические, генетические и другие, обеспечивающие сохранение урожая. Наиболее эффективным здесь является комплексный подход в системе защиты растений, обеспечивающий стабильность сельскохозяйственного производства и его экологичность. В данном комплексном подходе основное внимание должно уделяться устойчивому к фитопатогенам сорту [Койшибаев М., 2002; Коломиец Т.М., 2002; Колочая Г.С., 2002; Овсянкина, 2002; Шпаар Д., Хартлеб Х., Крацш Г., 2002; Синх Р.П., Уерта-Эспино Дж., Виллиям М., 2003; Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А. и др., 2007; Койшыбаев М., Чудинов В.А., Гаас О.С., 2015;], который выступает мощным естественным фактором в фитоценозе культуры, вызывая депрессию развития вредителей и болезней, обеспечивая существенное улучшение фитосанитарного состояния агроценоза и способствуя получению в течение определенного промежутка времени гарантированно высокого урожая. В современном мире известно порядка 90 видов грибов и грибоподобных организмов, способных паразитировать на пшенице [Ганнибал Ф.Б., Гагкаева Т.Ю., Гомжина М.М. и др., 2022]. К сожалению, количество паразитирующих объектов (болезней и вредителей) на растениях увеличивается в регионе и в связи с изменением климата, и к тому же эти объекты имеют свойство быстро адаптироваться к различным системам защиты, в том числе – преодолевать генетическую устойчивость растений, что и является скорее всего одним из факторов того, что в производственных условиях

только на 12–15% посевных площадей возделываются устойчивые к болезням и на 5–7% – устойчивые к вредителям сорта [Павлюшин В.А., 2002]. В связи с развитием органического земледелия, селекция на устойчивость к болезням должна быть усилена с учетом современных знаний, инструментариев и направлена, на поиск новых источников и создание на их основе адаптированных форм новых растений, сочетающих длительную устойчивость к болезням и стабильную продуктивность [Поползухина Н.А., 2002; Абдряева О.Ф., 2008].

Селекция на устойчивость к стрессовым биотическим факторам на генетическом уровне это сравнительно новое направление и важное событие в решении вопросов селекции сортов на устойчивость к болезням, которое произошло в 1956 году с выдвижения определенной гипотезы, в котором Х.Г. Флор изложил свое представление о генетических основах взаимодействия растений с вредными организмами, и в котором были выдвинуты следующие, наиболее важные и для современной селекции основополагающие Положения, что: 1) каждому гену устойчивости растения соответствует комплементарный ему ген вирулентности у возбудителя; 2) если раса патогена не вызывает инфекцию, то сорт считается устойчивым, а сам патоген авирулентным; 3) если раса патогена вызывает заболевание, то он считается вирулентным, а растение-хозяин, неустойчивым. Наблюдаемую на практике потерю устойчивости у сортов, Х.Г. Флор научно объяснял появлением новых видов патогена в результате мутаций, естественной гибридизации и других причин, что вполне логично вписывается в данную теорию. Революционное представление гипотезы Флора, более известное как теория «ген-на-ген», стали в свое время ориентировать селекционеров и генетиков на создание сортов с генетической устойчивостью к доминирующим в местных условиях расам патогена [Абдряева О.Ф., 2008]. Однако, в более поздних исследованиях Колесовой М.А., Зуевой А.А. и Тырышкина Л.Г. [2021] отмечается, что в высоковариабельных условиях развития возбудителей ржавчины зерновых злаков, взаимодействие хозяин-патоген не может быть описано в рамках классической теории Флора «ген-на-

ген», а в уточненном виде данные взаимоотношения могут быть описаны как «ген-на-гены» [Тырышкин Л.Г., Захаров В.Г., Сюков В.В. и др., 2014]. Данное видение расширяет представление о генетических основах взаимодействия хозяин-патоген и может привести к ряду практически значимых действий при изучении как устойчивости сортов, так и исследовании самих патогенов [Колесова М.А., Зуева А.А., Тырышкин Л.Г., 2021]. Однако необходимо все же отметить, что такая устойчивость считается не долговечной [Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Жемчужина А.И. и др., 2001; Веденева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. и др., 2002; Плахотник В.В., Курбатова В.Ш., 2002; Сюков В.В., Поротькин С.Е., Вьюшков А.А. и др., 2002; Абдряева О.Ф., 2008], об этом свидетельствуют и наши наблюдения, и по мнению ряда исследователей ведет к появлению более вирулентных патотипов возбудителя [Волкова Г.В., Кудинова О.А., Ваганова О.Ф., 2020; Волкова Г.В., Надыкта В.Д., 2022].

Другим, не менее важным фундаментальным моментом в селекции на устойчивость является предложенная Ван дер Планком теория, согласно которой различают качественную и количественную сторону проявления типа устойчивости, широко освещенные в литературе как вертикальная и горизонтальная устойчивость. Первый тип устойчивости обусловлен действием гена или генов с сильно выраженным эффектом («главные» или мажорные гены), взаимодействующие с генами паразита по принципу «ген-на-ген». Второй тип – количественный признак, обусловленный действием большого числа малых генов (минорные гены), в отдельности обладающих незначительным эффектом действия против патогена, но в результате суммирующего действия таких генов появляются полностью или частично устойчивые фенотипы [Ван дер Планк Я.Е., 1966]. Селекционерами и генетиками отмечается, что именно горизонтальная устойчивость ответственна за возрастную устойчивость и сохранение устойчивости растениями на приемлемом уровне более длительное время [Кузьменко А.И., 2005; Абдряева О.Ф., 2008].

При разработке программы создания устойчивых сортов и плана скрещиваний, селекционер всегда встает перед выбором, в каком направлении

вести селекцию. Даже в рамках дискуссий исследователи разделились на группы, в зависимости от выбора приоритета основы ведения селекции на устойчивость – расоспецифическую или (расо)неспецифическую. Некоторые исследователи вполне обоснованно считают, что только полная иммунность сорта может рассматриваться как экологически безопасный и выгодный способ борьбы с вредными организмами и поэтому, селекцию следует вести на вертикальную устойчивость [Лебедев В.Б., 1998; Плахотник В.В., Курбатова В.Ш., 2002]. В тоже время ряд исследователей отмечают, что расоспецифическая устойчивость кратковременная, в течение 3–5 лет и не может лежать в основе селекции на адаптивность, так как в силу возникновения более агрессивных рас патогена, может привести к резкому снижению продуктивности сорта или даже к полной гибели посевов [Мовчан И.М., 1993; Мовчан И.М., Кубарев П.И., 1996; McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M. et al., 1998; Лапочкина И.Ф., Иорданская И.В., Жемчужина А.И. и др., 2002; Синх Р.П., Уерта-Эспино Дж., Виллиям М., 2003]. Следует особо подчеркнуть, что горизонтальный тип устойчивости в селекции к бурой ржавчине использовал в свое время доктор R. Caldwell, а к стеблевой ржавчине – доктор N. Borlaug, и это направление долгое время лидировало в практике улучшения пшениц Мексики в концепции селекции на устойчивость – типа медленного развития (slow rusting) ржавчины [Caldwell R.M., Compton L.E., 1947; Borlaug N., 1968], или так называемой частичной (partial) устойчивости [Parlevliet J.E., 1979]. Поэтому считаем, что в современной селекции на адаптивность и устойчивость, основное внимание следует обращать на неспецифическую устойчивость и, прежде всего – на толерантные формы с полевой выносливостью и на их основе создавать, в том числе, и полностью иммунные формы.

Несмотря на наличие двух противоположных взглядов на проблему, следует отметить, что имеется еще одна группа ученых, в которой придерживаются необходимости разумного сочетания в селекционной практике расоспецифической и расонеспецифической устойчивости, и вести селекцию пшеницы одновременно в обоих направлениях, например, путем отбора

устойчивых гибридных форм вне зависимости от природы их устойчивости к патогенам [Крупнов В.А., 1997б; Веденеева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. и др., 2002; Трасковецкая В.А., 2002; Крупнов В.А., Воронина С.А., Сибикеев С.Н. и др., 2004; Крупнов В.А., Воронина С.А., Дружин А.Е. и др., 2005; Волкова Г.В., 2006; Сюков В.В., Зубов Д.Е., Вьюшков А.А., 2008]. В этом же плане Л.Я. Плотникова и Т.Ю. Штубей [2012], предлагают для эффективной и продолжительной защиты пшеницы от бурой ржавчины использовать многообразие генов, определяющих различные типы и механизмы устойчивости.

Несмотря на имеющиеся различные научные взгляды по данному вопросу, для повышения эффективности селекции яровой пшеницы на устойчивость к наиболее вредоносным патогенам необходимо вести постоянный и расширенный поиск новых источников и доноров, совершенствовать протоколы идентификации генов устойчивости и приемов их быстрого переноса в сорта, а также вести контроль за появлением новых патогенов в условиях изменения климата [Левитин М.М., 2016].

По нашим наблюдениям, с начала исследований – с 1990 г., наибольший вред посевам яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья, наносят – бурая ржавчина, мучнистая роса и корневые гнили, относящиеся к стрессовым факторам биотического характера.

Бурая (листовая) ржавчина – наиболее распространенное заболевание пшеницы в мире (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss. / *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. *sp. tritici*), поражающая культуру в Среднем Поволжье практически ежегодно. Основной вред от заболевания заключается – в уменьшении фотосинтеза листа, повышении испарения влаги и преждевременного отмирания листьев [Пересыпкин В.Ф., 1979], с последующим формированием таким растением щуплого, неполновесного зерна, нетоварного качества. Эпифитотии ржавчины в регионе Поволжья отмечаются не реже одного раза в 4–5 лет [Крупнов В.А., Воронина С.А., Сибикеев С.Н. и др., 2000] и многие констатировали потери 20–30% урожая и более от поражения бурой ржавчиной,

что сопоставимо и с нашими наблюдениями по образцам мировой коллекции в Поволжском НИИСС [Крупнов В.А., 1997а; Лебедев В.Б., 1998; 2000; Веденева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. и др., 2002, Литневский Л.А., 2004]. Также отмечается, что у наиболее восприимчивых сортов, в годы эпифитотий патогена потери урожая зерна могут достигать 40–62% [Кузьменко А.И., 2005; Крупнов В.А., Васильчук Н.С., 2000; Абдряева О.Ф., 2008; Малокостова Е.И., 2019].

Для купирования экономически значимых потерь зерна в будущем, особенно в годы эпифитотий бурой ржавчины, считаем необходимым проведение опережающей селекции на создание новых устойчивых форм с различными видами устойчивости. Однако с учетом того, что в современных условиях, трудно решаемой проблемой является обеспечение селекционных программ эффективными генами устойчивости, поиск новых источников надо ускорить по всем трем основным направлениям, которые были озвучены и исследователями НИИСХ Юго-Востока [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005]: первое – скрининг новых образцов пшеницы по генам устойчивости, но он в последние годы не всегда успешен, так как генетический потенциал по *Lr*-генам практически использован, а большинство идентифицированных генов уже преодолены патогеном, что подтверждается Каталогом генных символов пшеницы [McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2002]; второе – перенос генов устойчивости от диких видов и третье – создание комбинации генов резистентности.

В соответствие с теорией взаимоотношения *Triticum* – *P. recondita* модели «ген-на-ген», подтвержденной впоследствии Диком и Самборски [Dyck P.L., Samborski D.J., 1968; Samborski D.J., Dyck P.L., 1968; 1982], были в разное время выделены соответствующие гены устойчивости к патогену, которые сыграли важную роль в селекционном процессе многих учреждений и даже в более поздних исследованиях, по данным различных исследователей, отмечалась идентификация около 50 генов (*Lr1–Lr52*), ответственных у пшеницы за устойчивость к бурой ржавчине [Helguera M., Khan I.A., Dubcovsky J., 2000;

McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2001; McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2002; McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2004; Абдряева О.Ф., 2008; Сюков В.В., Зубов Д.Е., Вьюшков А.А., 2008]. К сожалению, подавляющее большинство генов к настоящему моменту уже не имеет селекционной ценности моногенно и, по мнению коллег, дальнейший научный поиск источников и доноров в селекции пшеницы на устойчивость приобретает важное значение. Здесь необходимо отметить, как положительный фактор, увеличение числа сортов мягкой пшеницы в Госреестре для которых использована стратегия пирамидирования генов, утративших по отдельности свою эффективность [Сюков В.В., Зубов Д.Е., Вьюшков А.А., 2008; Гультяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Веселова В.В. и др., 2022].

Особое внимание в научной селекции обращается на обогащение мягкой пшеницы различными генами устойчивости к фитопатогенам. Эффективная стратегия защиты от листовой ржавчины предусматривает использование доноров, в том числе и переданных пшенице от её дикорастущих сородичей, а использование методов переноса чужеродных генов позволило достигнуть крупных сдвигов в интрогрессии [Веденева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. и др., 2002; Давоян Р.О., 2002; Колесников Л.Е., Фунтов К.А., 2002; Лапочкина И.Ф., Иорданская И.В., Жемчужина А.И. и др., 2002; Маркелова Т.С., Веденева М.Л., Кириллова Т.В., 2003; Oliver R.E., Cai X., Xu S.S. et al., 2005; Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005].

Несмотря на трудоемкость работ, эффективность переноса чужеродных генов в геном мягкой пшеницы, по данным каталога генных символов, высокая [McIntosh R.A., Hart G.E., Devos K.M. et al., 1998; McIntosh R.A., Dubcovsky J., Rogers W.J. et al., 2000; McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2005]. По данным S.N. Sibikeev, V.A. Krupnov, S.A. Voronina et al. [2005], сведения по интрогрессии свидетельствуют, что к 2003 году в международном каталоге генных источников было зарегистрировано чужеродных генов устойчивости: к листовой ржавчине – 27; к стеблевой ржавчине – 23; к желтой ржавчине – 14 и к мучнистой росе – 25.

Несмотря на высокую эффективность чужеродных генов, необходимо отметить, что в результате полного замещения хромосом одного вида на хромосомы другого или транслокации в геном культурной пшеницы от донора переносятся, как целые хромосомы, так и их фрагменты [Friebe et al., 2000; Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005; Дружин А.Е., Сибикеев С.Н., Крупнов В.А. и др., 2013]. При этом в работах данного вида важно также обращать внимание на то, что интрогрессии от близкородственных и других диких видов, контролируют не только необходимые селекционеру качественные признаки – устойчивость к болезням, вредителям и т.д., но и количественные – продуктивность, засухоустойчивость и другие, причем, справедливо отмечается [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005], что такое влияние может быть, как положительным, так и отрицательным

Селекционная практика показывает – только включение минимального количества чужеродного материала, освобожденного от нежелательных сцеплений, дает большой положительный эффект [Абдряева О.Ф., 2008].

Интрогрессивная селекция – важный способ увеличения генетического разнообразия культивируемых растений и, в особенности, – мягкой пшеницы. При использовании данного метода в гибридизации участвуют родственные *Triticum aestivum* L. ($2n = 42$, геном А, В, D), культурные и дикие виды, относящиеся к различным генетическим пулам. Наиболее затрудненным является гибридизация с наиболее отдаленными дикими видами (с третьего генетического пула), где геномы содержат негомологичные мягкой пшенице хромосомы. Успешный перенос чужеродного материала – *Lr19*-транслокации от пырея, в генетический материал сорта Саратовская 29 (Саратовская 29*9/Thatcher Lr19), отделом генетики НИИСХ Юго-Востока, позволил создать высокоэффективную трансгенную линию Пысар 29, и это было первым шагом на пути вовлечения в практическую селекцию вида *Agropyron elongatum* в наших условиях. Позднее S.N. Sibikeev, V.A. Krupnov, S.A. Voronina et al. [2005] было установлено, что фрагмент хромосомы 7Ae#1L *Agropyron elongatum* транслоцирован в эухроматиновый участок 7DL мягкой пшеницы.

Более широкое применение трансгенных линии пшеницы началось с использования в качестве доноров различных линий, созданных путём замещения отдельных хромосом сорта Саратовская 29 хромосомами различных видов пырея доктором биологических наук М.Е. Синиговцом. Уникальные линии позволили коллегам из Саратова в гибридных комбинациях выделить линии яровой мягкой пшеницы Л 222, Л 1736 и Мульти 6R, содержащие участки хроматина от вида – *Agropyron intermedium* Host., в которых генетическими исследованиями было установлено, что новый *Lr*-ген линий не идентичен генам *Lr9*, *Lr19* и *Lr24* [Sibikeev S.N., Voronina S.A., Krupnov V.A., 1995], но было выявлено, что новый ген, обозначенный *LrAgil*, как и *Lr19* сцеплен с геном жёлтого цвета муки и имеет дигенное наследование с неполным доминированием [Сибикеев С.Н., Крупнов В.А., 1991; Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005]. Также был выявлен важный факт для селекции, что новый ген *LrAgil* в комбинации с широко используемыми генами *Lr9*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* и *Lr26* показывал нулевой тип реакции к патотипу *pp19* и иммунитет ко всей местной популяции бурой ржавчины и очень важный момент – ген *LrAgil* существенно повышает содержание белка в зерне [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005].

В Самарском НИИСХ также были использованы пшенично-пырейные линии, созданные М.Е. Синиговцом – Агис 1 и Агис 503, при помощи которых были созданы иммунные к бурой (листовой) ржавчине сорта яровой мягкой пшеницы – Тулайковская 5 и Эстивум 56, созданных с использованием линий Агис 1 и Агис 503 соответственно. Генетическими исследованиями было определено, что новый доминантный ген – *LrAg* в сортах, не аллелен генам *Lr9*, *Lr29*, *Lr36*, *Lr37*, *LrTr*, а также не идентичен гену *LrAgil*, выделенному в НИИСХ Юго-Востока, перенесенному из *Agropyron intermedium* [Sibikeev S.N., Voronina S.A., Krupnov V.A., 1995; Сюков В.В., Поротькин С.Е., Вьюшков А.А. и др., 2002], дополнительные исследования показали и неаллельность гена *LrAg* гену *Lr38*, интрогрессированному из хромосомы *Agropyron intermedium* [McIntosh

R.A., Hart G.E., Devos K.M. et al., 1998; Friebe B., Raupp W.J., Gill B.S., 2000; Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006].

Особую селекционную ценность для региона в работе коллег представляет линия Эгисар 29 созданная путем переноса от линии сорта Тетчер в генофон сорта Саратовская 29 гена *Lr9* – транслокации от *Aegilops umbellulata* Zhuk. В рамках селекции на длительную устойчивость пшеницы, сотрудниками НИИСХ Юго-Востока были созданы почти изогенные линии, содержащие комбинацию *Lr9*-транслокации – с *Lr19* в двух генофонах пшеницы [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005].

Кроме пшенично-пырейных транслокаций в селекции на устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе и пыльной головне большое внимание в последние годы уделяется привлечению генетического материала от более близкого вида – *Triticum dicoccum*. Важно отметить, что в засушливых условиях, *Lr14a*-транслокация от эммера не снижает урожайность зерна, содержание белка в зерне и сбор белка с единицы площади. Данные сведения, выявленные коллегами, необходимо учитывать, как положительный момент для селекции мягкой пшеницы в Поволжском регионе, где необходима, как высокая устойчивость к патогенам, к засухе, так и высокое качество зерна.

При этом надо обратить внимание на то, что результативность данного переноса чужеродного генетического материала, как указывают S.N. Sibikeev, V.A. Krupnov, S.A. Voronina et al. [2005], – в Каталоге генных символов от *Triticum dicoccum* занесён лишь один ген *Lr14a*, который уже преодолён патогеном. Факт успешного переноса генетических источников устойчивости к бурой ржавчине от сортов твердой пшеницы в генофон мягкой *Lr*-генов отмечают исследователи НИИСХ Юго-Востока, которые используются в селекции мягкой пшеницы отдельно и в комбинации с *Lr19*-транслокацией [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005].

В последние годы селекционерами также успешно использовалась в селекции озимой и яровой мягкой пшеницы спонтанная транслокация 1BL.1RS, полученная в гибридной комбинации между пшеницей и рожью. Эта

транслокация была весьма популярна и широко использовалась в Мексике и других селекционных центрах при создании новых трансгенных линий мягкой пшеницы. Данный феномен уникален в связи с тем, что из 14 хромосомных плеч ржи только пять сходны пшеничным и данная транслокация 1BL.1RS содержала не только ценные гены устойчивости к бурой ржавчине (*Lr26*), но и к стеблевой (*Sr31*), к жёлтой (*Yr9*) и к мучнистой росе (*Pm8*) – готовая пирамида комплексной устойчивости для селекции. Достоинства данного чужеродного переноса и в том, что она способствует повышению засухоустойчивости, продуктивных показателей и формированию более крупного зерна [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005]. Такая комбинация ценных качеств в одном генотипе очень эффективна для создания новых сортов, адаптированных к нашим засушливым условиям Среднего Поволжья, но при этом все же надо учитывать сцепленность нежелательного признака ржаных транслокаций в селекции пшеницы, – это их влияние на качество муки и хлеба, секалинов – *Sec1*. Вполне вероятно, что использование ржаных транслокаций 1BL.1RS и 1AL.1RS, лишенных отрицательных свойств, в связи с развитием маркер-ассоциированной селекции (МАС) будет успешно решена в ближайшее время.

Изучение на протяжении многих лет линий мягкой пшеницы в Поволжье с идентифицированными генами устойчивости к бурой ржавчине показало тенденцию расширения вирулентности местной популяции *Puccinia recondita*. За 20-ти летний период, устойчивость к бурой ржавчине потеряли такие эффективные гены как *Lr19*, *Lr23* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006], что было связано с широким внедрением устойчивых сортов в производство с данной генетической системой защиты и вначале наблюдали потерю эффективности генов в условиях Саратовской области [Веденева М.Л., Маркелова Т.С., 2000] и через 2–3 года (максимум – 5 лет) – в Самарской.

В селекционной практике важным является не только изучение устойчивости растений, но и – развитие самого патогена. Необходимо отметить, что в регионах Поволжья продолжительное время эффективными против

ржавчины были гены *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, однако с появлением в производстве первых ржавчиноустойчивых сортов мягкой пшеницы с генами *Lr23* – Ершовская 32, Олимп, Куйбышевская 1, Смуглянка, а впоследствии и сортов с генами *Lr19* – Л-503 и Самсар в популяции патогена наметилось резкое увеличение числа патотипов *P23* и *P19*, что привело к быстрой потере популярными сортами устойчивости [Маркелова Т.С., Веденеева М.Л., Кириллова Т.В., 2003], схожая ситуация была отмечена и для Западно-Сибирской популяции *Puccinia recondita* [Христов Ю.А., Щтайнерт Т.В., 1999], а к моменту создания генотипов с *Lr19* уже потеряли свою эффективность ранее широко использовавшиеся в селекционных программах Поволжья гены *Lr3a*, *Lr10*, *Lr14a*, *Lr16* [Сюков В.В., Поротькин С.Е., Вьюшков А.А. и др., 2002; Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006].

Периодические исследования образцов в производственных условиях свидетельствуют о том, что сроки преодоления патогеном гена устойчивости пшеницы в значительной степени зависят от темпов распространения генотипа (достижения сортом критически величины посевной площади) [Крупнов В.А., 1997б; Крупнов В.А., Воронина С.А., Дружин А.Е. и др., 2005] и формирования определенных эпифитотийных условий в ряде лет. Так, например, популярный в производстве в начале 1990-х годов сорт Л-503 (защищен геном *Lr19*) по данным авторов сорта и других исследователей в условиях Саратовской области (НИИСХ Юго-Востока) впервые поразила бурой ржавчиной в 1994 году [Крупнов В.А., 1997а; Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселёва М.И. и др., 2002; Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005]. По нашим исследованиям в условиях Самарской области – южная зона и часть центральной (Самарский НИИСХ) сорт поразила бурой ржавчиной – в 1995, в центральной и северной зоне (Поволжский НИИСС) – только в 1997 г. [Кинчаров А.И., Цуркан О.Ф., Михальченко Л.М. и др., 2008; Абдряева О.Ф., 2008], но это скорее всего только благодаря тому, что условия 1996 года не были благоприятными для развития патогена. Широкое распространение устойчивых сортов в производстве в течение 10 лет привело к тому, что представленность популяций

патогена *P23* составила в посевах более 60%, а *P19* приблизилась – к 40% [Веденеева М.Л., Маркелова Т.С., 2002].

К началу 21 века из 30 идентифицированных *Lr*-генов, эффективными против патотипа *pp19* остались только пять генов – *Lr9*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr26* и ряд комбинаций с участием данных же генов – *Lr23+26+34*; *Lr23+26*; *Lr13+26*; *Lr26+?* [Сибикеев С.Н., 2002; Sibikeev et al., 2004], комбинации генов с *Lr19*: *Lr19+9*, *Lr19+23*, *Lr19+24*, *Lr19+25*, *Lr19+26* и с неидентифицированными *Lr*-генами от ряда сортов яровой твёрдой пшеницы [Крупнов В.А., Воронина С.А., Дружин А.Е. и др., 2005; Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005].

В селекционном плане важным является также установление такого факта, что перенесённый из сортов твёрдой пшеницы Мелянопус 26, Саратовская 57, Саратовская золотистая в мягкую пшеницу *Lr*-ген, обеспечивал сортам-реципиентам довольно высокий уровень горизонтальной устойчивости, даже при высокой частоте встречаемости патогена *P23* в популяции [Веденеева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. и др., 2002; Маркелова Т.С., Веденеева М.Л., Кириллова Т.В., 2003; Маркелова Т.С., 2007], а ряд авторов [Сюков В.В., Поротькин С.Е., Вьюшков А.А. и др., 2002] указывают на то, что формы с генами возрастной устойчивости *Lr13* и *Lr34*, дополненные генами с аддитивным эффектом, обладают эффектом «медленного ржавления» с малым процентом поражения и с длительной устойчивостью растений к бурой ржавчине – Ершовская 32, Куйбышевская 1, Тулайковская 1, Пирамида. При этом сорт Беянка в другой комбинации *Lr14a+Lr23* кроме комплексной устойчивости к патогену, обладает высоким потенциалом продуктивности, засухо- и жаростойкостью, и повышает содержание белка в зерне [Сибикеев С.Н., 2002; Сибикеев С.Н., Дружин А.Е., Гультияева Е.И. и др., 2020].

В годы, относительно благоприятные для проявления бурой ржавчины, высокую степень устойчивости в Среднем Поволжье сохраняли гены *Lr9*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr36*, *Lr38*, *LrTr*, из которых довольно часто и успешно в селекции использовался лишь ген *LrTr* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006], в Саратовской области высокоэффективными также оставались

гены *Lr9* и *Lr24*, хотя встречаемость *P24* была только в некоторые годы и с низкой частотой [Маркелова Т.С., Веденеева М.Л., Кириллова Т.В., 2003; Лебедев В.Б., Юсупов Д.А., Васильчук Н.С. и др., 2005; Маркелова Т.С., 2007].

Сорт Прохоровка, получивший широкое признание в производстве, имеет пирамиду генов судя по транслокации 1BL / 1RS, маркированной аллелью глиадинкодирующего локуса *GliB11* [Упелниек В.П., 2003], при этом можно отметить, что один из них – доминантный ген *Lr26*, а второй – ген *Lr23* или *Lr14a* и данная комбинация была высокоэффективной до 2000 года, а во время очередной эпифитотии 2005 года сорт сильно поразила бурой ржавчиной [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006].

При этом необходимо отметить, что в гибридных комбинациях с участием сорта Прохоровка с образцами, содержащими ген *Lr19* была получена новая высокоэффективная пирамида генов устойчивости. Также исследованиями [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006] было показано, что ген *Lr19* в сочетании с генами *Lr14a*, *Lr23*, *Lr26*, *LrBz* (временный символ от Тулайковской белозёрной) обеспечивает эффективность против местной популяции *Puccinia recondita* и аналогичные результаты были получены для комбинаций *Lr19+Lr26* и *Lr19+Lr23* в условиях Саратова [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2004].

Важные исследования патогена для селекционных целей были проведены В.В. Плахотник и В.Ш. Курбатов [2002], показавшие содержание в Среднем Поволжье 35 генов вирулентности и за годы их исследований не было выявлено ни одного вирулентного изолята к сортам пшеницы, носителям генов *Lr9*, *Lr24*, *Lr38*, *LrTr*, *LrTt1*, *LrTt2*, *LrAgi*, обеспечивающие в регионе эффективную защиту от бурой ржавчины [Абдряева О.Ф., 2008].

В рамках стратегии селекции на устойчивость к патогенам, немаловажным является мониторинг фитосанитарного состояния посевов сопредельных регионов, с учетом относительно быстрого распространения спор из пустул на огромные расстояния за вегетационный период. На западных рубежах страны, в Белоруссии, по данным Е.А. Волуевич [2013], эффективны только: *Lr9*, *Lr19* и

Lr24 гены, а эффективность многих генов устойчивости сохраняется в среднем всего 4–5 лет. При этом южнее – на юге Украины, отмечается, что в популяции *Puccinia recondita* доминировала 77 раса, а с 1998 года 144 раса стала основной [Бабаянц Л.Т., Васильев А.А. и Бабаянц О.В., 2001], но при этом всегда отмечалась низкая частота вирулентности к носителям генов *Lr9* и *Lr19*, несколько большая – к носителям *Lr43* и *Lr24*, в последующие годы произошла потеря эффективности гена *Lr24*.

В целом необходимо отметить, что на западных границах России частота вирулентности варьирует и бывает относительно высокой и к носителям генов *Lr15*, *Lr26* и *Lr29*, а к носителям других генов проявляется высокая вирулентность и они уже не имеют селекционной ценности [Бабаянц Л.Т., Васильев А.А., Бабаянц О.В., 2001].

В условиях же Северного Дона выявлена эффективность генов *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24* [Грабовец А.И., Фоменко М.А., 2008]. На южных рубежах страны, в Казахстане, по данным А. Сарбаева с коллегами [2002], эффективны *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr25* гены устойчивости к бурой ржавчине.

Систематическое исследование популяций бурой ржавчины в Челябинской области, в Республике Татарстан показывали в отдельные годы значительную долю 6, 12 и 61 расы, а в Красноярском крае – 20 расы, устойчивость к которым проявляют гены *Lr9*, *Lr28* и *Lr38*, а также частичную – *Lr10+23*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* и *Lr26* [Мешкова Л.В., Росеева Л.П., 2002]. Интересным для селекции является и тот факт, что снижение разнообразия расового состава патогена с 12 до 3-х за 30 летний период отмечено в Омской области, где в исследованиях всегда превалировала 77 раса бурой ржавчины [Мешкова Л.В., Росеева Л.П., 2002].

Возвращаясь к поволжской популяции бурой ржавчины, необходимо отметить её высокую вирулентность и изменчивость, выявленную различными работами. По данным Т.С. Маркеловой [2007] за годы исследований (1976–2004) в поволжской популяции преобладала 77 раса, представленность которой в фитоценозе колебалась по годам от 73,4 до 100%.

В настоящее время в Самарской области, по данным Е.Д. Коваленко, Т.М. Коломиец, А.И. Жемчужина и др. [2001], Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселёва М.И. и др. [2002], выявлено 37 различных патотипов *Puccinia recondita*, имеющих от 6 до 18 генов вирулентности. В более поздних публикациях отмечается идентификация 35 генов вирулентности в поволжской популяции бурой ржавчины, среди которых наибольшее распространение получили 29 – *pp1*, *1+gene*, *2b*, *2d*, *2c*, *3*, *3ka*, *4*, *10*, *11*, *12*, *14a*, *14b*, *15*, *16*, *17*, *18*, *20*, *21*, *22*, *22a*, *22b*, *25*, *27*, *29*, *30*, *32*, *Ech*, *B*, с частотой встречаемости данных патотипов от 63,6 до 100% [Маркелова Т.С., 2007; Маркелова Т.С., Иванова О.В., Нарышкина Е.А. и др., 2013].

Анализ динамики поражения новых генотипов яровой мягкой пшеницы с разными генетическими системами устойчивости, в том числе и по литературным источникам, показывает, что примерно через каждые пять лет в регионе происходит кардинальное изменение генетической структуры популяции самого патогена, и данный фактор обуславливает тем самым темпы сортосмены в производстве [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006]. Таким образом, можно отметить, что эффективность генов устойчивости к бурой ржавчине, при широком использовании их в селекционном процессе в производстве, сохраняется в среднем всего 4–5 лет.

В Поволжье, на фоне снижения эпифитотийных лет в последнее десятилетие, эффективными генами устойчивости остаются – *Lr9*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr39*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr53* и *LrAgi* [Гультяева Е.И., Сибикеев С.Н., Дружин А.Е. и др., 2020], а также *Lr41*, *Lr42*, *Lr43+Lr24*, *Lr53* [Сибикеев С.Н., Конькова Э.А., Салмова М.Ф., 2020]. В этом плане эффективными сочетаниями являются *Lr19* в комбинации с генами *Lr9*, *23*, *24*, *25*, *26* и комбинации генов с эффектом «медленного ржавления», на которых болезнь развивается медленно, даже с учетом восприимчивого типа реакции. Отмечается, что такая комбинация главных (*major genes*) и малых (*minor genes*) генов устойчивости позволяет добиться эффекта долгосрочной защиты от патогенов [Сколотнева Е.С., Салина Е.А., 2019].

Следует отметить, что длительная устойчивость сортов обеспечивается за счет замедленного развития болезни, выражающееся в уменьшении количества и размеров пустул, увеличении латентного периода, подавления размножения патогенов [Плотникова Л.Я., Штубей Т.Ю., 2012]. Основой продления устойчивости и эффективности *Lr*-генов является использование различных комбинаций и сочетаний путём скрещиваний сортов и линий носителей генов с различными механизмами устойчивости.

Сотрудники Всероссийского института защиты растений Е.И. Гультяева и Н.П. Лоскутова [2002] указывают, что в России на начало 21 века, высокоэффективными остаются гены *Lr9* и *Lr19*, имеющие широкое распространение среди образцов из США. Несмотря на интенсивное и длительное привлечение в селекционный процесс данных источников устойчивости к бурой ржавчине, даже в современных исследованиях отмечается перспективность использования в селекции пшеницы в определенных регионах генов устойчивости *Lr9*, *Lr19*, в том числе и в сочетании с другими генами, например, *Lr9+Lr26*, что подтверждается исследованиям Е.И. Гультяевой и Е.Л. Шайдаюк [2021].

Важной частью в стратегии селекции мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине, является так называемый фактор длительной устойчивости, который преимущественно обеспечивается комбинацией нескольких генов и при этом важно правильное их сочетание. В ряде случаев отмечается, что в этом процессе должны участвовать, как гены расоспецифической устойчивости, так и расонеспецифической, ответственные за замедленное поражение. Исследованиями докторов R. McIntosh [1992] и R. Singh [1992] было показано явление замедленного поражения растений ржавчиной, содержащих ген – *Lr34* и близко расположенный к нему ген устойчивости к желтой ржавчине – *Yr18*, идентифицированные позднее в хромосоме 7DS. Многими отмечается высокая эффективность гена возрастной устойчивости *Lr34*, сохраняющая устойчивость пшеницы в различных зонах в течение десятилетий и его действие считается расонеспецифическим [Плотникова Л.Я., Штубей Т.Ю., 2012].

Исследователи F. Martines, R.E. Niks, R.P. Singh с соавторами [2001] в мексиканском сорте пшеницы Pavon 76 обнаружили еще один ген, обеспечивающий умеренный уровень устойчивости взрослого растения к бурой ржавчине. Данный ген *Lr46* был расположен рядом с геном *Yr29* на хромосоме 1BL, и также обеспечивал сорту средний уровень устойчивости взрослого растения к жёлтой ржавчине [William M., Singh R.P., Huerta-Espino J. et al., 2003].

Как отмечает группа ученых, ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr46* также влияет на все компоненты устойчивости растения к патогену по типу замедленного поражения [Martines F., Niks R.E., Singh R.P. et al., 2001; William M., Singh R.P., Huerta-Espino J. et al., 2003; Tomkowiak A., Jędrzejewski T., Szychala J. et al., 2020], и имеет важное значение в современной стратегии защиты растений от данного патогена.

Несмотря на огромные усилия науки в поиске новых генетических источников, можем констатировать, что подавляющее большинство известных и каталогизированных генов устойчивости к *Puccinia recondita* моногенно уже не имеет селекционной ценности. Поэтому необходим поиск новых эффективных доноров и источников устойчивости к бурой ржавчине в селекции пшеницы с различными механизмами устойчивости, работающими на генетическом, биохимическом, физиологическом и других уровнях, так как актуальность данного направления исследований обусловлена сегодня и утвержденной Правительством Российской Федерации (04.07.2023) «Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года».

Мучнистая роса (возбудитель *Erysiphe (Blumeria) graminis* DC. f. *sp. tritici* Em. Marchal), является в регионе второй по вредоносности и значимости болезнью, которая в Среднем Поволжье проявляется практически ежегодно и один раз в 7–9 лет носит эпифитотийный характер [Вьюшков А.А., Шевченко С.Н., Сюков В.В., 1986; Шевченко С.Н., Сюков В.В., Киселёва О.С., 1990а; Шевченко С.Н., Сюков В.В., Вьюшков А.А., 1990б; Шевченко С.Н., 1992; Александров А.Е., 2000]. Вредоносность данного заболевания проявляется

главным образом через уменьшение фотосинтезирующей поверхности листьев и стебля, разрушения хлорофилла и других пигментов, которое последовательно приводит к усыханию листьев и даже побегов кущения, а далее к уменьшению озернённости колосьев и плохому наливу зерна [Пересыпкин В.Ф., 1979]. В зависимости от интенсивности проявления болезни, потери зерна в посевах пшеницы могут достигать в среднем 30–35% [Lowry J.R., Samson D.J., Baenziger P.S. et al., 1984; Das M.K., Griffey C.A., 1995], а в годы сильной эпифитотии потери урожая пшеницы от мучнистой росы могут достигать 50% и более [Маркелова Т.С., Веденева М.Л., Кириллова Т.В., 2003; Жученко А.А., 2004; Лебедев В.Б., Юсупов Д.А., Васильчук Н.С. и др., 2005; Лебедева Н.В., Зуев Е.В., 2021].

Факторами увеличения распространенности заболевания является существенное увеличением доли зерновых в севооборотах, возделывание генетически однородных сортов интенсивного типа, формирующих плотный не продуваемый стеблестой и все это в конечном итоге может привести к существенным потерям урожайности без применения химической обработки фунгицидами, окупаемыми в современных условиях только при урожайности зерна свыше 3,0 т/га. Поэтому в условиях рискованного земледелия, с урожайностью яровой пшеницы 1,5–3,5 т/га наиболее эффективным вариантом защиты пшеницы от мучнистой росы, также, как и от многих других болезней, по мнению многих считается создание и внедрение в производство устойчивых сортов [Маркелова Т.С., 2007].

Генетика устойчивости пшеницы к мучнистой росе является объектом изучения генетиков, селекционеров, микробиологов и физиологов, и в настоящее время, в геноме мягкой пшеницы идентифицировано и каталогизировано более 90 аллелей на 68 локусах (*Pm1–Pm68*), отвечающих за контроль устойчивости культуры к мучнистой росе, для четырёх – *Mld*, *MIGa*, *PmTmb*, *MIG* зафиксированы аллеломорфы [Järve K., Peusha H.O., Tsymbalova J. et al., 2000; Peusha H., Enno T., Prilinn O., 2000; Rong J.K., Millet E., Manisterski J. et al., 2000; McIntosh R.A. et al., 2003, McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et

al., 2004, McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2005; Mwale M.M., Tang X.L., Chilembwe E., 2017; Лебедева Н.В., Зуев Е.В., 2021]. Из огромного количества идентифицированных генов, к началу 80-х годов прошлого века потеряли моногенно свою эффективность *Pm5*, *Pm8*, *Pm4b*, *Pm7* и *PmCh* [Сюков В.В., 1987; Шевченко С.Н., 1992], а также транслоцированный из ржи ген *PmIL* локализованный в хромосоме 2В [Лебедев В.Б., 1998]. Следует отметить, что из 55 наиболее изученных и каталогизированных аллелей генов устойчивости к мучнистой росе, 25 были селекционными методами интрогрессированы в геном мягкой пшеницы от близкородственных видов – от *Triticum spelta* (*Pm1d*), *T. durum* (*Pm3h*, *Mld*), *T. monococcum* (*Pm4a*, *Pm5*), *T. carthlicum* (*Pm4b*), *T. sphaerococcum* (*Pm5c*), *T. dicoccoides* (*Pm16*, *Pm26*, *Pm30*, *MIG*), *T. boeoticum* (*Pm25*), *Aegilops speltoides* (*Pm12*, *Pm32*), *Ae. longissima* (*Pm13*), *Ae. taushii* (*Pm19*), ржи – *Secale cereale* (*Pm7*, 8, 17, 20) и диплоидного родственника пшеницы – *Hainaldia villosa* (*Pm21*) [Järve K., Peusha H.O., Tsybalova J. et al., 2000; Rong J.K., Millet E., Manisterski J. et al., 2000; Сибикеев С.Н., 2002; Милёхин А.В., 2002; McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2002; McIntosh R.A., Devos K.M., Dubcovsky J. et al., 2004]. По данным Y. Hao, A. Liu, Y. Wang et al. [2008] линии с транслокациями 6AL/6VS, несущие ген устойчивости к мучнистой росе пшеницы *Pm21*, занимают более 3,4 млн. гектаров.

Эффективными к началу текущего столетия, по мнению В.В. Сюкова, А.А. Вьюшкова, С.Н. Шевченко и др. [2006], оставались гены *Pm3d*, *Pm12*, и незначительные следы поражения отмечались у сортов, защищённых генами *Pm4a*, *Pm6*, *Mld* [Абдряева О.Ф., 2008].

Исследования генетики устойчивости мягкой пшеницы сотрудниками отдела селекции и генетики Самарского НИИСХ позволили от *Triticum spelta* (к-52435) перенести высокоэффективный *Pm*-ген в генофонд мягкой пшеницы (*Tr. spelta*, к-52435 / Дальневосточная) сорта Виллозум 1381. Данная гибридная комбинация позволила перенести чужеродный рецессивный ген устойчивости к мучнистой росе от *Triticum spelta*, неаллельный с известными ранее генами –

Pm4b, *Pm6*, *Mld*, *Pm1L*, *PmCh* и *PmAg* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006]. При этом, имеющие селекционную ценность к местной популяции гены – *Pm4a*, *Pm4d*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm12*, *Mld*, *Pm1L*, *PmCh*, *PmAg*, наследовались частично или полностью доминантно и комплексные генетические исследования позволили идентифицировать у сорта Виллозум 1381, новый ген устойчивости из второго генетического пула – вида *Triticum spelta* ($2n = 42$, геномом A^u , B, D) и присвоить ему временный символ *PmSp* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006], а у линии – Лютесценс 13, полученного также с участием *Triticum spelta* (к-52435), был определен ген устойчивости к мучнистой росе, не аллельный и не идентичный предыдущему *PmSp* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006].

Важным моментом в понимании генетических взаимодействий является обнаружение ген-супрессоров, так было отмечено, что ген-супрессор (*SuPm8*), подавляет экспрессивность гена *Pm8*, о чем отмечали R. Hanušová, S.L.K. Hsam, P. Bartoš et al. [1996] и S.X. Ren, R.A. McIntosh., Z.J. Lu [1997]. Результаты анализа гибридной популяции Тулайковской 5 / Thatcher показывали тесное сцепление *PmAg* от *Triticum spelta* с геном *LrAg*, а наличие в потомствах семей, устойчивых к бурой ржавчине, но поражающихся мучнистой росой, в отсутствие линий, устойчивых к мучнистой росе, но поражающихся бурой ржавчиной, указывало на присутствие в генотипе Thatcher двух рецессивных генов-супрессоров *SuPmAg* [Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006].

Широкое использование в селекции на устойчивость к мучнистой росе пшенично-пырейных гибридов стало возможным после получения гибрида под названием ППГ 56. У группы сортов мягкой пшеницы – Ботаническая 2, Харьковская 6, Харьковская 8, производных от пшенично-пырейного гибрида (ППГ 56), идентифицировали высокоэффективный ген устойчивости к *Blumeria graminis*, который проявлял длительную устойчивость на всех стадиях развития растения [Сюков В.В., 1987; Шевченко С.Н., Сюков В.В. и др., 1990а; Шевченко С.Н., Сюков В.В., Вьюшков А.А., 1990б], однако, с 1993 года сорта Харьковская

6, Харьковская 8, Харьковская 10 и V-506 (Вавиловская*3 / Ботаническая 2), защищенные этим геном, стали поражаться местной популяцией мучнистой росы, кроме сорта Ботаническая 2. Следовательно, можно было предположить, что данный сорт кроме гена *PmCh* имеет скорее всего еще один ген устойчивости, наличие которых в генотипе Ботанической 2 обеспечивают ему более высокий уровень защиты [Сюков В.В., 2002; Шевченко С.Н., 2006; Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др., 2006]. В тоже время можно предположить, что сорт V-506, скорее всего получил только один ген устойчивости – *PmCh* от Ботанической 2.

С 1998 по 1999 годы изучалась сформированная нами признаковая коллекция сортов, устойчивых к мучнистой росе в условиях Саратовской области. По данным исследований А.Е. Александрова [2000] низкоэффективными оказались сорта, содержащие ген *PmCh*, перенесенные от пшенично-пырейного гибрида ППГ 56, однако сорт Ботаническая 2 имел степень поражения мучнистой росой на уровне 4,1% с типом реакции – 4, что может свидетельствовать о наличии в сорте еще одного гена устойчивости.

В исследованиях отдела генетики НИИСХ Юго-Востока также указывается, что некоторых линии, содержащие гены устойчивости к мучнистой росе, проявляют и устойчивость к листовой ржавчине, что может свидетельствовать о сцеплении генов, либо об ответственности одного наследственного фактора в контроле устойчивости над патогенами. Также в работе отмечается о возможном тесном сцеплении между *Pm*-генами и *Yr*-генами, которое наблюдается у линий, созданных с участием вида пшеницы – *T. timopheevii* [Александров А.Е., 2000], и эти факты являются важными в селекционном плане для разработки стратегии повышения комплексной устойчивости растений к различным заболеваниям.

В ряде зарубежных исследований, которые большей частью обобщены в международном каталоге генных символов пшеницы также имеются сообщения о сцеплении ряда генов, в частности отмечается, что ген *Pm4b*, расположенный на хромосоме 2AL, сцеплен с геном устойчивости *Sr21* (процент рекомбинации

– 37,5), ген *Pm5* – 7BL, сцеплен с геном *Lr14a* (процент рекомбинации – 20,4) и с геном *Sr17* с вероятностью кроссинговера в 6%, а ген *Pm7*, расположенный на хромосоме 4BL, тесно сцеплен с геном устойчивости *Lr25*, [Zeller F.J., Hsam S.L.K., 1978; Hao Y., Liu A., Wang Y. et al., 2008; Абдряева О.Ф., 2008].

Необходимо отметить, что на начало 21 века против местной – волжской популяции мучнистой росы сохраняли высокую эффективность такие гены как *Pm4b*, *Pm7*, *Pm8* и следующие их комбинации – *Pm1+Pm4b*, *Pm2+Pm6*, *Pm2+Pm4b+Pm6* и *Pm3d+Pm4b+Mlk* [Александров А.Е., 2000; Aleksandrov A.E., Krupnov V.A., 2001; Абдряева О.Ф., 2008].

Внедрение интенсивных технологий производства, предполагающих создание более плотного фитоценоза, благоприятного для развития заболевания, а также применение минимальных и поверхностных обработок почвы ведет к интенсивному накоплению инфекционного начала в поверхностном слое почвы. Для купирования последующего широкого распространения инфекции необходимы устойчивые к мучнистой росе сорта, способные прервать или максимально ослабить цикл развития заболевания. Это, в свою очередь, требует непрерывного изучения исходного материала внутри вида, так и межвидовых транслокаций, с выделением новых генетических источников устойчивости к данному заболеванию или к комплексу фитопатогенов, для дальнейшего использования их в селекционном процессе. Устойчивый сорт – это особо актуальная тема в условиях засушливых зон Среднего Поволжья, где урожайность яровой пшеницы имеет не высокие показатели, и поэтому не всегда экономически оправдывается применение химической обработки посевов фунгицидами. При этом часто данные виды обработок приходится повторять через определенное время.

Корневые гнили. Обыкновенная (корневая) гниль, вызывая главным образом снижение густоты посевов, угнетая рост растений, ухудшая показатели элементов структуры урожая и качественные показатели зерна, относится во многих регионах к наиболее вредоносным заболеваниям яровой мягкой пшеницы, приводящим к ежегодным потерям урожайности до 25%

[Чулкина В.А., 1985; Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., 2009; Bernhoft P., Clasen E., Bernhoft P. et al., 2010; Rehman A., Sultana K., Minhas N. et al., 2011; Глинушкин А.П., 2013; Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю., 2016]. Однако необходимо отметить и по нашим наблюдениям, что возбудители корневой гнили зерновых культур причиняют существенный вред урожаю лишь при массовом поражении растений и по данным авторов [Буренок В.П., Калугин В.А., 1981; Михайлина Н.И., 1970а; Орлова К.В., 1979; Григорьев М.Ф., 1996; Duveiller E., Garcí'a Altamirano I., 2000], в зависимости от условий возделывания яровой пшеницы и степени зараженности корневой гнилью потери урожая от заболевания колеблются от 5 до 30% и в отдельные годы, при исключительных условиях для развития болезни, связанных с неблагоприятными условиями произрастания самой культуры, потери возрастают до 70% и более [Шевченко Ф.П., 1970; Шевченко М.Е., Шевченко Ф.П., 1970; Алиновский П.Г., 1970; Чулкина В.А., 1975; Алиновский П.Г., 1984; Груздев Г.С., Хохлова И.К., Григорьев М.Ф. и др., 1998].

Пристальное внимание изучению различных видов фитопатогенов и в особенности видового состава и вредоносности корневых гнилей в нашей стране начали уделять еще с 60-х годов прошлого века [Михайлина Н.И., 1968; 1970б; Котова В.В., 1976, 1979; Пересыпкин В.Ф., Зражевская Т.Г., 1979; Чулкина В.А., 1979; Михайлина Н.И., 1983; Мишенева В.Д., Луткова Э.Ф., 1988; Жалиева Л.Д., 2001; Григорьев М.Ф., 2012; Лапина В.В., 2014; Глазунова Е.Б., Торопова Е.Ю., Казакова О.А., 2014]. В исследованиях отмечалось, что патогенное воздействие на растения оказывается комплексом почвенных грибов и бактерий, состоящим примерно из 50 видов, при этом в посевах злаковых культур преимущественное распространение получили виды двух родов, объединенные в так называемый гельминтоспориозный и фузариозный тип поражения [Хохряков М.К., 1971; Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И., 1976; Кинчаров А.И., Демина Е.А., Абдряева О.Ф. и др., 2012], которые представляют собой смешанную инфекцию, локализованную в ризосфере корней растений [Сидоров А.А., 2001; Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Демина Е.А. и др., 2005].

В ходе выполнения научных исследований, в частности, – в центральной лесостепной зоне Самарской области, развитие корневых гнилей с различной степенью интенсивности, нами отмечалось во все годы исследований – как в засушливые, так и в годы с избытком осадков во второй половине лета [Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю. и др., 2022], при этом, как отмечал в свое время Ф.П. Шевченко [1970], поражённость посевов пшеницы чрезвычайно усиливается в некоторые годы, проявляя цикличность.

Исследованиями ряда видных ученых второй половины прошлого века установлено, что критической фазой развития растений пшеницы, является начальный рост – это фаза от всходов до кущения и в данный период сорта наиболее дифференцированы по устойчивости к обыкновенной гнили [Голощанов А.П., 1969; Куперман Ф.М., 1969; Джиембаев Ж.Т., Альжанов Ж.Ш., 1970; Шевченко Ф.П., Алиновский П.Г., 1971; Чулкина В.А., 1973; Коршунова А.Ф., Тупеневич С.М., Краева Г.А. и др., 1974; Рогинский В.З., Башмаков Р.А., 1974]. С учетом высокой дифференциации материала на начальных этапах онтогенеза, скрининг образцов коллекции и селекционного материала желательнее проводить именно в этот период. Исходя из этого, начальный этап развития растений может стать определяющим в ежегодной оценке сортов мягкой пшеницы на устойчивость к заболеванию [Лангольф Э.И., 1979], и при этом необходимо отметить высокую зависимость развития почвенных инфекций от климатических факторов [Торопова Е.Ю., 2005; Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П., Селюк М.П., 2016] и использования интегрированной защиты растений в сортовых технологиях [Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., 2009]. Авторами в своё время отмечалось, что высокой относительной устойчивостью к комплексу возбудителей корневых гнилей характеризуются сорта пшеницы, полученные методом сложной ступенчатой гибридизации [Шевченко М.Е., Шевченко Ф.П., 1970], а исследованиями ряда авторов отмечается, что районированные и более приспособленные к неблагоприятным местным условиям, засухоустойчивые и скороспелые сорта меньше всего поражаются корневыми гнилями [Джиембаев

Ж.Т., Альжанов Ж.Ш., 1970; Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И., 1976; Пахомова И.С., 1980].

Отечественные и зарубежные авторы указывают, что один из возбудителей корневой гнили – гриб *Helminthosporium sativum* Pamm., King et Bakke, имеет очень высокую вирулентность в посевах и он проявляет гетерогенную вирулентность [Sharp E.L., 1962; Голощатов А.П., 1969; Шевченко Ф.П., 1970; Пидопличко Н.М., Зражевская Т.Г., 1975; Valim-Labres M.E., Porto M.D., Matsumura A.T.S., 1997].

В современной классификации *Helminthosporium sativum* – гриб *Bipolaris sorokiniana* Sacc., поражающий пшеницу практически во всех фазах ее роста и развития, но при этом на разных этапах онтогенеза патоген вызывает различные заболевания: на начальном этапе – увядание и гибель проростков, взрослые растения – листовую пятнистость и обыкновенную корневую гниль, в фазу созревания – черноту зародыша.

Исследованиями R.L. Conner [1990] отмечается, что сорта пшеницы могут различаться по устойчивости к каждой болезни, однако ему не удалось выделить сорта, устойчивые ко всем болезням, вызываемым агрессивным видом *Bipolaris sorokiniana*. Необходимо отметить, что данные заболевания проявляются независимо друг от друга и в исследованиях устойчивые к одной болезни сорта могут вполне оказаться восприимчивыми к другой болезни, на другой стадии развития растения [Тырышкин Л.Г., Михайлова Л.А., 1993; Duveiller E., Garcí'a Altamirano I., 2000].

Что касается разнообразия видового состава фитопатогенов, вызывающих корневую гниль пшеницы, определено, что из поражённых растений выделяются грибы рода *Helminthosporium* и *Fusarium* с преобладанием *Helminthosporium* [Михайлина Н.И., 1970a].

В совместных исследованиях с ВИЗР на полях Поволжского НИИСС за 1999–2001 годы, нами было определено, что корневую гниль зерновых культур в Самарской области вызывают в основном грибы рода гельминтоспориум – *Bipolaris sorokiniana* и грибы рода фузариум – *Fusarium culmorum*, *Fusarium*

nivale с преобладанием гельминтоспориум [Михальченко Л.М., Кинчаров А.И., Демина Е.А. и др., 2002; Абдряева О.Ф., 2008]. В Зауралье также отмечалось в этот период преобладание на яровой пшенице гельминтоспориозно-фузариозной и гельминтоспориозно-альтернариозной гнили и сложилось довольно устойчивое мнение, что доминируют гельминтоспориозные корневые гнили. Однако мониторинговые наблюдения последних лет в Западной Сибири и Зауралье [Порсев И.Н., 2009; Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Воробьева И.Г. и др., 2013], свидетельствуют о том, что идет постепенное изменение численности популяций и смена преобладающих видов в пользу фузариевых грибов, что может быть связано с широким внедрением технологий минимизации обработки почвы и в этих же условиях причиной возникновения корневых гнилей часто могут оказаться и грибы рода *Alternaria* [Немченко В.В., Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю. и др., 2014; Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю. и др., 2017].

Исследователи отмечают влияние некоторых агротехнических приемов на снижение вредоносности заболевания, но полностью избавиться от корневых гнилей только агротехническими методами невозможно, а химическое обеззараживание семян несколько уменьшает развитие заболевания на начальных фазах развития и даже современные препараты не предохраняют растения от заражения во второй половине вегетации [Пересыпкин В.Ф., Зражевская Т.Г., 1979]. В то же время, многими отмечается факт, что корневые гнили интенсивнее всего развиваются на сильно ослабленных растениях [Коршунова А.Ф., Тупеневич С.М., Краева Г.А. и др., 1974; Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И., 1976; Котова В.В., 1979], а сдерживают развитие и снижают вредоносность корневых гнилей фосфорные удобрения [Михайлина Н.И., 1970б; Тепляков Б.И., 1981; Чулкина В.А., Кузнецова Г.Т., 1982].

Согласно литературному обзору, можем отметить, что существует потребность поиска различных способов комплексной защиты растений и возможности создания сортов пшеницы, обладающих высокой устойчивостью к наиболее вредоносным видам болезней [Пересыпкин В.Ф., Зражевская Т.Г.,

1979; Duveiller E., Garcí'a Altamirano I., 2000; Kumar J., Schäfer P., Hückelhoven R. et al., 2002]. И по аналогии с другими болезнями растений можно отметить, что повышение устойчивости растений к корневым гнилям селекционными методами возможно и есть – более экологический и экономически эффективный прием в системе защиты фитоценоза пшеницы, но вместе с тем, представляется нам, что на современном этапе, возможность создания и использования иммунных сортов в отношении большого количества возбудителей корневых гнилей скорее всего маловероятно, так как до настоящего времени примеров нахождения в природе или получения искусственным образом подобных форм растений нами не встречалось в научной литературе.

Отмечаются попытки японских исследователей при создании исходного материала и придания им толерантности к патогенным грибам рода *Fusarium*, использование индуцированного мутагенеза и получение данным методом устойчивых к болезни линий, – после обработки γ -лучами и выделение в популяциях М5 и М6 ценных линий [Gocho, 1985, цитирую по Котляров В.В., 1986], есть примеры ведения селекционного процесса в Югославии, с использованием метода рекуррентной селекции [Tomasovic S., 1981], а для сочетания ценных признаков устойчивости к фузариозу в Бразилии применяют беккроссы [Luzzardi G.C.F., 1984].

Значимые исследования в нашей стране проводили И.Ф. Шаяхметов, О.Б. Сурина, Г.А. Мулюкова [1995], которые были связаны с клеточной селекцией на устойчивость к возбудителям корневых гнилей яровой пшеницы (*B. sorokiniana*, *F. oxysporium*). Результатом данных исследований были устойчивые к фитотоксичным метаболитам грибов линии сортов мягкой пшеницы Жница, Московская 35, Саратовская 55, Симбирка и твердой – Безенчукская 139 и Харьковская 46.

Изучение наследования устойчивости растений к корневым гнилям впервые провели исследователи Мак-Кензи и Аткинсон в 1968 году [McKenzie H., Atkinson T.G., 1968], предположительно отметив, что устойчивость к патогенам сортов Тетчер и Пембина может контролироваться одним главным

рецессивным геном и одним или двумя малыми генами. Исследованиями Н.А. Тырышкиной [2004] отмечено, что в поколении R9 (потомки регенерантов образца 181-5 и сорта Вера) выделено четыре линии, высокоустойчивые к обыкновенной корневой гнили, признак устойчивости которых контролируется двумя комплементарными рецессивными генами. Изучение наследования устойчивости мягкой пшеницы к корневой гнили, вызываемой грибами рода *Bipolaris sorokiniana*, было выполнено в Сибири и генетический анализ показал относительную устойчивость сорта Скала, определяемую рецессивным признаком, который контролируется тремя генами, локализованными на хромосомах 2В, 2D и 6А [Савельева Н.М., Майстренко О.И., 1983].

Канадские исследователи с помощью замещенных линий показали, что наиболее важной хромосомой в контроле признака устойчивости к корневой гнили у относительно устойчивого сорта Апекс, является 5В хромосома и в меньшей степени ее контролируют хромосомы 2В и 2D [Larson R.I., Atkinson T.G, 1981].

Несмотря на определенные достижения в направлении повышения устойчивости растений пшеницы к корневым гнилям, на данном этапе развития селекционной науки и практики можем предположить, что создание иммунных растений даже к основным родам и видам возбудителей не может быть главной целью в контроле развития корневых гнилей, хотя бы в том плане, чтобы сильно не ускорять эволюцию возбудителей в сторону увеличения их патогенности. Необходимо отметить, что с учетом быстрой потери сортами устойчивости, наличия большого количества патогенов, вызывающих корневые гнили пшеницы, и малой информации по генетике устойчивости, создание иммунных образцов растений, наверное, и не может быть сегодня главной целью селекционного процесса.

Поэтому считаем, что на данном технологическом этапе развития науки наиболее приемлемым вариантом может быть выделение и использование относительно устойчивых образцов и сортов, которые отличаются пониженной

восприимчивостью и/или толерантностью к различным видам возбудителям корневых гнилей.

Таким образом, анализируя литературный обзор отечественных и зарубежных исследователей, касающихся работ по иммунитету и устойчивости растений к наиболее вредоносным заболеваниям, можно все же отметить, что селекция сортов с различными механизмами устойчивости является наиболее эффективным и экологически безопасным способом защиты растений и фитоценоза пшеницы. Однако создание и внедрение в производство генетически устойчивых к определенным патогенам сортов и достижение генотипом определенной доли в посевах, по некоторым данным – более 12 тыс. гектаров, сорта быстро теряют свою устойчивость, в том числе и за счет появления новых патогенных организмов. Поэтому селекцию на устойчивость к патогенным организмам следует вести на опережение.

Для этого необходимо постоянное изучение в местных условиях и выявление иммунных и устойчивых образцов, обладающих различными механизмами защиты, изучение и выделение новых генетических источников, а также изучение локализации генов для последующего их секвенирования и переноса в новые формы.

Анализируя в целом научную литературу за длительный период исследований по всем изучаемым вопросам, можно отметить следующее:

1. Глобальное потепление климата в мире и существенные изменения погодно-климатических условий в регионе за последние три десятилетия свидетельствуют о необходимости дальнейшего анализа происходящих природных процессов в регионе и важности определения прогнозных параметров изменения агроклиматических условий на ближайшую перспективу (10–15 лет), равную хотя бы времени создания сорта.

2. Потепление климата и связанное с этим повышение температуры воздуха в период вегетации растений приводит к изменениям продолжительности этапов органогенеза растений, влияя как на вегетативную, так и на генеративную фазы развития растений. Во избежание снижения

продуктивности растений в данных условиях необходимо контролировать сокращение этапов вегетационного периода, существенно влияющих на элементы продуктивности растения. Для этих целей необходимо глубокое изучение генетических систем типа развития (*Vrn*), чувствительности к фотопериоду (*Ppd*) и других малоизученных систем для ускоренной адаптации новых сортов к прогнозным условиям с сохранением ими высокой и стабильной продуктивности.

3. Изменения погодно-климатических условий в длительной перспективе могут привести и дальше к снижению вредоносности одних биотических факторов и увеличению вредоносности других, в том числе и к появлению новых вредных организмов, ранее не наблюдавшихся в регионе исследований. Поэтому необходимо вести интенсивную работу по выявлению новых источников и доноров для селекции культуры, с учетом прогноза появления новых вредоносных объектов в регионе, продолжая при этом исследования и по изучению эволюции самих патогенов. Наиболее важным моментом в данном вопросе является также изучение взаимодействия «растение-паразит».

2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические условия места проведения исследований

Рост, развитие, уровень и стабильность продуктивности любой сельскохозяйственной культуры находится в тесной зависимости от почвенно-климатических условий, складывающихся в течение вегетации и, в первую очередь, это касается лимитирующих урожайность факторов. Поэтому перед изложением экспериментальной части необходимо дать краткое их описание, что позволит правильно оценить результаты исследований и сделать корректные выводы.

Работа выполнена на базе Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН, это бывшая Кинельская государственная селекционная станция, основанная в 1933 году), территориально расположенная в центральной зоне Самарской области, протяженность которой с запада на восток составляет 315 км и с севера на юг – 335, а занимаемая площадь – 53,9 тыс. км². Самарская область, с учетом некоторых особенностей климата и почвенных разностей, условно делится на три крупные почвенно-климатические зоны: северная, центральная и южная.

Экспериментальные исследования проведены в условия Самарской области с погодно-климатическими параметрами, типичными для всего Среднего Поволжья, которые формируются под влиянием континентального воздуха средних широт, с частыми вторжениями холодных воздушных масс северного – арктического и жаркого – южно-тропического происхождения, характеризуются высокими температурами воздуха летом и низкими зимой [Жаринов А.С., 1958; Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области, 1968]. Продолжительность периода с положительной температурой составляет

в среднем 125–140 суток, а сумма температур (за период с температурой выше 10°C): на севере – от 2200°C и на юге области до 2800°C.

Важным показателем для ведения растениеводства в регионе являются запасы продуктивной влаги весной в метровом слое, которые варьируют от 100 мм на юге и до 200 – на севере области, при этом число суховейных дней по зонам области может достигать от 89 до 39 суток [Научная..., 1996]. Засушливость климата, с неравномерным выпадением осадков по годам с варьированием средних значений от 270 на юге, до 450 мм на севере области является значимой особенностью климата для ведения сельскохозяйственного производства, а по количеству атмосферных осадков, выпадающих за вегетационный период, Самарская область относится к зоне недостаточного увлажнения, согласно классификации по Селянинову – зона засушливого земледелия. Гидротермический коэффициент в южной зоне Самарской области составлял 0,6–0,7, в центральной – 0,8–0,9 и в северной – 1,0–1,1, при этом необходимо отметить существенное изменение условий вегетации растений в летние месяцы за исследуемый нами период и особенно – за последнее десятилетие, о чем будет отмечено в третьей главе работы.

В научно-исследовательской и производственной деятельности в условиях Среднего Поволжья особое внимание также заслуживают засухи, которые наблюдаются практически ежегодно.

По негативному проявлению и интенсивности засухи условно разбиты на три группы по следующему признаку: очень сильная – сумма осадков в период всходы-колошение до 18 мм, снижение урожая более чем на 50%; сильная – до 30–35 мм, снижение урожая – на 20–50%; средняя – осадков несколько более 35 мм, снижение урожая меньше чем на 20% [Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семёнова Л.В. и др., 1987].

Также в регионе выделяются пять типов засух. Обычно они классифицируются как ранневесенняя, весенне-летняя, летне-осенняя, комбинированная и устойчивая, и часто разные типы засух могут фиксироваться в течение одного вегетационного периода.

Абиотическими стрессорами для растениеводства также являются часто наблюдаемые суховеи, которые по негативному воздействию не уступают засухе, усиливая транспирацию растений и вызывая иссушение почвы. Следует отметить, что суховеи становятся особенно опасными на фоне засухи. В таких условиях отмечается «захват» или «запал», что резко снижает не только урожайность, но и качественные показатели зерна.

По данным профессора А.Г. Марковского [1970], Самарская область характеризуется большим разнообразием почвенного покрова и по обследованиям землепользований природно-климатические зоны выглядят следующим образом: южная зона, преобладающий покров – преимущественно черноземы обыкновенные, южные и темно-каштановые почвы; центральная зона – типичные черноземы с гумусовым горизонтом глубиной до 50–60 см и содержанием гумуса в среднем 7–8%; северная зона – выщелоченные, оподзоленные, типичные, обыкновенные и карбонатные черноземы. Также следует отметить, что в целом 91,8% пашни представлены черноземами, в том числе: типичными – 25,4, выщелоченными – 20,5, обыкновенными – 17,6 и южными – 16,4 [Марковский А.Г., 1970].

Однако, в последние годы, наблюдается некоторое снижение содержания гумуса в пахотном слое почв области, которые характеризуются в основном как средне- и малогумусные, и при этом абсолютное большинство почв Самарской области (до 80%) имеет глинистый и тяжелосуглинистый механический состав [Научная..., 1996].

Место проведения исследований – Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН. Данное научное учреждение расположено в пгт. Усть-Кинельский в центральной лесостепной зоне Самарской области. Сумма эффективного тепла за год составляет 2500–2600°C, абсолютный минимум по температуре воздуха – минус 46°C, а абсолютный максимум – плюс 39°C. По многолетним данным суммарно выпадает 410 мм осадков в год, а почвы здесь представлены в основном черноземами обыкновенными, среднегумусными (7,5–8,5%), тяжелосуглинистыми [Жаринов А.С., 1958].

2.2 Особенности погодных условий за годы наблюдений

Погодные условия места проведения исследований, в годы закладки экспериментальных опытов (1990–2024 гг.), характеризовались проявлением большого их разнообразия с широким варьированием показателей – сумма осадков (за день, декаду, месяц и вегетационный период), среднесуточная температура воздуха, гидротермический коэффициент увлажнения, а также проявлением таких неблагоприятных факторов, как почвенная, воздушная засуха и суховеи. Варьирование показателей погодных условий наблюдалось, как в течение одного вегетационного периода, так и в сравнении средних значений по годам и среднемноголетним данным. В целом за 35 лет научно-практических исследований, погодные условия вегетации растений яровой пшеницы продемонстрировали широкий спектр проявлений различных абиотических и биотических условий, характерных для зоны рискованного засушливого земледелия. Благоприятные условия увлажнения, для возделывания яровой пшеницы и других ранних зерновых культур, за время наблюдений складывались в 1990, 1993, 1994, 1997, 2003, 2006, 2007, 2011, 2017 и 2022 годах, когда осадков за условную вегетацию яровой мягкой пшеницы (май-август) выпало более 200 мм (163 мм – среднемноголетняя норма на начало исследовательского периода, сформированная к 1990 году).

Неблагоприятные условия складывались в 1991, 1992, 1995, 1996, 1998, 2002, 2005, 2009, 2010, 2014, 2016, 2018–2021, 2023 и 2024 годах, когда осадков за сезон выпало менее 125 мм. Антирекорд по осадкам был установлен в аномально засушливом и жарком 2010 году, с недобором осадков за условную вегетацию яровой мягкой пшеницы более 100 мм от нормы 163 мм и повышенным температурным фоном.

Более подробный анализ погодных условий вегетационного периода яровой мягкой пшеницы за 34-летний период (1990–2023 гг.) будет сделан ниже по десятилетиям и дан краткосрочный математический прогноз изменения климатических условий региона для определения стратегии селекции культуры.

2.3 Исходный материал для изучения

В 1990 году для научных исследований из мировой коллекции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР) был отобран исходный материал в количестве 364 образцов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения (30 областей РФ и 49 стран мира), который впоследствии дополнялся и обновлялся в объеме не менее 70-100 образцов ежегодно. Отбор материала для научных исследований производился, в том числе, путем изучения Каталога мировой коллекции ВИР, начиная с Выпуска 445 [1986] и последующих изданий, а также – по рекомендациям сотрудников ВИРа. Таким образом, с 1990 по 2023 годы, было изучено и исследовано по различным селекционно-ценным признакам и хозяйственным свойствам около 4 000 образцов мировой коллекции пшениц из Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Также в лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы Поволжского НИИСС, в рамках работы Кинельского опорного пункта ВИР, с 2002 года ежегодно высевается и изучается в рамках обновления семенного фонда по 50 образцов яровой пшеницы из мировой коллекции.

За годы исследований также были изучены изогенные (по *Vrn*-генам) линии сорта Triple Dirk и сорта Мироновская 808, скороспелые и среднеспелые сорта яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока: Саратовская 29 (С 29), Саратовская 42 (С 42), Саратовская 55 (С 55), Саратовская 56 (С 56) и их *Ppd*-аналоги, слабочувствительные к длине дня, предоставленные коллегами из Самарского НИИСХ и НИИСХ Юго-Востока. Набор *Ppd*-аналогов создан в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья» А.Ю. Козловой под руководством доктора биологических наук, профессора В.А. Крупнова. При их создании применяли метод возвратных скрещиваний (беккроссов), используя в качестве рекуррентных родителей – указанные выше сорта. Донором генов *Ppd* служил мексиканский сорт селекции

СИММИТ – Sonora 64, имеющий в своем генотипе доминантные аллели этого гена. После 6-го беккрасса генофон саратовских сортов был восстановлен (теоретически) на 99,2% [Елесин В.А., 1993].

В научной и практической деятельности в качестве родительских форм для программ скрещиваний изучался гибридный и селекционный материал, созданный на основе средне- и позднеспелых сортов и линий собственной селекции в лаборатории яровой пшеницы Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова. При этом для последующих скрещиваний привлекались также ценные источники и доноры различных хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств, выделенные в ходе изучения мировой коллекции и другого материала.

В качестве контроля и стандартных сортов (St) в разные годы высевались районированные в Самарской области сорта: Кутулукская, Кинельская 59, Кинельская нива и Кинельская юбилейная – селекции Поволжского НИИСС имени П.Н. Константинова; Жигулевская, Тулайковская 1, Тулайковская надежда – селекции Самарского НИИСХ имени Н.М. Тулайкова и сорта Саратовская 42, Л-503, Прохоровка – селекции НИИСХ Юго-Востока. Данные сорта-стандарты соответственно вошли в группу позднеспелых, среднеспелых и скороспелых сортов на которые была разбита изучаемая коллекция. Также следует отметить, что сорта – Кутулукская, Прохоровка, Тулайковская 1, Тулайковская надежда относятся к разновидности *lutescens*; Жигулевская, Кинельская 59, Кинельская нива, Кинельская юбилейная – разновидности *aestivum (erytrospermum)*, а Саратовская 42 – *aureum (albidum)* и это по сути те разновидности, которые наиболее часто встречаются в коммерческом обороте сортов в регионе проведения исследований.

Большая часть исходного материала для исследований была представлена во все годы селекционным материалом, созданным с участием лучших образцов селекции Поволжского НИИСС, других научных учреждений и коллекционного материала из генетической коллекции ВИРа.

2.4 Методика закладки опытов и проведения полевых исследований

Во все годы проведения исследований полевые опыты закладывались на первом и втором селекционном севооборотах Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова. При этом основными предшественниками яровой пшеницы для селекционных посевов были традиционные для культуры – озимая пшеница и чистый пар в качестве интенсивного фона. Основная обработка почвы для непаровых предшественников – традиционная для региона и состояла из лущения стерни и вспашки на 20–22 см с осени, весенняя обработка – боронование в два следа (БЗСС-1,0), предпосевная культивация агрегатами со стрельчатыми лапами на глубину 6–8 см и после посева – прикатывание кольчатыми катками. Посев гибридов первого поколения (F_1), получаемых методом ручной кастрации материнских колосьев и опылением отцовской формой твел-методом, внедрение метода и эффективность изложена в статье автора А.И. Кинчарова [Кинчаров А.И., 1989], проводился вручную. Гибридный питомник второго и последующих поколений, селекционный питомник 1 года высевались кассетной селекционной сеялкой СКС-6-10 (производство ВИМ), селекционные питомники второго и третьего года, контрольный питомник и малое (предварительное) размножение – селекционной сеялкой с фрикционным высевальным аппаратом ССФК-7М (ВИМ), а деланки конкурсного сортоиспытания высевались сеялкой СН-16. В середине 1990-х годов был сконструирован аналог данной сеялки – десяти рядковая селекционная сеялка на базе СКС-6-10 с установкой фрикционного высевального аппарата для посева деланок конкурсного испытания. Это нововведение существенным образом ускорило проведение посевных работ (более чем в 2 раза), исключив операции очистки сеялки после каждого сорта, а также – почти в четыре раза снизилась потребность в количестве семян для посева малого и конкурсного сортоиспытания, что позволило несколько ускорить селекционный процесс.

Исследования в селекционных питомниках проводились на первом и втором селекционном севооборотах, расположенных рядом и имеющих небольшой южный склон, с площадью полей 3,0 и 2,5 гектара соответственно. Ширина полей на селекционных севооборотах составляет стандартные 100 м.

В качестве предшественника под мелкоделяночные питомники всегда использовали паровые поля – чистый пар, который также служил одним из фонов для изучения сортов конкурсного испытании. Остальные селекционные питомники изучали в основном по типичному предшественнику для культуры – озимая пшеница. Посев селекционно-опытных делянок проводили в оптимальные сроки по мере наступления физической спелости почвы: самые ранние посевы отмечены – 26 апреля 1995 г., 27 апреля 2021 и 30 апреля 2002 г.; наиболее поздние – 21 мая 1997 и 2022 года, 17 мая 1999 и 2017 года. Норма высева во всех опытах составляла 450 всхожих зерен на 1,0 м², площадь делянок от 0,2 до 30 м², повторность, в зависимости от питомника и целей исследований – одно, двух и четырехкратная.

Питомник исходного материала, включающий коллекционные образцы, высевался в опытах без повторений с частыми стандартами, размещенными в разные годы через 10–15 образцов коллекции. Во всех селекционных питомниках использовалось два сорта стандарта: первый – лучший сорт культуры, возделываемый в регионе, используемый также в качестве стандарта в системе государственного сортоиспытания (ГСИ) и второй – лучший районированный сорт собственной селекции. Таким образом, в качестве сортов-стандартов, в разные годы высевали сорта – Кутулукская, Кинельская 59, Кинельская нива, Кинельская юбилейная, используемые в качестве лучшего сорта собственной селекции и в ряде лет эти же сорта были стандартами в системе ГСИ. В эти годы в качестве второго сорта-стандарта высевали лучшие сорта сторонней селекции.

Фенологические наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам, используемым в системе Государственного испытания сортов сельскохозяйственных культур (Госсорткомиссия), методических разработок

Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова по изучению коллекционных образцов, диагностике устойчивости растений к стрессовым воздействиям [ВИР, 1988], а также различным методическим указаниям по определению и учету развития и распространения болезней и вредителей. Учет поражения листьев яровой мягкой пшеницы бурой ржавчиной и мучнистой росой проводился согласно Международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [Л.,1984], степень развития по шкале R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah [1948], Гешеле Э.Э. [1978], а для определения иммунной реакции растений на поражение – шкалой Mains E.B., Jackson H.S. [1922]. Данные учеты проводились на провокационном фоне – обсев питомников озимой пшеницей. Учет повреждения и заселения яровой пшеницы внутрестеблевыми вредителями осуществляли методом вскрытия 100 стеблей каждого сорта, высеянных на провокационном фоне – обсев горчицей или рапсом. Учет повреждения вредителями и поражения растений корневыми гнилями проводили в фазу начала кущения методом анализа 100 растений с двух повторностей – 1 и 3-я, а интенсивность поражения корневой системы обыкновенными корневыми гнилями оценивали в баллах, степень развития болезни – по формуле, предложенной ВИЗР [Пересыпкин В.Ф., 1979].

Иммунологическую структуру и состав популяций основных болезней определяли по степени распространенности (P, %), а их характеристику – по степени развития болезни (R, %) по формулам предложенным в работах А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов и др. [1974], Гешеле Э.Э. [1978] и других работах [Simmons E.G., 2007; Summerell B.A., Laurence M.H., Liew E.C.Y. et al., 2010].

Значение распространенности болезни (количественный показатель), характеризующий количество пораженных патогенами растений (или отдельных его органов – корней, стеблей, листьев, плодов) от общего количества обследованных на участке, определяли в процентном соотношении по формуле [Драховская М.Д., 1962]:

$$P = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

где P – распространенность болезни, %;

n – количество пораженных растений (органов растений) на участке, шт.;

N – общее количество учитываемых органов растений (растений) на участке, шт.

Качественным показателем при изучении взаимодействия растение-патоген является – развитие болезни или степень поражения (интенсивность поражения) растений, определяли также в процентном соотношении по формуле [Драховская М.Д., 1962; Чумаков А.Е., Захарова Т.И., 1990]:

$$R = \frac{\sum(a * b)}{N}, \quad (2)$$

где R – развитие болезни, в % (или баллах);

$\sum(a * b)$ – сумма произведений числа растений на соответствующий % (или балл поражения);

N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных).

Уборку селекционных питомников и других опытных делянок проводили комбайном Samro 130 или ВИМ-110 – на опытных делянках от 3 м² 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% для Самарской области) влажности зерна.

Мелкоделяночные опыты площадью от 0,2 (кассетный посев – селекционный питомник 1 года) до 1,0 м² (мировая коллекция, селекционный питомник 2 года) убирали в сноповый материал вручную с последующим обмолотом под навесом на пучковой молотилке МПСУ-500, далее вес зерна после предварительной очистки определяли на лабораторных весах ВЛТК 500 и приводили к стандартной влажности.

2.5 Методика лабораторных анализов и обработки экспериментальных данных

Элементы структуры урожая 10-ти растений каждого коллекционного образца (коллекция ВИР) и 100 растений малого и конкурсного сортоиспытания определяли в лабораторных условиях. Засухоустойчивость селекционных линий и сортов в питомниках оценивали в течение вегетации растений визуально в полевых условиях, а также по лабораторному анализу растений с расчетом степени депрессии элементов структуры урожая (массы зерна колоса, массы 1000 зерен, числа зерен колоса) по методикам описанным [Горлач А.А., 1973; Нефедов А.В., 1981; Rossielle A.A., Hambling L., 1981; Clarke I.M., McCaig T.N., 1982; Ильина Л.Г., 1970; 1989] и в данной работе расчет относительной величины степени депрессии признака выполняли по формуле, рассчитываемой как отношение разности показателей в засушливый и влагообеспеченный год (для начальных исследований, соответственно это 1995 и 1994 гг.), к показателю влагообеспеченного (1994) года, выраженное в процентах:

$$D = \frac{X_1 - X_2}{X_2} \times 100\% , \quad (3)$$

где D – степень депрессии признака;

X_1 – среднее значение признака в засушливый год;

X_2 – среднее значение выраженности признака во влагообеспеченный год.

Методология исследований полевых опытов основана на проведении фенологических наблюдений, оценок, лабораторных и математических анализов в соответствии и согласно Методик государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [М., 1985; в редакциях – 1988; 2019], Методике полевого опыта [Доспехов Б.А., 1985]. Содержание белка определяли по методу Кьельдаля и с помощью экспресс-анализатора Infratec 1241; количество сырой клейковины и её качество – в аналитической и технологической лабораториях института в соответствии с методикой Госсорткомиссии (часть вторая).

Фитоэкспертиза семян на зараженность их грибной и бактериальной инфекцией проводилась в лабораторных условиях по соответствующим методикам и ГОСТ 12044-93 путем проращивания их в рулонах фильтровальной бумаги. После семи дней инкубации при $24\pm 2^\circ\text{C}$, грибы, растущие на поверхности семян, идентифицировали путем прямого исследования с применением различных оптических приборов (стереомикроскоп Olympus SZ51 – увеличение 8х–10х, микроскоп отраженного света Nikon Eclipse E200 – 40х–400х, масляный – до 1000х) на основе типичных морфологических признаков колоний и конидиальных спороношений в соответствии с методиками Н.М. Пидопличко [1977] и В.И. Билай [1977]. В дальнейшем рассчитывали процентную частоту (PF) их появления и относительную численность (RA) по следующим формулам [Naqvi S.D.Y., Shiden T., Merhawi W. et al., 2013; Bishaw Z., Struik P.C., Van Gastel A.J.G., 2013; Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M. et al., 2016]:

$$\text{PF} = (\text{кол-во семян, на которых появился грибок} / \text{общее число семян}) \times 100\%;$$

$$\text{RA} = (\text{кол-во семян, пораженных конкретным грибом} / \text{общее число семян, пораженных грибами}) \times 100\%.$$

Для установления патогенного комплекса возбудителей корневых гнилей, имеющих значение и распространение в регионе, а также устойчивости образцов яровой пшеницы к ним, были проведены опыты по искусственному заражению. Для этого в процессе проведения исследования зараженности семян и структурного описания растений были выявлены возбудители, представленные наиболее патогенными местными формами, а именно *Helminthosporium spp.*, *Fusarium spp.* и *Alternaria spp.* В дальнейшем они были выделены в чистую культуру из сильно пораженных частей растительных проб конкурсного испытания и размножены в стерильных одноразовых чашках Петри на питательной среде в необходимом количестве. Для культивирования чистых культур использовались следующие питательные среды:

Картофельно-глюкозный агар (КГА): 250 г очищенного картофеля нарезают мелкими кусочками, затем проваривают в воде в течение 30 мин. на

несильном огне, а после остывания в отфильтрованную жидкость добавляли 25 г агара и 4 г глюкозы и доводили раствор дистиллированной водой до 1000 мл, с последующим автоклавированием при 121°C в течение 20 мин. [Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф. и др., 1974; Кинчарова М.Н., Макеева А.М., Богоутдинов Д.З., 2004].

Солодовый агар: агар – 12 г; экстракт солода – 16 г; дистиллированная вода – 800 мл. с дальнейшей стерилизацией в автоклаве в течение 20 минут при 121°C [Методы фитопатологии, 1974; Кинчарова М.Н., Макеева А.М., Богоутдинов Д.З., 2004].

Выделение возбудителей корневых гнилей и поддержание их в чистой культуре (*in vitro*) проводилось при содействии кандидата с.-х. наук, доцента по кафедре защита растений М.Н. Кинчаровой. С использованием собранного и размноженного в необходимом количестве патогенного материала проводили оценку устойчивости образцов яровой пшеницы к основным возбудителям корневых гнилей в лабораторных условиях: метод заключался в искусственном заражении (инокуляции) семян суспензией конидий возбудителя с последующим проращиванием их во влажных рулонах фильтровальной бумаги. Для снятия инфекции с поверхности семян – дезинфекция их в течение одной минуты 95%-ным спиртом, а затем просушивание стерильной фильтровальной бумагой. Заражение осуществлялось тремя видами возбудителей корневых гнилей *Helminthosporium (Bipolaris)*, *Fusarium* и *Alternaria* по методическим указаниям Всероссийского НИИ фитопатологии [Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А. и др., 2007]. Инфекционная нагрузка возбудителей корневых гнилей приводилась к определенной концентрации суспензии спор грибов, для чего стерильной дистиллированной водой смывали споры из чашек Петри с питательной средой, а затем суспензию взбалтывали и определяли методом подсчета количество КОЕ в 1 мл с помощью камеры Горяева и микроскопа Nikon Eclipse E200.

Для искусственного заражения инокулировалось по 40 семян каждого образца пшеницы, повторность 2-х кратная, контроль – не зараженные семена,

выращенные в воде. В помещении для исследований поддерживалась требуемая температура воздуха 20–22°C и использовалось дополнительное освещение.

Подсчет пораженных проростков корневыми гнилями проводили на 12–14-ый день по шкале интенсивности поражения coleoptиле, предложенной М.П. Лесовой, Н.И. Кольнобрицкий, Н.И. Сингаевская [1985]:

0 – здоровые проростки (без признаков поражения).

1 балл – частичное обесцвечивание корней, слабое побурение coleoptиле (занимает 25% площади органов), на отдельных корнях отмечаются единичные перетяжки. Количество боковых корней и корневых волосков уменьшается.

2 балла – среднее побурение корней, coleoptиле (занимает до 50% поверхности органов). Наблюдаются перетяжки, уменьшение диаметра корней по всей их длине, боковые корни немногочисленные.

3 балла – сильное побурение корней, coleoptиле (50–100% площади органов), в местах перетяжки обрывы, отдельные корни отмирают. Наблюдается пожелтение и усыхание первого и второго настоящего листьев. Отсутствует ветвление зародышевых корней, практически нет корневых волосков.

4 балла – мацерация тканей корней, их ломкость. Прекращение роста и развития всего проростка в результате увядания, гибель проростков.

Учеты распространенности и интенсивности поражения проростков позволяли судить об устойчивости образцов пшеницы к возбудителям корневых гнилей при искусственном заражении по степени развития болезни и проценту пораженных растений. Последний показатель вычисляли от общего числа проростков в рулоне. Степень развития болезни рассчитывали по уже приведенной ранее формуле. Вредоносность возбудителей корневых гнилей оценивалась по их влиянию на развитие проростков яровой пшеницы. При анализе развития проростков определялись следующие показатели: длина проростков, число и длина зародышевых корешков.

Математическая обработка результатов исследований проведена автором на персональных компьютерах с использованием различных прикладных

программ, в том числе: пакета селекционно-ориентированных программ «Agros 2.09», разработанного под руководством доктора биологических наук С.П. Мартынова [1993], методов оценки сортов по экологической пластичности, адаптивности и стабильности [Eberhart S.A., Russel W.A., 1966; Das P.K., 1972; Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989, 1997; Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И., 1994; Гончаренко А.А., 2005; Жаркова С.В., 2019] статистической программы «Statistica» и других рекомендаций. В настоящей работе применялись следующие виды математического и статистического анализа – дисперсионный однофакторного опыта, дисперсионный анализ бесповторного опыта с частыми стандартами (для коллекционного материала), корреляционный анализ (полный и матрица коэффициентов корреляции), которые выполнены автором самостоятельно.

Графические изображения, линейные и полиномиальные тренды рассчитаны и воспроизведены с помощью пакета анализа данных Microsoft Office Excel, а при разработке Методики оценки агробиологической адаптированности генотипов автором использованы также возможности пакета «Анализ данных» офисной программы Microsoft Office Excel, позволяющей, в том числе, производить и Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями, а при работе с табличным материалом и расчетам показателей агроэкологической адаптированности максимально использованы возможности автоматического расчета значений определенной ячейки путем создания формул и их копирования для последующих сортов.

В работе использованы только личные фотоматериалы автора этой работы, в том числе и сделанные во время подготовки диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук соискателями – Абдряевой Ольги Франковной и Дёминой Еленой Анатольевной под научным руководством Кинчарова Александра Ивановича.

3 АНАЛИЗ И КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В АДАПТИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ

В условиях более ускоренных темпов глобального потепления климата, наблюдаемых с 2010 года, сорт должен стать решающим фактором стабильного развития производства и его экономического роста. Однако, как уже отмечалось выше, в результате современной селекции адаптивные свойства культурных растений имеют тенденцию к снижению, что в ближайшем будущем может стать главной причиной сдерживания дальнейшего увеличения валового производства зерна в стране. Для изменения негативных тенденций в сложившейся ситуации, как отмечают Н.В. Парахин и А.В. Амелин [2015], необходимо пересмотреть приоритеты развития растениеводства и селекции с учетом изменения климата, и в данном контексте весьма актуален переход в растениеводстве от современных интенсивных к биологизированным технологиям, а в селекции – создавать адаптивные сорта, формирующие не только высокую, но стабильную и качественную урожайность.

В данном ракурсе необходимо отметить, что успех селекционной работы определяется многими факторами разрабатываемой в учреждении стратегии, в том числе – правильным подбором исходного материала для скрещиваний, объемом гибридизации, созданием определенных агроклиматических условий для отборов, а также – провокационных фонов, разработкой необходимых инструментариев и знаниями о том, какие формы и в каких условиях отбирать в конкретном случае. В контексте данной научной работы направления селекции были разбиты на две большие составляющие, касающиеся абиотических и биотических факторов внешней среды. В свою очередь каждое из этих направлений зависит от огромного числа слагаемых, которые в зависимости от конкретных условий года вносят различный вклад в формирование продуктивности культуры, а при значениях слагаемых факторов близких к критическим – минимальным или максимальным значениям, определяют уровень потерь или прибавки урожайности. Поэтому необходимо в конкретных

агроклиматических условиях выявить влияние и вклад основных слагающих абиотических и биотических факторов, определяющих показатели продуктивности культуры, чтобы максимально приспособить или адаптировать новые сорта к меняющимся условиям зоны возделывания. Для этого необходимо в первую очередь провести анализ изменения погодно-климатических условий за длительный период и сделать краткосрочный математический прогноз (допускается не более 30% от исследуемого периода) изменения условий как минимум на срок создания сорта.

3.1 Анализ изменения абиотических факторов внешней среды в условиях глобального потепления

Для каждой агроклиматической зоны Российской Федерации характерны свои неблагоприятные абиотические факторы среды, проявляющиеся в течение вегетации сельскохозяйственной культуры. В условиях Среднего Поволжья негативное влияние на рост и развитие растений оказывают в основном:

- низкая влагообеспеченность, связанная с её малыми запасами в почве весной и дефицитом осадков за вегетацию;
- длительный повышенный температурный фон, отмечаемый выше среднемноголетней нормы за продолжительный период;
- сопутствующие этим факторам различные виды засух и суховеев, проявляющиеся с момента появления всходов и до уборки культуры.

Анализ метеорологических данных за 34-х летний период с 1990 по 2023 годы, разбитый на три периода по 10 лет и четвертый – четыре года, очень информативно показывает существенные изменения условий вегетации яровой мягкой пшеницы по десятилетиям и в разрезе десятилетия за эти годы относительно среднемноголетних значений, сложившихся к началу 1990 года. Для данной работы среднемноголетние данные, сложившиеся к 1990 году – специально принятые за определенную постоянную величину – константа, которая используется для расчета отклонений значений погодных условий

последующих годов и десятилетий. Среднегодовое значения погодных условий, сложившихся к началу исследований, условно также можно принять как погодные условия к началу высокоиндустриального периода.

В мировой практике начало индустриального периода условно приходится на 1900 год, а средние значения погодных условий доиндустриального периода в мировой практике рассчитаны за период 1850–1900 гг.

С агрономической точки зрения огромное влияние на производство любой сельскохозяйственной культуры в богарных условиях оказывают в первую очередь нерегулируемые абиотические факторы, основу которых составляют – температурные условия и условия увлажнения за определенный период, которые количественно можно описать среднесуточной температурой воздуха, суммой осадков и гидротермическим коэффициентом увлажнения Г.Т. Селянинова (ГТК).

Среднесуточная температура воздуха за месяц и вегетацию

Одним из важнейших нерегулируемых факторов среды, влияющих на развитие растений, является среднесуточная температура воздуха. Отклонение данного показателя от климатической нормы в сторону понижения, как правило, приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода, а при повышении температуры – к сокращению и более быстрому прохождению этапов органогенеза, приходящихся на соответствующие периоды. Анализ температурных условий вегетационных периодов яровых зерновых культур в регионе за 34-летний период свидетельствует о существенных изменениях в среднем за каждое десятилетие (Таблица 1).

Как показывают аналитические данные таблицы, в 90-х годах XX-го столетия, первый месяц вегетации культуры – май, был в среднем теплее среднегодовых значений, сложившихся к началу 1990 года, на 0,55°C, с интервалом отклонений от средней нормы по годам от -3,0 до 4,0°C [Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., 2022].

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 лет с отрицательными / положительными отклонениями	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 лет с отрицательными / положительными отклонениями	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 лет с отрицательными / положительными отклонениями	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 лет с отрицательными / положительными отклонениями	1/3	1/3	0/4	0/4	0/4

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

При этом количество лет с отрицательными и положительными отклонениями, за десятилетие, были равны (5/5). Аналогичная картина выстраивалась в июне и июле, а также в целом за вегетационный период (май-август) – отклонение от среднегодовой нормы, сложившейся к 1990 году, составило в среднем плюс $0,33^{\circ}\text{C}$ за первое десятилетие, с интервалом отклонений от $-1,5^{\circ}\text{C}$ (1994 г.) до $+2,4^{\circ}\text{C}$ (1998 г.).

Как исключение выделяется только август месяц, в котором большинство лет за десятилетие были несколько более прохладными по среднесуточной температуре воздуха относительно среднегодовых значений – восемь прохладных лет из 10 и только два – теплых (1996 и 1998 год).

Во второй десятилетний период (2000–2009 гг.) наблюдается незначительное увеличение температурного фона в целом за вегетацию (май-август) – в среднем $+0,58^{\circ}\text{C}$ к среднегодовой норме, сложившейся к 1990 году и относительно предыдущего десятилетия – повышение среднесуточной температуры воздуха на величину $+0,24^{\circ}\text{C}$. При этом важно отметить существенное снижение по сравнению с предыдущим десятилетием количества лет с отрицательными отклонениями в мае месяце (на 30%), июле (на 30%) и особенно в августе (на 50%). Увеличение количества прохладных условий на 10% отмечается только в июне месяце, что позволяет достигнуть равного баланса условий лет за десятилетие (5 лет с положительными отклонениями и 5 лет с отрицательными отклонениями – 5/5), но все равно суммарно в июне за 10 лет имеем в среднем $+0,15^{\circ}\text{C}$ к среднегодовой норме, сложившихся к началу 1990 года. В целом за вегетацию (май-август) во втором десятилетии наблюдается существенное снижение количества лет с отрицательными отклонениями – с пяти лет в предыдущем, до двух – в анализируемом периоде, то есть к предыдущему десятилетию соотношение 50% на 50%, сменилось на – 20% лет прохладных и 80% – более теплых и/или жарких.

Однако, третий (2010–2019 гг.) анализируемый период, стал намного теплее и жарче предшествующих двух десятилетий. Каждый год мая данного периода условно был в среднем теплее уже на $+2,72^{\circ}\text{C}$, а два года четвертого

десятилетнего периода (2020 и 2021 гг.) были теплее уже в среднем на $+4,10^{\circ}\text{C}$, но с учетом аномально прохладного мая 2022 года – теплее только на $2,54^{\circ}\text{C}$. Однако и это вызывает определенную обеспокоенность складывающейся ситуацией, влияющей на начальное развитие культурных растений ярового сева. При этом необходимо отметить, что интервал отклонений по годам в мае практически не имел отрицательных значений – только два года из четырнадцати последних лет (май 2017 и 2022 гг.) оказались немного прохладнее среднемноголетних значений, сложившихся к 1990 году ($14,1^{\circ}\text{C}$) – соответственно на минус $0,3$ и минус $3,0^{\circ}\text{C}$. Анализируя в целом вегетационный период (май-август) третьего изучаемого десятилетия, отмечается, что все года имели только положительное отклонение значений средней температуры воздуха относительно среднемноголетних значений, сложившихся к началу 1990 года. Такая же ситуация прослеживается за четыре года четвертого периода, интервал отклонений от плюс $1,2^{\circ}\text{C}$ (2020 год) до $+4,9^{\circ}\text{C}$ (2021 год).

Важно 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 ($-0,3^{\circ}\text{C}$) и в 2002 ($-0,9^{\circ}\text{C}$), то есть более 20 лет назад.

Анализируя вегетационные периоды (май-август) трех десятилетий и четырех последующих лет места проведения исследований можно отметить существенное изменение температурного фона за эти годы:

– первый анализируемый период (1990–1999 гг.) был в среднем теплее на $0,33^{\circ}\text{C}$, но при этом количество лет с относительно более прохладным температурным режимом вегетации растений – 1990, 1992, 1993, 1994, 1999 года (5 лет) и более теплым – 1991, 1995, 1996, 1997, 1998 года (5 лет) были равны. Это вполне приемлемо для условий континентального климата места проведения исследований и Средневолжского региона в целом;

– второй анализируемый период (2000–2009 гг.) был в среднем теплее уже на $+0,57^{\circ}\text{C}$ к среднемноголетним данным, сложившимся к началу 1990 года, что, конечно, не на много выше предшествующего десятилетия ($+0,24^{\circ}\text{C}$). Но при

этом количество прохладных лет было уже меньше – 2002 и 2003 гг. (2 года), а более теплых – 2000, 2001, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 года (8 лет);

– третий период (2010–2019 гг.) существенно отличается от предыдущих двух десятилетий тем, что он оказался намного теплее – в среднем на $2,20^{\circ}\text{C}$ (или теплее на $1,63^{\circ}\text{C}$ к предыдущему десятилетию) и не было отмечено ни одного года с температурным фоном ниже среднемноголетних значений, сложившихся к началу 1990 года. Также необходимо отметить, что и четыре года четвертого периода показали увеличение температурного фона вегетационного периода в среднем на $2,58^{\circ}\text{C}$, что можно считать рекордным увеличением за более чем тридцатилетний период в Самарской области.

Таким образом, необходимо отметить, что повышение среднесуточной температуры воздуха (май-август) в регионе идет высокими темпами: за первое десятилетие имеем $0,33^{\circ}\text{C}$, второе – $0,57$, третье – $2,20$ и четыре года четвертого десятилетия – уже $2,58^{\circ}\text{C}$ относительно уровня 1990 года.

С точки зрения селекции и растениеводства, наблюдаемое повышение среднесуточной температуры воздуха, на данном этапе возможно и не является критическим для развития большинства зерновых культур, но это только при одном условии – хорошее влагообеспечение вегетационного периода.

Однако, несмотря на это, необходимо обратить внимание на тот факт, что аномально жаркие и засушливые условия в фазу кущения и начала трубкования растений яровой пшеницы приводят к закладке колоса с малым (5–9 шт.) количеством колосков в колосе, влияющем существенно на потенциал зерновой продуктивности растений и фитоценоза пшеницы в целом. Поэтому, данная ситуация все-таки требует пристального внимания уже сегодня со стороны селекционеров, генетиков, физиологов и других специалистов, а с учетом негативных тенденций, складывающихся и в мировом масштабе (Рисунок 2), проблема со временем будет только усиливаться.

На изображении видно, что с июля 2023 года глобальная приземная температура воздуха ежемесячно превышает порог в $1,5^{\circ}\text{C}$, относительно доиндустриального периода (1850–1900 гг.), который по предварительным

расчетам климатологов планета Земля должна была достигнуть только к 2050 году. Однако, в 2024 году, по данным Всемирной метеорологической организации (ВМО) [The State of the Global Climate 2024 report by the World Meteorological Organization, published on 19 March 2025] глобальная средняя приземная температура впервые превысила этот порог примерно на 1,55°C (в 2023 году – на 1,45°C), и как и каждый из предыдущих 9 лет, 2024 год стал самым жарким за всю историю наблюдений.

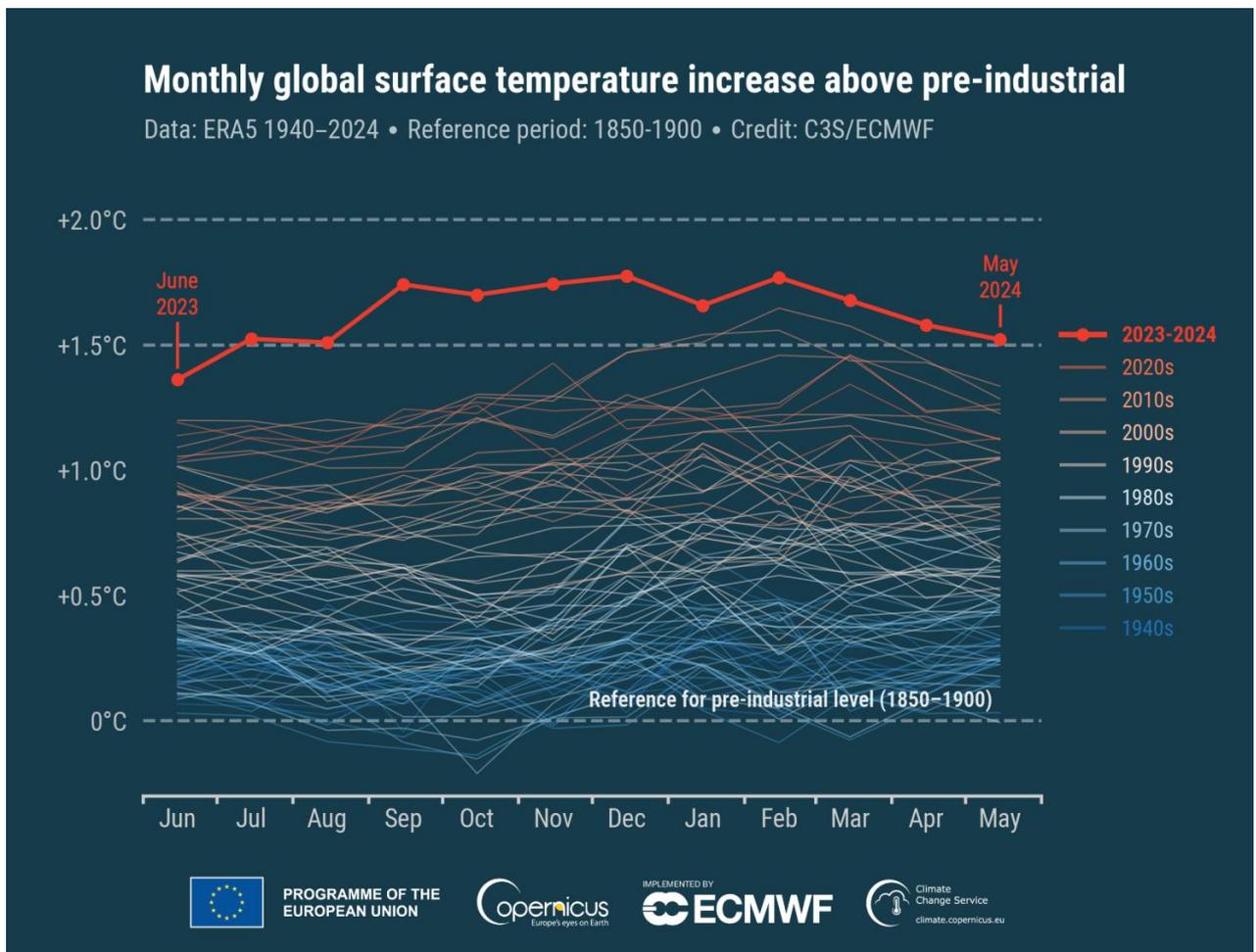


Рисунок 2 – Ежемесячные аномалии глобальной приземной температуры воздуха (°C) относительно 1850–1900 гг. с января 1940 г. по май 2024 г., построенные в виде временных рядов для всех 12-месячных периодов, охватывающих июнь – май следующего года. Последние 12 месяцев (июнь 2023 г. – май 2024 г.) показаны толстой красной линией, а все остальные годы – тонкими линиями, заштрихованными в соответствии с десятилетием, от синего (1940-е годы) до кирпично-красного (2020-е годы). Источник данных: <https://climate.copernicus.eu/hottest-may-record-spurs-call-climate-action>

Количество осадков за месяц и вегетацию

В условиях повышения среднесуточной температуры приземного воздуха теоретически увеличивается испарение влаги с водной поверхности, почвы, растений и других объектов, соответственно должно увеличиваться и количество выпавших осадков. Поэтому и с этой точки зрения не менее ценным является анализ количества осадков по месяцам и за вегетационный период в условиях нарастания общего температурного фона по годам.

Анализ места проведения исследований по количеству выпавших осадков по месяцам и в целом за вегетационные периоды (май-август) за неполные четыре последних десятилетия (Таблица 2) свидетельствует о том, что:

– в первый изучаемый и анализируемый период (1990–1999 гг.) действительно наблюдается в среднем за все месяцы, на фоне отмеченного выше незначительного повышения температурного фона за вегетацию ($0,33^{\circ}\text{C}$), и увеличение количества выпавших осадков по месяцам от 0,49 мм до 14,30 мм, а за условную вегетацию яровой пшеницы имеем дополнительно 16,63 мм в среднем за десятилетие. При этом необходимо сделать важный акцент на том, что разброс по годам составлял от недобора осадков минус 74,3 мм (1998 г.) к среднемноголетней норме (163 мм), сложившейся к началу 1990 года, до существенного их увеличения – плюс 162 мм (за вегетационный период 1990 года), которое фактически равнялось среднемноголетним значениям, то есть в 1990 году за май-август выпала почти двойная норма осадков равная 325 мм;

– во втором периоде (десятилетие 2000–2009 гг.), на фоне дальнейшего повышения среднесуточной температуры воздуха за вегетационный период (плюс $0,24^{\circ}\text{C}$ – к предыдущему периоду и плюс $0,57^{\circ}\text{C}$ – с начала исследований), отмечается небольшой недобор осадков в течение двух месяцев. Таким образом отмечаем в мае снижение количества осадков на 2,15 мм (6,5%), что не столь критично для начальной фазы развития растений с учетом того, что продуктивной влаги в метровом слое ежегодно накапливается к моменту сева более 100 мм.

Таблица 2 – Анализ количества осадков в месяц за 34-летний период по данным метеопоста Усть-Кинельский

Показатель	Отклонение суммы осадков за месяц от среднегодовой нормы (значение, мм)* за период				
	май (33)	июнь (39)	июль (47)	август (44)	май-август (163)
Период 1990–1999 гг. (первое десятилетие)					
Интервал отклонений, мм	-23,5...+100,5	-36,9...+68,0	-39,8...+50,7	-43,5...+51,4	-74,3...+162,0
Среднее отклонение за период, мм	+14,30	+7,55	+5,71	+0,49	+16,63
Количество лет с отрицательными / положительными отклонениями	3/7	5/5	7/3	6/4	6/4
Период 2000–2009 гг. (второе десятилетие)					
Интервал отклонений, мм	-17,8...+18,0	-21,4...+43,1	-34,1...+108,9	-37,7...+62,3	-72,3...+106,0
Среднее отклонение за период, мм	-2,15	+14,60	+11,63	-10,13	+13,95
Количество лет с отрицательными / положительными отклонениями	7/3	3/7	5/5	7/3	3/7
Период 2010–2019 гг. (третье десятилетие)					
Интервал отклонений, мм	-26,9...+37,4	-38,5...+90,8	-45,3...+34,4	-42,7...+63,5	-105,3...+60,9
Среднее отклонение за период, мм	-1,31	+1,40	-13,03	-10,14	-23,08
Количество лет с отрицательными / положительными отклонениями	6/4	6/4	7/3	7/3	7/3
Период 2020–2023 гг. (4 года четвертого десятилетия)					
Интервал отклонений, мм	-25,4...+50,5	-5,6...+33,3	-34,9...+0,6	-43,4...-1,0	-51,6...+11,9
Среднее отклонение за период, мм	-0,6	+13,0	-22,3	-22,4	-32,2
Количество лет с отрицательными / положительными отклонениями	3/1	1/3	3/1	4/0	3/1

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

В августе – снижение на 10,14 мм (23%), что также не является критичным для яровой мягкой пшеницы, так как к этому времени формирование зерновки и налив зерна практически заканчиваются в условиях более высоких температур. Однако этот момент имеет критическое значение для сева озимых. В целом, второе десятилетие выделяется тем, что вегетация растений яровых зерновых проходила все же при незначительном превышении осадков +13,95 мм (8,6%) к среднемноголетним значениям, сложившимся к началу 1990 года;

– последнее десятилетие изучаемого периода (2010–2019 гг.), на фоне существенного повышения температурного фона за вегетацию (на 2,20°C), особо выделяется и недобором осадков практически по всем исследуемым месяцам. Наибольший дефицит осадков отмечен за июль – минус 13,03 мм (-27,7%) и август – минус 10,14 мм (-23,0%), до почти близких к норме значений – в мае минус 1,31 мм и в июне плюс 1,40 мм. Необходимо отметить, что дефицит осадков наблюдается на фоне существенного повышения температурного фона за все месяцы (от +1,52 до +2,72°C к среднемноголетним значениям, сложившимся на начало 1990 г.). Таким образом, отмечаемое существенное увеличение за десятилетие среднесуточной температуры воздуха за май-август, по мнению климатологов, часто является следствием формирования над регионом блокирующего антициклона, последствием которого и является определенный дефицит осадков за этот период – -23,08 мм (-14,2%).

Средние данные четырех лет четвертого изучаемого периода свидетельствуют уже о более резких изменениях погодных условий. Так на фоне увеличения среднесуточной температуры воздуха за четыре года на 2,58°C, отмечается недобор осадков в среднем за вегетацию – 32,2 мм (19,8%) и это с учетом существенной корректировки в виде аномально излишних осадков ливневого характера мая 2022 года, когда выпало 83,5 мм, что в 2,5 раза выше нормы.

Таким образом, необходимо отметить существенное снижение количества осадков за вегетацию яровых зерновых культур (май-август) в течение всего исследуемого 34-летнего периода. Если в первом десятилетии, на фоне

незначительного повышения температуры воздуха, максимальное превышение количества осадков за вегетацию от среднемноголетней нормы составило в благоприятный 1990 год 162 мм (+99,4%), во втором (2006 г.) – 106,0 мм (+65,0%), в третьем десятилетии (2017 г.) – всего 60,9 мм (+37,4%) и за неполное четвертое десятилетие имеем только один год (2022) с самым маленьким отклонением от среднемноголетней нормы – 11,9 мм (+7,3% к норме). Следовательно, благоприятные по осадкам мая и летних месяцев года суммарно потеряли (без учета последнего неполного десятилетия) с 1990 по 2019 год более 100 мм осадков за вегетацию ранних зерновых культур, на что необходимо обратить пристальное внимание в стратегии адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы и ведения растениеводства в регионе.

Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) по месяцам и за вегетацию

Обобщающей характеристикой погодных условий считается расчетный показатель – гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК). Для условий Среднего Поволжья, среднемноголетнее значение данного показателя за вегетационный период (май-август) составлял 0,73 – в конце 80-х годов 20 столетия (на начало 1990 года), что соответствовало засушливой зоне (0,7–1,0) по Селянинову. Более благоприятные условия для развития ранних зерновых культур и яровой пшеницы, в частности, складываются при значениях ГТК от 1,0 до 1,3 – интервал зоны обеспеченного увлажнения. ГТК от 0,5 до 0,7 – относится к зоне сухого земледелия.

В работе гидротермический коэффициент увлажнения по месяцам и в целом за вегетацию рассчитан на основании данных количества осадков и среднесуточной температуры воздуха, полученных с метеопоста Усть-Кинельский (Самарский государственный аграрный университет). В таблице 3 приведен анализ значений гидротермического коэффициента увлажнения за изучаемый период, с расчетом среднего показателя ГТК по месяцам и за

вегетацию по десятилетиям, и приведены данные количества лет за десятилетие с ГТК ниже климатической нормы, сложившейся к началу 1990 года и выше этой нормы (Таблица 3).

Анализируя сводные данные, прослеживается явный тренд за 34-х летний период на снижение значения ГТК по изучаемым месяцам и в целом за вегетацию.

Условия первых двух изучаемых десятилетий места проведения исследований характеризуются по данному показателю как засушливая зона (ГТК = 0,82 и 0,78 единиц – средние значения соответственно за 1990–1999 гг. 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 увлажнения менее 0,10 (условия пустыни) в данной местности за исследуемый период периодически наблюдались во все месяцы вегетации растений: 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 гидротермического коэффициента увлажнения в течение двух или даже трех месяцев подряд, и эти условия характеризуются как устойчивая засуха.

По данным глобальных исследований, которые легли в основу Парижского соглашения по климату 2015 года и Шестого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата от 07 августа 2021 года [IPCC_AR6_WGI_Full_Report, 2021], дальнейшее потепление климата продолжится и увеличение температуры воздуха на +1,5°C (относительно средних значений доиндустриального периода – 1850–1900 гг.) произойдет раньше 2050 года. Эти данные, конечно, свидетельствуют о глобальных изменениях в среднем на планете в течение года.

Таблица 3 – Анализ гидротермического коэффициента (ГТК) за 34-летний период по данным метеопоста Усть-Кинельский

Показатель	Гидротермический коэффициент (среднегодовое значение*)				
	май (0,75)	июнь (0,70)	июль (0,73)	август (0,75)	май-август (0,73)
Период 1990–1999 гг. (первое десятилетие)					
Интервал значений	0,20...3,17	0,03...2,10	0,10...1,55	0,01...1,81	0,35...1,58
Среднее значение за период	1,09	0,83	0,65	0,81	0,82
Количество лет с ГТК ниже / выше среднегодового значения	4/6	5/5	7/3	5/5	6/4
Период 2000–2009 гг. (второе десятилетие)					
Интервал значений	0,34...1,47	0,26...1,79	0,18...2,41	0,11...1,74	0,43...1,17
Среднее значение за период	0,74	1,00	0,90	0,57	0,78
Количество лет с ГТК ниже / выше среднегодового значения	6/4	2/8	5/5	7/3	3/7
Период 2010–2019 гг. (третье десятилетие)					
Интервал значений	0,11...0,96	0,05...2,67	0,02...1,30	0,02...1,71	0,20...1,04
Среднее значение за период	0,67	0,74	0,50	0,54	0,58
Количество лет с ГТК ниже / выше среднегодового значения	6/4	6/4	7/3	7/3	7/3
Период 2020–2023 гг. (4 года четвертого десятилетия)					
Интервал значений	0,13...2,43	0,58...1,05	0,18...0,67	0,01...0,73	0,39...0,52
Среднее значение за период	0,81	0,86	0,34	0,33	0,52
Количество лет с ГТК ниже / выше среднегодового значения	3/1	1/3	4/0	4/0	3/1

* среднегодовое значение, сложившееся к 1990 г. – началу исследуемого периода

В контексте данных исследований важным является анализ весенне-летних месяцев вегетационного периода за 34-х летний период и последующий прогноз изменений на ближайшее десятилетие.

Обобщая данные, можем отметить явный негативный тренд за 34-х летний период на снижение значений ГТК по изучаемым месяцам и в целом за вегетацию растений яровой пшеницы. Значения ГТК пустынных регионов, наблюдаемые редко в первом изучаемом десятилетии – только май 1995 года и август 1997, в 2,5 раза чаще наблюдались в третьем изучаемом десятилетии: июль 2010 и 2014, июнь 2015, август 2016 и 2017 года. Особо негативные условия для развития культуры складываются в годы, когда наблюдаются низкие значения гидротермического коэффициента – менее 0,30 единицы в течение двух или даже трех месяцев подряд.

3.2 Характер изменения погодных условий за годы исследований и краткосрочный расчетный прогноз до 2030 года

Массив метеоданных за 1990–2023 гг. позволяет построить графики и рассчитать тренд изменения погодных условий по месяцам и в целом за условную вегетацию яровых культур. Для наглядности на рисунках приведены графики отклонения среднесуточной температуры воздуха и осадков от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году (константа, которая использована для расчета отклонений), которые отчетливо демонстрируют восходящий линейный тренд изменения среднесуточной температуры воздуха за 34-х летний период и нисходящий – по сумме осадков [Кинчаров, Дёмина, 2022]. С учетом того, что уровень достоверности (R^2) по линейному тренду низкий в обоих графиках (температура – 0,148 и осадки – 0,044), графики отклонений от среднемноголетних данных описаны и полиномом в 5 степени. В таком случае величина достоверности имеет более высокие значения, что ближе к уровню средних ($R^2 = 0,266$) по температуре воздуха и чуть ниже ($R^2 = 0,133$) по сумме осадков. Согласно полиномиальному графику, идет волнообразный

восходящий тренд на увеличение среднесуточной температуры воздуха в мае (Рисунок 3).

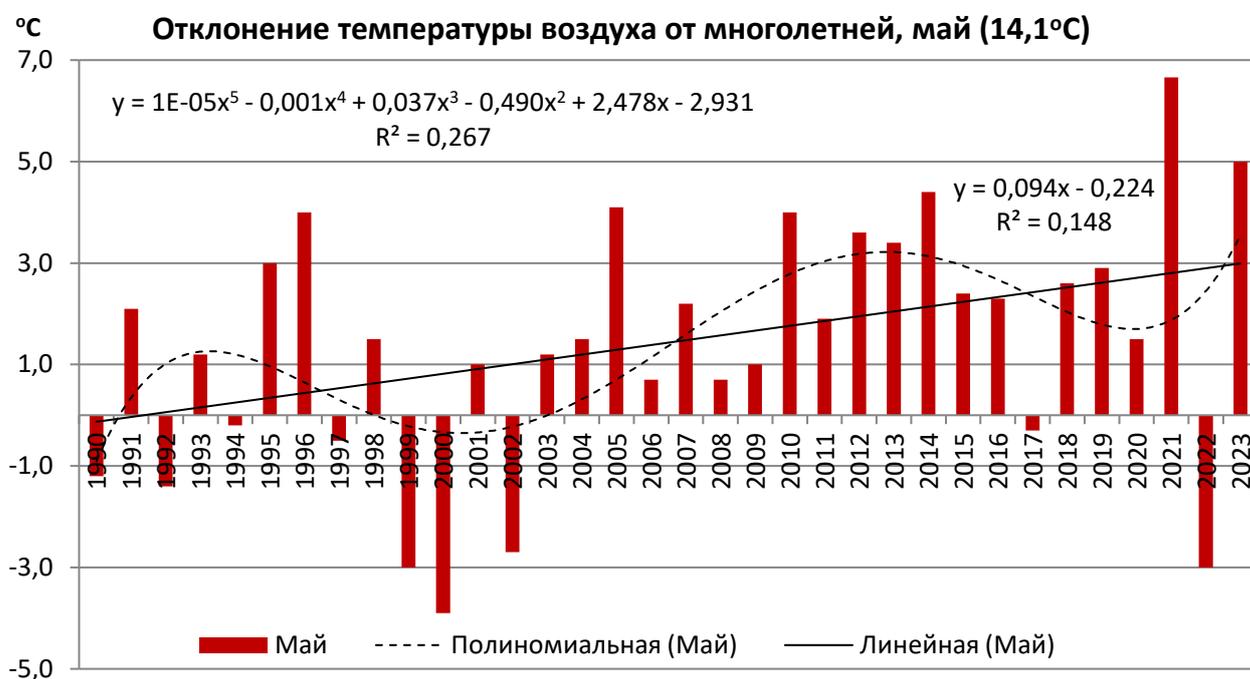


Рисунок 3 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха мая от среднемноголетних данных, сложенных к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

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 десятилетий:

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

где Y_t – прогнозный уровень отклонения величины показателя;

x – продолжительность исследуемого периода (34 – количество лет анализируемого 1990–2023 периода и 7 – прогнозный интервал с 2024 по 2030 года).

Согласно расчетам, среднесуточная температура воздуха мая в регионе к 2030 году составит в среднем по годам $17,73^\circ\text{C}$ ($14,1 + 3,63$). Необходимо

отметить, что первый год исследований, характеризовался обилием осадков и несколько пониженной температурой вегетационного периода, фактическое значение среднесуточной температуры воздуха в мае составило 12,9°C, а согласно уравнению линейной регрессии и расчетам по ним для первого года изучаемого периода получаем отклонение от нормы на начало 1990 года:

$Y_t = 0,094 \times 1 - 0,224 = -0,13$ (°C), а расчетное значение 13,97 (14,10 - 0,13) которое выше фактического значения (12,9) на 1,97°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 будут иметь определенные расхождения. Однако рассматривая погодные условия в среднем за 5 лет (1990–1994 гг.) получаются очень близкие значения:

- фактические данные $((12,90 + 16,20 + 12,70 + 15,30 + 13,90) / 5) = 14,20^\circ\text{C}$,
- расчетные данные $((13,97 + 14,06 + 14,16 + 14,25 + 14,79) / 5) = 14,25^\circ\text{C}$,

что свидетельствует о высокой достоверности средних расчетных данных за пятилетний период.

В работе для сохранения высокой точности, прогнозный период взят в семь лет, который не превышает трети изученного периода (1990–2023 гг.), равного 34 годам исследований.

Количество осадков (Рисунок 4) в мае к 2030 году в среднем по годам изменится, согласно расчетам отклонений от нормы осадков, сложившихся к 1990 году, на величину:

$$Y_{pr} = -0,519x + 12,20 = -0,519 \times (33 + 7) + 12,20 = -9,08 \text{ (мм)}$$

и составит **23,92 мм** (33,00 - 9,08), что ниже климатической нормы для мая 1990 года на 27,5%.

Такое снижение количества осадков в начале вегетации ранних зерновых культур не окажет сильного негативного влияния на развитие растений в том случае, если не будет наложения высоких среднесуточных температур воздуха и суховейных явлений, а также – при наличии хороших запасов зимней влаги в

почве. За последние 10 лет отмечено шесть лет с недобором осадков в мае от 4,7 до 25,4 мм и пять лет с недобором осадков свыше 10 мм.

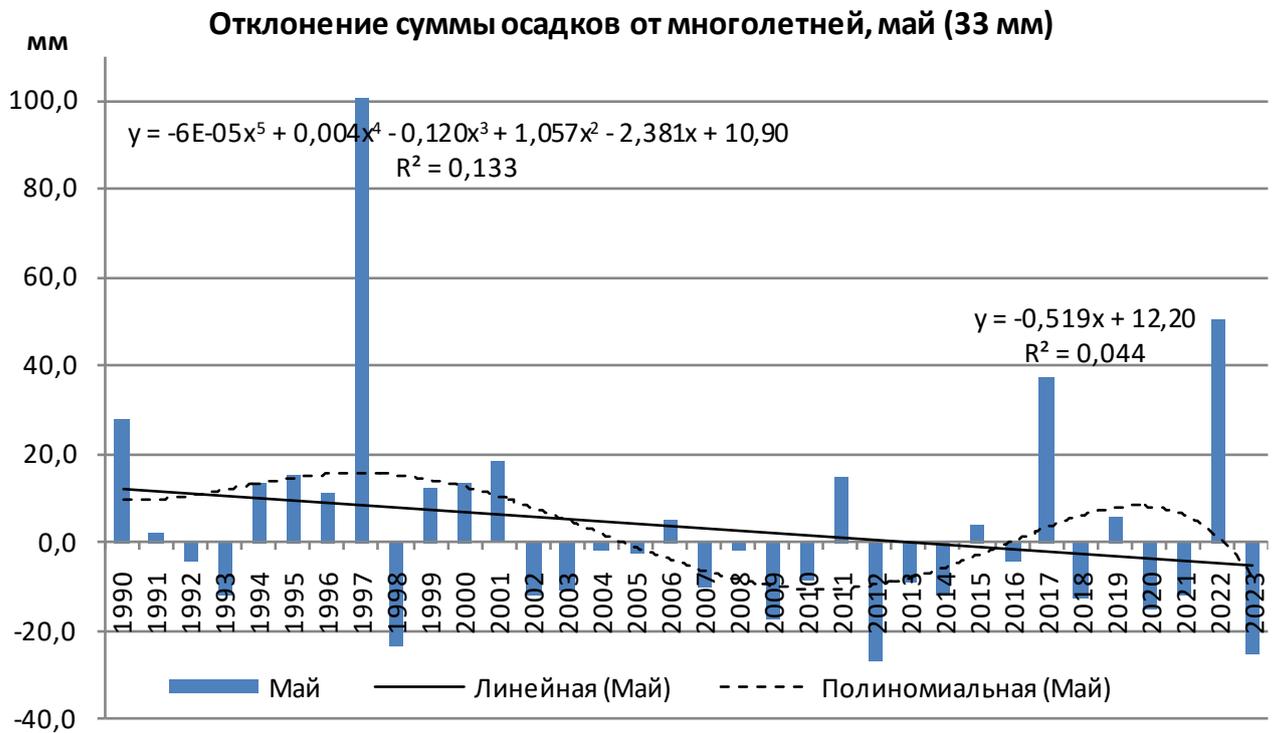


Рисунок 4 – График отклонения суммы осадков в мае по годам от среднеемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

Менее критичная ситуация согласно графикам и линейному тренду складывалась за годы исследований и прогнозируется в ближайшей перспективе в июне месяце и данный факт необходимо учитывать в селекционной программе на ближайшую перспективу.

На обоих графиках (исунок 5 и Рисунок 6) видно снижение значения коэффициента линейной регрессии по температуре воздуха – до плюс 0,017 и по осадкам – до минус 0,272, что свидетельствует о менее значимых изменениях погодных условий за анализируемый период относительно майских значений.

По среднесуточной температуре воздуха расчетные данные второго месяца вегетации яровых зерновых к 2030 году составят в среднем по годам 20,15°C (+1,45°C к многолетним значениям, сложившимся к началу 1990 года).

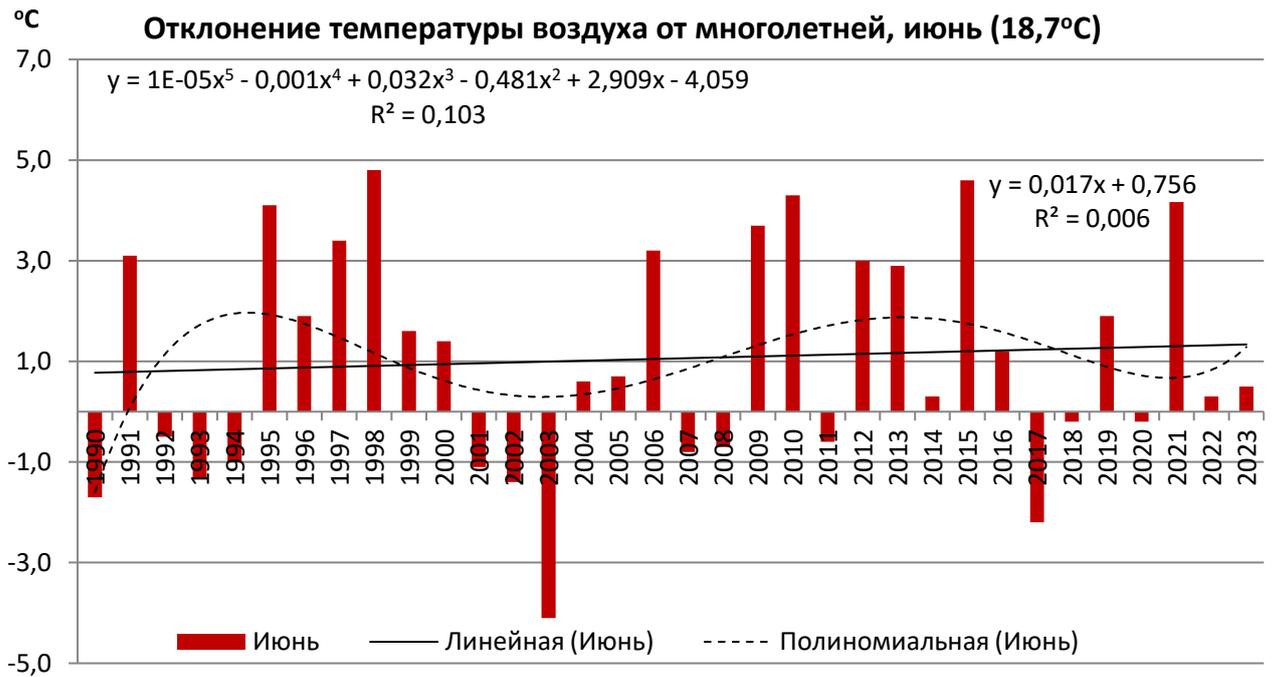


Рисунок 5 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха июня от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

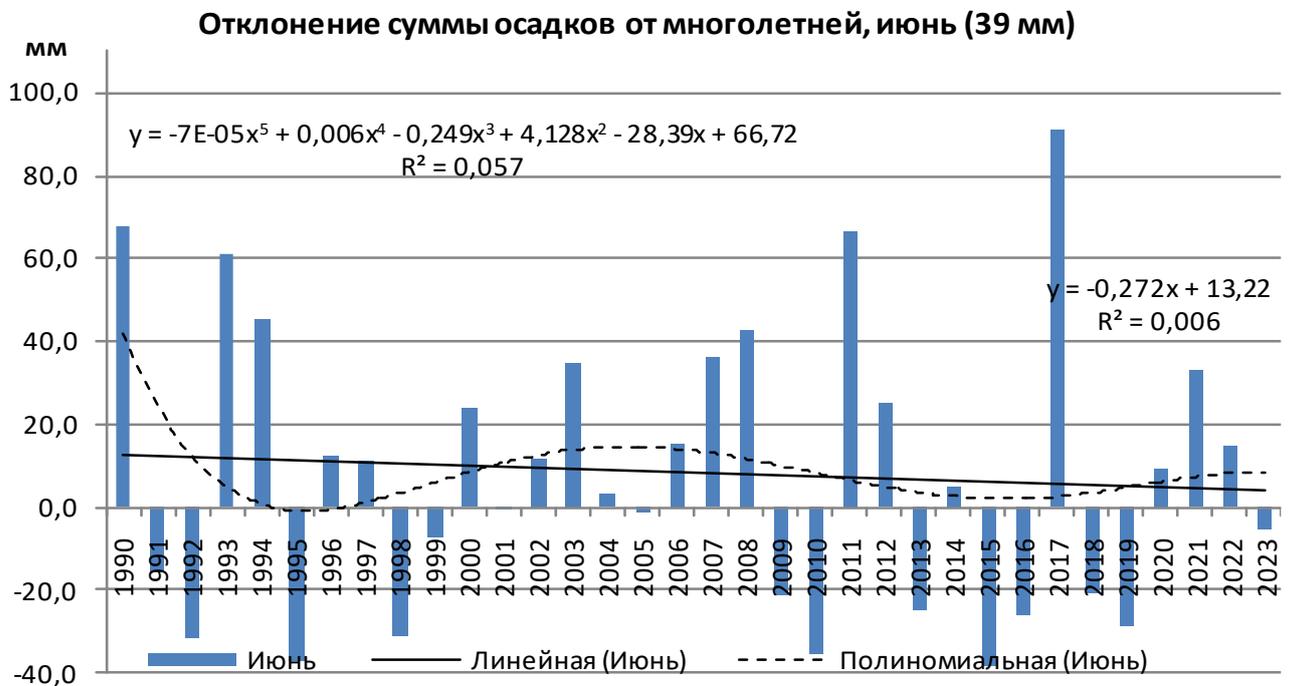


Рисунок 6 – График отклонения суммы осадков в июне от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

По осадкам видим тренд на плавное снижение их количества в июне, и полиномиальная линия показывает, что уровень многолетних данных, сложившихся к началу 1990 года (39 мм) за 34-х летний период практически не преодолевался. Расчеты по уравнению линейной регрессии свидетельствуют о том, что количество осадков за июнь к 2030 году сохраниться на уровне плюс 2,07 мм к среднемноголетним значениям, сложившимся к 1990 году. Таким образом, в среднем по годам к концу прогнозируемого периода суммарное их количество составит за июнь в ближайшее десятилетие 41,07 мм (106,3% к 1990 году). Следовательно, в вегетативную фазу развития растений яровой пшеницы, будем иметь более теплый и сухой май и близко к современным условиям – июнь. В таких условиях, посев яровой пшеницы может только незначительно сдвинуться на более ранние сроки, так как физиологическая спелость почвы в условиях короткой весны наступает с некоторым запозданием.

В селекционном плане необходимо учитывать, что повышение среднесуточной 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 года и в июне – плюс 4,3°C) позволили растениям сформировать маленький колос с 5–7 колосками, как редкие исключения в различных питомниках наблюдались образцы с количеством колосков до 9 шт. на колос, и к существенному сокращению продолжительности периода всходы колошение.

С учетом того, что в ближайшее десятилетие ряд вегетационных периодов будут близки по условиям к 2010 году, необходим ретроспективный анализ данных структурного описания растений коллекционного и селекционных питомников в условиях уже прошедших лет с условиями, близкими к прогнозным, для выявления генетически ценных источников и доноров. Также

необходимо рассмотреть вопросы сохранения оптимальной продолжительности III этапа органогенеза растений на фоне повышения температуры и здесь важными инструментами могут быть генетические системы *Vrn* и *Ppd*, и различные регуляторы роста растений, которые необходимо изучить в данном ракурсе.

Важным является также и устойчивость растений к высоким температурам на IV этапе органогенеза (июнь), в момент закладки цветков. К примеру, сорт Кинельская краса в условиях жарких вегетационных периодов 2009 и 2010 годов, показал низкую урожайность из-за стерильности более 30% цветков в колосе. Поэтому в селекционном плане эти моменты должны быть приоритетными при создании сортов, адаптированных к условиям 2030-х годов.

В июле наблюдаем более высокий рост темпа положительных отклонений среднесуточной температуры воздуха (коэффициент линейной регрессии 0,077) относительно значений показателя июня месяца (0,017), но несколько ниже, чем в мае (0,094), в котором темпы повышения среднесуточной температуры воздуха составили за прошедшие годы около одного градуса за 10 лет (точнее 0,94°C).

По расчетам, согласно уравнения линейной регрессии (Рисунок 7), ожидается повышение среднесуточной температуры воздуха к 2030 году в среднем до 23,71°C (плюс 3,01°C к среднемноголетним июльским значениям, сложившимся к 1990 году). Данный период затрагивает формирование и налив зерновки, соответственно в селекционном плане для скрещиваний уже сейчас должны подбирать генетические источники, формирующие в аналогичных условиях выполненное и высоконатурное зерно.

Согласно графику отклонения суммы осадков по годам от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году (Рисунок 8), наблюдаем умеренный тренд снижения количества осадков в июле. Коэффициент линейной регрессии, также, как и по среднесуточной температуре воздуха, показывает промежуточное значение между предыдущими месяцами, но с отрицательным значением (-0,351), таким образом, на данный момент имеем темп снижения количества осадков за июль месяц в объеме 3,5 мм за десятилетие.

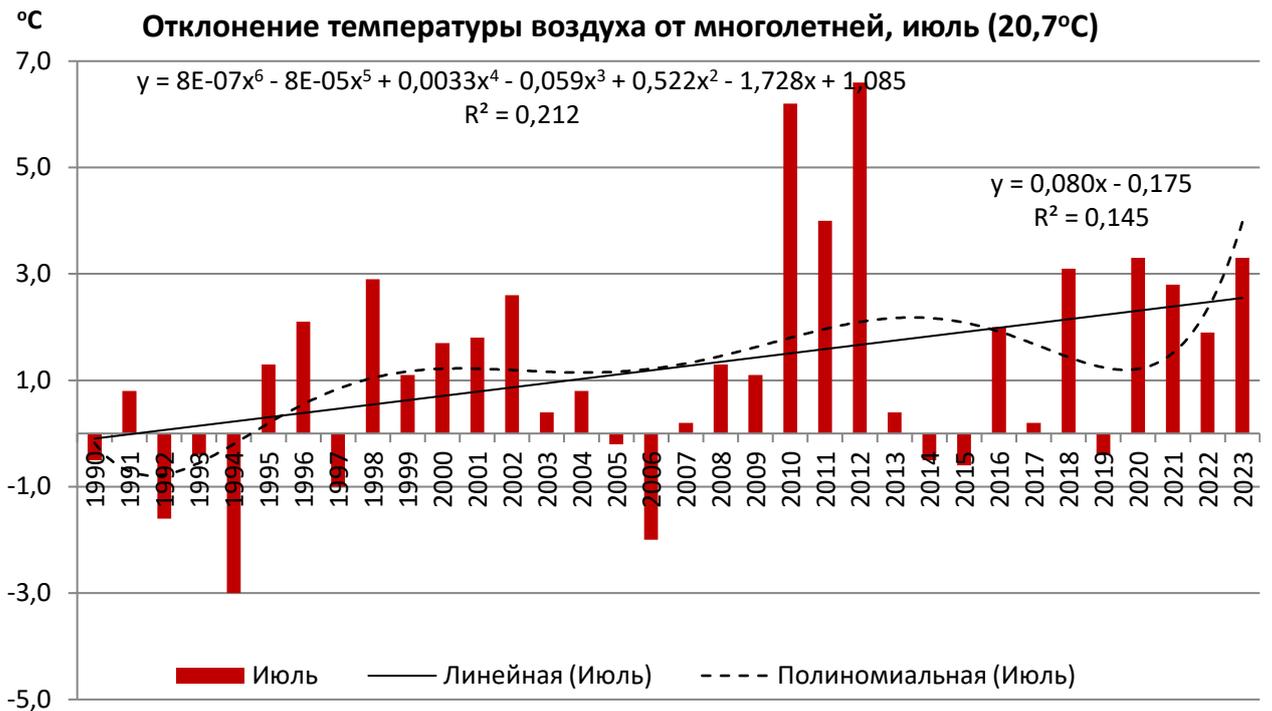


Рисунок 7 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха июля от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

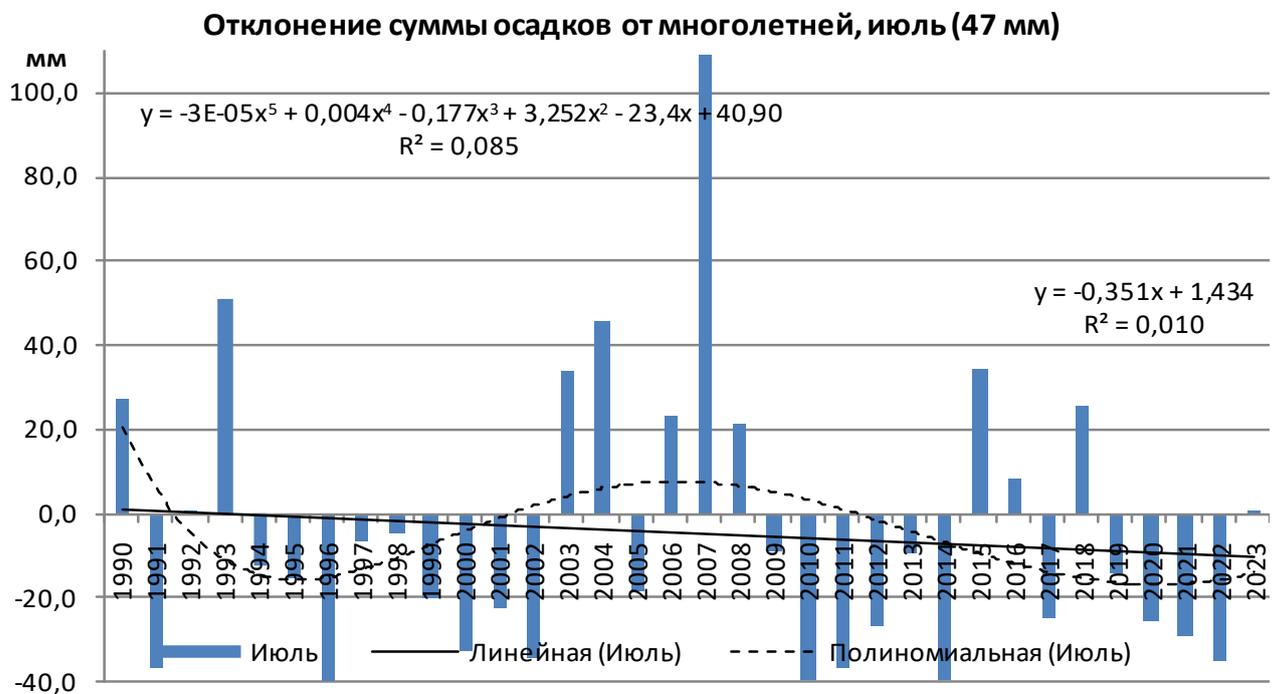


Рисунок 8 – График отклонения суммы осадков июля от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

По расчетам уравнения линейного тренда ($y = -0,351x + 1,434$) к 2030 г. в месте проведения исследований прогнозируется снижение суммарного количества осадков в июле – до 34,04 мм, что на 12,96 мм меньше среднемноголетних данных (47 мм), сложившихся к началу исследуемого периода, которые условно можно отметить как климатическая норма 1990 года.

Наиболее сильные контрасты по температурному фону и сумме осадков за последние десятилетия наблюдаются в августе месяце. На графике (Рисунок 9) четко видно, что до 2007 года температурные условия последнего летнего месяца имели по годам небольшие различия и в большинстве случаев в сторону более прохладных условий. Однако, начиная с 2007 года отмечается резкий рост среднесуточной температуры воздуха в августе более чем на 3,0–5,0°C от климатической нормы начала исследуемого периода.

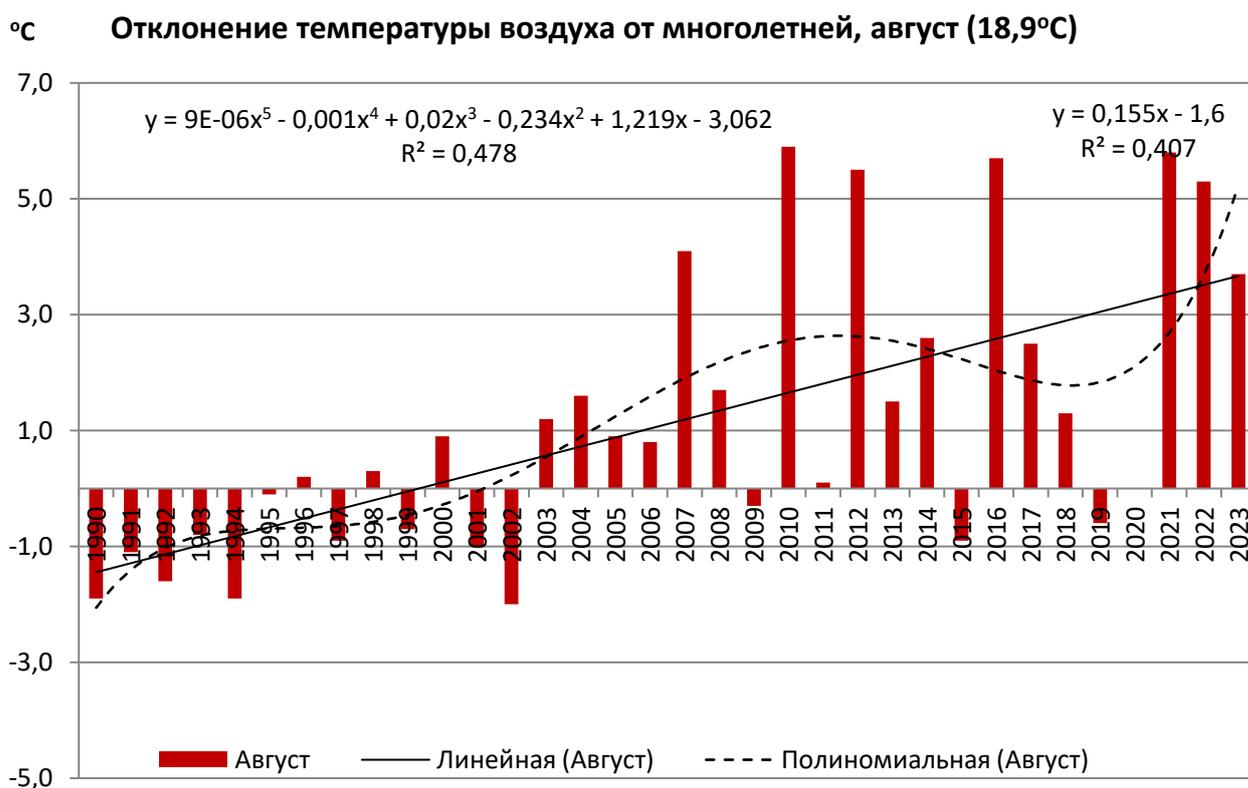


Рисунок 9 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха августа от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

Согласно расчетам, прогнозируется, что средняя температура воздуха к концу десятилетия повысится и составит в среднем около 23,66°C, что на 4,76°C выше среднееголетних значений климатической нормы, сложившихся к 1990 году. При этом сумма осадков (Рисунок 10) к 2030 году по расчетам сократится на 29,19 мм и составит в среднем по годам за август месяц всего 14,81 мм.

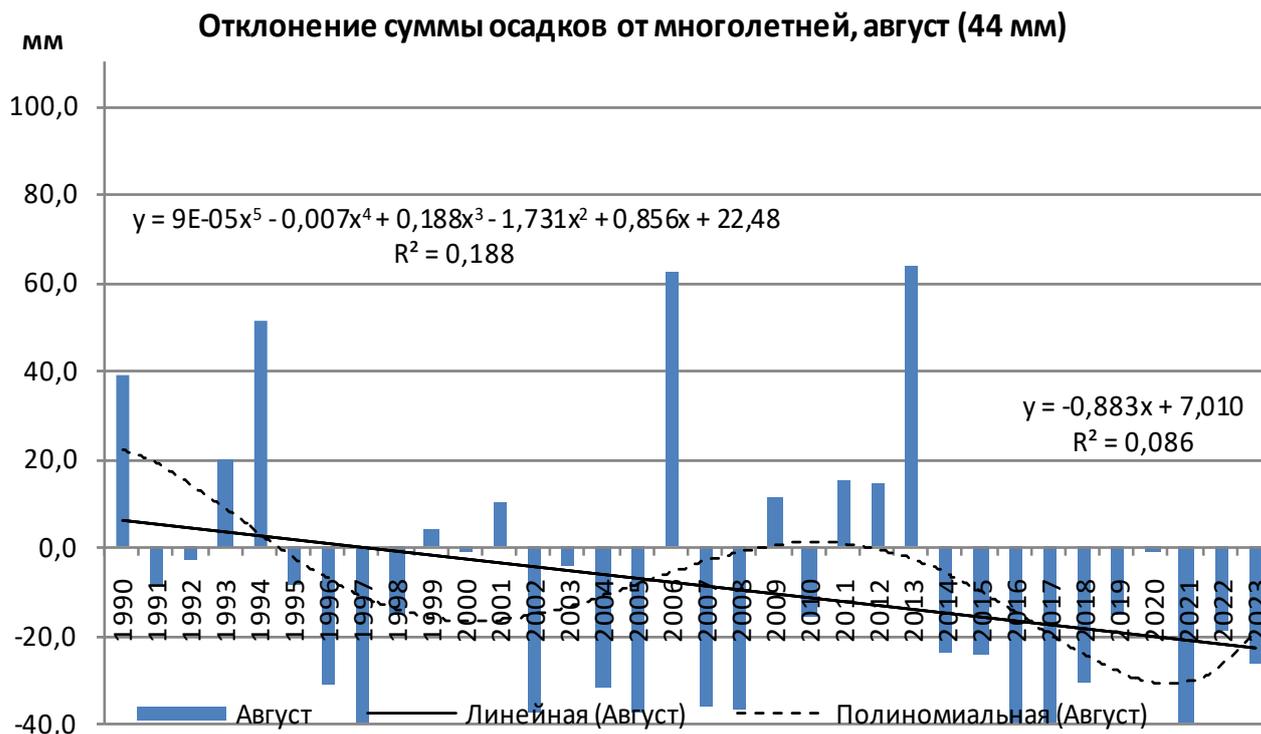


Рисунок 10 – График отклонения суммы осадков августа от среднееголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

Для яровых зерновых культур это практически не окажет существенного влияния на формирование урожайности, так как по сумме эффективных температур уборка в прогнозируемых условиях повышения температуры воздуха, скорее всего, сдвинется на начало августа или даже на конец июля, как это и происходит в аномально жаркие годы.

Но это создает определенные проблемы с влагообеспеченностью почвы к моменту сева озимых в регионе, оптимальные сроки которых – с 25 августа по 5 (последние региональные рекомендации – 10) сентября. В связи с таким

прогнозом возникнет необходимость сдвига сроков сева озимых культур на более поздние даты, близкие к октябрю, а это потребует создания сортов озимой пшеницы несколько иного типа. В решение данной проблемы, в качестве варианта можно будет рассматривать создание и внедрение в регионе различных типов «сортов-двуручек» [Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., 2022].

В целом же погодные условия места проведения исследований в период вегетации ранних зерновых культур (май-август), согласно расчетным данным по уравнениям линейной регрессии, скорее всего это оптимистический сценарий, в котором более резкие изменения последнего десятилетия нивелированы предыдущими двумя десятилетиями с небольшими отклонениями от среднеголетних значений, изменяться в среднем к 2030 году следующим образом:

среднесуточная температура приземного воздуха, как и в разрезе каждого месяца вегетационного периода в отдельности, так и за вегетацию продолжит тенденцию на увеличение, с темпами, в соответствии с коэффициентом линейной регрессии, $0,94^{\circ}\text{C}$ за десятилетие, а амплитуда колебаний температурных изменений по годам увеличится больше (Рисунок 11, полиномиальная линия).

Таким образом, если в первом десятилетии амплитуда изменений средней температуры воздуха за вегетацию варьировала по годам от минус $1,5$ (1994 г.) до плюс $2,4^{\circ}\text{C}$ (1998 г.), суммарное отклонение составило $3,9^{\circ}\text{C}$, то в третьем десятилетии уже имеем суммарное отклонение в $5,0^{\circ}\text{C}$ (от плюс $0,1$ в 2017 году до плюс $5,1$ – 2010 год), и что важно отметить, все года данного десятилетия имели только положительное отклонение температурных аномалий.

Согласно восходящей линии тренда среднесуточной температуры воздуха за период май-август (Рисунок 11) и расчетам уравнения линейной регрессии, температура воздуха к 2030 году составит в среднем по годам $21,56^{\circ}\text{C}$ (плюс $3,46^{\circ}\text{C}$ к среднеголетней норме 1990 года). При этом по аналогии с 2010–2021 годами будем наблюдать более высокие колебания значений по годам в сторону высоких показателей среднесуточной температуры воздуха, а более

низкие значения будут только близки к среднемноголетним данным (18,1°C) на начало исследований, т.е. к 1990 году.

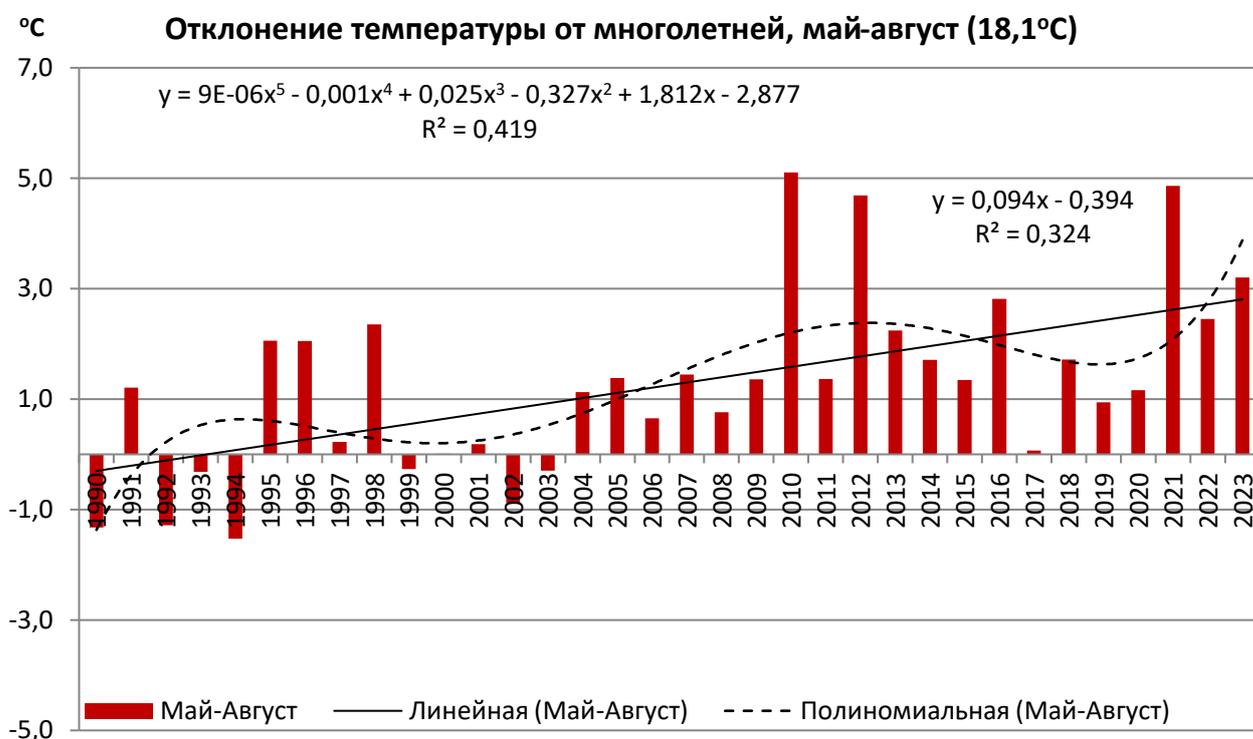


Рисунок 11 – График отклонения среднесуточной температуры воздуха за май-август от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

Таким образом, в предстоящее десятилетие ожидается в некоторые годы повышение среднесуточной температуры воздуха за «условную вегетацию» яровой мягкой пшеницы свыше 24,0°C, что на 0,8 и 1,0°C будет выше аномально жаркого 2010 (23,2°C) и 2021 (23,0°C) года. Однако вполне вероятно, по полиномиальному температурному тренду, что эта отметка будет достигнута уже в ближайшие годы.

По суммарному количеству выпавших осадков на графике (Рисунок 12) видно некоторое уменьшение с 1990 года максимальных (пиковых) значений с 325,0 мм до 223,9 мм в 2017 году. Количество выпавших за период май-август осадков к 2030 году в среднем по годам в регионе, по расчетам, сократится до 113,8 мм (-49,2 мм к среднемноголетним значениям 1990 года).

Следовательно, за 41-летний период – с 1990 по 2030 годы, Самарская область по нашим расчетам «потеряет» 30,2% атмосферных осадков за май-август относительно уровня начала 1990 года.

За последнее исследуемое десятилетие (2010–2019 гг.) уже имеем в среднем 139,9 мм осадков за условную вегетацию яровой мягкой пшеницы, что на 23,1 мм ниже среднемноголетних значений, сложившихся к началу исследуемого нами периода, а за четыре последних года текущего десятилетия имеем дополнительное снижение на 9,1 мм – до 130,8 мм, что на 32,2 мм ниже нормы 1990 года, и данные факты нельзя не учитывать в селекционном процессе создания новых сортов яровой мягкой пшеницы и других ранних зерновых культур, с учетом того, что создаваемые сегодня сорта будут возделываться в несколько иных погодно-климатических условиях (от скрещивания до коммерциализации сорта, не менее 10–12 лет).

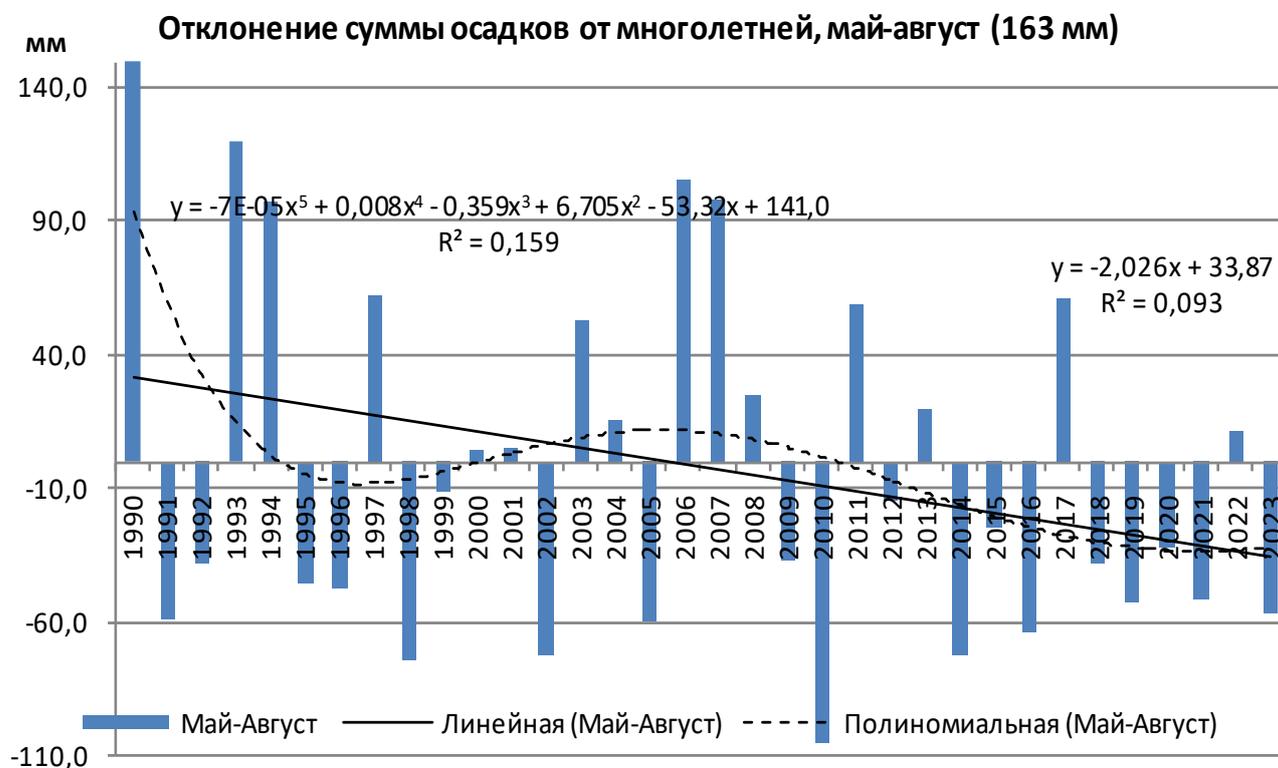


Рисунок 12 – График отклонения суммы осадков за май-август от среднемноголетних данных, сложившихся к 1990 году, линейный и полиномиальный тренд (разработан автором)

Анализ фактических погодных условий, сложившихся за последние тридцать четыре года, и основанный на них расчет краткосрочных 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 зерновых 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 последнее десятилетие потепления климата по некоторым сельскохозяйственным культурам в регионе неизбежен [Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., 2022].

Несколько смягчить данное воздействие на основных площадях богарного земледелия можно в первую очередь целенаправленной и ускоренной селекционной работой, направленной на минимизацию потерь от прогнозируемых негативных абиотических факторов среды, задействовав при этом, в первую очередь, обширный генетический материал мировой коллекции пшениц ВИРа и изменив подход к подбору родительских форм [Kincharov A., Demina E., Kincharova M. et al., 2023].

4 СЕЛЕКЦИЯ НА АДАПТИВНОСТЬ К МЕНЯЮЩИМСЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Дальнейшее потепление климата на земле, по данным различных исследователей, продолжится достигнув стабильно (в течение 10 лет подряд) отметки плюс 1,5°C к доиндустриальным (1850–1900 гг.) мировым значениям к 2050 году (по некоторым данным – до 2040 года) и плюс 2,0°C – к 2100 году [IPCC, 2023]. По итогам 2024 года мир впервые столкнулся с превышением температуры почти на 1,6°C. Учитывая более высокие темпы изменения погодных условий в летние месяцы в Средневолжском регионе, которые по нашим данным составляют только за последние 35 лет уже более 2,5°C к среднемноголетним значениям среднесуточной температуры воздуха, сложившихся в регионе к началу 1990 года (за май-август 18,1°C), уже сегодня необходимо селекционерам региона особое внимание уделять этой нарастающей проблеме и её последствиям, и в первую очередь – усилению засух и повышению температуры воздуха.

Созданию более засухо- и жаростойких сортов культурных растений селекционеры всегда уделяли пристальное внимание в условиях рискованного, засушливого земледелия [Du Y.-L., Xi Y., Cui T. et al., 2020]. Однако, необходимость создания сортов с высоким потенциалом продуктивности, всегда приводила к тому, что приоритеты в программах скрещиваний и при подборе родительских пар, отводились продуктивным качествам, иногда и в ущерб засухо- и жаростойкости. Поэтому в данной работе делаем особый акцент на том, что естественные адаптационные возможности культурных растений не рассчитаны на столь резкие изменения погодных условий, это более длительный процесс естественного отбора. Таким образом, в данных условиях, только селекционными методами можно ускорить процесс адаптации растений к предстоящим изменениям погодных условий, связанных с более высокими темпами глобального потепления климата в нашем регионе.

Для создания адаптированных к новым условиям сортов яровых зерновых культур, в первую очередь необходимо всестороннее изучение широкого набора генетических источников, их реакции на изменения факторов внешней среды. При этом важно выявление не столько широкого разнообразия генетического материала по какому-либо признаку, а сколько – выявление разнообразия откликов исходного материала на воздействие негативных факторов среды, что позволит произвести успешный подбор родительских форм для скрещиваний с целью получения ценного материала для селекционных отборов.

4.1 Влияние факторов внешней среды и генотипа на формирование этапов вегетационного периода

Продолжительность вегетационного периода имеет большое значение во всех зонах возделывания сельскохозяйственных культур в стране, влияя главным образом на ареал распространения сорта и возможность его возделывания в северных или более засушливых южных районах. При этом важно понимать, что продолжительность вегетационного периода является тем признаком, который определяется как разнообразием генотипов, в частности у яровой мягкой пшеницы – наличием у сортов генов *Vrn* и/или *Ppd*, так и условиями внешней среды – температура, влажность воздуха и почвы, интенсивность и периодичность инсоляции, и ряда других факторов, в том числе и антропогенного воздействия. Поэтому сорта, скороспелые в одной зоне, могут быть несколько более позднеспелыми в другой, и это делает необходимым изучение продолжительности вегетационного периода культурных растений в конкретном региональном разрезе, позволяя в то же время выявить особенности откликов генотипов на изменения условий внешней среды.

Создание скороспелых сортов с определенной продолжительностью вегетационного периода в условиях Среднего Поволжья обуславливается в основном неопределенностью погодных условий вегетационных периодов,

засушливостью климата и агротехнологическими факторами. Однако, для научной селекции принципиальное значение имеет знание того за счет каких именно этапов органогенеза лучше сократить вегетационный период, чтобы не снизить продуктивность культуры [Лелли Я., 1980]. В этом плане возникает необходимость выявления конкретных факторов, которые в большей степени определяют продолжительность каждого из этапов вегетационного периода.

Цель исследований данного раздела состояла в выделении селекционно-ценных образцов яровой мягкой пшеницы для использования в селекционном процессе засушливой зоны Среднего Поволжья и выявление оптимальных параметров продолжительности вегетационного периода и его отдельных этапов, позволяющих существенно не снижать продуктивность при наступлении различных неблагоприятных условий. В плане этих работ изучены вопросы влияния факторов внешней среды (температуры, осадков) и генотипа (*Vrn* и *Ppd*-генов) на формирование продолжительности этапов вегетационного периода яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Учитывая, что вегетационный период яровой мягкой пшеницы складывается из последовательно сменяющихся периодов: посев-всходы, всходы-колошение, колошение-полная спелость, рассмотрим какие факторы внешней среды и генетические системы оказывают на них решающее влияние в данной зоне.

Продолжительность периода посев-всходы.

Большинство исследований свидетельствует о том, что семена яровой пшеницы могут прорасти уже при температуре 1–2°C, жизнеспособные всходы появляются при 4–5°C, но однако оптимальной температурой для дружного прорастания семян является все же более высокие показатели термометра – 12–20°C тепла, при этом сумма активных температур за период посев-всходы составляет по данным ряда авторов от 100 до 130°C [Фляксбергер К.А., 1932; 1935; Носатовский А.И., 1950; 1957; 1965; Неттевич Э.Д., 1982; Вавилов П.П., 1986; Кумаков В.А., 1986]. Не меньшее влияние на прохождение периода от посева до всходов, в условиях засухи, оказывают влажность почвы и осадки. Только при благоприятном сочетании

основных факторов (тепло и влага) всходы пшеницы появляются в среднем через 7–8 суток. Сортовые же различия по продолжительности этого периода не выходят за пределы 1–2 суток [Удачин Р.А., 1961; Пруцков Ф.М., 1982].

В наших исследованиях, проведенных в 1990–1997 гг., всходы образцов коллекционного питомника яровой мягкой пшеницы появлялись в среднем через 10 дней после посева. Наиболее благоприятным для ускоренного появления всходов, на 7-й день после посева, были – средняя температура воздуха за период $19,9^{\circ}\text{C}$, сумма среднесуточных температур – 139°C , а осадков за семь дней не наблюдалось (1996 год). За годы исследований запасов зимней влаги было достаточно для появления дружных всходов при выполнении посевных работ в оптимальные сроки [Кинчаров А.И., 1997в; 1998в].

Пониженная температура воздуха ($12,0^{\circ}\text{C}$) и обилие осадков (35,3 мм за 14 суток) затянули появление всходов почти на две недели. Сумма среднесуточных температур для появления всходов в этих условиях составила 156°C (1991 год). Исследования, выполненные в первое изучаемое десятилетие (1990–1999 гг.) показали, что корреляционная зависимость (r) продолжительности периода посев-всходы составляет: от среднесуточной температуры воздуха $r = -0,90 \pm 0,17$; от суммы осадков $r = 0,43 \pm 0,34$ и от суммы среднесуточных температур за период $r = 0,55 \pm 0,31$ [Кинчаров А.И., 1997а; 1997б]. При этом необходимо отметить, что существенных сортовых различий по продолжительности периода посев-всходы за годы исследований не обнаружено.

Таким образом, исследованиями установлено, что в условиях Среднего Поволжья, среднесуточная температура воздуха оказывает решающее влияние ($r = -0,90$) на продолжительность периода посев-всходы, и чем ниже температура воздуха в этот период, тем больше требуется дней от посева до появления всходов. Влияние количества осадков за период незначительное, так как запасы зимней влаги в почве, при соблюдении агротехники возделывания, позволяют получить дружные всходы, но при этом излишнее увлажнение в условиях более низких температур (условия 1991 года) несколько затягивают

появление всходов. Отмечено, что для появления проростков яровой мягкой пшеницы в регионе необходима сумма положительных среднесуточных температур от 123 до 156°С со дня посева.

Продолжительность периода всходы-колошение.

Период всходы-колошение считается менее вариабельным признаком и часто используется как сортовой идентификатор, так как его можно фенологическими наблюдениями отметить с большей точностью, чем время восковой или полной спелости зерна [Стебут А.И., 1915; Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984]. В условиях засушливого Поволжья и отбор на скороспелость и/или оптимальную продолжительность вегетационного периода рекомендуется вести по продолжительности периода всходы-колошение [Глуховцева Н.И., 1982; Кумаков В.А., Кузьмина К.М., 1971; Кумаков В.А., Чернов В.К., Кузьмина К.М. и др., 1980; Кумаков В.А., 1975; 1980; 1985; Кинчаров А.И., 1997б; 1998а]. Следует отметить, что данный признак у яровой мягкой пшеницы (*Tr. aestivum*, 2n = 42, геном ВВААDD) в значительной степени зависит от отзывчивости на яровизацию, чувствительности к фотопериоду и требовательности к среднесуточным температурам. Исследованиями на изогенных линиях установлено, что основные различия по скорости развития обусловлены двумя генетическими системами: *Vrn* – контролирующая тип развития и реакцию на яровизацию; *Ppd* – чувствительность к фотопериоду, причем, около 70% различий в скорости колошения определяется разнообразием локусов *Vrn*, около 25% – *Ppd*, оставшиеся – 5% различий, влияющих на время колошения, не связаны с этими генами [Стельмах А.Ф., Авсенин В.И., Воронин А.Н., 1987а]. Данные различия большинство исследователей относят к системе *per se* – "истинной скороспелости, термочувствительности или скороспелости как таковой" [Разумов В.И., Лимарь РС., 1972; 1973; Keim D.D., Welsh J.R., McConnel R.L., 1973; McIntosh R.A., 1983; Hoogendoorn J., 1985; Агамалова С.Р., Кокшарова Т.А., Никитина Е.И., 1987; Мережко А.Ф., 1987; Стельмах А.Ф., 1987в]. В то же время необходимо отметить, что использование даже одних и тех изогенных

линий в различных природно-климатических условиях, часто дает несколько иные результаты.

Для исследования зависимости признака продолжительность периода всходы-колошение от генотипа и условий окружающей среды, по результатам скрининга 364 образцов мировой коллекции ВИР в условиях влагообеспеченного и прохладного 1990 года, сорта были распределены на три группы спелости (Таблица 4) по следующим критериям:

Таблица 4 – Распределение изучаемых образцов яровой мягкой пшеницы по группам спелости, 1990 г.

Происхождение образцов (регион РФ, страна)	Количество образцов, шт.				%
	скоро- спелых	средне- спелых	поздне- спелых	всего	
Россия	16	81	18	115	31,5
<i>в том числе по регионам:</i>					
<i>Северный</i>	1	1	1	3	0,8
<i>Северо-Западный</i>	4	4	0	8	2,2
<i>Центральный</i>	0	2	1	3	0,8
<i>Волго-Вятский</i>	1	3	0	4	1,1
<i>Центрально-Черноземный</i>	0	2	0	2	0,6
<i>Северо-Кавказский</i>	0	1	0	1	0,3
<i>Средневолжский</i>	0	10	1	11	3,0
<i>Нижневолжский</i>	5	12	1	18	4,9
<i>Уральский</i>	0	5	3	8	2,2
<i>Западно-Сибирский</i>	0	18	9	27	7,4
<i>Восточно-Сибирский</i>	5	15	2	22	6,0
<i>Дальневосточный</i>	0	8	0	8	2,2
Украина, Эстония	1	8	0	9	2,5
Казахстан	1	3	7	11	3,0
Таджикистан	0	3	3	6	1,7
Скандинавские страны	0	14	11	25	6,9
Западная Европа, Англия	0	0	4	4	1,1
Центральная Европа	1	18	16	35	9,6

Продолжение таблицы 4

Происхождение образцов (регион РФ, страна)	Количество образцов, шт.				%
	скоро- спелых	средне- спелых	поздне- спелых	всего	
Восточная Европа	4	5	2	11	3,0
Ближний Восток	2	4	3	9	2,5
Юго-Восточная Азия	28	8	3	39	10,7
Африка	3	6	5	14	3,9
Северная Америка	19	15	5	39	10,7
Южная Америка	5	11	1	17	4,7
Австралия	1	14	15	30	8,2
ВСЕГО:	81	190	93	364	100,0

1. Скороспелые сорта – продолжительность периода всходы-колошение от 35 до 41 суток, т.е. полное колошение наступало на 7–13 суток раньше сорта-стандарта Кутулукская (St 1);

2. Среднеспелые – полное колошение сортов наступает за 42–47 суток, в эту группу входит сорт Жигулевская (St 2), которая имела средний период всходы-колошение – 45 суток;

3. Позднеспелые – полное колошение за 48–53 суток, в эту группу входит сорт Кутулукская, которая имела период всходы-колошение – 48 суток.

Скрининг образцов показал, что в группу скороспелых отнесено 81 образец (22,3%), среднеспелых – 190 (52,2%) и позднеспелых – 93 (25,5%). Скороспелые образцы были представлены в основном сортами яровой пшеницы Северо-Западного региона РФ – Ленинградская обл. (к-31708, к-33164, к-33179, к-33193); Нижневолжского региона – Саратовская обл. (к-53314, Эритроспермум 2945, Эритроспермум 5, Краснокутка 9, Альбидум 28); Восточно-Сибирского региона – Красноярский край (Камчадалка, Таежная, Белоярская 2) и Иркутская обл. (Скала, Тулун 38 В, Дельта-дельта, Иркутская 49), а также сортами пшеницы из Индии (NP 718, NP 710, Lutespusa 71012, NP 808, Arjun, Raj 821), Китая (Сорт 6, Юй-пи, к-41939, к-42024, к-42257), Канады (Prelude, ISWRN 92, Reward, CB 163-1), США (U-462, Peak-72, Bonanza, Protor,

Сно "S", Вукара II), Мексики (Jaral 66, V 877 Misc, МГ-10, Танори 71, Tesia S-79) и Колумбии (Napo 63, к-58008) [Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., 1997].

Исследования продолжительности периода от полных всходов до колошения, проведенные в начале изучаемого периода (1990–1997 гг.) на сортах коллекционного питомника, различающихся по продолжительности периода всходы-колошение (ПВК), указывали, что между продуктивностью и продолжительностью периода всходы-колошение имеется нелинейная зависимость типа: $Y = a_1X^3 + a_2X^2 + a_3X + b$.

Графики и расчеты теоретических уровней продуктивности показали, что даже в благоприятный по увлажнению и температурному фону 1997 год, не происходило существенного снижения продуктивности скороспелого растения (не более 10% относительно уровня среднеспелых сортов – Жигулевская), при сокращении продолжительности периода всходы-колошение до уровня скороспелого (для региона) стандарта Саратовская 42 (Рисунок 13).

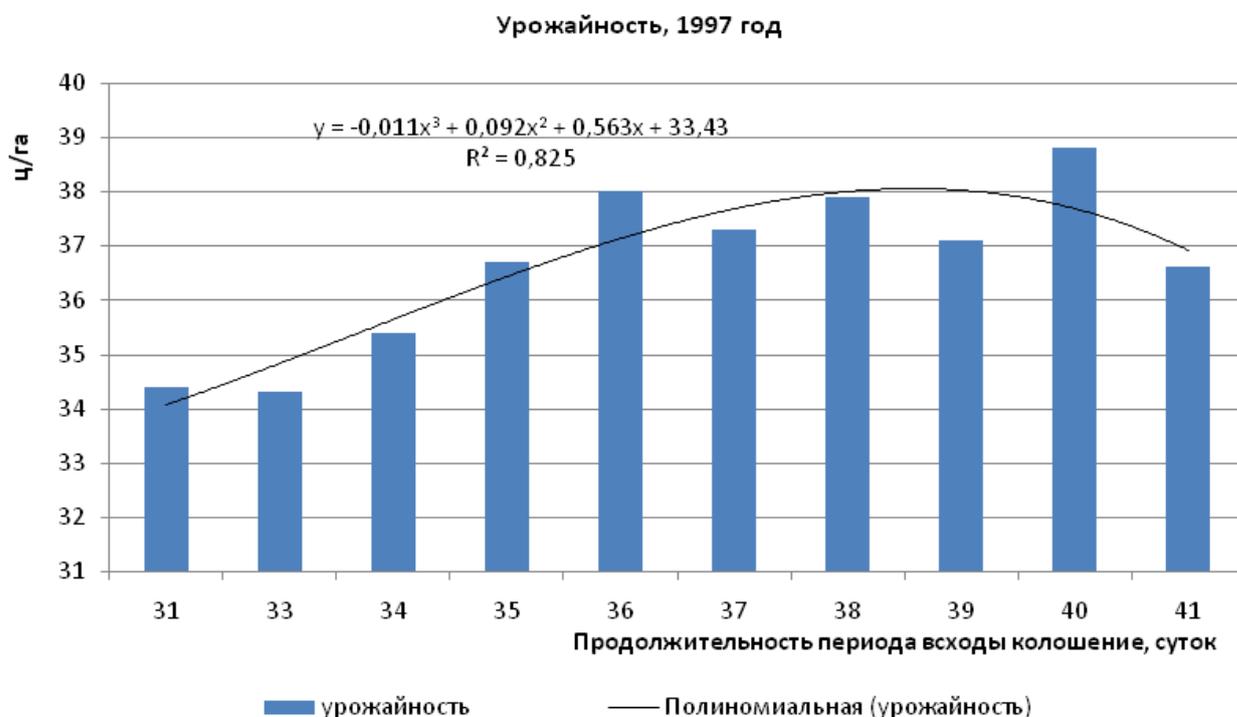


Рисунок 13 – Зависимость урожайности образцов коллекции яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы колошение в 1997 году (разработан автором)

Однако более сильное сокращение периода всходы-колошение на 5–6 суток приводило в аналогичных условиях к снижению продуктивности уже на 17% и более. В условиях летней засухи 1997 г. скороспелые (на уровне Саратовской 42, ПВК – 35 суток) сорта теоретически снизили продуктивность в среднем только на 2,2%, относительно среднеспелых стандартов с продолжительностью ПВК на уровне 38–39 суток [Кинчаров А.И., 1999; 2001].

Исследования, проведенные в конце третьего и начале четвертого изучаемого десятилетия [Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю и др., 2018; Кинчаров А.И., Демина Е.А., Таранова Т.Ю и др., 2022], в условиях засушливого (2019; 2020 гг.) и острозасушливого (2021 г.) вегетационного периода исследуемых лет также дали широкий диапазон варьирования данных, как по продолжительности периода всходы-колошение (ПВК) 330 образцов коллекции, так и по урожайности изучаемых форм (Таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика исследуемых образцов по продолжительности периода всходы колошение (ПВК) 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
Урожай- ность, 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

Представленные в исследованиях образцы условно были разбиты на три группы спелости по продолжительности периода всходы-колошение. Как свидетельствуют приведенные данные, продолжительность вегетативной фазы

развития коллекционных образцов за годы исследований варьировала в относительно широких пределах:

- минимальное значение признака отмечено в условиях жаркого и засушливого лета 2021 г., которое у самых скороспелых образцов составило всего 31 сутки;

- наиболее продолжительным период оказался в условиях 2020 г. когда температурные условия июня были несколько ниже климатической нормы, сложившейся к 1990 году (минус 0,2°С) и в этих условиях максимальная продолжительность межфазного периода всходы колошение составила у ряда позднеспелых образцов до 52 суток.

В условиях контрастных лет, в среднем за три года исследований, продолжительность периода всходы колошение в скороспелой и позднеспелой группе отличалась чуть более восьми суток, а среднеспелые образцы показали промежуточное значение с показателем 40,6 суток.

При этом важно отметить, что по сравнению с продолжительностью периода всходы колошение, данные по урожайности зерна с единицы площади имели более широкий размах варьирования:

- минимальное значение урожайности в 100 г/м² за годы исследований отмечено в скороспелой группе в условиях острозасушливого и жаркого 2021 года;

- максимальное значение продуктивности в 619 г/м² наблюдали в среднеспелой группе в условиях 2020 г.

Также необходимо отметить, что во все годы исследований наиболее высокая продуктивность наблюдалась в среднеспелой группе, что свидетельствует о нелинейной зависимости продуктивности образцов от продолжительности периода всходы колошение, а последний показатель, в условиях Средневолжского региона, оказывает существенное влияние на общую продолжительность вегетационного периода растений с корреляционной зависимостью признаков более $r > 0,8$ [Кинчаров А.И., 1997б; 1998а; 1998в].

Для создания модели сорта с оптимальной продолжительностью периода всходы колошение, при которой возможно получение максимально высокой продуктивности зерна с единицы площади, необходимо построить графики зависимости признаков и полиномиальные линии регрессии, описанные уравнением в третьей или более высокой степени. На Рисунке 14 представлены данные исследований в условиях засушливого вегетационного периода 2019 года (ГТК = 0,48) – близкого к прогнозным значениям конца текущего десятилетия (ГТК – 0,40).

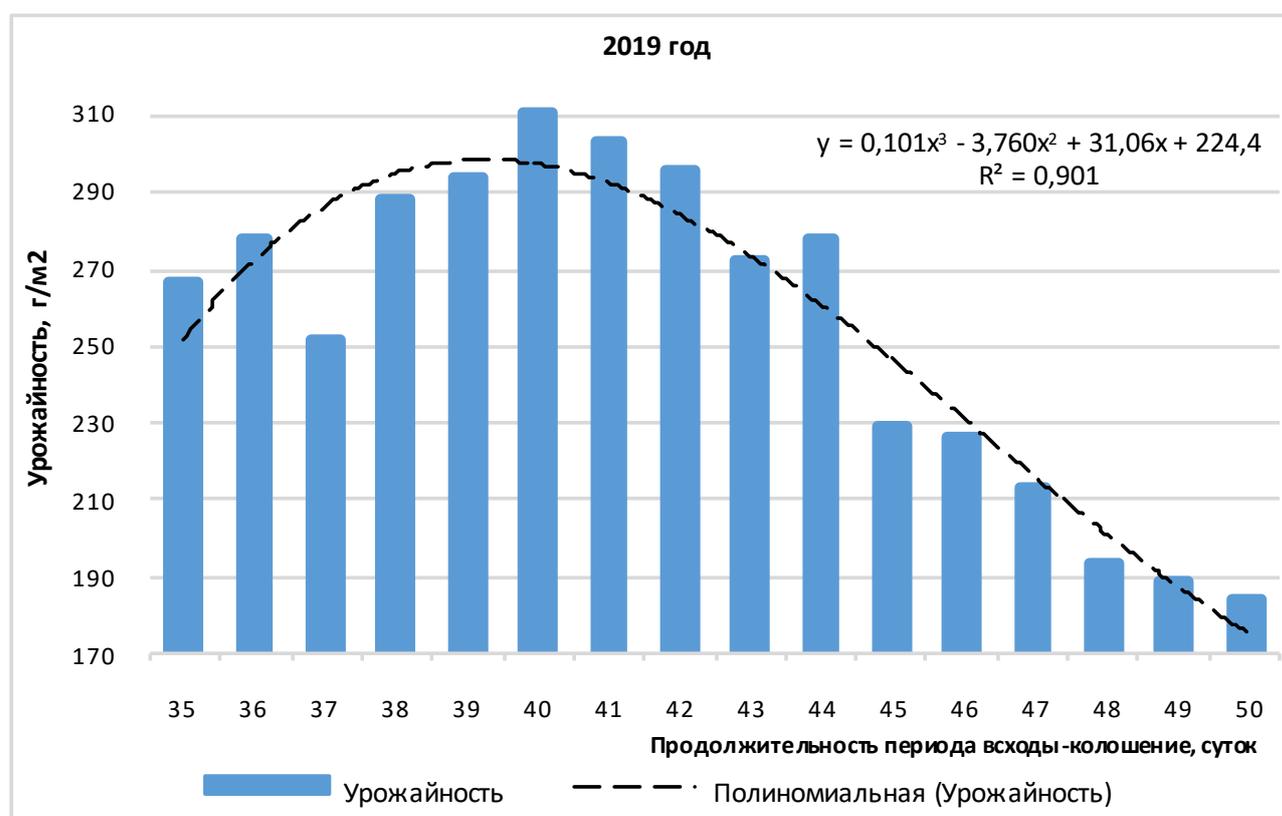


Рисунок 14 – Зависимость продуктивности коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы колошение в засушливых (ГТК 0,48) условиях 2019 года (разработан автором)

Графические и аналитические данные исследований показывают, что максимальную продуктивность зерна с единицы площади обеспечили в засушливых условиях года образцы с продолжительностью периода всходы колошение равную 39 суткам (для уравнения регрессии на графике – $x = 5$).

Такая продолжительность ПВК обеспечила получение максимальной расчетной урожайности в $298,6 \text{ г/м}^2$, а с учетом $\text{НСР}_{05} = 10,6 \text{ г/м}^2$ в интервале $288,0\text{--}309,2 \text{ г/м}^2$ и таким образом, согласно полиномиальной линии регрессии можем отметить, что максимальную продуктивность в условиях засухи обеспечивали образцы с продолжительностью ПВК от 37 до 42 суток.

Условия 2020 года ($\text{ГТК} = 0,55$) были несколько более благоприятными для роста и развития яровой пшеницы по сравнению с предыдущим годом и их можно было охарактеризовать как средние условия вегетационного периода текущего десятилетия, но все же они были существенно менее благоприятные по сравнению с последним десятилетием прошлого века. Умеренный температурный фон первых двух месяцев вегетации несколько удлинил продолжительность периода всходы колошение, и в таких более благоприятных условиях более продуктивными оказались образцы с продолжительностью ПВК равного 40 суткам (для уравнения регрессии $x = 4$).

Такая продолжительность данного периода обеспечила получение максимальной средней расчетной урожайности в исследованиях равную $433,8 \text{ г/м}^2$, а с учетом ошибки полевого опыта ($\text{НСР}_{05} = 9,8 \text{ г/м}^2$) – в интервале $424,0\text{--}443,6 \text{ г/м}^2$ (Рисунок 15). Следовательно, можно отметить, согласно полиномиальной линии регрессии, что максимальную продуктивность в условиях 2020 года, характерную для прогнозных благоприятных условий текущего десятилетия, обеспечивают образцы с продолжительностью периода всходы колошение от 38 до 42 суток.

Несколько иная ситуация складывалась в условиях жаркого и засушливого 2021 года ($\text{ГТК} = 0,39$), условия которого фактически составляют прогнозный уровень глобального потепления относительно места проведения исследований на конец ближайшего десятилетия для Самарской области [Кинчаров А.И., Демина Е.А., 2022] и поэтому очень важно, в перспективном плане, обратить на это пристальное внимание.

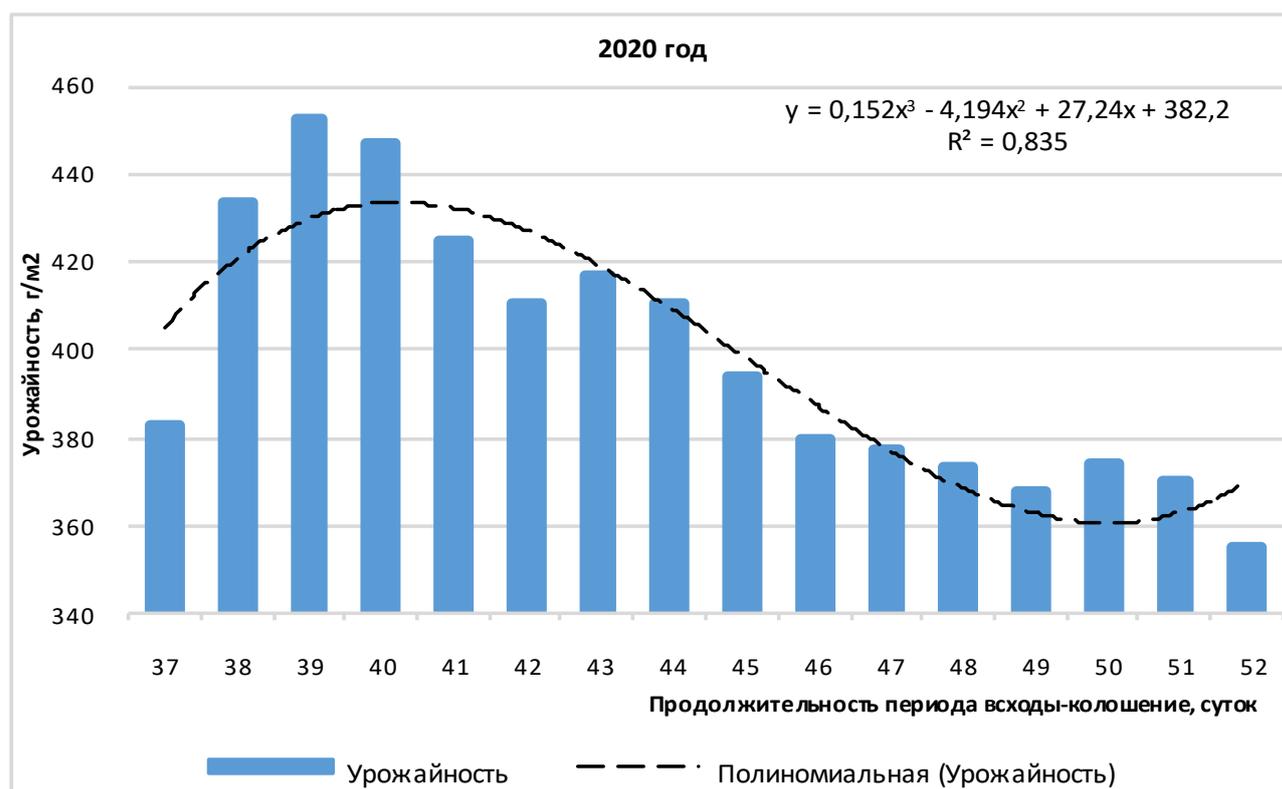


Рисунок 15 – Зависимость продуктивности образцов коллекции яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы колошение в условиях [ГТК = 0,55) 2020 года (разработан автором)

Как отмечалось выше, условия острозасушливого и жаркого 2021 года, отличались от предыдущих лет более высоким температурным фоном во все месяцы вегетации яровой пшеницы. Анализируемый год по температурному фону оказался близок к 2010 году и отличался только суммой осадков за июнь месяц – 72,3 мм [плюс 33,3 мм к норме, сложившейся к началу 1990 года), что фактически спасло посеы яровых зерновых от гибели, которая наблюдалась в аномально жарком и засушливом – 2010. На фоне аномально жарких погодных условий 2021 года, наиболее продуктивными были образцы с продолжительностью ПВК равного 34,5 суткам [для уравнения – $x = 4,5$), что обеспечило получение максимальной средней расчетной урожайности яровой пшеницы – в 235,0 г/м², а с учетом НСР₀₅ = 9,6 г/м² в интервале 225,4–244,6 г/м² (Рисунок 16).

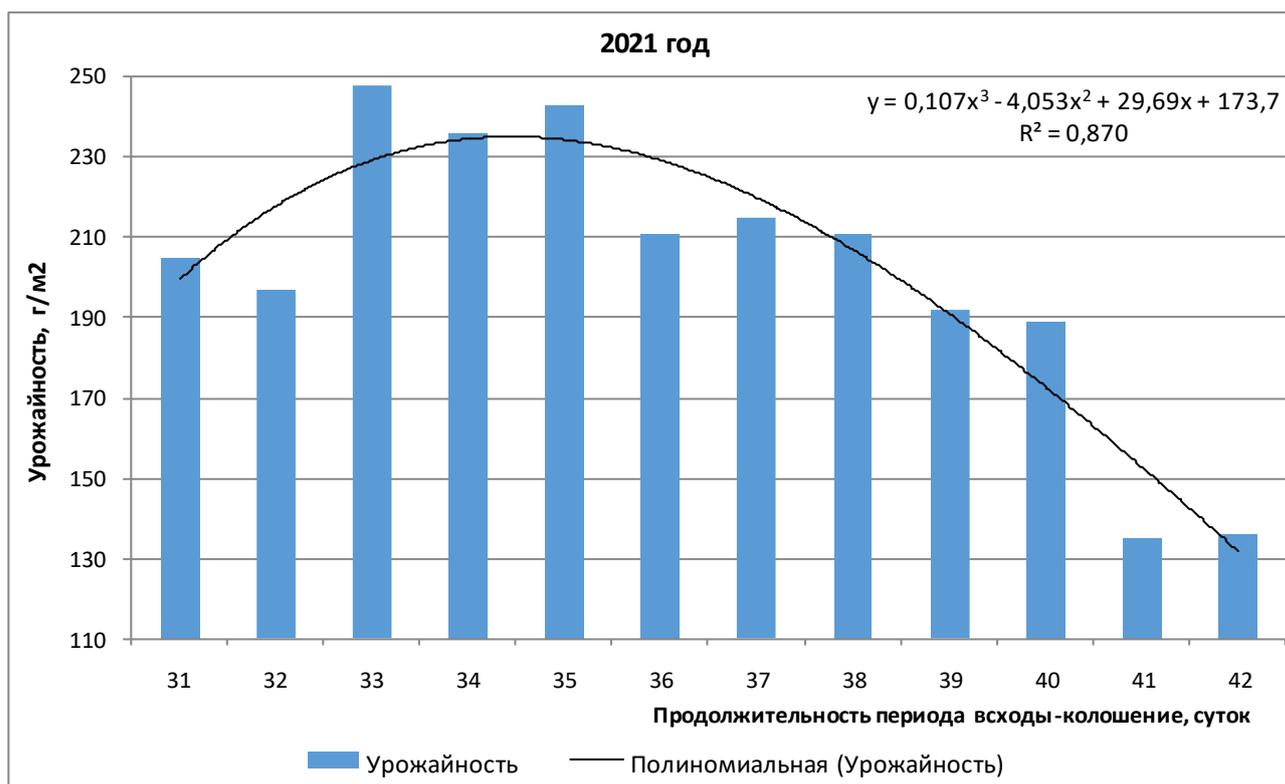


Рисунок 16 – Зависимость продуктивности образцов коллекции яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы-колошение в условиях [ГТК = 0,39) 2021 года (разработан автором)

Таким образом, согласно полиному в третьей степени можно отметить, что максимальную продуктивность в условиях повышенной среднесуточной температуры воздуха вегетационного периода 2021 г. (это средние прогнозные показатели ближайшего десятилетия) и недобора осадков за вегетацию в объеме 51,6 мм от климатической нормы 1990 года (163 мм), обеспечили образцы с продолжительностью ПВК от 33 до 37 суток.

В среднем за три года исследований, характерных для предстоящего десятилетия (благоприятные года – уровень 2020, засушливые – уровень 2021 и средние – примерно на уровне условий 2019 года), наиболее высокую продуктивность сформировали образцы со средней продолжительностью ПВК равного 39 суткам (для уравнения регрессии $x = 6$), которые обеспечили получение максимальной средней (расчетной) урожайности в 315,8 г/м², а с учетом НСР₀₅ = 10,1 г/м² в интервале 305,7–325,9 г/м² [Рисунок 17].



Рисунок 17 – Зависимость продуктивности образцов коллекции яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы-колошение в среднем за 2019–2021 гг. (разработан автором)

Согласно графическим данным и расчетам полиномиальной линии регрессии продуктивность свыше 305,7 г/м² [если сделать проекцию с данных точек урожайности на ось продолжительности периода всходы колошение), обеспечивали образцы со средней продолжительностью периода всходы колошение от 37 до 42 суток. При этом, не исключено наличие образцов за пределами данного интервала с более высокой продуктивностью, которая может быть обусловлена различными генетическими и другими системами или их комплексным воздействием в определенных условиях.

Таким образом, необходимо отметить, что для современных погодноклиматических условий Самарской области и Средневолжского региона в целом, наиболее продуктивными на данном этапе 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, характерного также для ближайшего десятилетия, оптимальная продолжительность периода всходы колошение, позволяющая получить максимально высокую продуктивность культуры, сокращается до 33–37 суток, а в условиях более прохладного мая и июня – близкого к среднемноголетним данным, которые вполне вероятно будут наблюдаться и в ряде ближайших лет, оптимальная продолжительность ПВК составит от 38 до 42 суток. С учетом этого, в селекционном плане уже сегодня важно обратить внимание на продолжительность данного периода у вновь создаваемых селекционных линий яровой мягкой пшеницы и при необходимости – корректировать параметры продолжительности у ценных образцов, чтобы они не выходили за пределы оптимальных значений в различных условиях. Важным инструментом для этих целей являются генетические системы и локусы *Vrn* и *Ppd*.

В течение пяти лет на изогенных линиях изучалось влияние генетической системы *Vrn*, контролирующей тип развития, на продолжительность периода всходы колошение яровой мягкой пшеницы в условиях Самарской области. Данные исследования проводились на изогенных по *Vrn*-генам линиях сорта Triple Dirk (Таблица 6) и сорта Мироновская 808 (Приложение Б. 1).

Таблица 6 – Продолжительность периода всходы-колошение изогенных по *Vrn*-генам линий сорта Triple Dirk, суток (1993–1997 гг.)

Изогенная линия сорта Triple Dirk с геном	Год изучения						
	1993	1994	1995	1996	1997	средняя	lim*
<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, Vrn-2</i>	47	48	42	38	34	41,8	14
<i>Vrn-1, Vrn-3</i>	46	45	42	37	33	40,6	13
<i>Vrn-1, Vrn-2, Vrn-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.

Экспериментальный материал показывает, что максимальные различия в колошении у изогенных линий сорта Triple Dirk составили: в 1993, 1994, 1996 гг. в пределах 8–9 суток, а в условиях жаркого и засушливого 1995 года – всего 3 суток. Наиболее скороспелой, за годы изучения, была изогенная линия с двумя доминантными генами *Vrn-1* и *Vrn-3*. За пять лет исследований эта линия 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 оказалась линия с геном *Vrn-2*, которая в наших исследованиях выколосилась в среднем через 47,4 суток, что на 6,8 – позже скороспелой линии. В условиях же 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 значительно нивелировалось. Несмотря на отсутствие строго определенного контроля генетической системой продолжительности периода всходы колошение в условиях различных лет испытания, полученные результаты свидетельствуют о возможности использования их в селекции культуры: *Vrn-3* – для сокращения данного периода и *Vrn-2* – для увеличения продолжительности вегетативной фазы развития яровой мягкой пшеницы, с учетом того, что большинство сортов, возделываемых в европейской части России и в Европе, являются носителями гена *Vrn-1*, доминантного его аллеля *Vrn-A1* [Янковская А.А., Фисенко А.В., Драгович А.Ю., 2018; Чуманова Е.В., Ефремова Т.Т., Кручинина Ю.В., 2020].

В исследованиях различных авторов, выполненных в разных климатических зонах России [Киселева А.А., 2018; Гуенкова Е.А., 2021], также наблюдается, что контроль продолжительности периода всходы колошение не в полной мере объясняется действием генов *Vrn-1*, *Vrn-2*, *Vrn-3* и генетической системой *Ppd*.

Влияние генетической системы *Ppd*, отвечающей за фотопериодическую реакцию генотипа на продолжительность периода всходы-колошение, изучалось на четырех саратовских сортах и их *Ppd*-аналогах, которые отмечены

символами «ск.» – скороспелые линии [Крупнов В.А., Козлова А.Ю., Елесин В.А., 1988] и результаты исследований, проведенных в течение пяти лет, приведены в Таблице 7.

Таблица 7 – Продолжительность периода всходы-колошение сортов и их *Ppd*-аналогов, суток (1993–1997 гг.)

Сорт и его <i>Ppd</i> -аналог (ск.*)	Год изучения						
	1993	1994	1995	1996	1997	средняя	lim**
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 дней;

* – скороспелый аналог сорта;

** – разность между максимальным и минимальным значением изучаемого признака

Анализ полученных данных показывает, что 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 года.

Также 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.

Аналогичные результаты исследований были получены ранее в условиях Нижневолжского региона – на полях НИИСХ Юго-Востока [Елесин В.А., Лобачев Ю.В., 1993; Елесин В.А., 1993; Елесин В.А., Пискунова Г.В., 1993; Крупнов В.А., Воронина С.А., Лобачев Ю.В., 1994].

Эти данные могут свидетельствовать о наличии в скороспелых сортах Саратовская 42 и Саратовская 56 доминантных генов *Ppd*. Таким образом, у изученных нами образцов яровой мягкой пшеницы, на продолжительность периода всходы-колошение оказывали влияние: генетическая система типа развития *Vrn*, способная контролировать различия в скорости колошения в пределах 3–9 суток и генетическая система *Ppd* – до 7 суток. Различные сочетания генетических систем – *Vrn*, *Ppd* и "истинной скороспелости" контролировали эти различия в условиях Среднего Поволжья от 13 до 21 суток в зависимости от условий года.

Полученные результаты влияния генетических систем свидетельствуют о том, что при корректировке продолжительности вегетационного периода и создании сортов с заданным параметром продолжительности периода всходы-колошение необходимо уделять внимание всем известным генетическим системам. Учитывать, что наиболее скороспелыми являются линии и сорта с двумя доминантными генами *Vrn-1* и *Vrn-3*, а наиболее позднеспелыми – с генами *Vrn-2*. Широкий анализ исследований изучения типа развития и каталогов сортов, свидетельствуют о том, что в условиях европейской части России наиболее распространенными являются генотипы с локусом *Vrn-1* [Shcherban A.B., Emtseva M.V., Efremova T.T., 2012; Янковская А.А., Фисенко А.В., Драгович А.Ю., 2018]. Следовательно, незначительную коррекцию продолжительности периода всходы колошение новых генотипов целесообразно осуществлять путем переноса гена *Vrn-2* (для увеличения продолжительности), гена *Vrn-3* и/или гена *Ppd* (для сокращения ПВК), и при этом необходимо учитывать широкое влияние системы "истинной скороспелости", и данный факт предполагает необходимость в дальнейшем более глубокого изучения процессов активации экспрессии изученных и других

генетических систем, в том числе и влияние погодных условий на скорость преобразования наследственной информации в функциональный продукт (РНК или белок), который в конечном итоге и влияет на проявление изучаемого признака. Поэтому изучение разнообразия генотипов по продолжительности периода всходы колошение и их откликов на широкое варьирование погодных условий является важным этапом в селекции в условиях глобального потепления климата [Кинчаров А.И., 2016; Кинчаров А.И., Демина Е.А., 2021].

Длительное изучение образцов мировой коллекции показало, что продолжительность периода всходы-колошение в определенной степени варьирует как по сортам, так и самих генотипов – в зависимости от условий года. При этом различия между рано- и позднеколосящимися образцами составили от 11 суток – в аномально жарком и засушливом 2010 году и до 21 – в 1992–1994 годах.

Разница в колошении генотипа (отклик генотипа) от условий года также имела широкую вариацию и составила от 6 до 19 суток. При этом среди скороспелых сортов эта разница составила в среднем 8 суток, среди позднеспелых – 15 и в целом по коллекции – 12,6 суток. Зависимость продолжительности периода всходы-колошение сортов яровой мягкой пшеницы от метеорологических условий выглядела следующим образом: наиболее короткий период от всходов до колошения отмечен у образцов коллекции в условиях 1991 года, когда средняя температура воздуха за период составила 21,8°C, выпало 44 мм осадков, а сумма среднесуточных температур составила 793,5°C.

Также следует отметить, что в условиях 1991 года сроки посева не оказали значительного влияния на продолжительность периода всходы-колошение яровой мягкой пшеницы. При разнице 10 суток в сроках посева колошение сортов во втором варианте наступило в среднем – на 1,1 сутки раньше первого срока сева. Более продолжительным период был в 1993 г., при средней температуре воздуха 16,2°C, сумме осадков – 150,6 мм и сумме среднесуточных температур – 793,8°C.

Корреляционная зависимость (r) продолжительности периода всходы-колошение в исследованиях составила: от среднесуточной температуры воздуха за период $r = -0,83 \pm 0,21$ и от суммы осадков за период от всходов до колошения $r = 0,76 \pm 0,25$. Зависимость продолжительности периода всходы-колошение от суммы среднесуточных температур за период незначительная $r = 0,20 \pm 0,37$, и это объясняется тем, что большинству генотипов для начала колошения необходимо, независимо от складывающихся погодных условий, набрать определенную сумму положительных температур, которая в годы исследований в данной местности составила для среднеспелых образцов около $795,0^\circ\text{C}$.

Исходя из вышеизложенного отмечаем, что на продолжительность периода всходы-колошение, в условиях Среднего Поволжья, большое влияние оказывают среднесуточная температура воздуха ($r = -0,83$) и сумма осадков за этот период ($r = 0,76$).

Следовательно, в дальнейшем, чем выше будет подниматься температура воздуха и уменьшится количество осадков, тем более ускоренным окажется период от всходов до колошения. Также следует отметить, что за годы исследований, среднесуточная температура воздуха тесно была связана с количеством осадков за данный период и имела обратную корреляцию ($r = -0,58$), все это свидетельствует о том, что в условиях дальнейшего глобального потепления, изменения погодных условий даже в прогнозных значениях, приведут к более быстрому прохождению растениями вегетативной фазы развития, на что следует обратить пристальное внимание в стратегии селекционных работ.

Определенный научный и практический интерес для селекционного процесса в данном ракурсе имеет и выявление корреляционных связей между основными параметрами структуры урожая яровой мягкой пшеницы и продолжительностью периода всходы-колошение, который хорошо контролируется в полевых условиях и находится в прямой зависимости от общей продолжительности вегетационного периода [Носатовский А.И., 1950;

1957; 1965; Максимов Н.А., 1932; 1939; Константинов П.Н., 1932; Кумаков В.А., Кузьмина К.М., 1971; Кумаков В.А., Игошин А.П., Андреева А.Ф. и др., 1989; Кумаков В.А., 1974; 1985; 1988; Кинчаров А.И. и др., 2007], за исключением тех случаев, когда происходит искусственное сокращение вегетации растений под воздействием внешних условий (засуха, суховеи, горячие ветра, болезни и т.д.) о чем свидетельствуют и наши многолетние наблюдения.

В исследованиях, проведенных в течение шести лет (1991–1996 гг.) в условиях лесостепи Среднего Поволжья, получены следующие корреляционные зависимости хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы-колошение (Таблица 8).

Таблица 8 – Корреляционная зависимость элементов продуктивности яровой мягкой пшеницы от продолжительности периода всходы-колошение, 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% уровне значимости

Результаты исследований за годы изучения показали, что зависимость основных элементов продуктивности от продолжительности периода всходы-колошение положительная и характеризуется связями от слабой до средней.

Корреляционная зависимость (r) одного из важных элементов – массы зерна с растения от изучаемого признака составила в разные годы от -0,06 до 0,61 (в среднем $r = 0,30$). Однако следует особо отметить, что наиболее высокая

положительная зависимость ($r = 0,50-0,61$) отмечалась только в годы с достаточным увлажнением (1993, 1994) вегетационного периода.

Несколько меньшей ($r = 0,41$) зависимость была в год с устойчивой засухой, наблюдавшейся в 1995 году, когда в течение вегетации, на фоне засухи, отмечались горячие ветра и суховеи.

При этом одинаково пострадали все сорта независимо от скороспелости. В годы же с весенне-летней или летне-осенней засухой (1991, 1992, 1996) зависимость признака была очень слабой – от $-0,06$ до $0,19$.

Аналогичная корреляционная зависимость от изучаемого признака отмечена и по отношению к массе зерна с главного колоса: во влажные годы она составляла $r = 0,53-0,55$, при устойчивой засухе $r = 0,44$ и в остальных случаях – $r = 0,01-0,30$.

Зависимость такого количественного показателя как число зерен с одного растения и колоса от продолжительности периода всходы колошение была: $r = 0,46-0,62$ – во влажные годы, $r = 0,35$ – в год с устойчивой засухой и $r = 0,07-0,26$ – при весенне-летней или летне-осенней засухе.

Влияние продолжительности периода всходы-колошение на крупность зерна также варьировала от погодных условий вегетационного периода. При этом корреляция (r) от изучаемого признака была очень 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 во влажные и благоприятные для роста и развития растений яровой пшеницы годы, а в остальных случаях – слабая, что указывает на возможность создания и сохранения продуктивности сортов в условиях предстоящих климатических изменений и сокращения продолжительности периода всходы-колошение в условиях повышения температурного фона и снижения количества осадков в Среднем Поволжье.

Колошение-полная спелость.

Продолжительность периода колошение созревание имеет высокую вариабельность в зависимости от условий выращивания: температуры, влажности, суховейных явлений и других факторов [Удачин Р.А., Шахмедов И.Ш., 1984]. Об этом свидетельствуют и данные исследования, выполненные на 90 образцах мировой коллекции ВИР в условиях 1991–1996 годов (Таблица 9).

Таблица 9 – Влияние метеорологических условий на продолжительность периода колошение-созревание яровой мягкой пшеницы

Год изучения	Дата колошения	Период колошение-созревание, суток	Сумма осадков за период, мм	Средняя температура воздуха, °С	Сумма среднесуточных температур, °С
1991	27.06	35	10,9	22,4	774,9
1991*	01.07	39	14,4	20,8	811,3
1992	01.07	43	51,4	19,2	827,5
1993	05.07	45	78,2	20,1	907,0
1994	08.07	49	109,7	17,8	871,4
1995	18.06	34	30,0	22,3	759,7
1996	24.06	33	15,2	22,8	752,1
Коэффициент корреляции			0,91±0,18	-0,97±0,11	0,92±0,17

* - второй срок посева (через 10 суток)

Короткая продолжительность периода колошение созревание, при изучении образцов коллекционного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Самарской области, отмечалась в опытах при установлении после колошения высокой среднесуточной температуры воздуха – более 22,0°С, которое отмечалось в 1996, 1995 и 1991 (первый срок сева) годах. Самый короткий период колошение созревание, равный 33 суткам, был отмечен в условиях, когда средняя температура воздуха составила 22,8°С и выпало всего

15,2 мм осадков, что составляет 30% от месячной нормы. Сумма среднесуточных температур за период колошение-созревание в этих условиях имела минимальное значение за все годы исследований – 752,1°C.

Самым продолжительным (49 суток) период от колошения до созревания оказался в условиях вегетационного периода 1994 года, при среднесуточной температуре воздуха равной 17,8°C (ниже климатической нормы) и сумме осадков – 109,7 мм. Сумма среднесуточных температур, необходимых для созревания пшеницы с момента колошения составила в этот год в среднем по сортам 871,4°C.

Корреляционная зависимость продолжительности периода колошение-созревание яровой мягкой пшеницы в исследованиях составила от:

- среднесуточной температуры воздуха за данный период $r = -0,97$;
- суммы осадков – $r = 0,91$.

Анализ корреляционной зависимости общей продолжительности вегетационного периода (за 1991–1996 гг.) показал: среднюю и высокую зависимость от продолжительности периода всходы-колошение по годам ($r = 0,51–0,87$); слабую и среднюю – от продолжительности периода колошение-созревание (0,03–0,64).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что продолжительность вегетационного периода и ее отдельных этапов имеют важное значение для адаптации растений к условиям глобального потепления. Отмечается высокая зависимость общей продолжительности вегетации растений от ее вегетативной фазы – продолжительности периода всходы-колошение, которая контролируется генетическими системами *Vrn*, *Ppd* и другими малоизученными факторами. Данные возможности надо использовать в рамках создания сортов с заданными параметрами продолжительности этапов вегетации для получения генотипов с положительными откликами урожайных свойств в условиях прогнозного изменения климата.

4.2 Исходный материал и селекция на адаптивность к изменениям абиотических факторов внешней среды

Несмотря на достигнутые успехи в плане селекции сортов, приспособленных к реалиям сегодняшнего дня, для своевременного создания адаптированных к более жестким прогнозным погодным условиям сортов яровых зерновых культур, данных усилий может оказаться недостаточно. Поэтому для нашего региона необходимо в первую очередь провести целенаправленный подбор родительских форм для гибридизации и анализ уже сделанных гибридных комбинаций скрещиваний с участием сортов, показавших хорошие результаты в условиях жарких и засушливых предыдущих лет.

Работа с исходным материалом в институте проводится со дня основания лаборатории яровой пшеницы (1936 год), а с 1990 года объемы изучения были существенно увеличены и насчитывали уже ежегодно до 450 образцов яровой мягкой и некоторых других видов пшениц коллекции генетических ресурсов растений ВИР и других селекционных учреждений страны.

Изучение в течение длительного времени сортов и линий яровой мягкой пшеницы, представленных большей частью образцами мировой коллекции ВИР, специально подобранных для Среднего Поволжья, показало наличие среди них широкого разнообразия генетического материала, отличающегося по количественным и качественным характеристикам селекционно-ценных признаков и свойств. Однако если в 90-х годах прошлого века и даже в первом десятилетии 21-го столетия достаточно было выделения для селекционных целей источников и доноров с максимальным проявлением ценных признаков и свойств, то во втором десятилетии XXI века видно, что этого уже недостаточно. В новых реалиях глобального и резкого изменения климата, сопровождаемого усилением волн тепла, жары, засух, ливней и наводнений, наиболее важным для селекционера должно стать не столько само разнообразие коллекционного материала, что было ценным на предыдущих этапах селекции эпохи так называемой «зеленой революции», а разнообразие откликов генотипов на

широко меняющиеся условия и, в частности, к условиям вегетации, характерным к прогнозным значениям ближайшего периода.

Для выделения ценных генотипов к прогнозируемым условиям глобального потепления климата, необходим анализ имеющегося генетического материала в климатических камерах (при наличии), а также – пересмотр их оценки в условиях уже прошедших сравнительно жарких и засушливых вегетационных периодов. Такими условиями, с аномально жаркого и засушливого 2010 года (ГТК вегетационного периода составил 0,20) в Самарской области характеризовались также – 2014 (0,40), 2016 (0,38), 2019 (0,48), 2021 (0,39), 2023 (0,41) и 2024 (0,45) года. Гидротермический коэффициент увлажнения за вегетационный период в эти годы составил от 0,20 до 0,48 и имел наиболее близкие значения к ожидаемым расчетным параметрам (ГТК = 0,40) в среднем к концу текущего (до 2030 г.) десятилетия.

Необходимо отметить, что за 2010–2023 годы, уже отмечается в среднем ГТК увлажнения за май и летние месяцы равный в среднем 0,56, вместо 0,73 единиц, зафиксированных к началу анализируемого периода. Это говорит о том, что сельскохозяйственное производство в регионе за 34-х летний период из засушливой зоны (1,0–0,7) перешло уже в зону сухого земледелия (0,7–0,5).

Исследование устойчивости и адаптированности современного генетического материала к местным условиям, с точки зрения предстоящих погодных изменений, позволит с опережением осуществить целенаправленный научный подбор родительских форм для скрещиваний.

Изучая влияние погодно-климатических условий на продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы и его отдельных этапов, а также – влияние продолжительности вегетационного периода на продуктивность сортов различных групп спелости, необходимо также отметить, что и внутри схожих групп сортов по времени колошения, отмечается специфическая реакция сортов на изменения условий вегетации по годам, влияющая на продуктивность определенного генотипа [Курдюков Ю.Ф., Левицкая Н.Г., Лощина Л.П. и др., 2014; Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., Муллаянова О.С. и др., 2018; Кинчаров А.И.,

Дёмина Е.А., Таранова Т.Ю. и др., 2018; Евдокимов и др., 2020; Дёмина Е.А., Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю. и др., 2021]. Таким образом, необходимо отметить, что отношения генотип и среда являются важными в селекции растений при создании адаптированных сортов к определенным условиям [Валекжанин В.С., Коробейников Н.И., 2011; Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989; Поползухина Н.А., Поползухин П.В., Гайдар А.А. и др., 2020; Сидоров А.В., Нешумаева Н.А., Плеханова Л.В., 2020].

Изучения 36 сортов яровой пшеницы конкурсного испытания собственной селекции в течение шести лет (2014–2019 гг.), в резко контрастных условиях вегетационных периодов изучаемых лет, показали широкое разнообразие откликов генотипов на меняющиеся условия среды. Несмотря на подробный анализ погодных условий по десятилетиям, необходимо дать краткую характеристику условий конкретных вегетационных периодов этих лет:

Вегетационный период 2014 года характеризовался как засушливый. Осадков за сезон выпало 94,3 мм, что составляет 57,9% от климатической нормы на начало 1990 года, ГТК увлажнения 0,40 – нижняя граница, характеризующая условия регионов засушливого земледелия. Наиболее критическим месяцем для растений по количеству осадков был июль (выпало 5,4 мм), который календарно совпал с фазой цветения, формирования и налива зерна пшеницы, а высокая температура воздуха в мае (на 4,4°C выше климатической нормы, сложившейся на начало 1990 года), отрицательно сказалась на начальном росте растений.

Вегетационный период 2015 года также засушливый: за вегетацию выпало 138,5 мм осадков (85,0% от нормы, сложившейся на начало 1990 года), средняя температура воздуха составила 19,5°C, что выше на 1,4°C многолетних значений, сложившихся на начало 1990 года, а ГТК составил 0,59. В то же время более благоприятные условия, сложившиеся в мае после посева, способствовали появлению дружных всходов яровой пшеницы. Резкая смена условий и засуха в июне (ГТК 0,01 – условия пустыни) сильно повлияли на развитие растений с фазы кущения и до колошения, что негативно отразилось на формировании продуктивности колоса, но последующая нормализация и осадки июля в

количестве 81,4 мм (173,2% от месячной нормы) и температура воздуха на уровне среднемноголетних значений, несколько выправили состояние растений в фазу формирования и налива зерна.

2016 год – засушливый: за вегетацию выпало всего 99,0 мм осадков (60,7%), температура воздуха была выше среднемноголетней на 2,8 и составила 20,9°C, ГТК май-август 0,38 (зона сухого земледелия). Несмотря на то, что начало вегетации отличалось повышенным температурным фоном и общим недобором осадков, но, своевременное выпадение небольшого дождя после посева способствовало получению дружных всходов, а в первую декаду июня – в фазу кущения и начало трубкования яровой пшеницы, установилась прохладная и влажная погода. В последующем – во второй и третьей декадах месяца осадков практически не было, и установилась высокая температура воздуха, что неблагоприятно повлияло на дальнейшее развитие растений и на формирование колоса. В июле установилась жаркая погода, но и осадков при этом выпало больше климатической нормы на 8,2 мм и такое увлажнение после засухи немного выправило положение и оказало положительное влияние на налив зерна и урожай яровой пшеницы.

Наиболее благоприятные условия для развития растений за пять исследуемых лет сложились в течение вегетационного периода 2017 – года с хорошей влагообеспеченностью, но с явно выраженной контрастностью увлажнения в течение вегетации растений. Гидротермический коэффициент с мая по август составил рекордные 1,04 единицы, что характерно для зоны обеспеченного увлажнения и превышает среднемноголетнее значение для региона на 0,31 единицу. Особенностью года было интенсивное увлажнение и недостаток тепла в мае и июне, а в июле и августе, наоборот, наблюдались засушливые явления. Дожди и прохладная погода мая и июня удлиннили вегетационный период сортов и «сдвинули» сроки уборки урожая яровой пшеницы на 10–14 суток.

2018 год – засушливый и острозасушливый: средняя температура воздуха выше нормы и составила 19,8°C, осадков выпало 124,7 мм (76,5% от нормы),

ГТК – 0,51 единица. В качестве особенностей года можно отметить высокий температурный режим мая (плюс 2,6°С к норме) и недобор осадков, что почти в два раза снизило значения ГТК и продолжение засушливых условий в июне – на фоне понижения температуры воздуха во второй декаде (минус 1,1°С к норме) и резкого нарастания в третьей (плюс 4,2°С). Такие погодные качели оказали негативное влияние на развитие яровой пшеницы вплоть до ее цветения, а в последующем периоде – в июле, температура воздуха держалась также выше среднесноголетней на 3,1°С, но при этом осадков выпало больше нормы – на 25,7 мм и это несколько улучшило состояние растений к фазе налива и созревания зерна.

Рассматривая погодные условия за пятилетний период, можно отметить, что наиболее критичными для роста и развития растений яровой пшеницы, по осадкам, температуре воздуха и гидротермическим условиям за вегетацию, были 2014 и 2016 года. Однако, по факту, более благоприятный 2015 год (относительно 2014 и 2016 гг.) оказался по продуктивности изучаемого набора сортов практически на уровне 2016 года, когда среднесортная урожайность по 36 сортам конкурсного испытания составила 2,05 т/га (Таблица 10).

Таблица 10 – Урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания, т/га (2014–2018 гг.)

Сорт (год включения в Госреестр)	Год изучения						
	2014	2015	2016	2017	2018	средняя	lim _{max-min}
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		
НСР ₀₅	0,11	0,08	0,11	0,18	0,12		

Несмотря на то, что средние показатели метеоданных за вегетационный период 2014 года были практически схожи с 2016, среднесортная урожайность оказалась выше на 0,42 т/га (+20,5%), а в более благоприятный по метеоданным 2015 год, исследуемый показатель оказался близким по значению к самому неблагоприятному 2016 году.

Погодные условия 2017 года позволили получить самую высокую урожайность за годы исследований – среднесортная урожайность составила 3,41 т/га или на 66,3% выше 2016 года.

Агрометеорологические условия 2018 года, с показателями схожими со средними значениями условий 2014 и 2015 годов, способствовали получению более высокой средней продуктивности зерна изучаемых сортов яровой мягкой пшеницы – 2,79 т/га. Результаты анализа специфической реакции и зависимости образцов от погодных условий приведены в таблице 10 только по урожайным данным сортов собственной селекции, включенных в Государственный реестр селекционных достижений с 1995 (сорт Кинельская 59) по 2016 (сорт Кинельская юбилейная) годы. Как свидетельствуют экспериментальные данные, коммерческие сорта, как и весь набор, показывают разнообразие откликов урожайных данных на меняющуюся ситуацию, как в положительную (благоприятную), так и в отрицательную (стрессовую) сторону.

Существенные различия хорошо видны в благоприятный, влагообеспеченный 2017 год, когда наиболее продуктивный сорт Кинельская юбилейная, превысил по урожайности сорт Кинельская 60 на 1,47 т/га (55,9%). Сорт в данных условиях занял по продуктивности первое место среди включенных в Государственный реестр сортов института, но в то же время необходимо отметить, что изменения погодных условий вегетации по годам исследований внесли и корректировки в рейтинг сортов по продуктивности.

Несмотря на то, что Кинельская юбилейная, сохранила лидерство по продуктивности и в условиях наиболее неблагоприятных лет (2015 и 2016 гг.), в средние по метеоусловиям годы сорт уступил лидерство по продуктивности: в

2014 году сорту Кинельская нива на 0,09 т/га (в пределах ошибки опыта) и в 2018 году незначительно уступил сорту Кинельская 2010 – на 0,12 т/га.

Также необходимо акцентировать внимание на том, что в зависимости от условий года менялись и сорта с минимальной продуктивностью: в наиболее жестких условиях вегетации 2016 года больше всех «просел» по урожайности сорт Кинельская отрада, уступив лидеру Кинельская юбилейная 0,33 т/га, а сорт Кинельская 59 в условиях 2015 и 2018 гг. уступил лучшему сорту соответственно на 0,42 и 0,68 т/га, и также в условиях 2014 года минимальную урожайность сформировал сорт Кинельская 61, уступив лучшему сорту 0,52 т/га.

Таким образом, можно отметить, что наиболее адаптированными из изученных сортов к современным условиям возделывания являются – Кинельская юбилейная, Кинельская нива и Кинельская 2010, а для создания новых форм к прогнозируемым условиям ближайшего десятилетия, необходимо более внимательно изучить отклики новых линий и сортов по урожайности, в частности, – особое внимание уделить депрессии урожайности образцов на повышение среднесуточной температуры воздуха и некоторое снижение количества осадков за вегетацию.

Интересные наблюдения получаем при анализе экспериментальных данных изучения сорта Кинельская 59 в течение длительного времени как на делянках конкурсного испытания, так и в первичном семеноводстве в питомниках размножения первого и второго года, закладываемых в лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы на первом и втором селекционном севооборотах без применения минеральных и органических удобрений (естественный фон).

На Рисунке 18 представлена информация по средним данным урожайности сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 с питомников размножения первого (ПР-1) и второго года (ПР-2) лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, размещаемых на селекционных севооборотах.

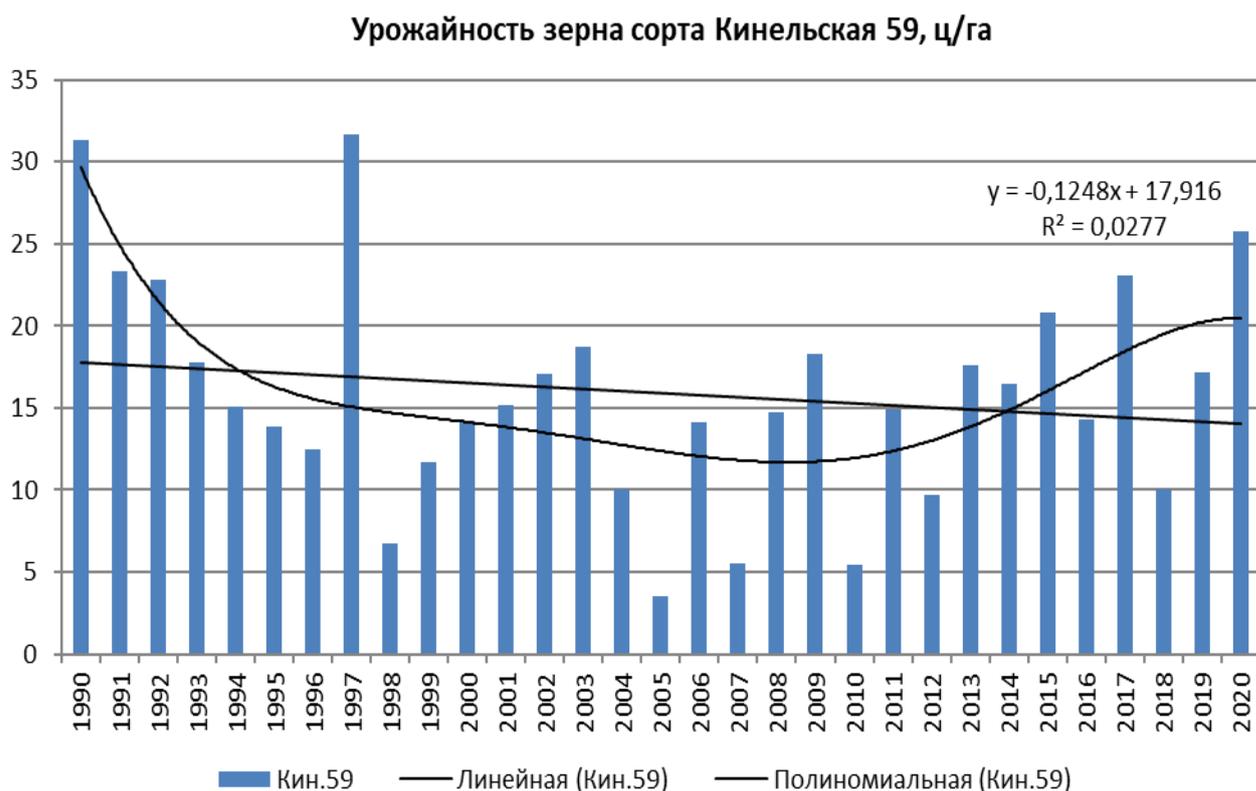


Рисунок 18 – Урожайность зерна сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 в питомниках размножения (ПР-1 и ПР-2) по годам (ц/га), линейный и полиномиальный тренд урожайности (разработан автором)

Как можем отметить на графическом изображении, сорт в условиях 1990 и 1997 годов, благоприятных для роста и развития яровой пшеницы, как по осадкам, так и по температурному фону, показал максимально высокую продуктивность на естественном агрофоне. Также необходимо отметить, что в условиях 1992–1994 годов, на фоне сильного развития бурой ржавчины и мучнистой росы, урожайность сорта существенно снизилась.

Однако неблагоприятные условия увлажнения и высокий температурный фон 1995, 1996, 1998 и 2005 гг., несмотря на практическое отсутствие поражения растений болезнями, привели к еще более резкому снижению продуктивности сорта, и таким образом наблюдаем в течение примерно 20 лет плавное снижение урожайности сорта в условиях изменения абиотических факторов. Следует отметить, что сорт создавался в течение 15 лет в сравнительно благоприятных и увлажненных условиях (1975–1989 гг.) вегетационных периодов.

Как нами отмечалось выше, интенсивная фаза глобального потепления в Самарском регионе началась приблизительно с 2008–2010 годов, и здесь следует отметить по сорту, что более жесткие условия 2010 года (устойчивая засуха в течение более 90 суток и аномально высокая среднесуточная температура воздуха вегетационного периода – плюс 5,1°С к среднемноголетним значениям) Кинельская 59 выдержала лучше и показала урожайность 0,54 т/га, что выше продуктивности сорта в менее засушливый вегетационный период 2005 года на 0,19 т/га.

Таким образом, можем отметить, что сорт Кинельская 59 к этому времени несколько адаптировался к изменениям погодно-климатических условий, о чем свидетельствует восходящий перелом линии полиномиального тренда урожайности сорта, начиная приблизительно с 2010 года. В то же время, несмотря на высокий адаптационный потенциал многих культурных растений, в условиях Самарской области линейный тренд урожайности данного генотипа – сорта Кинельская 59 за годы изучения и размножения показывает отрицательный результат, характеризующий снижение продуктивности сорта на протяжении 31 года (теоретически) с 1,78 до 1,41 т/га.

Поэтому, можем отметить и предположить, что генотип, сформированный в благоприятных условиях и с участием генетических источников высокой потенциальной урожайности культуры, в условиях более резкого по отношению к предыдущему десятилетию потеплению климата и сокращения количества осадков за вегетацию, согласно уравнению линейной регрессии, ежегодно, теряет в продуктивности в среднем 12,48 кг/га.

На фоне снижения продуктивности высоко коммерческого сорта Кинельская 59, равно как и других сортов более ранней селекции – Кутулукская, Кинельская 97, Кинельская 60 в условиях изменения погодно-климатических факторов, особый интерес представляют средние урожайные данные сортов конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы (Рисунок 19), выращенные в эти же годы на первом и втором селекционном севооборотах, в одинаковых условиях с питомниками размножения семян сорта Кинельская 59.



Рисунок 19 – Урожайность зерна сортов конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы по годам (ц/га), линейный и полиномиальный тренд урожайности (разработан автором)

Как свидетельствуют графические данные Рисунка 19, в селекционном плане имеем определенный прогресс в создании адаптированных сортов, и линейный тренд урожайности зерна показывает, что средняя продуктивность сортов конкурсного испытания с 1990 по 2020 годы имеет положительный тренд, а урожайность выросла на 0,46 т/га или 14,81 кг/га в год. Также в течение 31-летнего периода наблюдаем два интервала с определенным провалом урожайных данных, которые связаны с высоко засушливыми условиями в течение ряда лет: первый – это в условиях 1995–2000 годов (за исключением благоприятного 1997 года) при незначительном за эти годы превышении среднесуточной температуры воздуха (до 2,4°C) за вегетацию от климатической нормы. Вторым периодом – с 2009 по 2016 годы (исключение – 2011 год), характеризовался уже более сильными отклонениями от климатической нормы,

как по осадкам – до минус 105,3 мм от нормы 163 мм, так и по среднесуточной температуре воздуха за вегетацию – до плюс 5,1°C.

На фоне ужесточения погодно-климатических условий в регионе за период исследований имеем более высокий рост средней урожайности сортов в конкурсном испытании (по уравнению линейной регрессии) с 1,81 т/га до 2,25 т/га, а относительно уровня урожайности сорта Кинельская 59, включенного в Госреестр с 1995 года, имеем среднюю прибавку урожайности новых сортов в 2020 г. на уровне 0,84 т/га – на 46% или 1,5% в год.

Однако, по имеющимся литературным данным, отрицательной стороной селекционного прогресса, направленного на максимальное увеличение потенциальной продуктивности сортов, является некоторое усиление зависимости новых форм от неблагоприятных погодных условий вегетационного периода.

С учетом данного фактора, решили проанализировать влияние погодных условий каждого месяца на урожайность сорта яровой пшеницы за пять лет. Расчеты произведены по 36 сортам конкурсному испытанию, в работе приведены данные по сортам, возделываемым в различных субъектах РФ и включенных в Государственный реестр селекционных достижений (Таблица 11).

Нами отмечается, что корреляционная зависимость среднесортной (36 образцов) урожайности от средней температуры воздуха за вегетацию (май-август) в исследованиях была отрицательной, составив -0,67 единиц и положительной от суммы осадков за вегетацию (0,76), а также от ГТК (0,78). Наиболее высокая и статистически значимая зависимость среднесортной урожайности, наблюдалась в опытах с показателями погодных условий июня месяца: с температурой воздуха (-0,85), с выпавшими осадками (0,88) и ГТК (0,89). Данные свидетельствуют о том, что в условиях Средневолжского региона наиболее чувствительными фазами развития, влияющими на продуктивность растения, остаются фазы – кущение (конец мая), трубкование (первая и вторая декада июня), колошение и цветение (третья декада июня). При этом нами математическим прогнозированием рассчитано более ускоренное нарастание

температуры воздуха в мае месяце и незначительное в июне, на что необходимо обратить внимание при анализе отклика сортов на меняющиеся факторы среды.

Таблица 11 – 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
Среднесортная урожайность	-0,53	-0,85	0,06	-0,04	0,64	0,88	-0,44	-0,23	0,70	0,89	-0,47	-0,24

Критическое значение коэффициента корреляции $r_{005} = 0,349$

Более ценная информация складывается при рассмотрении реакции каждого отдельного сорта, и здесь мы можем отметить существенные различия зависимости их урожайности от средних значений погодных факторов за вегетацию. Важным является разнообразие данных по зависимости урожайности отдельного сорта от температуры воздуха, которая составила от -0,56 до -0,87, от суммы осадков – от 0,42 до 0,88 и от ГТК – от 0,45 до 0,89 и данные факты свидетельствуют о том, что сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений и перспективные селекционные формы Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, существенно отличаются по морфологии развития и реакции (отклику) на складывающиеся погодные условия.

Подробный анализ корреляционной зависимости от условий конкретного месяца вегетации свидетельствует, что урожайность всех сортов имеет сильную или среднюю отрицательную зависимость от температуры воздуха июня месяца, среднюю или низкую от температуры мая. В исследованиях особо можем выделить низкую зависимость продуктивности сорта Кинельская 60 от «майской температуры», которая объясняется тем, что сорт характеризуется «сидячим образом жизни» в начальный период развития и данное свойство помогает ему менее болезненно пережить неблагоприятные факторы этого периода. Но при этом такая скорость развития растений зачастую сильно удлиняет продолжительность вегетативной фазы и вегетационный период в целом, что в конечном итоге, в условиях засухи, негативно сказывается на продуктивности сорта. В селекционной практике работа с такими формами, имеющими комплекс других селекционно-ценных признаков и свойств, ведется в плане сокращения и коррекции продолжительности отдельных этапов органогенеза растений, используя генетические источники, контролирующие фотопериодическую реакцию растений – *Ppd*-гены и системы, отвечающие за яровой или озимый тип развития растения – *Vrn*-гены. Однако, с учетом прогнозирования дальнейшего повышения температуры воздуха в ближайшие годы и возможно более ранними сроками сева зерновых культур, более перспективным должно стать использование системы фотопериодической нейтральности.

Сегодня можно констатировать, что нами достигнут определенный прогресс в селекции адаптивных к местным условиям сортов, и на это указывает увеличение средней урожайности, а также некоторое снижение зависимости урожайности новых сортов от высоких температур июня и по данным полевых опытов, за годы наших исследований по сорту Кинельская 2010 получена 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 $r = -0,95$.

Необходимо в селекционном плане также обратить внимание на то, что по всем сортам наблюдается сильная или средняя положительная зависимость продуктивности зерна от суммы осадков за июнь и несколько ниже за май месяц. При этом отмечаем, что некоторые сорта ранней селекции имеют более низкий коэффициент корреляции данной зависимости, что свидетельствует о меньшей отзывчивости их прибавкой урожая на увеличение количества осадков. В случае с отмеченным ранее сортом Кинельская 60, который показал зависимость продуктивности от июньских осадков $r = 0,76$ и от за майских – $r = 0,29$, сорт Кинельская юбилейная в этих же условиях показал зависимость урожайности от осадков этих месяцев равную соответственно $r = 0,95$ и $r = 0,79$, что 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. При этом нами также отмечается, что некоторое увеличение осадков в июле, показывает даже некоторую отрицательную корреляцию с урожайностью, по той причине, что их вклад по сравнению с осадками июня и мая намного ниже, и они, за редким исключением, фактически сильно не влияют даже на налив зерна. Результаты данных исследований и анализ экспериментального материала свидетельствуют, что урожайность в регионе формируется в основном за счет элементов продуктивности яровой пшеницы, потенциал которых закладывается до колошения – в среднем до середины или конца третьей декады июня в зависимости от условий года. Корреляционная зависимость урожайности от гидротермического коэффициента, как видно из таблицы, очень схожа за годы наблюдений с данными по осадкам.

Результаты исследований свидетельствуют, что повышение температуры положительно сказывается на росте и развитии только до определенного предела и только на определенных этапах органогенеза растений. Важным фактором является также уровень влагообеспеченности растений, который формируется в летний период в основном за счет атмосферных осадков. Даже

при сравнительно большом суммарном количестве осадков в периоды роста и развития растений можно получить только средний урожай из-за несвоевременного их выпадения и, наоборот, при своевременном выпадении даже меньшего количества осадков можно собрать больший урожай. 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 средней температуры воздуха за данный период. Зависимость урожайности сортов яровой пшеницы в условиях Самарской области от гидротермического коэффициента мая и июня аналогична данным по количеству выпавших осадков.

Следовательно, на фоне повышения среднесуточных температур в июне месяце до $20,15^{\circ}\text{C}$ (плюс $1,45^{\circ}\text{C}$ к уровню среднеголетних данных, сложившихся к 1990 году), получение стабильно высоких урожаев яровой мягкой пшеницы в ближайшее десятилетие, будет обеспечиваться формами с более высокой отзывчивостью на июньские осадки, которые по прогнозам сохранятся еще в регионе на незначительно увеличенном уровне и к концу десятилетия, снизятся до отметки $41,07$ мм, что на $2,07$ мм выше уровня среднеголетних данных, сложившихся к 1990 году.

5 СЕЛЕКЦИЯ НА АДАПТИВНОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Потери сельскохозяйственной продукции от болезней, вредителей и сорняков на протяжении многих десятилетий остаются практически неизменными и по данным ФАО, потенциально достигают 35%, в том числе от вредителей – 14%, болезней – 12%, сорняков – 9% [Денискина Н.Ф., Гаспарян Ш.В., Дыйканова М.Е. и др., 2021]. Возможная потеря третьей части продукции требует поиска всевозможных средств противодействия и среди основных мер защиты культурных растений от разнообразных заболеваний, вызываемых различными патогенами, а также от повреждения насекомыми, наиболее предпочтительным средством борьбы всегда оставалось введение в культуру устойчивых и, в том числе, полностью иммунных сортов. Как отмечают многие авторы, создание сортов, устойчивых к различным неблагоприятным биотическим факторам внешней среды, является наиболее важным элементом в комплексе мероприятий по защите растений, обеспечивающей снижение пестицидной нагрузки на фитоценоз [Кинчаров А.И., Головаченко А.П., 1996; Койшибаев М., Меновщикова Н.Я., Мартынова А.И. и др., 2002; Колючая Г.С., 2002; Коломиец Т.М., 2002; Койшибаев М., Чудинов В.А., Гаас О.С., 2015; Койшибаев М., 2019; Овсянкина А.В., 2002; Шпаар Д., Хартлеб Х., Крацш Г., 2002; Шпаар Д., Бурт У., Ветцел Т. и др., 2003; Синх Р.П., Уерта-Эспино Дж., Виллиам М., 2003]. Однако для создания устойчивых или полностью иммунных сортов, необходимо понимание взаимодействия между патогеном и растением, как на физиологическом, так и на генетическом уровне, и для этого нужен некоторый исторический обзор.

Еще в 1935 году Н.И. Вавилов отмечал, что замена восприимчивых сортов хлебных злаков устойчивыми формами является наиболее доступным способом в борьбе с такими заболеваниями как ржавчина, мучнистая роса и головня. Ван дер Планк [Van der Plank], в 1963 году отмечал, что разработка Флором в 1956 г.

гипотезы «ген-на-ген» было одним из действительно важных событий в фитопатологии и немного позднее, в 1966 году, он на примере устойчивости сортов картофеля к фитофторе показал различия двух типов устойчивости – вертикальной и горизонтальной. Под вертикальной устойчивостью подразумевался тот случай, когда сорт обладал устойчивостью к одним расам патогена и был восприимчив к другим расам того же патогена, а если сорт оказывался одинаково устойчивым ко всем расам, то это свидетельствовало о горизонтальной устойчивости. Используя эти и ряд других примеров, Ван дер Планк дает следующее объяснение генетических основ двух видов устойчивости.

При этом подразумевалось, что вертикальная (расоспецифическая) устойчивость определяется большими генами (главные, *major genes*), с сильно выраженным эффектом действия и, в данном случае, если у патогена отсутствуют гены вирулентности, то у растений обнаруживается устойчивость, если же патоген имеет гены вирулентности, а растения не имеют генов устойчивости, то возникает заболевание. Следовательно, вертикальная устойчивость, обусловленная действием одного или нескольких олигогенов с сильно выраженным эффектом, взаимодействующих с генами вирулентности паразита по принципу «ген-на-ген», проявляется специфично, к определенной расе или расам. В этих случаях сорт может быть устойчив к одной или нескольким расам и восприимчив к другим, и поэтому, вертикальная устойчивость часто понимается как синоним и специфической устойчивости.

Принципиальное различие отмечалось у горизонтальной устойчивости (неспецифической) к фитопатогенным организмам, которую придают малые гены (*minor genes*) со слабым количественным выражением, чаще всего обусловленную большим числом генов, из которых каждый в отдельности обладает малым защитным действием, но в результате кумулятивного действия появляются полностью или частично устойчивые фенотипы ко всем или большинству рас паразита, и данная устойчивость сохраняется более продолжительное время.

Оба вида генетической устойчивости имеют важное значение в селекционном процессе, однако, возникает вопрос приоритета использования определенного вида устойчивости. Как уже отмечалось выше, многие исследователи считают, что только вертикальная устойчивость и иммунитет генотипа может рассматриваться как безопасный и экономически выгодный способ борьбы с патогенами пшеницы. С этим можно согласиться, при условии, что благодаря современным технологиям и возможностям маркер-ассоциированной селекции (МАС), можно в короткие сроки переносить необходимые гены устойчивости в новые генотипы. Однако, в настоящее время по основным листовым болезням пшеницы, практически не осталось эффективных генов. Использование чужеродных генов, интрогрессированных из видов рода *Triticum timopheevii*, *Secale cereale*, *Agropyron intermedium*, *Ag. elongatum*, видов рода *Aegilops* и др. имеет ограниченное распространение: из 29 транслокаций с *Lr*-генами, имеют значение для сельского хозяйства только шесть, из них два – широко используются в коммерческих сортах [Friebe В., Raupp W.J., Gill B.S., 2000]. Но и здесь необходимо отметить, что надежды ученых на более долговременную защиту данных генов от листовой ржавчины не оправдались. Как отмечают исследователи НИИСХ Юго-Востока – С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин, Л.Т. Власовец и др. [2018], продолжительность устойчивости к листовой ржавчине зависит от времени использования и площади распространения сортов – носителей этих генов. По данным авторов, для появления вирулентных патотипов листовой ржавчины к гену *Lr9* оказалось достаточным трех лет широкого внедрения на площади 54 тысячи гектаров, а для преодоления гена *Lr19* – двух сильных эпифитотий и площади 100 тысяч гектаров. Таким образом необходимо отметить, что вертикальная устойчивость дает непродолжительную защиту генотипу, в случае активного внедрения сорта в производство, – не более 3–5 лет.

В связи с этим, ряд авторов предлагают в селекции на адаптивность больше обращать внимание на неспецифическую устойчивость и в первую очередь на толерантные формы с большей полевой выносливостью и/или

отмечают о необходимости разумного сочетания в селекции пшеницы вертикальной и горизонтальной устойчивости. Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова, И.В. Гусев [2019], в связи с выявлением вирулентных изолятов к ряду *Lr*-генов устойчивости, для сохранения длительной устойчивости сортов, рекомендуют сочетать в одном генотипе эффективные и частично эффективные гены, а также объединять в одном сорте гены с расонеспецифической устойчивостью. Ведение селекционной работы путем отбора лучших устойчивых гибридных форм, не зависимо от их типа, является также важным направлением в селекции культуры пшеницы на устойчивости к патогенам. При этом, независимо от выбора любого направления, для повышения эффективности селекционных работ на устойчивость к различным патогенам, необходимо изучение, как генетических источников и доноров устойчивости, так и самого патогенного комплекса.

5.1 Бурая (листовая) ржавчина

В Среднем Поволжье, одним из наиболее опасных болезней, периодически поражающих яровую мягкую пшеницу, является бурая (листовая) ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. *sp. tritici*).

В начале данных исследований, в первое десятилетие – 1990–1999 гг., отмечали, что в зоне Среднего Поволжья наибольший ущерб урожаю и качеству зерна яровой пшеницы наносят в разные годы: бурая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, внутрестеблевые вредители – блошки, мухи (гессенская, шведская и яровая), хлебный пилильщик и клоп вредная черепашка [Кинчаров А.И., 1998б; Абдряева О.Ф., 2008]. Химические обработки при этом не всегда оправдывались и экономически окупались из-за низкой урожайности зерна в регионе: 1,0–1,4 т/га в условиях засухи и 1,8–2,0 т/га – в благоприятные годы.

Поэтому важным моментом, для засушливого региона, всегда являлось создание иммунных и толерантных сортов, позволяющих частично избежать применения ядохимикатов и получать в дальнейшем экологически чистую продукцию. На сегодня это направление является и частью быстро

развивающейся отрасли «органического земледелия», о чем свидетельствуют следующие данные – с 2001 по 2011 годы земля, отведенная под органическое земледелие, увеличилась в мире с 15,8 млн. до 37,2 млн. гектаров. Абсолютными лидерами по росту площадей стали Австралия и Китай, увеличив органические гектары на 4,3 млн. и 1,9 млн. га соответственно [Paull J., 2011]. В 2017 г. органическое земледелие практиковалось уже на площади 69,8 млн. га (1,4% от общей площади мировых угодий), что в 4,4 раза больше, чем было в 2001 году [Полушкина Т.М., 2019].

Для России органическое земледелие пока является новым направлением сельскохозяйственного производства и, по оценкам Минсельхоза РФ, годовой оборот отечественного рынка данной продукции не превышает 160 млн. евро, но по прогнозам, к 2025 году, показатель может вырасти до 5 млрд. евро и Россия может занять до 15% мирового рынка органики [Полушкина Т.М., 2019; Таранова Т.Ю., Кинчаров А.И., Дёмина Е.А. и др., 2020].

Учитывая интенсивное развитие органического земледелия и изменения климатических условий в сторону более сухого земледелия, в научно-практическом плане важнейшей задачей в ближайшие годы останется изучение коллекции пшениц, сосредоточенной в ВИРе, в местных условиях и выявление источников устойчивости к основным фитопатогенам, и в первую очередь – к бурой ржавчине. Это необходимо для опережающей селекции на устойчивость к патогенам и предотвращения в дальнейшем экономически значимых потерь товарной продукции в реальном секторе экономики.

Наиболее трудно решаемой проблемой, на данном этапе развития науки, является обеспечение селекции разнообразными эффективными генами устойчивости [Абдряева О.Ф., 2008]. Как отмечают ряд авторов [Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A. et al., 2005], для этого необходимо систематически проводить исследования по:

– скринингу внутривидового генофонда по генам устойчивости, хотя он не всегда успешен, так у мягкой пшеницы этот потенциал по *Lr*-генам устойчивости к листовой ржавчине практически использован, и известные *Lr*-

гены большей частью преодолены патогеном, но несмотря на это ежегодно нами в признаковой коллекции изучается более 400 образцов;

– интрогрессии генов резистентности от родственных видов, но при этом необходимо решать вопросы компенсации отсутствия пшеничного хроматина и передачу в геном пшеницы нежелательных сцеплений. По литературным источникам подбираются в коллекцию новые ценные трансгенные формы;

– изучению и созданию эффективных комбинаций генов (пирамида генов) устойчивости. Ежегодно выполняется план скрещиваний в объеме 250–350 гибридных комбинаций. При создании эффективных комбинаций генов, особую роль должно сыграть внедрение в селекционную практику маркер-ассоциированной селекции (МАС).

Анализ селекционного и исходного материала лаборатории селекции и первичного семеноводства яровой мягкой пшеницы Поволжского НИИСС имени П.Н. Константинова, выполненный автором с 1986 по 1989 годы показал, что основной селекционный материал был подвержен поражению листовыми болезнями. Только незначительная часть обладала полевой (горизонтальной) устойчивостью к бурой листовой ржавчине, а полностью иммунный материал практически отсутствовал, но среди относительно устойчивых образцов был переданный на государственное испытание в 1990 году сорт Кинельская 59 (соавторство), который с 1995 года был включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ.

Однако, в ходе внедрения сорта в производство, со стороны сельхозтоваропроизводителей стали поступать пожелания и просьбы об улучшении сорта Кинельская 59 и придания ей устойчивости к бурой ржавчине.

С учетом выявленных проблем, были поставлены задачи, по созданию признаковых коллекций сортов, устойчивых к различным болезням. Для этого, в первые же годы своих исследований (1990–1996), начали проводить оценку коллекции яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе, на устойчивость к корневым гнилям и внутрисктеблевым вредителям при посеве на различных провокационных фонах.

В результате изучения образцов яровой мягкой пшеницы и некоторых видов из мировой коллекции на устойчивость к грибным болезням на инфекционном фоне (обсев сильно поражаемым сортом озимой пшеницы), включая эпифитотийные годы по бурой ржавчине (1990, 1991, 1993) и по мучнистой росе (1992, 1993), были выявлены формы, обладающие комплексной устойчивостью к местным расам бурой ржавчины и мучнистой росе [Кинчаров А.И., 1997а; 1998б; Абдряева О.Ф., 2008], сочетающие сравнительно высокую зерновую продуктивность с растения (Таблица 12).

Часть образцов признаковой коллекции была передана в лабораторию генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья» (Приложение В.1). Среди выделившихся образцов, особо следует отметить селекционную ценность следующих генотипов: Пысар 29, Л-503 (Саратов); АНК-3, АНК-4 (Новосибирск); Herakles и Besso (Швейцария); Jara (Чехия); Гибрид 9 (Перу); UP 215 (Индия); к-23790 (Пакистан); Sheridan, Kitt, к-54975 сложный гибрид и SD 8011 (США).

На основании изучения более 400 образцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР в течение нескольких эпифитотийных лет, впервые в Поволжском НИИСС имени П.Н. Константинова, А.И. Кинчаровым [1998] была создана рабочая признаковая коллекция сортов, устойчивых к бурой (листовой) ржавчине (Приложение В: Таблица В. 1).

Лучшие образцы сформированной рабочей признаковой коллекции, послужили в дальнейшем исходным материалом для создания новых селекционных линий и сортов, устойчивых к основным видам возбудителей листовых болезней [Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Цуркан О.Ф., 1999; Кинчаров А.И., Михальченко Л.М., Демина Е.А. и др., 2001; Кинчаров А.И., Абдряева О.Ф., Михальченко Л.М. и др., 2007; 2008].

При этом, в первые годы столкнулись с проблемой, что к моменту отбора устойчивых форм в гибридных популяциях, листовой аппарат растений полностью высыхал и рассмотреть наличие пустул на отдельных растениях было практически невозможно или занимало много времени.

Таблица 12 – Характеристика лучших образцов яровой пшеницы устойчивых к бурой ржавчине, 1991–1996 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Степень развития (%) / тип реакции (балл)	Масса зерна растения, г
-	Л-503	Саратов	1	1,51
54516	Пысар 29	Саратов	1	1,05
57891	АНК-4	Новосибирск	0	1,07
57061	Нја 21677	Финляндия	5/1-2*	0,99
56395	Линия	Новосибирск	0	1,26
57738	Besso	Швейцария	5/1	1,13
55133	Jara	Чехия	5/1-2	1,18
23790	-	Пакистан	5/1-2	1,69
57129	UP 215	Индия	0	0,91
46340	S-962N4	Зимбабве	5/1-2	0,96
48538	Гибрид 9	Перу	0	0,96
48507	Bonanza	США	0	0,74
51283	Sheridan	США	5/1	1,07
54849	Kitt	США	0	1,23
54865	Chaparal	США	0	0,89
54975	сложный гибрид	США	10/2	1,40
57988	Букара 11	США	0	0,78
-	SD 8011	США	0	0,93
45964	МГ-10	Мексика	0	0,88
53802	сложный гибрид	Мексика	0	0,94
St-1	Кутулукская	Самара	30/2-3*	1,35
St-2	Жигулевская	Самара	80/2-3	1,28
Восприимчивый сорт (сорта)			90/4	-

Поэтому в последующие годы, в комбинациях скрещиваний на устойчивость к листовым болезням, для маркировки устойчивых генотипов, соискателем было предложено применение следующей тактики:

– в фазу максимального распространения бурой листовой ржавчины, в гибридных комбинациях выделяли устойчивые формы (растения), на которые привязывали тонкие куски цветной материи (красные или черные), которые в фазу спелости зерна при засохших листьях обязательно попадали в индивидуальные отборы;

– в гибридных комбинациях на устойчивость к мучнистой росе, иммунные растения маркировали кусочками белой ткани. Данные растения (колос) также подлежали обязательному отбору, а браковка по зерну была по ним менее строгая при первичном отборе;

– если элитное растение обладало устойчивостью к обоим патогенам, привязывали оба маркера.

Внедрение данной методики отборов в лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы позволило уже к 2005 году создать обширный селекционный материал, устойчивый к основным возбудителям листовых болезней, распространенных в регионе на этот период. По итогам двух лет испытания (вместо трех), в 2007 и в 2009 году были включены в Государственный реестр селекционных достижений полностью иммунные к бурой ржавчине сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская нива (соавторство, патент) и Кинельская отрада (соавторство, патент).

Дальнейшее изучение признаковой коллекции сортов яровой пшеницы и диких сородичей в последующие годы (2000–2009), показало, что некоторые сорта со временем потеряли свою устойчивость, что было нами отмечено в работе О.Ф. Абдряевой [2008]. Так, за годы исследований, из 29 образцов яровой мягкой пшеницы и других видов, выделенных в предыдущем десятилетии, сохранили устойчивость к бурой (листовой) ржавчине: *Tr. persicum* (к-49456), *Tr. dicoccum*, А-4 (к-56395) и Bonanza (к-48507).

Из нового материала, пополненного образцами ВИР и других научно-исследовательских учреждений России, были выделены формы (лучшие представлены в Таблице 13), сочетающие устойчивость к бурой ржавчине и продуктивность на уровне стандартных сортов или даже выше.

Таблица 13 – Продуктивные образцы коллекции яровой мягкой пшеницы, сочетающие устойчивость к бурой ржавчине, 2000–2009 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Степень развития (%) / тип реакции (балл)	Средняя масса зерна с 1 растения, г
60495	Владимирская 98	Владимир	0-ед	1,09±0,09
62927	Тулайковская 5	Безенчук	0	2,11±0,19
63714	Тулайковская 10	Безенчук	0	1,20±0,22
63715	Тулайковская золотистая	Безенчук	0-ед	1,02±0,08
63054	Белянка	Саратов	0	2,41±0,18
64111	Юго-Восточная 4	Ершов	0-5 / 1	1,32±0,05
64104	Чебаркульская	Челябинск	0-5 / 1	1,12±0,23
61523	Непика	Польша	0-ед	1,27±0,45
-	MN 81095	США	0-ед	0,86±0,25
31819	сложный гибрид	Мексика	0-ед	1,04±0,41
St 1	Кинельская 59	Кинель	40 / 1-4	1,52±0,43
St 2	Прохоровка	Ершов	80 / 2	1,17±0,16

Определённую селекционную ценность для Самарского региона также представляют и ряд других образцов, незначительно уступивших по продуктивности зерна сортам-стандартам, но являющиеся источниками устойчивости к листовой ржавчине и ценным материалом для создания иммунных сортов селективируемой культуры. Однако при этом необходимо учитывать, что в селекционном процессе не все такие доноры дают хороший результат из-за низкой адаптивности гибридного потомства.

Для решения проблемы адаптивности нами была применена тактика создания так называемых промежуточных гибридов, которые использовались в скрещиваниях с адаптированными сортами начиная с F₂ (при возможности выделения в гибридной популяции продуктивных и устойчивых форм), были варианты вовлечения в скрещивания гибридов F₁, с адаптированными местными

формами, но они оказались в основном безрезультативными и селекционно-ценных форм практически не дали.

Создание так называемых промежуточных форм с высоким потенциалом продуктивности, позволило ускоренным образом создать обширный гибридный и селекционный материал устойчивых к болезням форм яровой мягкой пшеницы и при этом часть гибридных комбинаций, созданных в качестве промежуточных форм, дали начало новому сорту, в качестве примера – Кинельская нива. Комбинация скрещиваний Л-503 / Тулайковская 1, создавалась как промежуточный гибрид, который должен был объединить в потомстве устойчивость к бурой ржавчине и высокое качество зерна и до момента передачи выделенной линии с данной комбинации было сделано большое количество других комбинаций скрещиваний, давших широкое разнообразие ценных форм.

На протяжении более 15 лет устойчивые образцы из рабочей признаковой коллекции вовлекались в селекционные программы лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы для создания не только высокоурожайных и устойчивых к болезням сортов, но и для создания новых источников и доноров хозяйственно-ценных признаков, с комплексной устойчивостью к основным возбудителям листовых болезней, распространенных в Самарском регионе. Этот этап нами широко был раскрыт в диссертационной работе соискателя О.Ф. Абдряевой [2008]. Таким образом, сформированная в ходе подготовки своей диссертации рабочая признаковая коллекция яровой мягкой пшеницы была дополнена и лучшими продуктивными образцами, созданными на базе адаптированных местных сортов и линий, с высокой устойчивостью к бурой ржавчине (Таблица 14).

В целом, за годы интенсивной селекционной работы в данном направлении, только с 2000 года, в лаборатории было изучено более одной тысячи образцов коллекционного питомника. Ежегодно обновляемая признаковая коллекция образцов пшеницы, устойчивых к бурой листовой ржавчине на данный момент насчитывает 142 образца.

Таблица 14 – Устойчивые к бурой ржавчине селекционные линии Поволжского НИИСС, сочетающие высокую продуктивность с растения

Сорт, селекционная линия	Происхождение (основа гибридной комбинации)	Степень развития (%) / тип реакции (балл)	Масса зерна с растения, г
Линия 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	1,37±0,18
Эритроспермум 3922	Кинельская 59, Тулайковская 1, А-4 к-56395	0	1,56±0,45
Эритроспермум 5032	Заволжская, 356АВС, Л-503	0	1,74±0,40
Лютесценс 5032	Заволжская, 356АВС, Л-503	0	1,20±0,20
Альбидум 4145	Кинельская 40, Glaive	0	1,28±0,22
Альбидум 4411	Заволжская, Sunnan	0	1,18±0,15
Грекум 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	1,42±0,40
Грекум 3835	Кутулукская, Sunnan	0	1,60±0,45
Эритроспермум 3945	Кинельская 59, Альбидум 28	0-5	1,02±0,15
Грекум 3152	Кутулукская, Эритроспермум 2785	0-5	1,28±0,19
Альбидум 4412	Заволжская, Saffran	0-ед	2,01±0,36
Эритроспермум 5398	Кинельская 59, Жемчужина Заволжья, Л-503	0-ед	1,83±0,35
Кинельская 62	Кинельская 59, А-4 к-56395, Казахстанская 17	0-5	1,61±0,23
Кинельская нива	Л-503, Тулайковская 1	0-ед	2,02±0,65
Кинельская 59, st 1	Кинель	40/1-4	1,52±0,43
Прохоровка, st 2	Ершов	80/3	1,17±0,16

Важным достижением является то, что в рабочей коллекции присутствует много сортов и линий собственной селекции, в том числе – полностью иммунные сорта, включенные в Государственный реестр селекционных

достижений, а также переданные на государственное испытание сорта – Кинельская нива, Кинельская юбилейная, Кинельская звезда, Кинельская удача, Кинельская ласточка и др. [Таранова Т.Ю., Кинчаров А.И., Дёмина Е.А. и др., 2020], что особенно важно и в связи с тем, что, как отмечают Ю.В. Зеленева, В.В. Плахотник, В.П. Судникова [2017], включение в селекционный процесс инорайонных доноров не всегда дает желаемый результат вследствие слабой адаптивности последующих поколений.

5.2. Мучнистая роса

Мучнистая роса (*Erysiphe (Blumeria) graminis* DC. *f. sp. tritici* Em. Marchal) в Средневолжском регионе проявляется на посевах яровой пшеницы в разной степени практически ежегодно и по современным исследованиям Д.Ф. Асхадуллина, Д.Ф. Асхадуллина, Н.З. Василовой и др. [2022], в условиях Республики Татарстан, массовое развитие мучнистой росы на культуре отмечается ежегодно, вне зависимости от сложившихся погодных условий. Однако необходимо отметить, что эпифитотийное проявление данного заболевания на яровой мягкой пшенице отмечается в Средневолжском регионе не чаще одного раза в пять лет.

В последние годы, в связи с внедрением в производство интенсивных сортов озимой пшеницы, существенно возросло и поражение культуры данным заболеванием, что связано в первую очередь с созданием более плотного фитоценоза – увеличение продуктивного стеблестоя и снижение высоты растений, при сохранении высокой облиственности. Сохранение высокой доли зерновых культур в севообороте и более широкое внедрение в производство интенсивных сортов яровой пшеницы с аналогичной архитектурой растения, также способствует развитию болезни на культуре.

Изучение около 400 коллекционных образцов ВИРа в 90-х годах прошлого века, позволило выделить устойчивые и слабо поражаемые формы. В Таблице 15 приведены устойчивые формы с высокой массой зерна с растения.

Таблица 15 – Характеристика лучших образцов яровой мягкой пшеницы устойчивых к мучнистой росе, 1991–1996 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Максимальное поражение мучнистой росой, %	Масса зерна растения, г
-	Л-503	Саратов	5	1,51
57890	АНК-3	Новосибирск	0	1,08
57891	АНК-4	Новосибирск	0	1,07
57724	Kadett	Швеция	0	1,03
57061	Hja 21677	Финляндия	5	0,99
56395	Линия	Новосибирск	0	1,26
57738	Besso	Швейцария	5	1,13
55133	Jara	Чехия	5	1,18
23790	-	Пакистан	5	1,69
57129	UP 215	Индия	0	0,91
46340	S-962N4	Зимбабве	5	0,96
48538	Гибрид 9	Перу	5	0,96
51283	Sheridan	США	5	1,07
54849	Kitt	США	5	1,23
54975	сл. гибрид	США	5	1,40
-	SD 8011	США	5	0,93
45964	МГ-10	Мексика	5	0,88
St-1	Кутулукская	Самара	5	1,35
St-2	Жигулевская	Самара	10	1,28
Восприимчивый сорт (сорта)			50	-

Дальнейшее изучение выделенных образцов, показало, что к 2000 году из 20 образцов устойчивость к мучнистой росе сохранили в условиях Самарской области только одиннадцать: V-506, АНК-3 (к-57890), АНК-4 (57891), к-52808, *Tr. persicum* (к-36198), Харьковская 8, Kadett (к-57724), Timmo (к-57073), CJ 12633, Achill (к-57720), Weihenstephan M1 [Абдряева О.Ф., 2008]. Выделенная нами признаковая коллекция сортов яровой мягкой пшеницы в 1998 году была передана в отдел генетики НИИСХ Юго-Востока (Приложение В.1).

По данным А.Е. Александрова [2000], на протяжении трех лет изучения высокую эффективность в условиях Саратовской области показали сорта: Kadett (*Pm3d+Pm4b*); Waratah, CI 12633 (*Pm2+Pm6*), а также два образца *Triticum persicum* (к-36198 и к-49456), которые характеризовались полным отсутствием поражения (0 баллов), а высокую устойчивость (2 балла) к поражению мучнистой росой показали сорта из Новосибирска: АНК-3 и АНК-4, которые содержат ген *Pm4b* и шведские сорта – Rang, содержащий комбинацию генов (*Pm1+Pm4b*), Timmo (*Pm2+Pm4b+Pm6*) и Saffran [Александров А.Е., 2000].

В условиях Самарской области ген *PmCh* (в признаковой коллекции – Ботаническая 2) сохранял устойчивость к мучнистой росе до 1999 г., в то время как в соседней Саратовской области устойчивость сорта V-506 с геном *PmCh* была преодолена еще до 1997 г. В наших исследованиях сорт Ботаническая 2, продолжал и после потери иммунитета сохранять относительную устойчивость к мучнистой росе, о чем отмечалось нами в работе О.Ф. Абдраевой [2008], что предполагало наличие у сорта не менее двух генов устойчивости к патогену, что впоследствии было подтверждено исследованиями и других авторов.

Некоторые образцы после потери иммунитета к мучнистой росе также сохраняли длительную относительную устойчивость к заболеванию, и они привлекались в селекционные программы, при наличии других ценных признаков. Большую селекционную ценность имели в условиях изучаемого десятилетия образцы яровой мягкой пшеницы и диких ее сородичей, обладающих комплексной устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине: MN 81095, *Tr. persicum* (к-49456), *Tr. dicocum*, *Tr. timopheevii*, однако получить гибридное потомство с комплексом селекционно-ценных признаков и свойств с их участием нам не удалось.

Изучение образцов мировой коллекции яровой мягкой пшеницы в начале 2000-х годов, позволило из нового поступления выделить 17 наиболее продуктивных и высокоустойчивых форм к мучнистой росе, пополнивших признаковую коллекцию лаборатории пшениц: Белянка, Юго-Восточная 4,

Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Владимирская 98 и сложный гибрид (к-31819) из Мексики (Таблица 16; Таблица В. 2).

Таблица 16 – Образцы яровой пшеницы, сочетающие устойчивость к мучнистой росе и высокую продуктивность растения, 2000–2009 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Степень развития, %	Средняя масса зерна растения, г
63714	Тулайковская 10	Безенчук	0	1,20±0,22
63715	Тулайковская золотистая	Безенчук	0-5	1,02±0,08
60495	Владимирская 98	Владимир	0-5	1,09±0,09
64110	Юго-Восточная 2	Ершов	0	1,23±0,10
64111	Юго-Восточная 4	Ершов	0	1,32±0,05
64114	Казачка	Красноярск	0-5	1,03±0,09
62635	Лада	Москва	0	1,44±0,06
64118	Омская 24	Омск	0	1,12±0,09
63054	Белянка	Саратов	0	2,41±0,18
60996	WW 19018	Швеция	0-5	1,15±0,15
61520	Eta	Польша	0	1,09±0,03
61860	Ostka Z Jaroslavia	Польша	0	0,99±0,08
-	MN 81095	США	0	0,86±0,25
31819	сложный гибрид	Мексика	0	1,04±0,41
St 1	Кинельская 59	Кинель	25	1,52±0,43
St 2	Прохоровка	Ершов	15	1,17±0,16

Выделенные источники устойчивости к мучнистой росе, также как и по бурой (листовой) ржавчине, в основном сразу же привлекались в скрещивания. При этом если гибридная популяция с данными формами оказывалась слабо адаптированной к условиям исследований, но обладала ценными характеристиками по устойчивости, из них формировали так называемую группу «промежуточных гибридов», устойчивых к различным листовым болезням, использование которых, в последующих скрещиваниях, увеличивало

адаптационные свойства нового гибридного материала с генами устойчивости от неадаптированного сорта.

В результате селекционных работ были созданы продуктивные линии, устойчивые к мучнистой росе (Таблица 17).

Таблица 17 – Селекционные линии, сочетающие устойчивость к мучнистой росе и высокую продуктивность, 2000–2009 гг.

Образец	Происхождение (основа гибридной комбинации)	Степень развития, %	Средняя масса зерна с растения, г
Линия 4986	Заволжская, Saffran	0	0,91±0,27
Эритроспермум 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	1,37±0,17
Грекум 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	1,42±0,40
Лютесценс 3409	Кутулукская, Rescue	0	1,58±0,41
Альбидум 4412	Заволжская, Saffran	0	2,01±0,36
Кинельская нива	Л-503, Тулайковская 1	0	2,02±0,65
Эритроспермум 5032	Заволжская, 356ABC, Л-503	0-5	1,74±0,40
Эритроспермум 5398	Кинельская 59, Л-503	0-5	1,83±0,35
Лютесценс 3918	Тулайковская 1, Целинная 24	0-5	2,03±0,40
Грекум 4445	Эритроспермум 3485, Sunnan	0-5	1,28±0,37
Эритроспермум 3582	Кутулукская, Nadadores	0-5	2,45±0,20
Кинельская 59, St 1	Кинель	25	1,52±0,43
Прохоровка, St 2	Ершов	15	1,17±0,16

За последнее десятилетие на селекционных и производственных посевах не наблюдалось эпифитотийного развития мучнистой росы. Однако в питомнике изучения коллекционного материала в 2014 году была отмечена высокая степень поражения данным заболеванием на восприимчивых сортах Бирюсинка (Иркутск) до 80%, Полюшко (Новосибирск) – до 60%, что позволило в условиях данного года пополнить рабочую признаковую коллекцию новыми сортами, устойчивыми к мучнистой росе: Кинельская нива, Эритроспермум 4092, Эритроспермум 4143, Эритроспермум 4146, Эритроспермум 4147,

Эритроспермум 6310 (Кинель), Новосибирская 44 и Новосибирская 31 (Новосибирск), Ярица (Ульяновск), Дуэт (Челябинск), Septima (Чехия).

Особую ценность, несомненно, представляет селекционный материал, созданный в 2000–2009 годах на основе адаптированных местных сортов, сочетающих устойчивость к основным возбудителям листовых болезней в регионе (Таблица 18).

Таблица 18 – Сорта и линии яровой мягкой пшеницы с комплексной устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе

Образец	Происхождение (основа гибридной комбинации)	Степень развития, %	
		бурая ржавчина	мучнистая роса
Линия 4986	Заволжская, Saffran	0	0
Эритроспермум 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	0
Грекум 5523	Кинельская 59, Ершовская 32	0	0
Эритроспермум 3906	Л-503, Тулайковская 1	0	0
Кинельская нива	Л-503, Тулайковская 1	0	0
Альбидум 4412	Заволжская, Saffran	0	0
Эритроспермум 5032	Заволжская, 356ABC, Л-503	0	0-5
Грекум 4765	Тулайковская 1, А-4 (к-56395)	0	0-5
Эритроспермум 5398	Кинельская 59, Л-503	0-ед.	0-5

В последующие годы изучения максимальная степень поражения растений мучнистой росой находилась в 2017 году – в пределах 70%, 2015 г. – 50%, в последующие годы – до 30%. Самый низкий показатель был отмечен в 2019 году – оба восприимчивых сорта (Бирюсинка и Полюшко) поразились только в пределах 15%. Таким образом, изучение коллекционных образцов и созданных селекционных линий с 2010 по 2019 годы, позволило расширить и обновить рабочую признаковую коллекцию сортов, устойчивых к мучнистой росе следующими наиболее адаптированными к местным агроклиматическим условиям формами (Таблица 19).

Таблица 19 – Лучшие сорта и селекционные линии, выделенные за период с 2014 по 2021 гг. по устойчивости к мучнистой росе

Сорт	Происхождение	Степень поражения по годам*, %		
		2014	2017	2019
Кинельская нива, st 1	Кинель	0	0	0
Тулайковская 108, st 2	Безенчук	0	0-1	0
Апасовка	Алтайский край	0	0-5	0
Башкирская 28	Башкортостан	0	0-5	0-1
Эритроспермум 4089	Кинель	0-1	0-1	0
Эритроспермум 4092	Кинель	0	0	0
Эритроспермум 4112	Кинель	0-5	0	0
Эритроспермум 4143	Кинель	0	0-1	0
Эритроспермум 4144	Кинель	0-1	0-5	0
Эритроспермум 4146	Кинель	0	0-5	0
Эритроспермум 4147	Кинель	0	0	0
Лютесценс 4394	Кинель	0-1	0	0
Лютесценс 6045/7	Кинель	0-1	0-5	0
Эритроспермум 6310	Кинель	0	0	0
Новосибирская 44	Новосибирск		0-1	0-1
Новосибирская 31	Новосибирск	0	0-1	0
Омская 37	Омск	0	0-1	0-1
Сигма 2	Омск	0-5	0	0
Хуторянка	Тамбов	0-5	0	0
Ярица	Ульяновск		0	0
Ульяновская 105	Ульяновск	0-5	0	0
Дуэт	Челябинск	0	0-1	0-5
КВС Аквилон	Германия	0-5	0-1	0
Septima	Чехия	0	0	0
Восприимчивый генотип		80	70	15

* приведены года с высокой степенью поражения растений (2014; 2017) и средней (2019)

В Таблице 19 приведены данные по двум годам с максимальным проявлением болезни за изучаемый период (2014 и 2017 гг.), а также 2019 год, когда поражение мучнистой росой на посевах коллекционного и исходного материала было минимальным. Большинство лет изучения в предыдущее десятилетие фактически было непригодным для дифференциации сортов по устойчивости к данному заболеванию. Изучение материала показало, что полностью иммунных к мучнистой росе генотипов не так много – Кинельская нива, Эритроспермум 4092, Эритроспермум 4147, Эритроспермум 6310 (Кинель), Ярица (Ульяновск). Septima (Чехия). В тоже время необходимо отметить, что ряд сортов имеют поражение мучнистой росой даже в благоприятные для развития болезни годы, в пределах не более 5% и при этом данный уровень поражения генотипа сохраняется долгие годы.

Длительная устойчивость генотипа к листовым заболеваниям имеет важное значение в селекционном процессе и образцы, показывающие в течение десятилетий поражение бурой (листовой) ржавчиной и/или 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 «пирамидой генов». При этом необходимо учитывать, в свете более современных исследований, что в процессе формирования длительной резистентности могут быть задействованы гены множественной устойчивости к болезням, которые вызывают врожденный иммунитет путем распознавания молекулярных паттернов, связанных с грибными патогенами. В исследованиях A. Fan, L. Wei, X. Zhang et al. [2022] клонированный ген рецептороподобной киназы *LysM*, *CERK1-V*, из диплоидного вида пшеницы *Triticum aestivum*, при взаимодействии с белком *LysM TaCEBiPs* способствовал распознаванию хитина, вырабатываемого *Blumeria graminis f. sp. tritici* и сверхэкспрессия *CERK1-V* подавляла развитие трех грибных патогенов, в том числе – мучнистой росы и желтой ржавчины пшеницы.

5.3 Корневые гнили

В отличие от многих других болезней, корневые гнили зерновых культур вызывают различные патогены и в большинстве случаев, это комплексное поражение растений сразу несколькими видами возбудителей. При этом необходимо отметить, что даже за сравнительно непродолжительный период наших исследований (34 года), видовой состав возбудителей болезни в условиях изменения климата также претерпел определенные изменения, в том числе добавились новые, ранее не наблюдавшиеся возбудители. Многие исследователи за последнее десятилетие отмечают также факт увеличения распространенности и вредоносности корневых гнилей зерновых культур. Основными причинами возникновения данных негативных последствий указываются такие факты как – упрощение приемов обработки почвы, в том числе без заделки стерни и растительных остатков, несбалансированное внесение удобрений, несоблюдение севооборотов, высокая насыщенность зерновыми культурами в отсутствии устойчивых сортов, что ведет в конечном счете к формированию разного видовой состав возбудителей болезни в регионах [Fernandez M.P., Huber D., Vasnyat P. et al., 2008; Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., 2004; Parikka P., Nakala K., Tiilikkala K., 2012; Гараев Р.И., Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М. и др., 2022].

Более 50 лет назад отмечалось, что почти 50 видов почвенных грибов и бактерий могут вызывать поражение сельскохозяйственных культур корневыми гнилями в посевах [Хохряков М.К., 1971; 1974], а в злаковых фитоценозах выделяли фузариозный и гельминтоспориозный, получивших наибольшее распространение в стране [Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И., 1976]. В исследованиях А.А. Сидорова [2001] на полях Поволжского НИИСС в условиях Самарской области патогенная микрофлора представляла в основном смешанную инфекцию, локализованную в ризосфере корней растений [Абдряева О.Ф., 2008]. Долгое время в научной литературе, связанной с растениеводством и селекцией, данный вид заболевания рассматривали в

большинстве случаев как фузариозно-гельминтоспориозную (обыкновенную) корневую гниль.

Всероссийским научно-исследовательским институтом защиты растений (ВИЗР) в современных условиях отмечается высокая зараженность семян зерновых культур патогенной микрофлорой, среди которых доминирующее положение занимают следующие возбудители корневых гнилей – *Bipolaris sorokiniana*, виды родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Septoria*, а также патогенные бактерии. При этом отмечается, что допустимый уровень зараженности семян одним из видов патогенов или их комплексом не должен превышать 5–10% [Назарова Л.Н., Жохова Т.П., Полякова Т.М. и др., 2013; Санин С.С., 2012; Семынина Т.В., 2013; Majumder D., Rajesh Th., Suting E.G. et al., 2013; Разина А.А., Дятлова О.Г., 2018].

Гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (*Helminthosporium sativum* Rammel) поражает пшеницу в различные фазы ее роста, вызывая увядание и гибель проростков, листовую пятнистость, обыкновенную корневую гниль, черноту зародыша зерна, и при этом каждая из болезней проявляется в разные фазы развития растений и устойчивые к одной болезни сорта могут оказаться восприимчивыми к другой [Тырышкин Л.Г., Михайлова Л.А., 1993; Duveiller E., Garcí'a Altamirano I., 2000; Абдряева О.Ф., 2008].

В совместных исследованиях с ВИЗР, проведенных в 1999–2001 гг., было определено, что почвенные фитопатогены на полях Поволжского НИИСС и в целом по Самарской области, вызывающие корневую гниль пшеницы, представлены грибами рода гелиминтоспориум, в основном это вид *Bipolaris sorokiniana* и грибами рода фузариум, с преобладанием видов – *Fusarium nivale*, *Fusarium culmorum*, со значительным перевесом в патогенном комплексе рода гелиминтоспориум [Абдряева О.Ф., 2008]. Частота встречаемости грибов рода гелиминтоспориум на относительно устойчивых сортах яровой пшеницы составила в среднем 27,6% и на поражаемых – 65,6%, тогда как грибов рода фузариум – соответственно 2,0 и 19,1% [Михальченко Л.М., Кинчаров А.И., Демина Е.А. и др., 2002; Демина Е.А., 2011].

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. При этом необходимо учитывать и взаимодействие между этими видами и подвидами [Hajihassani A., Maafi Z.T., Hosseininejad A., 2013]. На современном уровне развития селекции, создание и использование иммунных сортов в отношении большого количества возбудителей корневых гнилей считаем маловероятным, так как и в литературных источниках примеров получения искусственным образом подобных форм растений не выявлено.

Поэтому считаем, что создание иммунных форм на данный момент скорее всего не может быть главной целью при селекции на устойчивость к комплексу грибов, вызывающих корневые гнили. Целесообразны в данном случае поиск и применение, как в селекции, так и в производственных условиях, относительно устойчивых образцов яровой мягкой пшеницы, которые отличаются пониженной восприимчивостью к основным, наиболее вредоносным видам возбудителей корневых гнилей, проявляющиеся в критические фазы развития растений и ограничивающие рост численности популяций возбудителя во время вегетации.

Изучение в 1993 и 1994 гг. 31 образца яровой пшеницы на устойчивость к корневым гнилям не позволило выявить абсолютно устойчивые формы. Однако были выделены генотипы, показавшие относительную устойчивость к развитию данного заболевания в полевых условиях Самарской области: Восток (Московская обл.), Симбирка (Ульяновск), Саратовская 38, Альбидум 28 (Саратов), Скала РБ 2098 (Новосибирск), Смена (Омск), Скороспелая 2 (Тюмень) (Таблица 20). Максимально высокий процент пораженных растений корневыми гнилями, в наших исследованиях с соискателем Е.А. Деминой [2011], был отмечен у образцов С-250 (Индия) и Tanori 71 (Мексика) – 32 и 34% соответственно, что свидетельствует о высокой инфекционной нагрузке естественного фона на первом селекционном севообороте.

Таблица 20 – Сорты яровой мягкой пшеницы с минимальным поражением корневыми гнилями, 1993 и 1994 гг.

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Корневые гнили	
			степень развития	% пораженных растений
44283	Восток	Москва	9,1	17,3
56928	Симбирка	Ульяновск	8,2	14,8
43403	Саратовская 38	Саратов	5,2	11,0
58615	Альбидум 28	Саратов	9,0	17,1
55757	Эритроспермум 1887	Саратов	9,3	17,9
	Л-503	Саратов	9,8	16,4
44594	Комета	Свердловск	9,2	15,7
28130	Смена	Омск	3,6	7,4
58443	Скала РБ 2098	Новосибирск	8,8	15,4
55150	Скороспелая 2	Тюмень	9,0	18,7
	Кутулукская, St1	Самара	10,6	19,7
	Жигулевская, St2	Самара	17,3	28,2
Максимальное значение по разным сортам			20,7	34,0

Данный факт также позволяет вести селекционную работу по отбору образцов с высокой полевой устойчивостью к основным возбудителям данного заболевания. Однако наиболее важным моментом в данных исследованиях является то, что были выявлены образцы с минимальным процентом пораженных растений – от 6,0% и степенью развития корневых гнилей – от 2,7%, представляющие определенную ценность для селекционного процесса.

Исследования, продолженные во втором изучаемом десятилетии, позволили нам выявить среди коллекционных образцов и селекционных линий, созданных в лаборатории – формы, обладающие сравнительной и умеренной устойчивостью к корневым гнилям: Эритроспермум 5032, Золотица, Эритроспермум 3755, Эритроспермум 3922 (Кинель), Тулайковская золотистая,

Тулайковская 5 (Безенчук), сложный гибрид (к-31707, Мексика) [Кинчаров А.И., Демина Е.А., 2011].

Также на фоне высокой степени развития корневых гнилей (до 41,7%) и процента пораженных растений (до 90% – провокационный фон), были выделены образцы со средними значениями поражения растений данным заболеванием и показавшие при этом высокие значения элементов продуктивности растения. Среди образцов такого типа, проявивших толерантность к корневым гнилям, были отмечены сорта – Кинельская нива, Кинельская 62, Грекум 4445 (Кинель), Тулайковская юбилейная, Тулайковская 10 (Безенчук), Белянка, Л-505, ЮВ 4 (Саратов), а также ряд образцов из коллекции ВИР – Ботаническая 3, Иволга, Лада (Московская обл.), Линия 82:2120/1 (Ленинградская обл.) [Демина Е.А., Кинчаров А.И., 2010; Кинчаров А.И., Демина Е.А., 2011].

С учетом того, что наибольшую вредоносность корневые гнили наносят в начальные фазы развития растений [Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А. и др., 2007], передаваясь семенами [Najihassani M., Najihassani A., Khaghani S., 2012], и вызывая, в том числе, полную гибель проростков в полевых условиях, были проведены лабораторные исследования по искусственному заражению семян тремя основными видами возбудителей корневых гнилей родов – *Helminthosporium (Bipolaris)*, *Fusarium* и *Alternaria* согласно методическим указаниям Всероссийского НИИ фитопатологии.

Из сильно пораженных частей растений яровой пшеницы, выращенных на первом селекционном севообороте, были выделены в лабораторных условиях в чистую культуру (*in vitro*) возбудители корневых гнилей.

В ходе выполнения данных исследований были выделены в чистую культуру и определены следующие виды: *Bipolaris sorokiniana* (Рисунок 20; Рисунок 21; Рисунок Г. 1), *Fusarium avenaceum* (Рисунок 22), *Fusarium culmorum* (Рисунок 23), *Fusarium sambucinum* (Рисунок 24), *Trichothecium roseum* (Рисунок 25), *Alternaria spp.* (Рисунок 26; Рисунок 27; Рисунок Г. 2) и др.

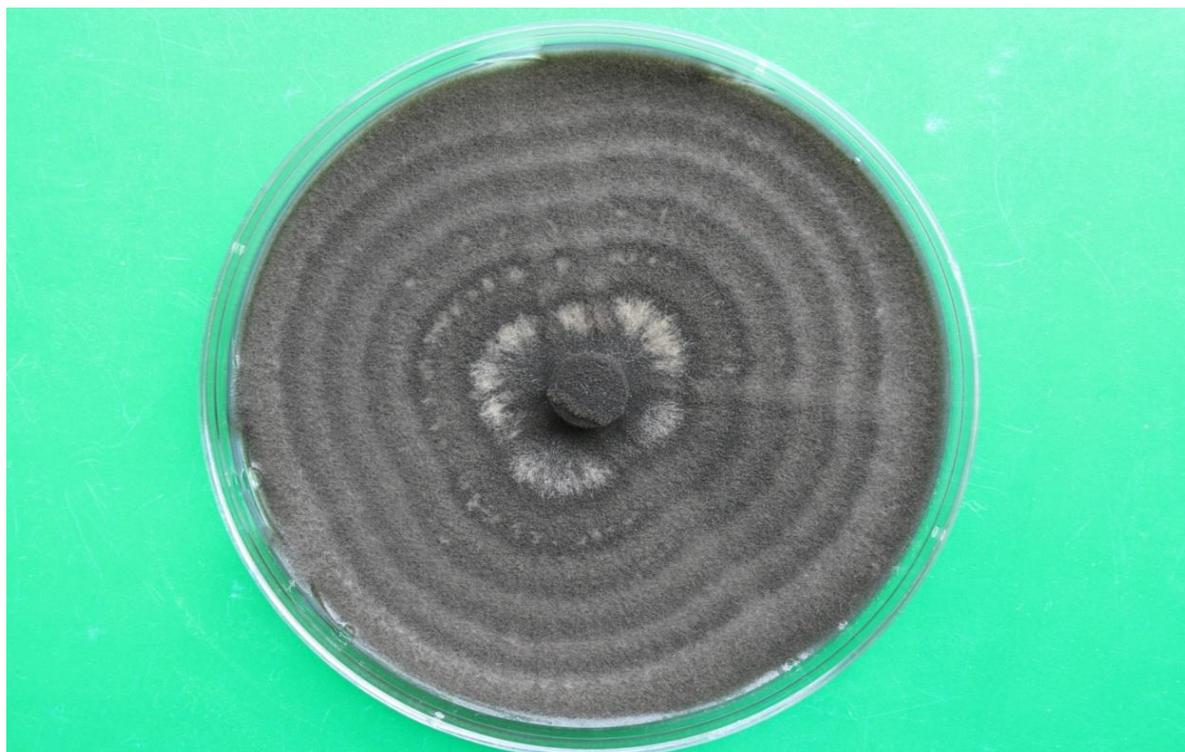


Рисунок 20 – *Bipolaris sorokiniana* выделенный в чистую культуру
(разработан автором)



Рисунок 21 – *Bipolaris sorokiniana* через стереомикроскоп
Olympus SZ51 с окуляром 10х (разработан автором)



Рисунок 22 – Возбудитель корневых гнилей *Fusarium avenaceum*
(разработан автором)



Рисунок 23 – Вид *Fusarium culmorum* в чистой культуре (разработан автором)



Рисунок 24 – Вид *Fusarium sambucinum* на картофельном агаре
(разработан автором)



Рисунок 25 – *Trichothecium roseum* на картофельном агаре
(разработан автором)



Рисунок 26 – *Alternaria spp.* в чистой культуре на картофельном агаре
(разработан автором)



Рисунок 27 – *Alternaria spp.* через стереомикроскоп
Olympus SZ51 с окуляром 10x (разработан автором)

Оценку устойчивости образцов яровой мягкой пшеницы к наиболее вредоносным и распространенным возбудителям родов *Helminthosporium*, *Fusarium* и *Alternaria* проводили в лабораторных условиях в рулонах влажной фильтровальной бумаги по методическим указаниям ВИЗР с концентрацией возбудителей соответственно 100 000, 250 000 и 200 000 конидий в 1 мл суспензии на трех районированных сортах собственной селекции – Кинельская 59, Кинельская нива и Кинельская отрада. Необходимо отметить, что начальные симптомы заражения всеми тремя патогенами визуально при учете друг от друга не отличались (Рисунок 28).



Рисунок 28 – Искусственное заражение семян яровой пшеницы возбудителями корневых гнилей (разработан автором)

Данная серия исследований показала, что концентрация грибов рода *Helminthosporium* (*Bipolaris*) в 100 тысяч конидий на 1 мл вызывала 100% поражение растений всех трех сортов, более 50% – степень развития болезни на них и до 10% – гибель проростков; грибы рода *Fusarium* – соответственно 67,5–

77,5%, 23,1–24,4% и 0% гибель проростков; рода *Alternaria* – 45,0–72,5%, 14,4–23,8% и 0% [Дёмина Е.А., Кинчаров А.И., 2010].

Влияние изученных в опыте возбудителей корневых гнилей на развитие проростков яровой мягкой пшеницы приведено в таблице 21.

Таблица 21 – Влияние искусственного заражения семян возбудителями корневых гнилей на развитие проростков яровой мягкой пшеницы

Сорт	Вариант заражения	Длина проростков, см	Длина корешков, см	Число корешков, шт.
Кинельская 59	контроль	20,97	22,24	4,47
	<i>B. sorokiniana</i>	12,99	16,06	2,72
	<i>Fusarium spp.</i>	19,47	18,23	3,95
	<i>Alternaria spp.</i>	19,70	22,09	3,93
Кинельская нива	контроль	19,21	18,50	4,75
	<i>B. sorokiniana</i>	10,38	12,65	3,00
	<i>Fusarium spp.</i>	17,27	17,07	3,95
	<i>Alternaria spp.</i>	19,76	18,68	4,38
Кинельская отрада	контроль	20,71	19,56	4,95
	<i>B. sorokiniana</i>	14,73	16,96	3,70
	<i>Fusarium spp.</i>	19,33	17,04	4,35
	<i>Alternaria spp.</i>	21,49	19,59	4,60
НСР ₀₅ (фактор А – сорт)		0,46	0,51	0,13
НСР ₀₅ (фактор Б – заражение)		0,53	0,59	0,15
НСР ₀₅ (фактор АБ)		0,92	1,02	0,25

При этом статистически значимое снижение показателей – длина проростков, длина корешков и число корешков отмечено по всем сортам при заражении семян грибами рода *Bipolaris* и *Fusarium*. Однако заражение семян грибами рода *Alternaria* в концентрации конидий 200 000 на один мл суспензии показало в ряде случаев – это по сортам Кинельская нива и Кинельская отрада, обладающих устойчивостью к листовым болезням, и некоторое увеличение длины проростков и корешков по отношению к контрольному варианту.

Для следующей серии искусственного заражения семян концентрацию конидий возбудителей корневых гнилей подбирали с учетом предшествующих наших исследований [Демина Е.А., Кинчаров А.И., 2010], которые были подкорректированы и составили по роду: *Bipolaris* – 80 000, *Fusarium* – 500 000 конидий в 1 мл суспензии.

Поражение растений корневыми гнилями определяли на 12–13-й день по шкале интенсивности поражения coleoptиле [Лесовой М.П., Кольнобрицкий Н.И., Сингаевская Н.И., 1985]. Устойчивость 12 коммерческих и перспективных образцов яровой мягкой пшеницы селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН к основным возбудителям корневых гнилей рода *Bipolaris* и *Fusarium* на начальных этапах роста и развития растений оценивали на фоне искусственного заражения чистой культурой гриба по степени развития болезни и проценту пораженных растений (Рисунок 29).



Рисунок 29 – Опыт с искусственным заражением семян сортов яровой пшеницы корневыми гнилями (разработан автором)

Экспериментальные данные также подвергали статистической обработке методом двухфакторного дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ «Agros 2.09» в соответствии с Методикой опытного дела [Доспехов Б.А., 1985].

Подобранные в ходе экспериментов концентрации суспензий грибов-возбудителей (*Bipolaris sorokiniana* – 80 000 конидий/мл и грибов рода *Fusarium* – 500 000 конидий/мл) позволили в лабораторных исследованиях достигнуть высокой эффективности заражения растений патогенами.

В среднем по сортам и возбудителям степень развития болезни составила около 28%, пораженных растений – 73%, на контрольном фоне – соответственно 4 и 16% (Таблица 22).

Таблица 22 – Развитие корневых гнилей (%) на сортах яровой пшеницы при искусственном заражении, лабораторный опыт

Сорт	Вариант опыта	Распространенность	Степень развития
Кинельская 59	контроль	17,5	4,4
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	45,0
	<i>Fusarium spp.</i>	57,5	18,1
Кинельская 60	контроль	25,0	6,3
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	50,6
	<i>Fusarium spp.</i>	62,5	22,5
Кинельская 61	контроль	17,5	4,4
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	45,6
	<i>Fusarium spp.</i>	55,0	17,5
Кинельская нива	контроль	12,5	3,1
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	92,5	38,1
	<i>Fusarium spp.</i>	47,5	14,4
Кинельская отрада	контроль	15,0	3,8
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	41,9
	<i>Fusarium spp.</i>	52,5	13,8

Продолжение таблицы 22

Сорт	Вариант опыта	Распространенность	Степень развития
Кинельская краса	контроль	17,5	4,4
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	37,5
	<i>Fusarium spp.</i>	42,5	12,5
Золотица	контроль	17,5	4,4
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	48,1
	<i>Fusarium spp.</i>	55,0	16,9
Эритроспермум 5199	контроль	10,0	2,5
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	92,5	36,9
	<i>Fusarium spp.</i>	40,0	10,0
Эритроспермум 5289	контроль	15,0	3,8
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	90,0	35,6
	<i>Fusarium spp.</i>	42,5	12,5
Эритроспермум 5623	контроль	2,5	0,6
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	85,0	30,6
	<i>Fusarium spp.</i>	25,0	6,3
Эритроспермум 5032	контроль	12,5	3,1
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	92,5	37,5
	<i>Fusarium spp.</i>	42,5	11,3
Альбидум 4412	контроль	25,0	6,3
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	100,0	50,0
	<i>Fusarium spp.</i>	70,0	21,3

Высокая степень развития болезни, отмеченная при заражении культурой гриба *Bipolaris sorokiniana* (от 30,6 до 50,6%), даже при снижении инфекционной нагрузки на семена, свидетельствует о большей агрессивности и вирулентности местного патотипа по отношению ко всем изучаемым сортам. При этом концентрация суспензий данного патогена, сниженная до 80 000 конидий на 1 мл, показала оптимальный вариант для оценки сортов.

Степень развития болезни при заражении грибами рода *Fusarium spp.* значительно ниже и составила по исследуемым сортам от 6,3 до 22,5%, при этом

концентрация конидий, увеличенная вдвое – до 500 000 на один мл, позволила достигнуть распространенности болезни до 70% в зависимости от сорта. Для оценки селекционного материала и скрининга образцов на устойчивость к данному возбудителю, концентрацию конидий *Fusarium spp.* в исследованиях можно увеличить, и возможно оптимальной будет 750 000±50 000 конидий/мл. Развитие болезни в контрольных вариантах на уровне от 0,6 до 6,3% свидетельствует о наличии незначительной инфекции на семенном материале.

Лабораторные исследования показали высокую степень дифференциации сортов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к поражению и степени выносливости к изученным возбудителям корневых гнилей, но при этом необходимо отметить, что среди исследованных образцов отсутствовали, как иммунные, так и полностью погибшие.

Можно выделить наибольшую устойчивость к возбудителям на инфекционном фоне у перспективного сорта яровой мягкой пшеницы Эритроспермум 5623 – степень развития *Bipolaris sorokiniana* – 30,6% и *Fusarium spp.* – 6,3%, при этом сорт также имел самый низкий процент пораженных растений (0,6%) в контрольном варианте. Образцы Эритроспермум 5623, Эритроспермум 5289, Эритроспермум 5199, Эритроспермум 5032 и Кинельская нива показали относительную устойчивость к грибам рода *Bipolaris*, также относительно устойчивыми (степень развития болезни менее 15%) к поражению грибами рода *Fusarium* можно считать образцы: Эритроспермум 5623, Эритроспермум 5199, Эритроспермум 5032, Эритроспермум 5289, Кинельская краса, Кинельская отрада и Кинельская нива. В тоже время необходимо отметить высокую степень развития обоих возбудителей корневых гнилей у сорта Кинельская 60: *Bipolaris sorokiniana* – 50,6 и *Fusarium spp.* – 22,5%.

Искусственное заражение различных сортов культурой гриба *Bipolaris sorokiniana* повышало степень развития болезни на 30,0–44,3%, *Fusarium* – на 5,7–16,2% по сравнению с контрольным вариантом, при этом количество пораженных растений увеличивалось до 100%. Данные эксперименты показали,

что при заражении культурой гриба *Bipolaris sorokiniana* показатели были максимально высокими и составили по сортам 85–100%, а при заражении грибом *Fusarium spp.* – несколько ниже и находились в пределах от 25 до 70%.

Как отмечается и в литературных источниках, грибная инфекция на поверхности семян оказывает более сильное влияние на начальный рост растений, чем инфекция, находящаяся в почве. Искусственное заражение семян возбудителями корневых гнилей показало существенное влияние на начальный рост растений яровой пшеницы и по таким показателям, как – длина проростков, число и длина зародышевых корешков. Наиболее существенное угнетение начального роста яровой пшеницы наблюдалось при заражении семян культурой гриба *Bipolaris sorokiniana*. По всем изучаемым сортам снижение длины проростков составило в пределах 3,73–10,70 см (19,0–46,0%) относительно контрольных вариантов, число зародышевых корешков уменьшалось на 0,68–1,40 шт. на растение (до 29,6%), а длина корешков снижалась на 2,19–7,08 см (до 32,2%) (Таблица 23).

Таблица 23 – Влияние искусственного заражения *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium spp.* на длину проростков, зародышевых корешков и число корешков

Сорт пшеницы	Вариант опыта	Длина проростков		Длина корешков		Число корешков	
		см	откл. от контроля	см	откл. от контроля	шт.	откл. от контроля
Кинельская 59	контроль	19,56		20,31		3,93	
	<i>Fusarium</i>	18,38	-1,18	19,19	-1,12	3,48	-0,45
	<i>Bipolaris</i>	15,84	-3,72	18,13	-2,18	3,10	-0,83
Кинельская 60	контроль	17,56		17,31		3,85	
	<i>Fusarium</i>	15,65	-1,91	16,13	-1,18	3,73	-0,70
	<i>Bipolaris</i>	12,80	-4,76	13,47	-3,84	3,03	-1,00
Кинельская 61	контроль	22,80		17,71		4,73	
	<i>Fusarium</i>	20,51	-2,29	16,58	-1,13	4,45	-0,28
	<i>Bipolaris</i>	16,63	-6,17	14,53	-3,18	3,63	-1,10

Продолжение таблицы 23

Сорт пшеницы	Вариант опыта	Длина проростков		Длина корешков		Число корешков	
		см	откл. от контроля	см	откл. от контроля	шт.	откл. от контроля
Кинельская нива	контроль	21,68		19,16		4,65	
	<i>Fusarium</i>	18,94	-2,74	17,76	-1,40	4,15	-0,50
	<i>Bipolaris</i>	14,44	-7,24	14,43	-4,73	3,45	-1,20
Кинельская отрада	контроль	21,96		19,14		4,73	
	<i>Fusarium</i>	17,91	-4,05	18,06	-1,08	4,58	-0,15
	<i>Bipolaris</i>	13,84	-8,12	15,40	-3,74	3,33	-1,40
Кинельская краса	контроль	19,59		18,26		3,98	
	<i>Fusarium</i>	17,73	-1,86	17,44	-0,82	3,38	-0,60
	<i>Bipolaris</i>	13,03	-6,56	15,24	-3,02	3,08	-0,90
Золотица	контроль	18,98		19,00		4,05	
	<i>Fusarium</i>	15,51	-3,47	17,99	-1,01	3,50	-0,55
	<i>Bipolaris</i>	10,25	-8,73	14,93	-4,07	3,00	-1,05
Эритроспермум 5199	контроль	21,00		19,01		4,63	
	<i>Fusarium</i>	17,74	-3,26	18,18	-0,83	4,43	-0,20
	<i>Bipolaris</i>	13,29	-7,71	14,73	-4,28	3,60	-1,03
Эритроспермум 5289	контроль	23,23		19,84		4,30	
	<i>Fusarium</i>	21,10	-2,13	18,18	-1,66	4,18	-0,12
	<i>Bipolaris</i>	15,16	-8,07	16,40	-3,44	3,63	-0,67
Эритроспермум 5623	контроль	25,10		21,96		4,78	
	<i>Fusarium</i>	22,44	-2,66	21,46	-0,50	4,48	-0,30
	<i>Bipolaris</i>	14,40	-10,70	14,89	-7,07	3,38	-1,40
Эритроспермум 5032	контроль	19,99		19,06		3,83	
	<i>Fusarium</i>	17,88	-2,11	18,04	-1,02	3,43	-0,40
	<i>Bipolaris</i>	13,54	-6,45	16,03	-3,03	3,10	-0,73
Альбидум 4412	контроль	18,60		17,49		4,40	
	<i>Fusarium</i>	16,09	-2,51	16,56	-0,93	4,40	0,00
	<i>Bipolaris</i>	12,13	-6,47	15,25	-2,24	3,55	-0,85
НСР ₀₅ сорт (А)		0,51		0,54		0,15	
НСР ₀₅ вариант (Б)		0,25		0,27		0,08	
НСР ₀₅ (АБ)		0,88		0,93		0,26	

Искусственное заражение семян культурой гриба *Fusarium spp.* оказывало менее угнетающее влияние на развитие проростков яровой мягкой пшеницы: снижение длины проростков составляло по сортам 1,19–4,05 см (до 18,4%), число и длина зародышевых корешков также уменьшались – на 0,13–0,60 шт. (до 15,1%) на растение и 0,50–1,66 см (до 8,4%) соответственно. Таким образом, по всем изучаемым сортам длина проростков в вариантах с заражением культурой гриба *Bipolaris sorokiniana* существенно уступала варианту без заражения (контроль).

При этом максимальное снижение показателей было отмечено на сортах Золотица и Эритроспермум 5623 (46,0 и 42,6% соответственно), а на вариантах с культурой гриба *Fusarium spp.* наибольшее снижение длины проростков пшеницы наблюдалось у сортов Кинельская отрада (на 18,4%) и Золотица (на 18,3%).

Заражение семян пшеницы возбудителями корневых гнилей оказывало негативное влияние и на корневую систему – на число и длину зародышевых корешков. В наших исследованиях при заражении культурой гриба *Bipolaris sorokiniana* число зародышевых корешков в большей степени снижалось на сортах Кинельская отрада (на 29,6%) и Эритроспермум 5623 (на 29,3%), в вариантах с *Fusarium sp.* – на сортах Кинельская краса и Золотица (15,1 и 13,6% соответственно), а у образца белозерной пшеницы Альбидум 4412 значение показателя не изменилось и осталось на уровне с контролем. У большинства сортов и линий, зараженных культурой гриба *Bipolaris sorokiniana*, длина зародышевых корешков снижалась почти на четверть по сравнению с контролем, а максимальное снижение отмечено у сорта Эритроспермум 5623 – на 32,2%, а при заражении грибом *Fusarium sp.* некоторое снижение длины корешков отмечено на сортах Эритроспермум 5289 и Кинельская нива (на 8,4 и 7,3% соответственно).

Серия экспериментальных исследований, выполненных нами в лабораторных и полевых условиях, позволяют отметить, что из наиболее изученных возбудителей корневых гнилей высокой патогенностью в условиях

Самарской области обладают грибы рода *Bipolaris*. При этом, как выяснилось в опытах по искусственному заражению, выделенная нами из местного материала в чистую культуру форма гриба *Bipolaris sorokiniana* показала очень высокую агрессивность и вирулентность ко всем исследуемым сортам, вызывая сильное угнетение начиная с начального роста и развития яровой пшеницы, существенно снижая длину проростков и зародышевых корешков, число корешков.

Подобранные (подкорректированные) экспериментальным опытом концентрации суспензий грибов-возбудителей (*Bipolaris sorokiniana* – 80 000 конидий/мл, *Fusarium spp.* – 500 000 конидий/мл) дают возможность получить высокий процент пораженных растений и позволяют выделить относительно устойчивые к возбудителям болезней сорта яровой мягкой пшеницы.

Комплексные полевые и лабораторные исследования позволяют отметить, что основные возбудители корневых гнилей (рода *Bipolaris* и *Fusarium*) в Самарской области, несмотря на различную потенциальную их агрессивность и вирулентность, способны поражать все районированные сорта яровой пшеницы и оказывать ощутимый негативный эффект начиная с начальных этапов развития растений. Экспериментальными исследованиями нами выделенные только как относительно устойчивые к основным возбудителям корневых гнилей сорта яровой мягкой пшеницы – Эритроспермум 5032, Эритроспермум 5199, Эритроспермум 5289, Эритроспермум 5623, Кинельская краса, Кинельская нива, которые предлагаются для включения в селекционные программы по созданию относительно устойчивых форм [Кинчаров А.И., Демина Е.А., 2011].

В предыдущих исследованиях нами отмечалось наличие инфекционного начала на семенах яровой пшеницы, количество которых конечно зависит от многих факторов. При этом необходимо отметить, что в рамках ведения органического земледелия важным моментом для получения высокой урожайности любой сельскохозяйственной культуры будут неинфицированные семена, так как болезни, передающиеся через семена, являются причиной снижения урожайности и более того, сами семена становятся причиной дальнейшего распространения заболевания. Многими исследователями

отмечается, что основная масса патогенов растений передаются семенами, среди которых грибы являются наиболее опасными и вредными для зерновой промышленности, по сравнению с бактериями и нематодами [Hajihassani M., Hajihassani A., Khaghani S., 2012; Majumder D., Rajesh Th., Suting E.G. et al., 2013; Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., 2021] и грибы являются вторыми по вредоносности для зерна пшеницы после насекомых [Rehman A., Sultana K., Minhas N. et al., 2011]. Таким образом, можем констатировать, что в современном мире именно семенные грибные инфекции являются одной из наиболее важных биотических проблем в семеноводстве, которые ответственны за поражение растений и возможную последующую гибель проростков (зерен), влияя на энергию прорастания и, таким образом, вызывают некоторое снижение всхожести, а также изменения в развитии растений [Piotrowska M., Slizewska K., Biernasiak J., 2013; Lafiandra D., Riccardi G., Peter RS., 2014]. Исследователями в различных регионах мира сообщается о микофлоре пшеницы, переносимой семенами, которая включает: *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium moniliforme*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. nivale*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides*, *Cladosporium herbarum*, *Stemphylium botryosum* [Nirenberg H., Schmitz-Elsherif H., Kling C.I., 1994; Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M. et al., 2016]. В ряде других агроклиматических условий, наиболее распространёнными грибами, выделенными из семян пшеницы, являются *Absidia sp.*, *Aspergillus sp.*, *A. candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. sulphureus*, *Cephalosporium sp.*, *Chaetomium globosum*, *Curvularia lunata*, *Drechslera halodes*, *D. hawaiiensis*, *D. tetramera*, *F. oxysporum*, *F. pallidoroseum*, *F. subglutinans*, *Penicillium sp.*, *Rhizoctonia solani* и *Rhizopus sp.* [Fakhrunnisa M., Hashmi H., Ghaffar A., 2006; Ашмарина Л.Ф., Горобей И.М., 2008]. С учетом огромного разнообразия всевозможных патогенов на семенах пшеницы, в каждом регионе перед посевом они должны быть исследованы, проведена фитоэкспертиза семян, для предотвращения в дальнейшем потери урожая, а поскольку в долгосрочной перспективе семена являются залогом хорошего урожая, они должны быть к тому же хорошо изучены [Rajendra Kumar Seth, Shah Alam, 2015].

Исследования зерна семи сортов яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания Поволжского НИИСС (Рисунок 30), полученные на высоком провокационном фоне для селекционных целей, показали, что все образцы заражены в различной степени патогенным комплексом, включающим как сапрофитные, так и паразитные патогены.



Рисунок 30 – Фитоэкспертиза семян яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания (разработан автором)

Согласно нашим исследованиям, зараженность семян на делянках конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы действительно значительно разнится в зависимости от условий года и сорта.

Лучшим состоянием здоровья и соответственно меньшей зараженностью отличались семена урожая 2017 года, выращенные в благоприятных условиях (влажная и прохладная погода до цветения и в последующем – сухая и жаркая, вплоть до уборки урожая). В этих условиях, как отмечалось нами, зараженность семян сортов и линий яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания составила от 31 до 56% [Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., 2021] (Таблица 24).

Таблица 24 – Фитопатологическая оценка семян яровой мягкой пшеницы урожая 2017–2019 гг., [Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., 2021].

Сорт, линия	Чернота зародыша, %	Здоровых семян, %	Семян, заражённых патогенами, %	Проростки с признаками корневой гнили*
Зерно урожая 2017 года				
Эритроспермум 4144	0	62,0	38,0	24,0
Эритроспермум 4146	0	55,0	45,0	20,0
Кинельская нива	0	58,0	42,0	11,0
Кинельская юбилейная	0	69,0	31,0	4,0
Кинельская 2010	1,33	54,0	46,0	7,0
Кинельская 59	1,57	44,0	56,0	11,0
Кинельская отрада	0,66	58,0	42,0	8,0
Среднее	0,51	57,1	42,9	12,1
Зерно урожая 2018 года				
Эритроспермум 4144	5,42	35,0	65,0	22,0
Эритроспермум 4146	5,60	31,0	69,0	36,0
Кинельская нива	0,72	61,0	39,0	14,0
Кинельская юбилейная	0	52,0	48,0	7,0
Кинельская 2010	0	49,0	51,0	20,0
Кинельская 59	0	38,0	62,0	20,0
Кинельская отрада	0,27	41,0	59,0	17,0
Среднее	1,72	43,9	56,1	19,4
Зерно урожая 2019 года				
Эритроспермум 4144	6,0	25,0	75,0	26,0
Эритроспермум 4146	4,0	23,0	77,0	16,0
Кинельская нива	4,0	32,0	68,0	13,0
Кинельская юбилейная	4,0	48,0	52,0	3,0
Кинельская 2010	1,0	25,0	75,0	10,0
Кинельская 59	9,0	24,0	76,0	23,0
Кинельская отрада	2,0	36,0	64,0	13,0
Среднее	4,29	30,4	69,6	14,9

*Проростков с признаками корневой гнили от общего количества просмотренных, %

В неблагоприятно засушливом 2018 году зараженность семян по большинству сортов возросла до 39–69%, а в неблагоприятном и по температурному режиму 2019 году, увеличилась в среднем по всем сортам, по сравнению с 2017 годом, почти в 1,6 раза.

Наиболее здоровые семена были отмечены в 2017 г. у сорта Кинельская юбилейная, в 2018 – у сортов Кинельская нива и Кинельская юбилейная, в 2019 году – Кинельская юбилейная и Кинельская отрада.

Более высокой заспорённостью семян грибной инфекцией в условиях 2018–2019 гг. отличались семена перспективных сортов яровой мягкой пшеницы Эритроспермум 4146 и Эритроспермум 4144, а также сорта «долгожителя» – Кинельская 59, однако, несмотря на это сорта имеют высокую полевую устойчивость ко многим болезням, что позволяет им формировать высокий урожай качественного зерна.

Необходимо также отметить, что семена (зерно) урожая 2019 г. были сильнее поражены «чернотой зародыша» и это можно объяснить неблагоприятными условиями в период созревания зерна – резкое колебание дневных и ночных температур воздуха, причем ночные температуры опускались до 6–7°C, а амплитуды суточных колебаний температуры воздуха в отдельные дни доходили до 23–25°C, на фоне жесткой атмосферной засухи.

Такие погодные качели могли привести к образованию стрессовых аминокислот и белков у ряда сортов конкурсного испытания, что в свою очередь способствовало появлению черноты зародыша. При этом необходимо отметить, что семена с черным зародышем (отдельный опыт с урожаем зерна одного года) не оказывали влияния на энергию прорастания и всхожесть семян (Рисунок 31). Однако проявление черного зародыша на зерне существенно ухудшало внешнее состояние зерна и ее товарный вид (Приложение Г: Рисунок Г.1 и Рисунок Г.2).

Следовательно, для принятия решения о браковке таких линий, необходимо провести глубокий биохимический анализ зерна в современной лаборатории, на наличие ценных аминокислот и белков.



Рисунок 31 – Определение энергии прорастания и всхожести семян с «чернотой зародыша» (разработан автором)

В тоже время отмечаем, что аналогичные погодные условия способствуют большему развитию грибной инфекции на семенах, особенно грибов рода *Alternaria*. Также по результатам наших исследований можем отметить, что не всегда высокая степень заселенности семян колониями грибов, вызывающих корневые гнили, приводит к появлению признаков болезни на стадии прорастания семян. Самая высокая зараженность семян патогенами, способными вызывать корневые гнили, отмечена на зерне урожая 2019 года – в среднем 69,6%, а по сортам от 52,0 до 77,0%. При этом проростков с признаками корневой гнили отмечено в среднем по сортам на 14,9% растений, что ниже уровня 2018 года (на 4,5%), когда зараженность семян патогенами была ниже уровня 2019 года на 13,5%.

Нами выявлено, что признаки развития корневой гнили отмечаются в том случае, если колония тех или иных грибов возникает в зоне проростка – прямо на нем или в непосредственной близости (Рисунок 32).

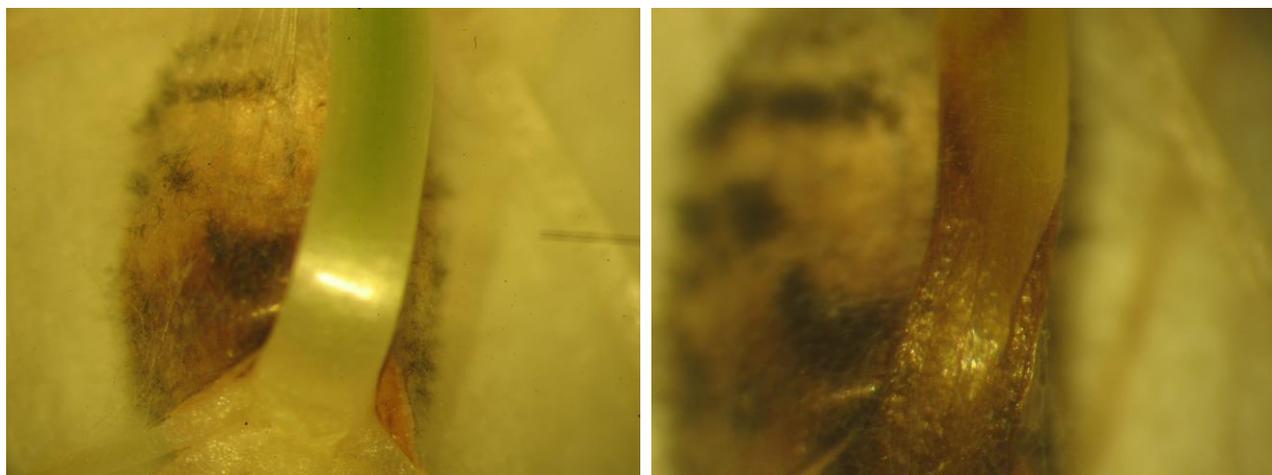


Рисунок 32 – Здоровый росток пшеницы (слева) и пораженный возбудителями корневой гнили (справа), (разработан автором)

R.M. Clear и S.K. Patrick'Can [1993] сообщали о выделении на зерне пшеницы 35 родов грибов 59 видов, в том числе наиболее важных – *Alternaria*, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Nigrospora* и *Septoria nodorum*.

В наших исследованиях зерна, собранного с делянок конкурсного сортоиспытания яровой мягкой пшеницы в течение трех лет, анализировались образцы каждого сорта в отдельности по годам и на семенах выявлялись, как сильно патогенные, так и слабопатогенные и сапрофитные грибы, которые включали такие рода как – *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Stemphylium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и *Nigrospora*. (Таблица 25) [Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., 2021].

При этом стоит отметить, что *Alternaria spp.* преобладали среди всех грибов, обнаруженных на семенах пшеницы (частота встречаемости *Alternaria spp.* была в исследованиях самой высокой), за ними следовали *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Bipolaris sorokiniana*. Объединенная группа, «другие плесневые

грибы», в исследованиях была представлена в основном грибами рода *Cladosporium spp.* и грибами порядка *Mucorales* (родов *Mucor* и *Rhizopus*).

Таблица 25 – Частота встречаемости и относительная распространенность патогенных грибов на семенах яровой пшеницы, % (2017–2019 гг.), [Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., 2021].

Сорт	Частота встречаемости					Относительная распространенность				
	<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
Зерно урожая 2017 года										
Кинельская 59	0	10,0	19,0	13,0	13,0	0	17,9	33,9	23,2	23,2
Кинельская нива	2,0	26,0	6,0	4,0	2,0	4,8	61,9	14,3	9,5	4,8
Кинельская отрада	0	8,0	23,0	6,0	5,0	0	19,0	54,8	14,3	11,9
Кинельская 2010	2,0	13,0	13,0	9,0	6,0	4,3	28,3	28,3	19,6	13,0
Кинельская юбилейная	0	15,0	3,0	5,0	8,0	0	48,4	9,7	16,1	25,8
Эритроспермум 4144	0	18,0	3,0	7,0	10,0	0	47,3	7,9	18,4	26,3
Эритроспермум 4146	0	19,0	7,0	6,0	11,0	0	42,2	15,5	13,3	24,4
Среднее	0,6	15,6	10,6	7,1	7,9	1,4	36,3	24,6	16,6	18,4
Зерно урожая 2018 года										
Кинельская 59	0	15,0	26,0	7,0	14,0	0	24,2	41,9	11,3	22,6
Кинельская нива	1,0	10,0	10,0	7,0	11,0	2,6	25,6	25,6	17,9	28,2
Кинельская отрада	0	12,0	33,0	9,0	5,0	0	20,3	55,9	15,3	8,5
Кинельская 2010	0	17,0	24,0	1,0	9,0	0	33,3	47,0	2,0	17,6
Кинельская юбилейная	1,0	7,0	16,0	5,0	19,0	2,1	14,6	33,3	10,4	39,6
Эритроспермум 4144	0	18,0	30,0	6,0	11,0	0	27,7	46,2	9,2	16,9
Эритроспермум 4146	0	19,0	34,0	3,0	13,0	0	27,5	49,3	4,3	18,8
Среднее	0,3	14,0	24,7	5,4	11,7	0,5	24,9	44,0	9,6	20,9

Продолжение таблицы 25

Сорт	Частота встречаемости					Относительная распространенность				
	<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*
Зерно урожая 2019 года										
Кинельская 59	2,0	7,0	43,0	3,0	19,0	2,6	9,2	56,6	3,9	25,0
Кинельская нива	0	9,0	36,0	3,0	16,0	0	13,2	52,9	4,4	23,5
Кинельская отрада	2,0	11,0	36,0	0	14,0	3,1	17,2	56,3	0	21,9
Кинельская 2010	0	8,0	51,0	1,0	14,0	0	10,7	68,0	1,3	18,7
Кинельская юбилейная	0	1,0	36,0	2,0	13,0	0	1,9	69,2	3,8	25,0
Эритроспермум 4144	4,0	6,0	36,0	2,0	24,0	5,3	8,0	48,0	2,7	32,0
Эритроспермум 4146	0	8,0	53,0	1,0	13,0	0	10,4	68,8	1,3	16,9
Среднее	1,1	7,1	41,6	1,7	16,1	1,6	10,2	59,8	2,4	23,1

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

В отличие от предыдущих десятилетий (1990–2007 гг.), можем отметить, что в современных исследованиях возбудитель корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* в патогенном комплексе на семенах яровой пшеницы имеет меньшее распространение: так, в 2017 году доминировали грибы рода *Fusarium spp.* – с частотой встречаемости 15,6% и относительной распространенностью 36,3%, а также *Alternaria spp.* – 10,6 и 24,6% соответственно, в семенном материале урожая засушливого 2018 года – грибы рода *Alternaria spp.* (24,7% и 44,0%), *Fusarium sp.* (14,0% и 24,9%) и в условиях 2019 года – *Alternaria spp.* с частотой встречаемости 41,6% и относительной распространенностью 59,8%, другие плесневые грибы – соответственно – 16,1% и 23,1%.

Таким образом, ни в один из исследуемых годов *Bipolaris sorokiniana* не преобладал в патогенном комплексе грибной инфекции на семенах пшеницы и

замечено, что во влагообеспеченный 2017 год (при сухой уборке) наибольшее распространение имели грибы рода *Fusarium*, а в засушливых и острозасушливых условиях 2018 и 2019 гг. – рода *Alternaria*, представленного главным образом мелкоспоровыми видами и преимущественно видом – *Alternaria alternata*.

Полевые исследования текущего десятилетия, на участках экологического и конкурсного испытания, позволили выделить сравнительно устойчивые к корневым гнилям образцы, степень развития заболевания на которых не превышала 5% – сорт Кинельская 2010 и селекционные линии Лютесценс 3960, Эритроспермум 4112, Эритроспермум 4171 и Лютесценс 4294, созданные в лаборатории селекции и первичного семеноводства яровой пшеницы Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН.

В исследованиях также выделены формы с минимальным количеством растений, пораженных личинками различных вредителей: слабое повреждение личинками блошек отмечено у сортов Эритроспермум 1887, Смена, Скала РБ 2098, Скороспелая 2 и Казахстанская 17; личинками мух – Альбидум 28, Л-503, Смена, Скороспелая 2 и Казахстанская 17; хлебным пилильщиком – Восток, Эритроспермум 1887, Смена и Комета, и на высокопатогенном фоне, где максимальное повреждение растений хлебным пилильщиком составляло 33% (отмечено у образца под номером каталога к-42157 из Китая), слабое поражение вредителем, в пределах 1–2%, также отмечено и у образцов: к-56147 (Москва), Свяга (Ульяновск), Омская 17, Лютесценс 642 (Казахстан), Toutra (Норвегия), Та 5957 (Финляндия), Dachlem 1208/37, Opal, Erli и Quintis (Германия).

6 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАптиРОВАННОСТИ ГЕНОТИПОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Для разработки методики агроэкологической адаптированности генотипов, учитывающей разнообразие откликов образцов на изменения агроклиматических условий и исключающей субъективность оценок селекционного материала, были использованы экспериментальные данные семи лет (2015–2021 гг.) конкурсного испытания сортов яровой мягкой пшеницы. Одинаковый набор сортов ежегодно высевался на полях селекционного севооборота Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1989; 2019]. Набор изучаемого материала специально был подобран таким образом, что включал пять сортов института, включенных в Государственный реестр, и девять – перспективных для передачи на государственное испытание новых линий [Кинчаров А.И., Демина Е.А., Кинчарова М.Н. и др., 2022]. Условия лет изучения образцов были крайне разнообразные, охватывали практически весь спектр отклонений погодных условий за последнее десятилетие. Вкратце, года изучения сортов характеризовались следующим образом: 2015, 2016 и 2019 – неблагоприятные погодные условия для культуры, с засушливыми и острозасушливыми проявлениями в течение вегетационного периода, 2017 – благоприятный год (220 мм осадков за вегетацию при среднемноголетнем значении – 163 мм), 2018 год – средний, в котором засушливые явления проявились от посева до начала налива зерна, на фоне средних температур воздуха, 2020 год – засушливые условия и высокий температурный фон в фазу налива зерна и 2021 год – высокая температура воздуха и засушливые условия от всходов до кущения и далее от начала колошения и до уборки. Температурный фон вегетационного периода 2021 года составил 23,0°C, что близко к аномально жаркому и засушливому 2010 году – 23,2°C. Природно-климатическое местоположение опытного участка

типично для землепользования площадью более пяти миллионов гектаров, охватывающее части Самарской, Оренбургской областей, Республик Татарстан и Башкортостан, характеризуется как зона рискованного земледелия, где засушливые годы чередуются с острозасушливыми и умеренно влажными, и это оказывает существенное влияние на объемы валовых сборов зерна по годам. Разрабатываемая методика должна помочь в подборе сортов для снижения волатильности урожайности и решения вопроса стабилизации валовых сборов зерна в регионе.

Для разработки комплексного оценочного показателя в работе использованы общеизвестные методы определения следующих показателей по 14 сортам и линиям в течение семи лет:

– индекса сорта, вычисляемого как разность средней урожайности сорта за семь лет и средней урожайности всех сортов по опыту за все годы (всех сортов во всех средах). Данный показатель в литературе используется многими авторами под различными наименованиями [Eberhart S.A., Russell W.A., 1966; Хангильдин В.В., Бирюков С.В., 1984; Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989; Мартынов С.П., Крупнов В.А., 1977; Мартынов С.П., Мусин Н.Н., Кулагина Т.В., 1993; Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И., 1994; Жаркова С.В., 2019];

– отзывчивости сорта на благоприятные условия, определяемой как разность между максимальной урожайностью сорта и его средним значением за годы исследований [Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М. и др., 2000; Зыкин В.А., Россеева Л.П., Белан И.А. и др., 2005];

– депрессия урожайности сорта на неблагоприятные условия (показатель стрессоустойчивости), рассчитанной как разность между минимальным и максимальным значением по сорту [Гончаренко А.А., 2005].

Для разработки предлагаемой методики проанализированы урожайные данные одинакового набора сортов в очень контрастных погодных условиях, проявившихся в регионе и охвативших практически весь спектр погодных явлений и условий, наблюдавшихся за последние десятилетия. При этом условия

ряда лет уже были близки к средним прогнозным значениям погодных условий на ближайшее десятилетие – до 2030 года, рассчитанных выше в данной работе. Достоверность урожайных данных в условиях каждого года (это могут быть и разные экологические точки) должна подтверждаться статистической обработкой данных [Доспехов Б.А., 1985], позволяющей рассчитать наименьшую существенность разность (НСР) между сортами. Расчеты могут быть выполнены соответствующими программными продуктами, например, – «Agros 2.09» [Мартынов С.П., Мусин Н.Н., Кулагина Т.В., 1993], «Statistica» и, в том числе, общедоступной программой «Анализ данных» в Microsoft Office Excel с расчетом наименьшей существенной разности на 95% уровне. Наиболее удобным вариантом для ежегодного расчета НСР в Microsoft Office Excel является Инструмент анализа – «Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений», который позволяет получить статистические данные, как по строке (изучаемые сорта), так и по столбцам (повторности – не менее 4-х) и в таком случае, в сводной таблице статистических данных (дисперсионный анализ) получают фактические значения F фактическое и F критическое по источнику вариации строки (сорта) и столбцы (повторности):

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Строки	341,4288	13	26,26375	6,248621132	3,84806E-06	1,98052833
Столбцы	1896,781	3	632,2601786	150,4261316	1,78125E-21	2,845067813
Погрешность	163,922	39	4,203127289			
Итого	2402,131	55				

Далее, согласно методики опытного дела, если F фактическое больше F теоретическое ($F_{ф} > F_{критическое}$), нулевая гипотеза в статистической обработке отвергается и можно рассчитать наименьшую существенную разницу (НСР) между сортами, используя данные дисперсионного анализа и критерий Стьюдента, что можно также сделать в таблицах Microsoft Office Excel, применяя формулы и гиперссылки, а далее использовать данные по соответствующему году (экологической точке) для оценки агроэкологической адаптированности сортов. В случае, если F фактическое меньше F теоретическое ($F < F_{критическое}$), нулевая гипотеза принимается ($H_0 = 0$), и

данные по соответствующему году или экологической точке не могут быть использованы в дальнейших исследованиях и расчетах.

После анализа урожайных данных за несколько лет и/или экологических точек, подготавливается сводная таблица экспериментальных данных (желательно в Excel), куда заносятся показатели урожайности зерна по сортам и годам (и/или экологическим точкам). В нашем случае, для разработки соответствующей методики, это данные урожайности зерна яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания 14 сортов и перспективных линий за семь лет в одной экологической точке [Кинчаров А.И., Демина Е.А., Кинчарова М.Н. и др., 2022] (Таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность зерна образцов конкурсного испытания пшеницы мягкой яровой за 2015–2021 гг., [Кинчаров А.И. и др., 2022].

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
Эритроспермум6310	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 среды, года (I_j), т/га	-0,46	-0,48	1,06	0,23	-0,59	0,72	-0,53	0,00	—

Показатели средних значений по годам и сортам, а также индексы урожайности и условий среды (выделены серым цветом) удобнее высчитывать при помощи созданных в Excel формул (с последующим их копированием в аналогичные ячейки) или с помощью калькулятора высчитывать и заносить данные в таблицу, что более трудоемко и затратно по времени.

По статистически обработанным значениям урожайности сорта по годам рассчитывается средняя урожайность сорта за все годы исследований (X_i). Данную процедуру также удобнее выполнить методом дисперсионного анализа, результаты которого приведены в Приложение Г.1, при этом получаем среднее значение урожайности по сортам, по годам, дисперсию (позволяет рассчитать коэффициент вариации признака по каждому сорту), стандартное отклонение и соответствие $F_{ф} > F_{критическое}$ (теоретическое), что важно для определения соответствия данных с экологических точек и нулевая гипотеза при статистической обработке должна отвергаться.

Также данные показатели можно рассчитывать по формуле, применяемой многими исследователями для вычисления среднеарифметического значения, которая определяется как отношение суммы урожайности за годы испытания к количеству лет испытания:

$$X_i = \frac{\sum X_{ij}}{m} \quad (4)$$

где X_i – средняя урожайность i -го сорта за годы испытания;

$\sum X_{ij}$ – сумма урожайности i -го сорта в j -ой среде (год);

m – количество лет испытания.

Для примера расчета, в данных исследованиях средняя урожайность сорта Кинельская 59 равна: $X_i = (1,76+1,99+3,03+2,27+1,78+3,28+1,93) / 7 = 2,29$ (4).

В таблице Excel, в соответствующей ячейке нажимаем «=» и выбираем функцию «СРЗНАЧ» для выделенного диапазона значений. Любым из вариантов, аналогично рассчитывается средняя урожайность по другим изучаемым сортам.

Кроме средней урожайности по сорту, важное значение для выполнения дальнейших аналитических расчетов и сравнений имеет показатель средней урожайности по опыту (X), которая определяется как отношение суммы урожайности зерна всех сортов за все годы испытания к произведению количества сортов и лет испытания, то есть – среднее значение всех показателей:

$$X = \frac{\sum_i \sum_j X_{ij}}{m * n} \quad (5)$$

где X – средняя урожайность по опыту за годы испытания;

$\sum_i \sum_j X_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов по всем годам;

m – количество лет испытания;

n – количество сортов в испытании.

Таким образом, согласно приведенной формулы (5), средняя урожайность по опыту в наших исследованиях составляет:

$$X = (1,76 + 1,99 + 3,03 + \dots + 2,25 + 3,40 + 2,23) / 7 \times 14 = 147,69 / 98 = 2,67$$

Расчет средней урожайности по опыту позволяет сравнивать изучаемые образцы как между собой относительно среднего уровня, так и каждого сорта относительно средней урожайности по опыту.

Наиболее важным и ценным в данном случае показателем, в том числе и для разработки оценки агроэкологической адаптированности сортов (генотипов) является – индекс урожайности сорта (I_i), рассчитываемый аналогично индексу условий среды по S.A. Eberhart, W.A. Russell [1966] или идентично показателю общая адаптивная способность сорта (OAC_i) по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой [Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989] – определяемая как разность средней урожайности по сорту и средней урожайности по опыту (выражается в тех же единицах, что и урожайность):

$$I_i = X_i - X, \quad (6)$$

где I_i – индекс урожайности сорта;

X_i – средняя урожайность i -го сорта;

X – средняя урожайность по опыту.

В нашем примере, согласно расчетам данных из таблицы, индекс урожайности сорта Кинельская 59 будет равен: $I_i = 2,29 - 2,67 = -0,38$ (т/га), показатель может иметь как отрицательное, так и положительное значение. По итогам соответствующих вычислений по всем сортам и для самоконтроля правильности расчетов – суммарное значение индексов урожайности всех сортов по опыту должно равняться нулю.

По аналогичной схеме определяется и индекс условий года или среды (I_j) – разность средней урожайности сортов за год и средней урожайности по опыту. Данный показатель необходим для анализа условий года и оценки разнообразия откликов сортов на изменение условий внешней среды. Он не используется в расчетах данной методики, но нужен при анализе итоговых данных по сортам. Однако данный показатель широко используется при расчете коэффициента линейной регрессии – b_i по S.A. Eberhart, W.A. Russell [1966], который равен отношению суммы произведений $X_i \times I_j$ деленный на сумму квадратов – I_j^2 .

В данной работе предлагается ввести один из базовых показателей для дальнейших анализов и расчетов – относительное значение индекса урожайности сорта ($I_{i\%}$). Новый показатель предлагается рассчитать как отношение разности средней урожайности сорта и средней урожайности по опыту (по факту – I_i индекс урожайности сорта) к средней урожайности по опыту выраженное в процентах (полученные результаты имеют, как положительное, так и отрицательное значение) или в таблице Excel можно записать формулу в виде отношения индекса урожайности сорта (рассчитаны показатели выше по формуле б) к средней урожайности по опыту, выраженное в процентах:

$$I_{i\%} = \frac{X_i - X}{X} * 100\%, \text{ или } I_{i\%} = \frac{I_i}{X} * 100\%, \quad (7)$$

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

X_i – средняя урожайность i -го сорта;

X – средняя урожайность по опыту.

Для наглядности, согласно экспериментальным данным из Таблицы 26, относительное значение индекса урожайности сорта Кинельская 59 в изучаемом наборе сортов за годы испытания составит по расчетам по предлагаемой формуле:

$$I_{i\%} = (2,29 - 2,67) / 2,67 \times 100\% = -0,38 / 2,67 = -14,23\% \text{ (Рисунок 33).}$$

Сорт	Урожайность по годам, ц/га								I _i	I _i %	Rang
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	средняя			
Кинельская 59	1,76	1,99	3,03	2,27	1,78	3,28	1,93	2,29	-0,38	-14,23	14
Кинельская отрада	1,99	1,87	3,13	2,48	1,82	3,39	1,88	2,37	-0,30	-11,24	13
Кинельская нива	2,11	2,10	3,65	2,80	2,01	3,33	2,00	2,57	-0,10	-3,75	11
Кинельская 2010	2,08	2,09	3,65	2,95	1,93	3,56	2,16	2,63	-0,04	-1,50	10
Кинельская юбил.	2,18	2,20	4,10	2,83	2,24	3,57	2,16	2,75	0,08	3,00	5
Кинельская волна	2,34	2,25	4,07	3,10	2,25	3,40	2,23	2,81	0,14	5,24	3
Эритроспермум 4144	2,12	2,08	4,01	2,91	2,05	3,51	2,15	2,69	0,02	0,75	8
Эритроспермум 4146	2,25	2,19	3,75	2,95	2,04	3,61	2,21	2,71	0,04	1,50	7
Эритроспермум 6102	2,30	2,39	4,08	3,22	2,31	3,43	2,28	2,86	0,19	7,12	2
Эритроспермум 6310	2,43	2,46	3,68	3,15	2,39	3,73	2,51	2,91	0,24	8,99	1
Эритроспермум 6381	2,27	2,34	3,60	2,84	2,10	3,33	2,06	2,65	-0,02	-0,75	9
Эритроспермум 6517	2,18	2,41	3,82	2,96	2,24	3,59	2,35	2,79	0,12	4,49	4
Эритроспермум 6019	2,37	2,08	3,58	3,03	1,91	2,91	2,02	2,56	-0,11	-4,12	12
Лютесценс 6029	2,64	2,28	4,06	3,15	2,11	2,82	2,05	2,73	0,06	2,25	6
Ср.сортовая ур-ть Y _j	2,21	2,19	3,73	2,90	2,08	3,39	2,14	2,67			
Индекс условий года (Dr)	-0,460	-0,480	1,060	0,230	-0,590	0,720	-0,530				
НСР ₀₅	0,08	0,12	0,17	0,12	0,1	0,36	0,11				

Рисунок 33 – Расчет относительного значения индекса урожайности сортов в Excel (разработан автором)

Следует отметить, что при сравнении сортов по абсолютному показателю индекса урожайности сорта I_i и по относительному – $I_i\%$, ранги сортов не меняются, однако это необходимо сделать для дальнейшей оценки и сравнения с другими показателями в единой системе, выравнивая тем самым значимость различных показателей.

Полученный показатель относительного значения индекса урожайности сорта свидетельствует о том, что сорт Кинельская 59 в анализируемых условиях лет испытания уступает условному сорту со средним значением продуктивности на 14,23%. Наиболее высокие относительные значения индекса урожайности показал перспективный образец нашей селекции – Эритроспермум 6310 (передан на государственное испытание под названием Кинельская звезда с 2022 г. и включен в Государственный реестр с 2024 г.), со значением 8,99%, то есть превысивший почти на 9,0% условный образец со средним значением продуктивности и на 23,20% сорт Кинельская 59.

Следует отметить, что при разработке методики не ставилась задача усложнения её элементами дисперсии, стандартного отклонения и использованием данных по погрешности. Для выявления точности средних значений и других параметров существуют другие многочисленные ценные разработки, имеющие важное значение для конкретных целей исследований и поставленных задач.

В данном случае, применение статистических элементов в расчетах не принесет желаемого результата и не может никоим образом сказаться на ранжировании сортов при определении относительных показателей, составляющих степени агроэкологической адаптированности сорта.

Можно, конечно, провести определенную дифференциацию сортов по показателям индекса урожайности сорта или по его относительному значению. Такой подход может быть оправдан в условиях менее резких изменений погодных условий по годам и стабильных значениях урожайности сортов, но в условиях высокой вариабельности агроклиматических условий, влияющих на урожайность и валовые сборы зерна по годам в 2–3 раза и более, в полной мере

не будут учтены такие показатели как максимальное значение отзывчивости сорта на благоприятные условия вегетации, так и реакция сорта на стрессовые условия. Чтобы максимально охватить реакцию сортов на разнонаправленные факторы, считаем необходимым добавить, как минимум, еще два показателя.

В предлагаемой методике отмечаем, что важным составляющим показателем адаптивности и пластичности, хозяйственной ценности и приспособленности сорта к определенным агроэкологическим условиям среды является его отзывчивость на благоприятные условия.

Степень отзывчивости сорта (R_i – *variety responsiveness*) на благоприятные условия среды в изучаемом наборе образцов (генотипов) 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:

$$R_{i\%} = \frac{X_{i\max} - X_i}{X} * 100\%, \quad (8)$$

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.

В наших исследованиях относительное значение отзывчивости сорта Кинельская 59 составляет согласно расчетам по предлагаемой формуле:

$$R_i = (3,28 - 2,29) / 2,67 * 100\% = 37,08\% \text{ (Рисунок 34).}$$

Данный показатель всегда имеет положительное значение и учитывает максимальную отзывчивость сорта в благоприятных условиях по сравнению со средним значением урожайности этого же сорта, но при этом показатель рассчитывается относительно средней урожайности по опыту, что позволяет несколько нивелировать более высокое значение разности в числителе у сортов с меньшей средней урожайностью за годы испытания.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
49											
50											
51											
52		Урожайность по годам, ц/га									
53	Сорт	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	средняя	R _i %	Rang
54	Кинельская 59	1,76	1,99	3,03	2,27	1,78	3,28	1,93	2,29	37,08	12
55	Кинельская отрада	1,99	1,87	3,13	2,48	1,82	3,39	1,88	2,37	38,20	10
56	Кинельская нива	2,11	2,10	3,65	2,80	2,01	3,33	2,00	2,57	40,45	6
57	Кинельская 2010	2,08	2,09	3,65	2,95	1,93	3,56	2,16	2,63	38,20	10
58	Кинельская юбил.	2,18	2,20	4,10	2,83	2,24	3,57	2,16	2,75	50,56	1
59	Кинельская волна	2,34	2,25	4,07	3,10	2,25	3,40	2,23	2,81	47,19	4
60	Эритроспермум 4144	2,12	2,08	4,01	2,91	2,05	3,51	2,15	2,69	49,44	3
61	Эритроспермум 4146	2,25	2,19	3,75	2,95	2,04	3,61	2,21	2,71	38,95	7
62	Эритроспермум 6102	2,30	2,39	4,08	3,22	2,31	3,43	2,28	2,86	45,69	5
63	Эритроспермум 6310	2,43	2,46	3,68	3,15	2,39	3,73	2,51	2,91	30,71	14
64	Эритроспермум 6381	2,27	2,34	3,60	2,84	2,10	3,33	2,06	2,65	35,58	13
65	Эритроспермум 6517	2,18	2,41	3,82	2,96	2,24	3,59	2,35	2,79	38,58	8
66	Эритроспермум 6019	2,37	2,08	3,58	3,03	1,91	2,91	2,02	2,56	38,20	10
67	Лютесценс 6029	2,64	2,28	4,06	3,15	2,11	2,82	2,05	2,73	49,81	2
68	Сумма Y _j	31,02	30,73	52,21	40,64	29,18	47,46	29,99			
69	Ср.сортовая ур-ть Y _j	2,21	2,19	3,73	2,90	2,08	3,39	2,14	2,67		
70	Индекс условий года (Dr)	-0,460	-0,480	1,060	0,230	-0,590	0,720	-0,530			
71	НСР ₀₅	0,08	0,12	0,17	0,12	0,1	0,36	0,11			
72											

Рисунок 34 – Расчет степени отзывчивости урожайности сортов в Excel
(разработан автором)

Показатель относительного значения отзывчивости, рассчитанный по формуле, свидетельствует о том, что сорт Кинельская 59 при улучшении погодных и агротехнологических условий (в пределах изученных сред), способен увеличить продуктивность зерна на 37,08%, а сорт Кинельская юбилейная – на 50,56% относительно средней продуктивности изучаемого набора сортов.

Расчет показателя степени отзывчивости сорта относительно средней урожайности по опыту сделан нами для того, чтобы несколько скорректировать показатели отзывчивости 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 [Кинчаров А.И., Демина Е.А., Кинчарова М.Н. и др., 2022].

В условиях изменения климата в сторону большей засушливости и высоких температур, немаловажное значение для региона имеют показатели, характеризующие устойчивость сортов к комплексу неблагоприятных факторов внешней среды, к числу которых в первую очередь можем отнести засушливые и острозасушливые явления, тепловой шок и другие проявления абиотического и биотического стрессового характера.

Поэтому в качестве другого показателя, имеющего по сравнению с предыдущим – отрицательный вектор значений, предлагаем использовать один из наиболее информативных показателей характеристики сортов, широко используемых в научных исследованиях – депрессия урожайности зерна в неблагоприятных условиях. В качестве неблагоприятных условий могут быть как отдельные вышеперечисленные факторы, так и комплексное их воздействие.

В работе предлагаем определить относительный показатель степени депрессии урожайности зерна сорта ($D_{i\%}$ – *variety depression*) как отношение разности урожайности сорта в неблагоприятный год ($X_{i \min}$) и урожайности в благоприятный ($X_{i \max}$) к урожайности в благоприятный год, выраженное в процентах:

$$D_{i\%} = \frac{X_{i \min} - X_{i \max}}{X_{i \max}} * 100\%, \quad (9)$$

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.

Из приведенной формулы (9) видим – числитель рассчитывается как показатель стрессоустойчивости по А.В. Кильчевскому и Л.В Хотылевой [1989], но как отмечалось выше, нам нужно иметь относительные значения показателей и в нашем случае, при одинаковых значениях стрессоустойчивости сортов,

степень депрессии будет ниже у сорта с более высокой максимальной урожайностью, что важно для предлагаемой методики.

Используя формулу (9) для расчета относительного показателя степени депрессии урожайности зерна в опыте по сорту Кинельская 59, получаем:

$$D_i\% = (1,76 - 3,28) / 3,28 \times 100\% = -46,34\%.$$

Высокий отрицательный показатель степени депрессии урожайности зерна сорта связан в данном случае с тем, что сорт в экстремально засушливых условиях 2015 и 2019 годов показал очень низкую урожайность (менее 2,0 т/га), и среднюю отзывчивость в группе на благоприятные для сорта условия 2020 года. Все это в конечном итоге привело к получению минимально низкого результата, что вполне соответствует цели создания данной методики.

Более важным при анализе сортов, конечно, являются образцы с минимальным значением показателя степени депрессии, которая отмечена нами у перспективной линии Эритроспермум 6310, которое составляет по расчетам – 35,92% и чем ниже будет относительное значение данного показателя, тем более адаптированным к местным засушливым условиям будет сорт и в данном случае минимальный отклик – значимо важный результат. Значения показателей других сортов по изучаемому признаку представлены на расчетной форме Excel (Рисунок 35).

С учетом того, что в числителе разность между минимальным и максимальным значением урожайности будет отрицательная, следует отметить, что и степень депрессии урожайности зерна любого сорта всегда будет иметь только отрицательное значение, учитывая, что определяется разность между минимальным и максимальным значением продуктивности конкретного сорта. При этом важно, чтобы генотипы с более низким значением максимальной продуктивности в опыте (знаменатель) имели относительно и более высокие (отрицательные) показатели степени депрессии, что вполне соответствует поставленным задачам и логично для разрабатываемой системы оценки генофонда.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
73								Александр Кинчаров:			
74								(B77-G77)/G77*100			
75		Урожайность по годам, ц/га								D _i %	Rang
76	Сорт	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	средняя		
77	Кинельская 59	1,76	1,99	3,03	2,27	1,78	3,28	1,93	2,29	-46,34	9
78	Кинельская отрада	1,99	1,87	3,13	2,48	1,82	3,39	1,88	2,37	-46,31	8
79	Кинельская нива	2,11	2,10	3,65	2,80	2,01	3,33	2,00	2,57	-45,21	5
80	Кинельская 2010	2,08	2,09	3,65	2,95	1,93	3,56	2,16	2,63	-47,12	11
81	Кинельская юбил.	2,18	2,20	4,10	2,83	2,24	3,57	2,16	2,75	-47,32	12
82	Кинельская волна	2,34	2,25	4,07	3,10	2,25	3,40	2,23	2,81	-45,21	5
83	Эритроспермум 4144	2,12	2,08	4,01	2,91	2,05	3,51	2,15	2,69	-48,88	13
84	Эритроспермум 4146	2,25	2,19	3,75	2,95	2,04	3,61	2,21	2,71	-45,60	7
85	Эритроспермум 6102	2,30	2,39	4,08	3,22	2,31	3,43	2,28	2,86	-44,12	4
86	Эритроспермум 6310	2,43	2,46	3,68	3,15	2,39	3,73	2,51	2,91	-35,92	1
87	Эритроспермум 6381	2,27	2,34	3,60	2,84	2,10	3,33	2,06	2,65	-42,78	2
88	Эритроспермум 6517	2,18	2,41	3,82	2,96	2,24	3,59	2,35	2,79	-42,93	3
89	Эритроспермум 6019	2,37	2,08	3,58	3,03	1,91	2,91	2,02	2,56	-46,65	10
90	Лютесценс 6029	2,64	2,28	4,06	3,15	2,11	2,82	2,05	2,73	-49,51	14
91	Сумма Y _j	31,02	30,73	52,21	40,64	29,18	47,46	29,99			
92	Ср.сортовая ур-ть Y _j	2,21	2,19	3,73	2,90	2,08	3,39	2,14	2,67		
93	Индекс условий года (D _г)	-0,460	-0,480	1,060	0,230	-0,590	0,720	-0,530			
94	HCP ₀₅	0,08	0,12	0,17	0,12	0,1	0,36	0,11			

Рисунок 35 – Расчет степени депрессии урожайности сортов в Excel
(разработан автором)

Рассмотрев в работе три показателя – индекс урожайности сорта и два разно векторных показателя, один из которых характеризует вектор положительных отклонений (отзывчивость) и второй – вектор отрицательных отклонений в виде депрессии сорта на неблагоприятные факторы, предлагаем ввести понятие агроэкологической адаптированности сорта (генотипа), которое суммарно будет учитывать такие показатели как индекс урожайности сорта в изучаемом наборе исследуемых образцов, их отзывчивость на улучшение агроклиматических условий (погода, условия минерального питания растений и т.д.) и депрессию урожайности зерна на неблагоприятные факторы среды (засуха, жара, суховеи, эпифитотии болезней и вредителей или их комплексное воздействие). Необходимо отметить, что при расчете составляющих показателей нами не учитывались показатели дисперсии, стандартного отклонения среднего значения и статистической ошибки опыта (Приложение таблица Г. 1), так как

при использовании соответствующих алгоритмов расчетов, они все равно не влияют на ранги сортов, но усложняют восприятие методики.

Основной показатель разрабатываемой методики, назовем ее – степень агроэкологической адаптированности сорта (DAA_i – *The degree of agroecological adaptation of the variety*) предлагаем в данном случае рассчитать путем сложения трех основных показателей – относительного индекса урожайности зерна сорта ($I_{i\%}$), степени отзывчивости ($R_{i\%}$) сорта на благоприятные условия и степени депрессии урожайности зерна сорта при неблагоприятных условиях ($D_{i\%}$):

$$DAA_i = I_{i\%} + R_{i\%} + D_{i\%} \quad (10)$$

где DAA_i – степень агроэкологической адаптированности i -го сорта к условиям среды;

$I_{i\%}$ – относительное значение индекса урожайности сорта в изучаемом наборе (показатели сортов могут иметь как положительное, так и отрицательное значение);

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

$D_{i\%}$ – степень депрессии урожайности сорта, вызванная различными стрессовыми факторами (имеет всегда отрицательное значение и в данной формуле приводит к снижению общего показателя).

В разработанной Excel форме, с учетом вставленных в определенные ячейки формул для расчетов, можно сделать автоматический расчет всех составляющих показателей агроэкологической адаптированности сорта (генотипа) и далее суммируя их со своими знаками получаем конечный результат. Для таблицы Word расчетные данные всех показателей по каждому сорту заносим в таблицу и находим их суммарные значения.

Результаты 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 27).

Таблица 27 – Агроэкологическая адаптированность образцов (DAA_i) и составляющие его показатели (%), ранг и степень адаптированности сорта

Сорт	Составляющие показатели			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
Эритроспермум 6310	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 распределения сортов, их можно ранжировать и/или распределить по трем или пяти группам агроэкологической адаптированности.

Для этого необходимо рассчитать интервалы для каждой группы методом сложения модулей минимального и максимального значения агроэкологической адаптированности сорта ($|-23,50| + 8,69 = 32,2$) и последующего деления полученного значения на количество групп: при делении на три группы получаем – 10,73, а при делении на пять групп – 6,44.

Данной методикой можно воспользоваться при оценке сортов в системе государственного сортоиспытания, для более объективного подхода к оценке их результатов и подготовке рекомендаций по внесению новых сортов в Государственный реестр селекционных достижений и для данного случая будет

достаточно распределения изучаемых форм на три группы: 1 – сорта с **высокой** степенью агроэкологической адаптированности к условиям среды, 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, Эритроспермум 6310, Лютесценс 6029, Эритроспермум 4144, Эритроспермум 6517 и сорт Кинельская юбилейная. Три линии и два сорта попадают во вторую группу со средней степенью агроэкологической адаптированности – линии Эритроспермум 4146, Эритроспермум 6381 и Эритроспермум 6019, сорта Кинельская нива и Кинельская 2010. Самую низкую степень агроэкологической адаптированности показали сорта более ранней селекции, включенные в Государственный реестр селекционных достижений: Кинельская 59 – в 1995 году и Кинельская отрада – в 2009 году.

Однако для селекционных целей более информативная градация как в научном плане, так и в плане оценки исходного (родительских форм) и селекционного материала на этапах конкурсного и малого испытания формируется при разделении образцов на пять групп. При этом в первую группу с положительными значениями степени агроэкологической адаптированности (с интервалом от 8,69 до 2,24) при соответствующем разделении попадают только пять образцов – линии Лютесценс 6102, Лютесценс 6045, Эритроспермум 6310, Лютесценс 6029 и сорт Кинельская юбилейная. Во вторую группу (от +2,25 до минус 4,18) попадают два образца – линии Эритроспермум 4144 и Эритроспермум 6517. В третью группу (от -4,19 до -10,62) четыре образца – две линии Эритроспермум 4146, Эритроспермум 6381 и два сорта Кинельская нива и Кинельская 2010. В четвертую группу (от -10,63 до -17,06) один образец – линия

Эритроспермум 6019. В пятую группу (от -17,07 до -23,50) два сорта более ранней селекции – Кинельская 59 и Кинельская отрада.

Таким образом можем отметить, что предложенная методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов культурных растений позволяет объективно оценивать изучаемый коллекционный и селекционный материал конкурсного и малого сортоиспытания по адаптированности к агроэкологическим условиям, то есть условиям лет испытания или агроэкологических точек. При этом ранжирование и разделение на группы с учетом составляющих сводного показателя дает комплексное представление о характеристиках изучаемых сортов по наиболее важным направлениям – отзывчивости, стрессоустойчивости растений и дает объективное представление о положительных откликах образцов на улучшение условий среды и их реакцию на стрессовые условия.

Таким образом, анализируя, в том числе и сводные показатели агроэкологической адаптированности генотипов, можно более обоснованно подойти к рекомендациям по возделыванию изученных сортов в различных природно-климатических зонах региона. Сорта с более высокой отзывчивостью на благоприятные условия (Кинельская юбилейная, Лютесценс 6029 – планируется к передаче на государственное испытание в 2025 году и Эритроспермум 4144), наряду с высокими значениями агроэкологической адаптированности, предпочтительнее выращивать в северной зоне Самарской области с большим количеством осадков за вегетационный период и в хозяйствах с несколько высоким уровнем агротехники и применения средств интенсификации, а сорта с низкой степенью депрессии урожайности зерна (Эритроспермум 6310 – включен в Государственный реестр селекционных достижений под названием Кинельская звезда и Эритроспермум 6517 – передан в государственное испытание под названием Кинельская удача), связанной главным образом с погодными явлениями, рекомендуются для возделывания в южной и центральной зоне Самарской области, где частота проявления засушливых условий по годам существенно выше.

С учётом того, что алгоритм расчетов для любого количества генотипов и экологических точек создается практически на одном листе Excel (дисперсионный анализ каждой экологической точки желательно выполнить на отдельных листах данного файла, а результаты математической обработки и средние значения сортов, гиперссылкой, автоматически заполнять «Сводная таблица расчета показателей агроэкологической адаптированности генотипов», Рисунок Д. 2), 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 климата и изменения агроклиматических условий возделывания культур.

Использование предлагаемой методики оценки в системе государственного сортоиспытания, с изучением сортов в трех и более точках одного региона, с применением ранжирования на три группы, поможет исключить субъективное влияние на принятие решения о включении нового селекционного достижения в Государственный реестр Российской Федерации.

ГЛАВА 7 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИМЕЮЩИЕ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

7.1 Сорты, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ (краткое описание)

КИНЕЛЬСКАЯ 59. Сорт официально возделывается в производстве с 1995 года по настоящее время. Основные посевные площади размещены в Самарской, Пензенской, Ульяновской и Оренбургской областях.

Авторами данного селекционного достижения являются: Глуховцева Нина Ивановна, Михальченко Любовь Михайловна, Кукушкина Лилия Андреевна, Мухтулов Александр Григорьевич, Головоченко Анатолий Петрович, Кинчаров Александр Иванович и Санина Наталья Владимировна.

По морфологическому описанию сорт Кинельская 59 имеет полураскидистую форму куста, с ярко выделяющимися листьями темно-зеленой окраски, соломина к моменту созревания растений полая и прочная, средней высоты (85–105 см) и толщины (3 мм).

Ботаническая разновидность мягкой пшеницы *erythrospertum*: колос белый, цилиндрический, сравнительно рыхлый (плотность на 10 см длины колоса – 12–14 колосков), ости данного сорта имеют среднюю длину, веером расходящиеся почти под прямым углом к колосовому стержню.

Морфологическая особенность колосовой чешуи – закругленная форма плеча средней ширины, при этом отмечается слабое опущение и мелкий рисунок (нервация) с внутренней её стороны, зубец колосовой чешуи имеет среднюю длину и умеренно изогнутую форму [Каталог сортов, 2023].

Кинельская 59 практически ежегодно формирует крупное зерно с неглубокой бороздкой, удлиненное по форме, темно-красного оттенка и высоко стекловидное, масса 1000 зерен в среднем составляет до 40–42 г, натурная масса зерна высокая во все годы испытания – в среднем 810 г/л. По продолжительности вегетационного периода (76–85 суток) сорт относится к

среднеспелой группе, из которых вегетативная фаза – до колошения, составляет 40–42 суток [Каталог сортов, 2023].

Кинельская 59 в полевых условиях характеризуется высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью, толерантностью к бурой ржавчине и мучнистой росе. Пыльной и твердой головней в полевых условиях не поражается, корневыми гнилями и внутрисклеловыми вредителями – поражается и повреждается слабо. Сорт при возделывании на среднем уровне интенсивности, устойчив к полеганию, быстро не прорастает на корню в валках при неблагоприятных погодных условиях во время уборки. Сорт Кинельская 59 в условиях Средневолжского и Уральского регионов отличается стабильной урожайностью по годам на уровне полуинтенсивных сортов, при этом в условиях устойчивых засух способен давать урожай зерна на уровне 1,8–2,0 т/га, а в благоприятных условиях до 5,0 т/га без применения удобрений по обычным предшественникам и технологиям возделывания [Каталог сортов, 2023].

В Самарской области максимальная урожайность сорта в производственных условиях на неудобренном фоне составила 4,5 т/га (в 2007 году), а максимальная продуктивность сорта в 7,2 т/га получена в 2002 году в производственных условиях Липецкой области – Племзавод «Комсомолец». Особенностью сорта является ежегодное формирование зерна с высоким содержанием клейковины до 48% на фоне незначительного внесения удобрений и/или листовых подкормок при этом качество клейковины не ниже II группы качества [Каталог сортов, 2023].

Сорт до настоящего времени пользуется коммерческим спросом, возделывается в производстве Самарской и Оренбургской областей более 25 лет и пользуется высоким спросом у частных мукомолов. Высокая пластичность и стабильность сорта по урожайности на среднем уровне и стабильно высокое качество зерна в изменчивых условиях Среднего Поволжья обеспечивают товаропроизводителям ежегодное высокорентабельное его возделывание. Сорт продолжает широко возделываться в Средневолжском, Уральском и других регионах России [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 1; И. 2; И. 3). Авторские

права сорта защищены патентом на селекционное достижение № 0022 пшеница мягкая яровая Кинельская 59 (Рисунок Е. 1; Рисунок Ж. 1).

КИНЕЛЬСКАЯ 60. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 60 внесен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Средневолжскому региону с 1998 года. Сорт, ввиду особенностей своего развития, имеет сравнительно ограниченное распространение в регионе. Авторы: Глуховцева Нина Ивановна, Головоченко Анатолий Петрович, Михальченко Любовь Михайловна, Кукушкина Лилия Андреевна, Кинчаров Александр Иванович, Санина Наталья Владимировна.

По особенностям развития и морфологическим признакам: в фазу кущения растения имеют полураскидистую форму куста, лист выделяется темно-зеленой окраской с небольшим восковым налетом. Соломина растения к моменту созревания и уборке – полая, прочная, высотой до 80–100 см, толщина при средней густоте посева до 3,5 мм. Кинельская 60 относится к ботанической разновидности мягкой пшеницы *erythrospertum*: колос белый, цилиндрический, остистый, средней длины и плотности, формирующий при заниженной норме высева очень крупный колос. Морфологическая особенность формы колосковой чешуи – имеет прямую и широкую форму плеча, слабое опушение с внешней стороны и мелкий рисунок (нервация) с внутренней, зубец колосковой чешуи прямой. Зерно красное, выполненное, удлиненное с ярко выраженным хохолком, бороздка узкая, средней глубины. Стекловидность зерна высокая, масса 1000 зерен составляет в среднем 37–42 г, а натура зерна 776–792 г/л [Каталог сортов, 2023].

По продолжительности вегетационного периода, от всходов до полной спелости 83–95 суток, из которых вегетативная часть составляет до 47–50 суток, сорт относится к среднепозднеспелой группе. Характерной особенностью сорта Кинельская 60 является замедленный рост и мощное укоренение в начале вегетации (период всходы-колошение на 8–10 суток позже сортов среднеспелой группы). Данный темп развития позволяет сорту заложить крупный озернённый колос и более эффективно использовать летние осадки. Устойчивость к

полеганию формируется за счет хорошей корневой системы и мощного стебля, зерно не осыпается и не прорастает на корню. Сорт толерантен к поражению бурой листовой ржавчиной и мучнистой росой, слабо поражается твердой головней. Благодаря особенностям своего развития, сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, который реализуется только в условиях засухи первой половины вегетации, а в условиях устойчивой засухи, охватывающей вторую половину вегетации, урожайность сорта резко падает. Несмотря на это, сорт Кинельская 60 обеспечивает в производстве хорошую зерновую продуктивность и в различных погодных условиях Среднего Поволжья формирует всегда зерно с высоким содержанием сырой клейковины (31–46%) хорошего качества. Потенциальная урожайность зерна в условиях неустойчивого увлажнения – до 5,0 т/га, при устойчивой засухе – не ниже 1,2 т/га. В производственных условиях Безенчукского района Самарской области без применения удобрений была получена урожайность в 3,3 т/га (2000 г.), а в производственно-экологическом испытании в колхозе «Красная звезда» Иса克林ского района Самарской области сорт занял первое место по урожайности зерна – 3,2 т/га, превысив стандартные сорта на 1,0 т/га зерна [Каталог сортов, 2023]. Авторские права сорта защищены патентом № 0023 (Рисунок Е. 2; Рисунок Ж. 2).

КИНЕЛЬСКАЯ 61. Сорт пшеницы мягкой яровой районирован по Самарской области и включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Средневолжскому региону с 2005 года, с рекомендацией возделывания в степной и лесостепной зонах Средневолжского и Уральского регионов РФ. Авторы сорта Кинельская 61: Глуховцева Нина Ивановна, Головоченко Анатолий Петрович, Кинчаров Александр Иванович, Михальченко Любовь Михайловна, Кукушкина Лилия Андреевна, Цуркан Ольга Франковна, Демина Елена Анатольевна.

Сорт пшеницы мягкой яровой относится к разновидности *lutescens*: колос белый, безостый, пирамидальной формы, зерно – красное, крупное, овальное. Колос длиной 7–9 см, средней плотности и средней озернённости (26–32 зерна

на колос), при созревании среднеломкий, слабо поникающийся, не осыпается при перестое до одного месяца. Сорт Кинельская 61 высокоустойчив к прорастанию на корню при перестое. Высота растений в благоприятные годы до 95 см. По морфологическим особенностям – колосковые чешуи неопушенные.

Продолжительность периода всходы-восковая спелость составляет 76–83 суток, при этом сорт выколашивается позже стандарта Л-503 на одни сутки, но на 4–7 суток раньше среднепозднеспелого сорта Кинельская 60. По отношению к грибным листовым болезням сорт толерантен в полевых условиях. Продуктивное кущение сорта Кинельская 61 слабое в годы засух и среднее (до 1,5 стеблей на растение) в благоприятные годы, при этом созревание главных и дополнительных побегов дружное. Сорт рекомендуется для возделывания с нормой 4,5 млн. всхожих зерен на гектар, высокотехнологичен и пригоден к уборке прямым комбайнированием. Главной особенностью сорта является высокий для региона уровень урожайности и стабильно высокое качество зерна, формируемое в различных условиях. По качеству зерна сорт относится к сильной пшенице и может использоваться как улучшитель в мукомольной промышленности. За 1999–2002 гг. сила муки составила в среднем 462 е.а., время образования и устойчивости теста до разжижения по фаринографу – 18,8 мин., количество сырой клейковины в зерне 30%, индекс деформации клейковины после уборки 70–80 ед. шкалы прибора ИДК, общая стекловидность зерна 88%, а натурная масса – 794 г/л. Сорт Кинельская 61 способен стабильно формировать зерно 1–2 класса, за счет чего обеспечивается дополнительный доход с единицы площади. Максимальная урожайность сорта в системе госсортоиспытания зарегистрирована в Республике Татарстан на Кукморском ГСУ – 5,0 т/га по черному пару [Каталог сортов, 2023; Рисунок Е. 3).

КИНЕЛЬСКАЯ НИВА. Сорт был включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Средневолжскому и Уральскому регионам с 2007 года по итогам двух лет испытания с превышением урожайности по многим сортоучасткам до 0,9 т/га к стандартным сортам. В структуре посевных площадей Самарской области сорт Кинельская нива

традиционно занимает лидирующие позиции по площадям, занятым под яровой мягкой пшеницей. Авторы селекционного достижения: Головоченко Анатолий Петрович, Кукушкина Лилия Андреевна, Михальченко Любовь Михайловна, Кинчаров Александр Иванович, Цуркан Ольга Франковна, Демина Елена Анатольевна.

Особенностью развития и строения данного сорта является прямостоячая форма куста, а также средневыполненная соломина (до 40%) верхнего междоузлия. Восковой налет на солоmine и флаговом листе практически отсутствует, но наблюдается среднее опушение верхнего узла соломины. Сорт Кинельская нива относится к ботанической разновидности *erytrospermum*: колос белый, остистый, цилиндрический, слегка суживающийся к вершине, средней плотности, со очень слабым восковым налетом. Ости колоса равномерно длинные и размещены по всей длине. Морфологическая особенность колосковой чешуи – узкое и скошенное плечо с коротким зубцом, а верхушечный сегмент оси колосового стержня имеет среднее опушение с выпуклой стороны. Зерновка сорта имеет красную окраску и яйцевидную форму с длинным хохолком (опушением). Масса 1000 зерен формируется в среднем 36–37 г, натура зерна ежегодно очень высокая – до 840 г/л, сохраняющаяся и в условиях засушливых лет, что является важной отличительной особенностью сорта, но при этом необходимо отметить, что в годы сильных засух, сорт сохраняя высокие значения натурной массы, формирует более мелкое зерно.

Сорт Кинельская нива представляет собой типичный лесостепной экотип яровой мягкой пшеницы, по продолжительности вегетационного периода относится к среднеспелой группе, продолжительность периода от всходов до восковой спелости 86–93 суток. Средняя высота растений в условиях средних по влагообеспеченности лет составляет порядка 85–90 см. Отличительной особенностью сорта также является высокая пластичность, засухоустойчивость и устойчивость к полеганию. При созревании растений колос Кинельской нивы в слабой или средней степени поникает, а при перестое – среднеломкий, но устойчивый к осыпанию. При этом сорт хорошо вымолачивается, а зерно не

прорастает на корню [Каталог сортов, 2023].

Сорт Кинельская нива характеризуется гармоничным ростом и развитием растений, обладает высокой устойчивостью возрастного типа к бурой (листовой) ржавчине и при этом развитие пустул гриба сдерживается образованием небольших некротических пятен, не превышающих 2–5% листовой пластинки к фазе восковой спелости зерна. Сорт также при формировании крепкой клейковины выдерживает до 6,0% повреждения зерна клопом вредной черепашкой. Сорт устойчив к поражению мучнистой росой, пыльной и твердой головней, толерантен в полевых условиях к развитию корневых гнилей [Каталог сортов, 2023].

Урожайность сорта в регионе на естественной неудобренном фоне составляет в среднем от 2,8 до 3,0 т/га, при этом сорт очень отзывчив на внесение минеральных удобрений, что подтверждается исследованиями – на повышенном агрофоне ($N_{120}P_{100}K_{60}$ при посеве), максимальная урожайность составила 5,3 т/га в условиях, среднего по влагообеспеченности года. в тоже время необходимо отметить, что в условиях более благоприятных и увлажненных (ГСУ Липецкой области) сорт показал продуктивность до 6,6 т/га. Поэтому отмечаем, что наиболее важным фактором в повышения урожайности и экономичности производства сорта является применение минеральных удобрений, которые окупаются прибавкой урожая зерна свыше 0,7 т/га. Не менее важным фактором коммерческой ценности сорта являются его качественные показатели, соответствующие по хлебопекарным показателям сортам сильных пшениц: содержание белка в зерне до 18,5%, содержание сырой клейковины в зерне до 36%, качество клейковины I (редко II группы сразу после уборки), сила муки свыше 320–517 е.а., валориметрическая оценка 60–87 е.в., общая хлебопекарная оценка 4,2–4,4 балла [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 4; Рисунок И. 8; Рисунок И. 18). Авторские права сорта Кинельская нива защищены патентом № 3671 (Рисунок Е. 4; Рисунок Ж. 3).

КИНЕЛЬСКАЯ ОТРАДА. Сорт Кинельская отрада включен в Государственной реестр селекционных достижений Российской Федерации по

Средневолжскому региону с 2009 года по итогам двух лет испытания, показав существенные прибавки (до 1,0 т/га) урожайности относительно стандартов. Авторы сорта: Головоченко Анатолий Петрович, Кукушкина Лилия Андреевна, Кинчаров Александр Иванович, Михальченко Любовь Михайловна, Цуркан Ольга Франковна, Демина Елена Анатольевна.

Сорт относится к среднеспелой группе, вегетационный период в условиях Средневолжского региона у Кинельской отрады составляет в среднем 87–91 сутки от всходов до полной спелости зерна. Отличительной особенностью всех сортов, созданных после 2005 года, является их высокая устойчивость к листовым грибным заболеваниям. Поражение пыльной и твердой головней не отмечено, при посеве непротравленными семенами умеренно поражается корневыми гнилями без существенной потери урожайности. Сорт полуинтенсивного лесостепного экотипа, характеризующийся высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к полеганию, благодаря прямостоячему типу куста, прочной солоmine и высоте растений – в среднем 80 см (76–93 см). По морфологическим признакам стоит выделить темно-зеленый лист со средним восковым налетом на листьях и колосе [Каталог сортов, 2023].

Сорт относится к разновидности мягкой пшеницы *erythrospertum*: пирамидальный колос, белый, средней длины [до 9 см) и плотности [до 20 колосков), ости длинные, расположенные под углом до 60° к колосовому стержню. Колосковая чешуя сорта Кинельская отрада имеет прямую форму плеча средней ширины, а также слабое опушение с внутренней стороны, при этом сам зубец короткий и слегка изогнут, а киль выражен сильно. Окраска колосковой чешуи светло-желтая со средне выраженной нервацией. Зерновка среднего размера, от красной до темно-красной в зависимости от условий налива и созревания, овальная с неглубокой бороздкой, стекловидность очень высокая. Масса 1000 зерен в условиях средних по влагообеспеченности лет составляет в среднем 35–37 г. Отличительная особенность сорта – высокая натура зерна, достигающая до 840 г/л, в том числе и за счет овальной формы и мелкой бороздки у зерна, что также в конечном итоге способствует хорошей

вымолачиваемости при обмолоте [Каталог сортов, 2023].

Высокую коммерческую ценность сорту обеспечивают также качественные показатели зерна, связанные с ежегодным стабильным формированием зерна высокого качества, соответствующего требованиям сортов сильных пшениц: сила муки достигает до 600 е.а., содержание сырой клейковины в зерне до 39%, индекс деформации клейковины стабильно 60–70 ед. шкалы прибора ИДК, объемный выход хлеба до 620 мл на 100 г муки. Сорт часто используется в производстве в качестве улучшителя слабых пшениц.

Урожайность сорта в условиях Средневолжского региона составляет 3,8 т/га, при более высокой агротехнике возделывания формирует урожай зерна свыше 6,5 т/га и агротехническими опытами подтверждается высокая отзывчивость сорта Кинельская отрада на внесение минеральных удобрений – прибавка урожая зерна до 0,8 т/га. Короткостебельный габитус растения позволяет сорту не полежать даже при уровнях урожайности свыше 5,0 т/га [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 5; Рисунок И. 6). Авторские права на сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская отрада защищены патентом на селекционное достижение № 4759 (Рисунок Е. 5; Рисунок Ж. 4).

КИНЕЛЬСКАЯ 2010. Включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Средневолжскому региону с 2015 года. Авторы сорта: Головоченко Анатолий Петрович, Кукушкина Лилия Андреевна, Кинчаров Александр Иванович, Михальченко Любовь Михайловна, Цуркан Ольга Франковна, Демина Елена Анатольевна, Головоченко Николай Анатольевич.

По морфологическим и селекционным признакам форма куста относится к полупрямостоячему типу. Соломина при созревании – полая, прочная, высота растений в среднем 74 см, при этом отличается более толстой соломиной – в диаметре до 3,5 мм. Сорт яровой мягкой пшеницы относится к разновидности *erythrospertum*: колос белый, пирамидальный, длиной 6–9 см, средней плотности, остистый, а ости – расходящиеся. По морфологическим признакам строения колоска – плечо колосковой чешуи скошенное, а сам зубец длинный и

слегка изогнутый, при этом киль колосковой чешуи выражен сильно. Зерновка имеет темно-красную окраску, полуокруглой формы с узкой и неглубокой бороздкой [Каталог сортов, 2023].

Сорт Кинельская 2010 относится к среднеспелой группе с продолжительностью вегетационного периода от всходов до восковой спелости – в среднем 81 сутки. Отличительной особенностью сорта является высокая устойчивость к бурой ржавчине и толерантность к мучнистой росе и корневым гнилям, а также сорт устойчив в полевых условиях к поражению пыльной и твердой головней. Высокая засухоустойчивость и жаростойкость сорта подтверждаются высокой продуктивностью в конкурсном испытании в условиях аномально жаркого и сухого вегетационного периода 2010 года. Также необходимо отметить устойчивость сорта к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню при длительном перестое, но при этом зерно легко вымолачивается [Каталог сортов, 2023].

В засушливых условиях Среднего Поволжья характеризуется высокой и стабильной зерновой продуктивностью на естественном агрофоне, где максимальная урожайность сорта (в конкурсном испытании – экстенсивный фон без удобрений) в условиях засушливых лет Самарской области составила 3,6 т/га, а в более благоприятных условиях увлажнения и даже незначительном уровне минерального питания (сортоучастки Республики Татарстан) потенциал сорта составил до 6,0 т/га [Каталог сортов, 2023].

Коммерческая ценность сорта заключается в повышенном содержании белка и клейковины в зерне, в среднем соответственно 17,0 и 36,0%, индекс деформации клейковины после уборки не более 90 ед. шкалы прибора ИДК. По информации Всероссийского центра оценки качества зерна содержание белка в зерне урожая 2010 года из различных сортоучастков, составило в среднем 18,9%, сырой клейковины – 44,5%, при среднем качестве I–II группы (70–90 ед. ИДК). Натура зерна, несмотря на аномально жаркие и засушливые условия, составляет до 830 г/л, масса 1000 зерен, средняя, – до 37–40 г, а общая стекловидность зерна высокая – 90%. По хлебопекарным показателям сорт Кинельская 2010, при

соблюдении технологии возделывания, соответствует требованиям сильной пшеницы и устойчиво формирует продовольственное зерно высокого класса, благодаря чему сорт пользуется высоким спросом в коммерческом обороте [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 10; Рисунок И. 11; Рисунок И. 14; Рисунок И. 17). Авторские права на сорт Кинельская 2010 защищены патентом на селекционное достижение № 7961 (Рисунок Е. 6; Рисунок Ж. 7).

КИНЕЛЬСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ. Сорт был передан для испытания по двум регионам Российской Федерации и включен в Государственный реестр селекционных достижений по Средневолжскому и Уральскому – с 2016 года, с рекомендацией для возделывания в условиях лесостепной и переходной к степной зоне регионов РФ.

Авторы сорта: Абдряева Ольга Франковна, Демина Елена Анатольевна, Глуховцев Владимир Всеволодович, Головоченко Анатолий Петрович, Кинчаров Александр Иванович, Кукушкина Лилия Андреевна, Михальченко Любовь Михайловна.

Сорт имеет прямостоячую форму куста, соломина полая, прочная, толщиной 3,5 мм. В фазу кущения растения имеют среднее опушение, восковой налёт средний. Лист промежуточный, зелёной окраски. Сорт Кинельская юбилейная относится к яровой мягкой пшенице, разновидности *erythrospertum*: колос цилиндрический, белый, длиной 7–9 см и плотность 20–21 колосков на 10 см колосового стержня. По морфологическим признакам колоса: колосковая чешуя имеет овальную форму с коротким заостренным зубцом на конце, нервация с внутренней стороны средне выражена, плечо среднее 1,0–1,5 мм, скошенное, киль выражен слабо, окраска колосковой чешуи светло-желтая. Ости расходятся под углом 45° к колосовому стержню, длинные – до 70 мм, зазубренные. Зерновка темно-красная, полуокруглой формы с неглубокой бороздкой, хохолок зерна опушенный [Демина Е.А., Кинчаров А.И., Третьякова С.В. и др., 2018; Каталог сортов, 2023].

По продолжительности вегетационного периода, сорт относится к группе среднеспелых, период от всходов до восковой спелости составляет 76–83 суток.

Высота растений средняя – 75 см, отличительная особенность сорта – длина верхнего междоузлия, которая составляет 55–65% длины всего растения. Продуктивная кустистость по сравнению с другими сортами, в условиях недостаточного увлажнения, составляет в среднем 1,8 стеблей на растение, в условиях хорошего агрофона (семеноводческое хозяйство «Кармала», НРК свыше 120 кг/га в д.в.) при заниженной норме высева – 135 кг/га (3,5 млн. зерен), продуктивная кустистость доходит до 5 стеблей на растение. Отличительной особенностью сорта Кинельская юбилейная является его высокая засухо- и жаростойкость, а также устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе, сорт также толерантен к корневым гнилям и в целом он характеризуется комплексной устойчивостью к стрессовым факторам [Каталог сортов, 2023].

Кинельская юбилейная отличается стабильно высокой урожайностью по годам и обеспечивает прибавку урожая зерна над стандартным сортом Кинельская нива от 0,3 т/га, ежегодно формируя крупное (до 39,4 г – масса 1000 зерен), выполненное и высококонатурное (до 824 г/л) зерно с высокой стекловидностью (до 95%), отличающееся и повышенным содержанием белка (до 19,5%). Сорт Кинельская юбилейная даже при традиционной агротехнике возделывания (в условиях засушливых регионов – без применения удобрений) формирует зерно не ниже 3 класса. При этом внесение даже стартовых доз минеральных удобрений позволяет получить зерно класса «сильных» пшениц. Сорт рекомендован для производства продовольственного зерна, и по лабораторным оценкам – отличается белой мукой и высокими вкусовыми качествами хлеба [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 7; Рисунок И. 9; Рисунок И. 16; Рисунок И. 19). Авторские права на сорт Кинельская юбилейная защищены патентом на селекционное достижение № 7963 (Рисунок Ж. 8).

КИНЕЛЬСКАЯ ЗВЕЗДА. С 2022 года сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская звезда проходит Государственное испытание по Средневолжскому и Уральскому регионам Российской Федерации. По итогам двух лет испытания, сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону РФ с 2024 года. Авторы

сорта: Кинчаров Александр Иванович, Демина Елена Анатольевна, Муллаянова Ольга Сергеевна, Таранова Татьяна Юрьевна, Чекмасова Кристина Юрьевна.

Сорт Кинельская звезда создан в лаборатории яровой пшеницы методом ступенчатой гибридизации, с использованием индивидуального отбора из гибридной популяции [Демина Е.А., Кинчаров А.И., Таранова Т.Ю. и др., 2022]. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская звезда относится к ботанической разновидности *erythrospermum*: колос остистый, белый, цилиндрический, средней длины (7,5–9,5 см), рыхлый (17–18 члеников на 10 см стержня). Ости длинные (6,5–7,5 см), зазубренные, светло-желтые, расходящиеся под углом до 50° к колосовому стержню, зерновка красная, полуудлиненной формы среднего размера (6–7×3 мм), бороздка узкая, средней глубины [Каталог сортов, 2023].

По морфологическому типу сорт относится к лесостепной экогруппе, а по продолжительности вегетационного периода (в среднем 83 сутки) – к среднеспелой. За годы конкурсного изучения продуктивная кустистость на экстенсивном фоне составила 2,1 стеблей на растение, длина колоса – 8,3 см, число зерен в колосе – 35,0 шт., масса зерна с колоса – 1,27 г, масса 1000 зерен – 35,8 г. Сорт обладает комплексной устойчивостью к патогенам и очень высокой засухоустойчивостью, сорт не склонен к полеганию, осыпанию зерна и его прорастанию на корню при перестое [Каталог сортов, 2023].

Биологический потенциал сорта на высоком агрофоне, соблюдении технологии возделывания и наличии почвенной влаги – 6–7 т/га. Сорт Кинельская звезда отличается стабильно высокими значениями качественных показателей зерна по годам: силой муки 399–503 е.а. (в среднем 462 е.а.), высокой натурной массой зерна (821–826 г/л) и высоким содержанием белка и клейковины в зерне второй группы качества (в среднем 80 ед. ИДК). Общая хлебопекарная оценка сорта по методике ВИР высокая – 4,6 балла. Сорт Кинельская звезда предлагается для производства продовольственного зерна высокого качества в засушливых регионах и зонах Самарской и Оренбургской областей [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 12). Авторские права на сорт защищены патентом № 13433 (Рисунок Е. 7; Рисунок Ж. 10).

7.2 Перспективные сорта селекции Поволжского НИИСС

КИНЕЛЬСКАЯ КРАСА. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская краса передан на Государственное испытание по Средневолжскому региону Российской Федерации. Создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной путем сложного ступенчатого скрещивания: Тулайковская 1 / Л-503 /3/ Лютесценс 2544 / Восток // Saffran.

Авторы сорта: Глуховцев Владимир Всеволодович, Головоченко Анатолий Петрович, Демина Елена Анатольевна, Кинчаров Александр Иванович, Кукушкина Лилия Андреевна, Михальченко Любовь Михайловна, Цуркан Ольга Франковна.

Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская краса относится к ботанической разновидности *erytrospermum*: колос белый, остистый, пирамидальный и рыхлый, длиной 8–9 см. Ости длинные практически по всему колосу, за исключением конца колоса, там они короткие. По морфологическим признакам колоса: колосковая чешуя имеет овальную форму, плечо колосковой чешуи скошенное, узкое, зубец слегка изогнут, киль выражен сильно. Зерно темно-красное, среднее по размерам, яйцевидное, бороздка неглубокая [Демина Е.А., 2011]. Сорт отличается прямостоячей формой куста, с полой и прочной соломиной, средне выраженным восковым налетом на стебле, колосе и флаговом листе. Сорт лесостепного экотипа, среднеспелый, вегетационный период от всходов до восковой спелости – 88 суток, у сорта стандарта Прохоровка –86 суток. Высота растений 80–106 см [Каталог сортов, 2023].

Сорт Кинельская краса отличается высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню, хорошо вымолачивается, характеризуется также высокой устойчивостью к бурой ржавчине, а устойчивость к мучнистой росе – средняя. По отношению к корневым гнилям сорт умеренно устойчивый. За период 2005–2010 гг. средняя степень развития данной болезни в делянках селекционных питомников и конкурсного испытания составила 12,1% [Демина Е.А., 2011].

За годы конкурсного и экологического испытания средняя урожайность сорта составила 1,79 т/га, превысив стандарт (Прохоровка) на 0,35 т/га, а лучший сорт Кинельская нива на 0,09 т/га. В острозасушливых условиях вегетационного периода 2005 года Кинельская краса при урожайности 1,39 т/га превысила второй стандарт (Кинельская 59) на 0,56 т/га [Каталог сортов, 2023].

Максимальная урожайность 2,72 т/га получена в условиях 2007 года на агрофоне: предшественник – чистый пар, норма высева семян – 5,0 млн. на га, и внесение при посеве небольших доз минеральных удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}$.

По качеству зерна сорт Кинельская краса соответствует требованиям хлебопекарной пшеницы и способен давать зерно 1–2 класса без применения минеральных удобрений. Показатели качества зерна с делянок конкурсного испытания: сила муки в среднем 283 е.а., валориметрическая оценка 56 е.в., объемный выход хлеба 495 мл, ОХО 4,3 балла. Формирует в зерне 28–35% клейковины I–II группы качества (до 90 ед. ИДК), содержание белка в зерне до 18,5%. Масса 1000 зерен 32–33 г, натура 786–799 г/л, общая стекловидность 94% [Демина Е.А., 2011].

Сорт в условиях высоких температур вегетационных периодов 2009–2010 годов, показал слабую устойчивость к тепловому стрессу, что спровоцировало у сорта частичную стерильность пыльцы (до 25% цветков в колосе) и «череззерницу». Несмотря на это, сорт широко используется в селекционных программах как источник ценных признаков.

Авторские права сорта Кинельская краса защищены патентом № 5646 от 17.11.2010 г. (Рисунок Ж. 5).

ЗОЛОТИЦА. Сорт пшеницы мягкой яровой Золотица передан на Государственное испытание по Средневолжскому региону РФ. Сорт создан методом индивидуального отбора из парного скрещивания: Кутулукская / Sunnap. Авторы сорта: Абдряева Ольга Франковна, Головоченко Анатолий Петрович, Головоченко Николай Анатольевич, Демина Елена Анатольевна, Кинчаров Александр Иванович, Кукушкина Лилия Андреевна, Михальченко Любовь Михайловна.

Сорт пшеницы мягкой яровой Золотица относится к ботанической разновидности *grecum*: колос белый, остистый, цилиндрический, средней длины (7–9 см). Ости длинные, расходящиеся практически под прямым углом. Плечо колосковой чешуи и зубец – прямые, киль выражен сильно. Зерно белое, светло-желтое, яйцевидной формы с неглубокой бороздкой. Тип куста – прямостоячий, соломина при созревании полая и прочная. Восковой налет после колошения на листьях и колосе средний [Демина Е.А., 2011].

Сорт среднеспелый, вегетационный период от всходов до восковой спелости составляет в среднем 89 суток. Высота растений 90 см. Золотица характеризуется замедленным ростом и хорошим укоренением на начальных этапах развития, что позволяет сорту более эффективно использовать осадки начала лета и формировать крупный колос. Отличается толстым, упругим стеблем, устойчивым к полеганию в условиях обильных осадков и шквалистых ветрах при созревании. Характеризуется высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к осыпанию. Сорт обладает высокой устойчивостью к бурой ржавчине и толерантностью к мучнистой росе, а по отношению к корневым гнилям – умеренно устойчивый: степень развития заболевания в среднем за годы исследований (2005–2010 гг.) составила 14,8% [Демина Е.А., 2011].

Урожайность за годы конкурсного испытания (2006–2008 гг.) составила 1,84 т/га, по сравнению со стандартом Кинельская 59, прибавка урожая зерна составила от 0,14 до 0,25 т/га. Сорт Золотица, благодаря особенностям своего развития, отзывчив на высокий агрофон, а потенциальная продуктивность – свыше 5,0 т/га. При этом сорт отличается высоким содержанием белка в зерне – 15,3%, сырой клейковины 29,8%, ИДК – 85 ед. шкалы прибора (II группа качества). В аномально жарком и засушливом 2010 году содержание белка в зерне составило 21,2%, клейковины – 46,4% [Каталог сортов, 2023].

Сорт Золотица находился в Государственном испытании с 2009 года. Недостатком сорта является склонность к прорастанию зерна, как и у большинства белозерных сортов пшеницы. Авторские права на сорт защищены патентом № 5681 (Рисунок Ж. 6).

КИНЕЛЬСКАЯ 2020. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 2020 передан на Государственное испытание по Средневолжскому региону Российской Федерации с 2022 года. Авторами сорта являются: Кинчаров Александр Иванович (доля авторства 27,5%), Демина Елена Анатольевна, Муллаянова Ольга Сергеевна, Таранова Татьяна Юрьевна, Чекмасова Кристина Юрьевна.

Сорт выведен в лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы методом сложной ступенчатой гибридизации, с использованием двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции [Дёмина, Кинчаров и др., 2021). Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 2020 (описание сорта приводится в Каталоге сортов [2023] и доступно на сайте института), относится к ботанической разновидности *erytrospermum*: колос белый, остистый, пирамидальный, средней длины (7–9 см) и плотности (19–21 члеников); ости длинные (7–9 см), зазубренные, светло-желтые, расходящиеся; зерновка красная, полуудлиненной формы среднего размера (7×3 мм), с узкой и средней глубиной бороздки [Каталог сортов, 2023].

По морфотипу сорт относится к лесостепной экологической группе, а по продолжительности вегетационного периода (составляет в среднем 83 сутки) – к среднеспелой. Высокая продуктивность сорта Кинельская 2020 в условиях засушливого региона складывается из следующих показателей структуры урожая: продуктивная кустистость в среднем 1,8 стеблей на растение (в благоприятные по увлажнению – до 2,1); длины колоса – 7,6 см в среднем за годы изучения, число зерен в колосе – 34,0 шт., масса зерна с колоса – до 1,41 г и масса 1000 зерен – в среднем 37,6 г. Сорт обладает комплексной устойчивостью к листовым патогенам и высокой засухоустойчивостью, а в благоприятных условиях для развития – растения устойчивы к полеганию, осыпанию зерна и его прорастанию на корню при длительном перестое [Каталог сортов, 2023].

Сорт полунтенсивного типа и отличается стабильно высокой для региона урожайностью зерна по годам 2,25–4,01 т/га (в среднем 3,07 т/га), что

обеспечивает ему прибавки урожая зерна над стандартными сортами – Кинельская нива и Тулайковская надежда в среднем на 0,34 т/га. В производственном испытании на полях института на естественном агрофоне (без удобрений) средняя урожайность сорта Кинельская 2020 составила 2,45 т/га, при урожайности стандарта Кинельская нива – 2,19 т/га. Биологический потенциал сорта на делянках при внесении удобрений, листовых подкормок и соблюдении технологии возделывания составляет до 6–7 т/га. Новый сорт также характеризуется стабильной по годам силой муки 283–386 е.а. (в среднем 334 е.а.), очень высокой натурой зерна 827–850 г/л (в среднем 838 г/л), и высоким содержанием клейковины в зерне (25,2–31,8%) второй группы качества (в среднем 80 ед. ИДК), при этом общая хлебопекарная оценка сорта оценивается как высокая – 4,3 балла. Сорт Кинельская 2020 обладает комплексной устойчивостью к листовым патогенам и высокой засухоустойчивостью, также устойчив к полеганию, осыпанию зерна и его прорастанию на корню при длительном перестое [Каталог сортов, 2023].

Сорт Кинельская 2020 предназначен и рекомендуется нами для производства товарного зерна высокого качества в зонах с более высоким увлажнением – центральная зона Самарской области, северные зоны Оренбургской области и юго-восточные районы Республики Татарстан. При обычной агротехнике возделывания сорт Кинельская 2020 формирует зерно не ниже 3 класса [Каталог сортов, 2023]. Авторские права на сорт защищены патентом № 12867 (Рисунок Е. 9).

КИНЕЛЬСКАЯ УДАЧА. Сорт Кинельская удача передан на Государственное испытание по Средневолжскому и Уральскому регионам РФ. Начало испытания сорта запланировано Госсорткомиссией с 2024 года. Авторы: Кинчаров Александр Иванович (доля авторства – 32,5%), Демина Елена Анатольевна, Таранова Татьяна Юрьевна, Чекмасова Кристина Юрьевна.

Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская удача выведен методом сложной ступенчатой гибридизации, с использованием индивидуального отбора из гибридной популяции и последующим выделением элитного растения.

Новый сорт пшеницы мягкой относится к ботанической разновидности *erytrospermum*: колос белый, остистый, пирамидальный, средней длины (7,5–9,5 см) и средней плотности (19–21 члеников на 10 см стержня). По морфологическим признакам: колосковая чешуя имеет овальную форму размером 10×3–4 мм, узкое и слегка закругленное плечо, прямой зубец среднего размера (2–2,5 мм), киль колосковой чешуи выражен сильно, а нервация с внутренней – слабо. Ости колоса длинные (7–9 см), зазубренные, светло-желтые, расходящиеся под углом 40–50° к колосовому стержню. Соломина сорта при созревании толщиной до 4 мм и прочная на излом, выполнена под основанием колоса полностью. Зерновка красная, полуудлиненной формы среднего размера – 6–7×3 мм, бороздка узкая, средней глубины, хохолок зерна имеет опушение.

По морфологическому типу сорт Кинельская удача относится к лесостепной экологической группе, а по продолжительности вегетационного периода (от всходов до хозяйственной спелости в среднем 83 суток) – к среднеспелой. Вегетативная фаза развития – период от всходов до колошения, составляет в среднем 41 сутки. За годы изучения в конкурсном испытании продуктивная кустистость в среднем 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 Кинельская удача обладает комплексной устойчивостью к наиболее распространенным в регионе листовым патогенам, отличается высокой засухоустойчивостью, а в благоприятных условиях развития, – устойчивы к полеганию, осыпанию зерна и прорастанию на корню при длительном перестое [Каталог сортов, 2023].

Сорт Кинельская удача в засушливых условиях региона выделяется стабильно высокой урожайностью зерна 2,24–3,59 т/га (в среднем – 2,73 т/га), и обеспечивает прибавку к стандарту Тулайковская надежда в среднем 0,35 т/га. В научно-производственных испытаниях средняя урожайность сорта по чистому пару (повышенный агрофон) составила 3,6 т/га, по озимой пшенице – 2,51 т/га, при урожайности районированного сорта Кинельская нива – 3,13 и 1,98 т/га. В агротехнических опытах, биологический потенциал сорта на фоне применения

стартовых доз удобрений при посеве и листовых подкормок – более 6–7 т/га. Коммерческая ценность сорта определяется в первую очередь качественными показателями зерна – стабильно высокая по годам сила муки – 353–392 е.а. (в среднем 377 е.а.), высоконатурное зерно – 811–826 г/л с содержанием сырой клейковины в зерне 27–34% второй группы качества (в среднем 85 ед. шкалы прибора ИДК) и белка в зерне – 13,4–15,9 %. Общая хлебопекарная оценка сорта Кинельская удача высокая – 4,4 балла по методике ВИР. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская удача предназначен для возделывания в зонах недостаточного увлажнения для производства продовольственного зерна высокого качества [Каталог сортов, 2023], (Рисунок И. 13).

КИНЕЛЬСКАЯ ЛАСТОЧКА. Сорт пшеницы мягкой яровой передан на Государственное испытание по Средневолжскому и Уральскому регионам Российской Федерации в ноябре 2024 году. Начало испытания сорта запланировано Госсорткомиссией с 2026 года. Авторы: Кинчаров Александр Иванович, Демина Елена Анатольевна, Таранова Татьяна Юрьевна, Чекмасова Кристина Юрьевна, Роменская Светлана Евгеньевна.

Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская ласточка выведен методом сложной ступенчатой гибридизации, с использованием индивидуального отбора из гибридной популяции с участием местных форм и коллекционного образца, с последующим выделением элитного растения. Новый сорт пшеницы мягкой яровой (*Triticum aestivum* L.), относится к ботанической разновидности *erytrospermum*: колос белый, пирамидальный, средней длины (7–9 см), рыхлый (17–19 члеников на 10 см стержня), ости светло-желтые, длинные (7–9 см), расходящиеся, зазубренные. Зерновка красная, среднего размера (6–7×3 мм), полуудлиненной формы, бороздка средняя, основание зерна опушенное (Рисунок 36). К особенностям сорта относится сильный восковой налет на флаговом листе, колосе и верхнем междоузлии в период колошения растений. Длина верхнего междоузлия составляет 50% от высоты растения и ценной особенностью является озернённость верхних колосков при наступлении полной спелости.



Рисунок 36 – Пшеница мягкая яровая Кинельская ласточка – растение, колос, зерновка. (Разработан автором)

Кинельская ласточка по морфологическому типу относится к лесостепной экологической группе: среднеспелый, продолжительность от всходов до хозяйственной спелости – 81 сутки, созревает раньше стандарта Тулайковская надежда на трое суток (таблица 28). Продолжительность периода от всходов до колошения составляет в среднем 39 суток (у стандарта – 41).

Продуктивный потенциал сорта складывается из высоких показателей элементов структуры урожая: продуктивная кустистость в среднем 2,0 шт. стеблей на растение, в благоприятный по увлажнению год достигала – 2,1. За годы конкурсного испытания (2021–2023 гг.) длина колоса в среднем составляла – 8,0 см, число зерен в колосе – 32,0 шт., масса зерна с одного колоса – 1,27 г, масса 1000 зерен – 38,0 г.

Таблица 28 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта Кинельская ласточка, средние данные за 2021–2023 гг.

Признак	Единица измерения	Кинельская ласточка	Тулайковская надежда (St)
Урожайность зерна	т/га	3,44	2,99
Прибавка урожая зерна	т/га	0,45	-
Вегетационный период	дней	81	84
Высота растений	см	86,0	85,7
Продуктивная кустистость	шт. стеблей	2,0	1,7
Длина колоса	см	8,0	7,1
Число зерен в колосе	шт.	32,0	29,0
Масса зерна с колоса	г	1,27	1,12
Масса 1000 зерен	г	38,0	35,6
Натура зерна	г/л	828	818
Стекловидность зерна	%	77	72
Содержание сырой клейковины	%	28,0	26,3
Качество клейковины	ед. ИДК	86	80
Содержание белка	%	14,5	13,9
Сила муки	ед. а.	453	380
Число падения	с	340	313
Объемный выход хлеба (50 г муки)	мл	493	493
Общая оценка качества	балл	4,5	4,2

Новый сорт Кинельская ласточка отличается стабильно высокой урожайностью зерна по годам в засушливых условиях – в среднем 3,44 т/га (2,45–4,53 т/га по годам), обеспечивая прибавки урожая зерна над стандартом Тулайковская надежда в среднем на 0,45 т/га (0,38–0,55 т/га по годам испытаний). Предполагаемый экономический эффект от возделывания нового сорта за счет прибавки урожайности зерна над стандартом (0,45 т/га), может составить при средней цене продовольственного зерна 3-го класса на конец 2024 года 15 000 руб./т – 6 750 руб. с гектара. В условиях производственного испытания средняя урожайность сорта Кинельская ласточка составила: по

чистому пару – 4,5 т/га, по озимой пшенице – 2,7 т/га, при урожайности лучшего районированного сорта Кинельская юбилейная – 4,2 и 2,4 т/га соответственно.

Передаваемый на испытание новый сорт Кинельская ласточка отличается стабильно высокой по годам силой муки 281–556 е.а. (в среднем 453 е.а.), высоким содержанием клейковины в зерне 25,2–30,0% (в среднем 28,0%) второй группы качества (в среднем 80 ед. шкалы прибора ИДК) и высокой натурной массой зерна 815–848 г/л (в среднем 828 г/л). Содержание белка в зерне 13,3–15,3% (в среднем 14,5%). Число падения 258–462 сек. (в среднем 340 сек.). Объемный выход хлеба из 50 г муки – 450–550 мл (в среднем 493 мл), пористость хлеба – 4,7 балла, общая хлебопекарная оценка сорта высокая – 4,5 балла.

Сорт обладает комплексной устойчивостью к листовым патогенам и высокой засухоустойчивостью (5 баллов). Устойчив к полеганию (4,3 балла), осыпанию зерна (5 баллов) и его прорастанию на корню (5 баллов).

Рекомендуемая схема семеноводства сорта Кинельская ласточка традиционная для культуры яровой мягкой пшеницы. Для получения оригинальных семян применяли индивидуально-семейственный отбор, питомники испытания потомств 1 и 2 года (ПИП-1 и ПИП-2), питомники размножения 1 и 2 года (ПР-1 и ПР-2). Лучшие предшественники для ведения семеноводства нового сорта – озимая пшеница, бобовые, лён, чистый пар. Норма высева семян 4,5 млн. всхожих зерен на гектар (на высоком и интенсивном фоне возможно снижение нормы до 4,0 млн. зерен).

Предпочтительные зоны для семеноводства нового сорта – лесостепные зоны Самарской, Ульяновской, Пензенской, Оренбургской областей, Республик Татарстан, Мордовия и Башкортостан.

Сорт Кинельская ласточка предлагается для производства продовольственного зерна высокого качества. При обычной агротехнике возделывания, даже без применения минеральных удобрений формирует зерно не ниже 2–3 класса.

Сорт передан на Государственное испытание по Средневолжскому (7) и Уральскому (9) регионам Российской Федерации в 2024 году.

ГЛАВА 8 БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КОММЕРЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ СОЗДАННЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Внедрение в агропромышленный сектор новых сортов и гибридов культурных растений считается наиболее эффективным способом повышения валового производства растениеводческой продукции. Новые сорта, как правило, более отзывчивы на интенсификацию производства и более адаптированы к современным условиям возделывания, с учетом того, что селекционные достижения проходят государственное сортоиспытание в определенных регионах и только после этого, лучшие образцы, включаются в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных для использования в регионах допуска. Внедрение более урожайных и качественных сортов актуально сегодня как никогда, так как в условиях мирового экономического кризиса и ежегодного удорожания средств интенсификации, на фоне снижения или стагнации стоимости растениеводческой продукции, использование последних, особенно в зонах рискованного земледелия, в определенной степени ограничено [Анипенко Л.Н., Кириченко В.Е., 2006].

Для определения биоэнергетической и экономической эффективности возделывания яровой мягкой пшеницы [Энергетическая эффективность, 2005] воспользуемся данными экологического и конкурсного испытания сортов и новых перспективных линий культуры, в условиях Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН в течение пяти лет (2019–2023 годах) на агрофоне $N_{16}P_{16}K_{16}$, практически, соответствующим средним показателям (30–38 кг на га в д.в.) применения удобрений по Самарской области.

Средняя урожайность зерна яровой мягкой пшеницы, по сортам селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, занимающих основные площади возделывания в хозяйствах Самарской области и Средневолжского региона, составила по результатам испытания за последние пять лет от 1,78 до 4,36 т/га (Таблица 29).

Таблица 29 – Урожайность зерна сортов и перспективных линий пшеницы мягкой яровой селекции Поволжского НИИСС за 2019–2023 гг.

Сорт	Год изучения					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

Наиболее низкую продуктивность по данным экологического и конкурсного испытания в условиях Самарской области показал сорт Кинельская 59, который был включен в государственный реестр селекционных достижений с 1995 года. Несмотря на это сорт в степных условиях Оренбургской области занимает существенные площади и по сей день благодаря высокой засухоустойчивости и стабильно высокому содержанию белка и клейковины в зерне. Но при этом необходимо отметить, что сорт не обладает иммунитетом к бурой листовой ржавчине, что потребует в годы сильной эпифитотии болезни фунгицидной обработки посевов, в случае раннего (до колошения) появления пустул. Наибольшее распространение в производственных условиях на данный момент получили сорта Кинельская юбилейная, Кинельская нива, Кинельская отрада и Кинельская 59, занимающие большие посевные площади по Средневолжскому и Уральскому регионам. Они показывают лучшие результаты по продуктивности в обоих регионах, о чем свидетельствуют, в том числе, и акты внедрения в хозяйствах (Рисунок И. 1 – Рисунок И. 17).

С учетом высокой зависимости урожайных показателей сортов от погодно-климатических условий зоны возделывания, для более достоверного определения значений экономической и биоэнергетической эффективности внедрения новых сортов сельскохозяйственных культур, будут использованы урожайные данные, полученные в среднем за последние пять лет (Таблица 30).

Таблица 30 – Экономическая эффективность возделывания новых сортов и перспективных линий яровой мягкой пшеницы, по средним данным за 2019–2023 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Цена реализации, руб./т	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Кинельская 59	2,76	13 500	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 среднем уровне интенсификации производства яровых зерновых культур в Самарской области и внесении минеральных удобрений на один гектар пашни порядка до 50 кг действующего вещества, затраты на единицу площади составляют, при урожайности яровой мягкой пшеницы от 2,76 до 3,30 т/га, 27 636 – 28 581 рублей (Таблица К. 1 – К. 5). Цена реализации товарной продукции – продовольственного зерна не ниже 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 (прибыль) от 9 574 до 15 969 руб./га. В условиях низкой цены на товарную продукцию, получение зерна четвертым и пятом классом (стоимостью менее 10 000 руб./т), делает возделывание культуры экономически не выгодным. В наших условиях все сорта во все года испытаний давали зерно по качественным показателям выше минимальных требований 3 класса, что позволило получить уровень рентабельности возделываемых сортов яровой мягкой пшеницы от 34,6 до 55,9% (таблица 28), при средней рентабельности зернового производства в России по итогам 2023 года – 19%, с учетом субсидий из бюджетов различных уровней.

В условиях существующего диспаритета цен между сельскохозяйственной продукцией и основными средствами производства, в том числе – горюче-смазочными материалами, средствами защиты растений, удобрений и т.д., необходимо особое внимание уделять энергетическому балансу. Метод энергетической оценки, позволяет учитывать количество затраченной на получение единицы сельскохозяйственной продукции энергии и оценить количество аккумулированной в ней.

Энергетическая оценка эффективности возделывания сортов яровой мягкой пшеницы селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН показала, что изучаемые селекционные достижения, включенные в Госреестр по Средневолжскому региону, по выходу энергии с урожаем зерна были на уровне 51,3–61,4 ГДж/га, а чистый энергетический доход составил по данным сортам от 30,2 до 40,1 ГДж/га (Таблица 31).

Таблица 31 – 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 основной продукцией, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности посева	Энергетическая себестоимость, ГДж/т зерна
Кинельская 59	21,1	2,76	51,3	30,2	2,43	7,6
Кинельская нива	21,1	2,92	54,3	33,2	2,57	7,2
Кинельская 2010	21,1	2,95	54,9	33,8	2,60	7,1
Кинельская юбилейная	21,3	3,07	57,1	35,8	2,69	6,9
Кинельская звезда	21,3	3,30	61,4	40,1	2,89	6,4

Энергетическая себестоимость тонны зерна при возделывании сортов яровой мягкой пшеницы составила от 6,4 до 7,6 ГДж. Самый низкий показатель затраченной энергии на получение одной тонны продовольственного зерна (энергетическая себестоимость) отмечен при возделывании нового сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская звезда – 6,4 ГДж/т, что позволило получить по общепринятой технологии возделывания с дополнительным урожаем зерна (без учета соломы), 9,9 ГДж дополнительной энергии с единицы площади по сравнению с сортом более ранней селекции – Кинельская 59.

Необходимо отметить, что сорта селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, даже при возделывании по обычной технологии, показали высокий коэффициент энергетической эффективности в регионе. По данному показателю следует выделить сорта Кинельская звезда и Кинельская юбилейная, с коэффициентами энергетической эффективности 2,89 и 2,69 соответственно. Таким образом, можно отметить, что «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%, что связано главным образом с диспаритетом цен в сельском хозяйстве.

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 Государственный реестр 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 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 погоднo-климатическим 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдряева, О.Ф. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в засушливых условиях Среднего Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Абдряева Ольга Франковна. – Пенза, 2008. – 143 с.
2. Агамалова, С.Р. Генетический контроль озимости и яровости у мягкой пшеницы / С.Р. Агамалова, Т.А. Кокшарова, Е.И. Никитина // Генетика, физиология и селекция зерновых культур. – 1987. – С. 22–28.
3. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области / Под ред. В.В. Юрыгина и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 208 с.
4. Агротехнические приемы борьбы с корневыми гнилями / В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, Н.Ю. Заргарян [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 8. – С. 15–17.
5. Адаптивные сорта и агротехнологии яровой мягкой пшеницы для Сибири и Казахстана / Н.А. Поползухина, П.В. Поползухин, А.А. Гайдар [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (39). – С. 34–43.
6. Актуальные проблемы адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье и пути их решения / А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, О.С. Муллаянова [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20. – № 2 (3). – С. 459–463.
7. Александров, А.Е. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Александров Алексей Евгеньевич. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2000. – 22 с.
8. Алиновский, П.Г. Влияние агротехники на поражаемость яровой пшеницы корневой гнилью в условиях Алтайского края / П.Г. Алиновский // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: Колос, 1970. – С. 22–25.

9. Алиновский, П.Г. Влияние соломы на пораженность пшеницы корневой гнилью / П.Г. Алиновский // Науч.-техн. бюл. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. – Вып. 42. – С. 22–26.
10. Алтухов, А.И. Проблемы зернового рынка РФ / А.И. Алтухов. – М. – 1994.
11. Амунова, О.С. Влияние метеоусловий при вегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы / О.С. Амунова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (5). – С. 437–446.
12. Анализ устойчивости к бурой ржавчине некоторых генотипов мягкой пшеницы из коллекции «Арсенал» / И.Ф. Лапочкина, И.В. Иорданская, А.И. Жемчужина [и др.] // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 100–101.
13. Андрияш, Н.В. Наследование сроков колошения гибридами мягкой пшеницы / Н.В. Андрияш // Науч.-технический бюллетень ВНИИР. – 1983. – Вып. 134. – С. 11–13.
14. Анипенко, Л.Н. Экономическая эффективность использования селекционных достижений в растениеводстве / Л.Н. Анипенко, В.Е. Кириченко. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2006. – 80 с.
15. Ассоциированные с пшеницей микромицеты и их значимость как возбудителей болезней в России / Ф.Б. Ганнибал, Т.Ю. Гагкаева, М.М. Гомжина [и др.] // Вестник защиты растений. – 2022. – № 105(4). – С. 164–180.
16. Ауземус, Э.Р. Генетика и наследование: Пшеница и ее улучшение: перев. с англ. / Э.Р. Ауземус, Ф.Х. Мак-Нил, Ю.У. Шмидт. – М., 1970. – 519 с.
17. Ашмарина, Л.Ф. Видовой состав возбудителей фузариозов сельскохозяйственных культур в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, И.М. Горобей // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2008. – №12. – С. 42–46.
18. Бабаянц, Л.Т. Изменение расового состава *Puccinia recondita f. sp. tritici* на юге Украины в 1997–1999 гг. / Л.Т. Бабаянц, А.А. Васильев, О.В. Бабаянц // Микология и фитопатология. – 2001. – Т. 35. – № 4. – С. 74–81.
19. Билай, В.И. Фузариозы / В.И. Билай. – Киев: «Наукова Думка», 1977. – 339 с.

20. Биологические особенности бурой ржавчины пшеницы в Нижнем Поволжье и структура её популяции / Т.С. Маркелова, О.В. Иванова, Е.А. Нарышкина [и др.] // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке. – СПб, 2013. – С. 127–129.
21. Борадулина, В.А. Наследование продолжительности вегетационного периода и основных элементов продуктивности гибридами яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Борадулина Вера Анатольевна. – Новосибирск. – 1995. – 16 с.
22. Буренок, В.П. Мульчирование соломой и корневые гнили / В.П. Буренок, В.А. Калугин // Земля сибирская, дальневосточная. – 1981. – №2. – С. 22–23.
23. Вавилов, Н.И. О генетической природе озимых и яровых растений / Н.И. Вавилов, Е.С. Кузнецова // Оттиск из «Известий Агрономического Факультета Саратовского Университета». – Саратов, 1921. – Вып.1. – С. 1–22.
24. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов / Н.И. Вавилов // Доклад на конференции по борьбе с засухой 27 ноября 1931 г. – За новое волокно, 1931. – № 12. – С. 9–17.
25. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов. – М., Л.: Сельхозгиз, 1935. – 246 с.
26. Вавилов, Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов. – М., Л. – 1935. – Т.1. – 1043 с.
27. Вавилов, Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов. – М., Л. – 1935. – Т.2. – 712 с.
28. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. – М. – 1986. – 512 с.
29. Валекжанин, В.С. Экологическая пластичность генетически полиморфных образцов яровой мягкой пшеницы / В.С. Валекжанин, Н.И. Коробейников // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №12. – С. 25–27.
30. Ван дер Планк, Я.Е. Болезни растений: Эпифитотии и борьба с ними / Я.Е. Ван дер Планк; пер. с англ. Н.А. Емельяновой. – М.: Колос, 1966. – 359 с.

31. Ван дер Планк, Я.Е. Основные принципы экосистем // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем: пер. с англ. / Я.Е. Ван дер Планк. – М.: Колос, 1977. – С.110–120.
32. Веденеева, М.Л. Структура популяции бурой ржавчины пшеницы в Поволжье и эффективность селекции на иммунитет / М.Л. Веденеева, Т.С. Маркелова // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье. – Саратов, 2000. – Ч. 1. – С. 325–331.
33. Влияние агротехнических приемов на развитие корневых гнилей яровой пшеницы / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, Е.А. Дёмина [и др.] // В сб.: Экологическая генетика культурных растений. – Материалы школы молодых ученых. – Краснодар, 2005. – С. 292–294.
34. Влияние нормы высева на фитосанитарное состояние и урожайность сортов яровой пшеницы / А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, 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.
35. Влияние условий выращивания на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы / Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 41–43.
36. Волкова, Г.В. Структура изменчивости популяций возбудителей бурой ржавчины и желтой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе и обоснование приемов управления внутривидовыми процессами: автореф. ... дис. д-ра биол. наук: 06.01.07 / Волкова Галина Владимировна. – С.-П., 2006. – 40 с.
37. Волкова, Г.В. Влияние сортов озимой пшеницы с разными типами устойчивости к возбудителю бурой ржавчины на изменение структуры популяции по признаку вирулентности / Г.В. Волкова, О.А. Кудинова, О.Ф. Ваганова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 8 (199). – С. 25–33.
38. Волкова, Г.В. Исследования патосистемы «растение-хозяин – патоген» для фитосанитарной оптимизации агробиоценозов / Г. В. Волкова, В. Д. Надыкта

- // Биологические основы защиты растений: сборник научных трудов по материалам Жученковских чтений VII, Краснодар, 15 сентября 2022 года / Федеральный научный центр биологической защиты растений. – Краснодар: Издательство «ЭДВИ», 2022. – С. 73–82.
39. Волкова, Л.В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и ее связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы / Л.В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 9–15.
40. Волуевич, Е.А. Генетические подходы в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине / Е.А. Волуевич // Молекулярная и прикладная генетика. – 2013. – Том 14. – С. 36–45.
41. Ворошилов, В.Н. Ритм развития у растений / В.Н. Ворошилов. – М.: АН СССР. – 1960. – 136 с.
42. Вьюшков, А.А. Перспективы селекции яровой пшеницы на устойчивости к мучнистой росе в Среднем Поволжье / А.А. Вьюшков, С.Н. Шевченко, В.В. Сюков // Тез. докл. VIII Всесоюзного совещания по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям. – Рига, 1986. – С.31–32.
43. Гагкаева, Т.Ю. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 12. – С. 13–15.
44. Ганнибал, Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* / Ф.Б. Ганнибал, под ред. М.М. Левитина. – СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. – 70 с.
45. Генетика пшеницы в саратовском селекцентре / В.А. Крупнов, С.А. Воронина, А.Е. Дружин, С.Н. Сибикеев // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала Юго-Восточной зоны России: Сборник научных трудов, посвящённый 95-летию со дня основания НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 2005. – С. 135–145.
46. Генетическое взаимодействие взрослых растений пшеницы и возбудителя листовой ржавчины: «ген-на-ген» или «ген-на-гены»? / Л.Г. Тырышкин,

- В.Г. Захаров, В.В. Сюков, С.Н. Шевченко // Известия Самарского НЦ РАН. – 2014. – Т. 16. – № 5 (3). – С. 1177–1180.
47. Гешеле, Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле. – М.: Колос, 1978. – 206 с.
48. Гладышева, О.В. Оценка селекционного материала пшеницы яровой на продуктивность при различных стрессовых условиях внешней среды / О.В. Гладышева, Т.А. Барковская // Аграрная наука. – 2017. – № 11–12. – С. 18–19.
49. Глазунова, Е.Б. Таксономический состав фитопатогенов на семенах и подземных органах злаковых сорняков / Е.Б. Глазунова, Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова // Сб. статей по материалам международной (заочн.) науч.-практ. конференции: Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век. – Красноярск, 2014. – С.9–10.
50. Глинушкин, А.П. Фитопатогенный комплекс пшеницы и меры борьбы с ним: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / Глинушкин Алексей Павлович. – М.: МСХА, 2013. – 38 с.
51. Глинушкин, А.П. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве / А.П. Глинушкин, М.С. Соколов, Е.Ю. Торопова. – М.: Агрорус, 2016. – 288 с.
52. Глуховцева, Н.И. Селекция яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Глуховцева Нина Ивановна. – Л. – 1982. – 421 с.
53. 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 // В сб.: Экологические проблемы земледелия. – Пенза. – 1996. – С. 66–67.
54. Голощапов, А.П. Гельминтоспориозная корневая гниль яровой пшеницы (*Helminthosporium sativum* P. K. et B.) и разработка мер борьбы с ней в Курганской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Голощапов

- Анатолий Павлович. – АН Арм. ССР. Отделение биол. наук. – Ереван, 1969. – 26 с.
55. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
56. Гончаров, Н.П. Моносомный анализ популяции растений F_2 и F_3 , лишенных доминантного гена $Vrn\ 3$, определяющего яровой тип развития пшеницы / Н.П. Гончаров, О.И. Майстренко // Проблема селекции с.-х. растений. – Новосибирск. – 1983. – С. 69–84.
57. Гончаров, Н.П. Генетический контроль фотопериодической реакции у мягкой пшеницы / Н.П. Гончаров // С.-х. биология. – 1986. – № 11. – С. 84–90.
58. Гончаров, Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей / Н.П. Гончаров // Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 523 с.
59. Гончаров, Н.П. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России / Н.П. Гончаров, В.М. Косолапов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 361–366.
60. Горлач, А.А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в лесостепной зоне УССР / А.А. Горлач // Сб. науч. трудов Белоцерковской станции. – Киев, 1973. – Вып. 5. – С. 9–27.
61. Грабовец, А.И. Некоторые аспекты ведения селекции озимой мягкой пшеницы на Дону в условиях изменяющегося климата / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 5. – С. 3–6.
62. Грабовец, А.И. Стабильность урожаев в широком диапазоне сред – основной параметр при селекции озимой пшеницы / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 5. – С. 3–7.
63. Григорьев, М.Ф. Корневые гнили зерновых культур в Нечерноземной зоне России: география, видовой состав возбудителей, патогенез, устойчивость

- мирового генофонда пшеницы и ячменя: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.11 / Григорьев Михаил Федорович. – М.: ТСХА, 1996. – 40 с.
64. Григорьев, М.Ф. Изучение патогенных комплексов возбудителей наиболее распространенных типов корневых гнилей зерновых культур в Центральном Нечерноземье России / М.Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – № 2. – С. 111–125.
65. Гуенкова, Е.А. Селекционная ценность исходного материала при создании сортов двуручек мягкой пшеницы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Гуенкова Елена Анатольевна. – Краснодар, 2021. – 180 с.
66. Гультяева, Е.И. Создание коллекции источников устойчивости пшеницы к бурой ржавчине для использования в практической селекции / Е.И. Гультяева, Н.П. Лоскутова // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 180–181.
67. Гультяева, Е.И. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у новых российских сортов мягкой пшеницы / Е.И. Гультяева, Е.Л. Шайдаюк // Биотехнология и селекция растений. – 2021. – № 4(2). – С. 15–27.
68. Гупало, П.И. Физиология индивидуального развития растений / П.И. Гупало, В.В. Скрипчинский. – М.: Колос, 1971. – 224 с.
69. Давоян, Р.О. Результаты использования синтетических форм для передачи мягкой пшенице устойчивости к болезням от её диких сородичей / Р.О. Давоян // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 182–183.
70. Демина, Е.А. Патогенность и вредоносность возбудителей корневых гнилей пшеницы в Самарской области / Е.А. Демина, А.И. Кинчаров // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 23–24.
71. Демина, Е.А. Научные методы повышения и стабилизации урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в засушливых регионах / Е.А. Демина, А.И. Кинчаров // В сб.: Научно обоснованные системы повышения продуктивности и качества зерновых и кормовых культур в засушливых регионах. Материалы Международной научно-практической

- конференции. Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, 2016. – С. 66–73.
72. Джембаев, Ж.Т. Корневые гнили пшеницы в Северном Казахстане / Ж.Т. Джембаев, Ж.Ш. Альжанов // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: «Колос», 1970. – С.9–14.
73. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям // Методическое руководство. – Л.: ВИР. – 1988. – 228 с.
74. Дмитриев, В.Е. Исходный материал для селекции скороспелых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Восточной Сибири / В.Е. Дмитриев // Бюллетень ВИР. – 1976. – Вып. 65. – С. 15–17.
75. Долгушин, Д.А. Мировая коллекция пшениц на фоне яровизации / Д.А. Долгушин. – М.: Сельхозиздат. – 1935. – 112 с.
76. Долгушин, Д.А. О стадийном развитии озимых растений / Д.А. Долгушин // Агробиология. – 1962. – № 5. – С. 643–665.
77. Дорофеев, В.Ф. Пшеницы мира / Дорофеев, В.Ф. [и др.] – Л.: Колос. – 1976. – 487 с.
78. Дорофеев, В.Ф. Пшеницы мира / В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин, Л.В. Семёнова [и др.] – Л., 1987. – 559 с.
79. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 336 с.
80. Драховская, М.Д. Прогноз в защите растений / М.Д. Драховская. – М.: Сельхозлитература, 1962. – С. 168–173.
81. Евдокимов, М.Г. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра / М.Г. Евдокимов, И.А. Белан, В.С. Юсов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 9–15.
82. Елесин, В.А. Влияние фотопериодической нечувствительности на продуктивность и налив зерна у яровой мягкой пшеницы в Поволжье / В.А. Елесин, Ю.В. Лобачев // Вопросы генетики и селекции зерновых культур на Юго-Востоке России. – Саратовский СХИ. – 1993. – С. 68–73.

83. Елесин, В.А. Показатели качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы и их Prpд-аналогов / В.А. Елесин, Г.В. Пискунова // Вопросы генетики и селекции зерновых культур на Юго-Востоке России. – Саратовский СХИ, 1993. – С. 64–67.
84. Елесин, В.А. Эффекты фотопериодической нечувствительности у яровой мягкой пшеницы в Поволжье: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 / Елесин Вячеслав Алексеевич. – Немчиновка, Московская обл., 1993. – 18 с.
85. Жалиева, Л.Д. Видовой состав возбудителей корневых и прикорневых гнилей пшеницы / Л.Д. Жалиева // Микология и фитопатология. – 2001. – Т. 35. – Вып. 6. – С. 52–56.
86. Жаринов, А.С. Климатическое описание лесостепной зоны Куйбышевской области / А.С. Жаринов // Известия Куйбышевского СХИ, 1958. – Т.13. – С. 97–110.
87. Жарков, Н.А. Генетический контроль образа жизни у сорта яровой мягкой пшеницы Мильтурум 553 / Н.А. Жарков // Генетика. – 1984. – Т. 20. – № 11. – С. 1881–1886.
88. Жаркова, С.В. Оценка параметров адаптивности среды в ограниченном количестве пунктов испытания / С.В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – 10–1 (37). – С. 138–141.
89. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
90. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штинница, 1988. – 767 с.
91. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штинница, 1990. – 432 с.
92. Жученко, А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата / А.А. Жученко // В сб.: Стратегия адаптивной селекции

- полевых культур в связи с глобальным изменением климата. – Саратов, 2004. – С. 10–16.
93. Зависимость урожая яровой пшеницы от вида севооборота и метеорологических условий / Ю.Ф. Курдюков, Н.Г. Левицкая, Л.П. Лощина [и др.] // Земледелие. – 2014. – №1. – С. 41–43.
94. Загрязнение почвенными фитопатогенами агроэкосистем в Самарской области / Л.М. Михальченко, А.И. Кинчаров, Е.А. Демина [и др.] // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы международной научно-практической конференции. – Пенза. – 2002. – Т 2. – С 179–180.
95. Защита зерновых культур от болезней / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян [и др.] // Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.
96. Защита пшеницы от корневых гнилей / А.Ф. Коршунова, А.Е. Чумаков, Р.И. Щекочихина. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.
97. Защита растений в устойчивых системах землепользования: учебно-практическое пособие / Д. Шпаар, У. Бурт, Т. Ветцел [и др.]. под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. Д. Шпаара – Торжок: Вариант, 2003. – Кн. 1. – 392 с.
98. Защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов в периоды ухода и хранения: учебное пособие / Н.Ф. Денискина, Ш.В. Гаспарян, М.Е. Дыйканова [и др.]. – М.: МЭСХ, 2021. – 108 с.
99. Защита семенных посевов озимой пшеницы от болезней в Центральном регионе РФ / Л.Н. Назарова, Т.П. Жохова, Т.М. Полякова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – №5. – С. 54–56.
100. Звейнек, С.Н. Наследование типа развития и его связь с морозостойкостью и фотопериодической чувствительностью у двуручек мягкой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15 / Звейнек Светлана Николаевна. – Л.: ВИР. – 1984. – 20 с.
101. Зеленева, Ю.В. Идентификация *Lr*-генов в селекционных линиях яровой мягкой пшеницы, устойчивых к возбудителю бурой ржавчины в условиях

- ЦЧР / Ю.В. Зеленева, В.В. Плахотник, В.П. Судникова // Зерновое хозяйство России. – 2017. – №3 (51). – С. 19–24.
102. Зеленева, Ю.В. Структура популяции *Puccinia triticina* Erikss в Центральном Черноземье / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова, И.В. Гусев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – №3 (58). – С. 70–76.
103. Значение популяционных исследований возбудителей болезней для разработки стратегии селекции сортов зерновых культур с продолжительной устойчивостью / Е.Д. Коваленко, Т.М. Коломиец, М.И. Киселёва [и др.] // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 91–92.
104. Зыкин, В.А. Вегетационный период яровой пшеницы и его связь с урожайностью в условиях степи и лесостепи Западной Сибири / В.А. Зыкин // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1977. – №2. – С. 30–37.
105. Изучение коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы по скороспелости / А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, Т.Ю. Таранова [и др.] // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 10 (1). – С. 136–141.
106. Изучение структуры популяций наиболее опасных возбудителей болезней зерновых культур и создание сортов, устойчивых к факультативным и облигатным патогенам: Информационный отчёт по договору / Е.Д. Коваленко, Т.М. Коломиец, А.И. Жемчужина [и др.] – Б. Вяземы, 2001. – 22 с.
107. Ильина, Л.Г. Селекция яровой пшеницы в НИИСХ Юго-Востока / Л.Г. Ильина // Селекция полевых культур на Юго-Востоке. – Саратов: Приволжское книжное издательство. – 1970. – Вып. 27. – С. 5–126.
108. Ильина, Л.Г. О селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость / Л.Г. Ильина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 6.

109. Ильина, Л.Г. Селекция яровой мягкой пшеницы на Юго-Востоке: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Ильина Лидия Герасимовна. – Немчиновка, 1986. – 36 с.
110. Ильина, Л.Г. Селекция яровой мягкой пшеницы на Юго-Востоке / Л.Г. Ильина. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1989. – 132 с.
111. Ильина, Л.Г. Селекция саратовский яровых пшениц / Л.Г. Ильина: под ред. В.А. Кумакова. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1996. – 128 с.
112. Интрогрессивная селекция яровой мягкой пшеницы в Нижнем Поволжье в условиях меняющегося климата / А.Е. Дружин, С.Н. Сибикеев, В.А. Крупнов [и др.] // Аграрный вестник Юго-Востока. – № 1-2. – 2013. – С. 51–54.
113. Использование генпула твердой пшеницы в селекции яровой мягкой пшеницы / С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин, Е.И. Гульятеева [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 10–13.
114. Источники устойчивости к грибным заболеваниям для селекции яровой мягкой пшеницы / Т.Ю. Таранова, А.И. Кинчаров, Е.А. Демина [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – №12. – С. 45–49.
115. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе / Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин, Н.З. Василова [и др.] // – Аграрный научный журнал. – 2022. – № 10. – С. 10–15.
116. Источники устойчивости яровой пшеницы к корневым гнилям / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, О.Ф. Абдряева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2012. – №7. – С. 22–24.
117. Калыбекова, Ж.Т. Аллельное разнообразие генов, контролирующих реакцию на яровизацию и чувствительность к фотопериоду среди сортов яровой мягкой пшеницы различного географического происхождения / Ж.Т. Калыбекова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – 180 (4). – С.177–185. doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-177-185.
118. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 445: Сорты яровой пшеницы НИИСХ Юго-Востока. – Л., 1986. – 125 с.

119. 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. URL: <http://www.pniiss.ru/яровая%пшеница.html> (дата обращения: 17.07.2025).
120. Кашин, В.И. Вопрос чрезвычайной важности / Кашин В.И. // Сельская жизнь, № 37 (24202), 11–17 сентября 2020. – С. 1, 8–9.
121. Кефели, В.И. Рост растений / В.И. Кефели, под ред. М.Х. Чайлахян. – М.: Колос, 1984. – 175 с.
122. Кильчевский, А.В. Генотип и среда в селекции растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
123. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
124. Кинельская юбилейная – новый сорт яровой мягкой пшеницы для условий Средневолжского и Уральского регионов / Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, С.В. Третьякова [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2018. – №4 (34). – С. 47.
125. Кинчаров, А.И. Эффективность использования твел-метода при гибридизации яровой пшеницы / А.И. Кинчаров // В сб.: Тезисы докладов XIII областной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов сельского хозяйства. – Кинель: Куйбышевский сельскохозяйственный институт, 1989. – С. 44–45.
126. Кинчаров, А.И. Источники устойчивости к вредным организмам в селекции яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, А.П. Головоченко // В сб.: Экологические проблемы земледелия. – Пенза, 1996. – С. 68–69.
127. Кинчаров, А.И. Исходный материал для создания скороспелых сортов яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко // Научно-практическая конференция «Вопросы повышения устойчивости зернового хозяйства в условиях Поволжского региона». Секция 1. – Кинель, 1997. – С. 32–34.

128. Кинчаров, А.И. Исходный материал для создания сортов яровой мягкой пшеницы устойчивых к стрессовым факторам / А.И. Кинчаров // В сб.: Тезисы докладов 44 научной конференции. – Самара: Самарская ГСХА, 1997а. – С. 123–124.
129. Кинчаров, А.И. Корреляционная зависимость элементов продуктивности от продолжительности периода всходы-колошение яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // В сб.: Тезисы докладов 44 научной конференции. – Самара: Самарская ГСХА, 1997б. – С. 145–146.
130. Кинчаров, А.И. Селекционная ценность скороспелых образцов яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // В сб.: Тезисы докладов 44 научной конференции. – Самара: Самарская ГСХА, 1997в. – С. 169.
131. 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, 1998а. – 16 с.
132. Кинчаров, А.И. Источники устойчивости к грибным болезням в селекции яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров // Научная сессия «Аграрная наука севера в условиях современных вызовов». – Киров, 1998б. – С. 130–131.
133. Кинчаров, А.И. Источники засухоустойчивости в селекции яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров // В сб.: «Аграрная наука севера в условиях современных вызовов». – Киров, 1998в. – С. 131–132.
134. Кинчаров, А.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на скороспелость / А.И. Кинчаров // В сб. научных трудов «Селекция с.-х. культур на устойчивость к стрессовым факторам в Поволжье». – Кинель, 1999. – С. 59–67.
135. Кинчаров, А.И. Источники засухоустойчивости в селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, О.Ф. Цуркан // В сб.: Тезисы докладов 46 научно-

- практической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самара: Самарская ГСХА, 1999. – С. 9.
136. Кинчаров, А.И. Источники устойчивости к грибным болезням в селекции яровой мягкой пшеницы / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина // В сб.: Тезисы докладов 46 научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самара: Самарская ГСХА, 1999. – С. 56.
137. Кинчаров, А.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на скороспелость и устойчивость к стрессовым факторам / А.И. Кинчаров // В сб.: V Всероссийская НПК «Селекция и семеноводство полевых культур». – Пенза, 2001. – С. 18–19.
138. Кинчаров, А.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина [и др.] // В сб.: V Всероссийская НПК «Селекция и семеноводство полевых культур». – Пенза, 2001. – С. 20–21.
139. Кинчаров, А.И. Агроклиматические условия и урожайность яровой пшеницы в Самарской области / А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, Л.М. Михальченко [и др.] // В сб.: Научные основы семеноводства и агротехнологий сельскохозяйственных культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ. –Саранск, 2007. – С. 360–362.
140. Кинчаров, А.И. Оценка устойчивости сортов яровой пшеницы к основным возбудителям корневых гнилей на фоне искусственного заражения / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина // Нива Поволжья. – 2011. – № 3 (20). – С. 29–33.
141. 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. Материалы Международной научно-практической

- конференции Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова. – Казань, 2016. – С. 73–79.
142. 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. – С.61–68. doi:10.36718/1819-4036-2020-9-61-68.
143. 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. Сборник трудов восьмого международного экологического конгресса (десятой международной научно-технической конференции). – Самара, 2021. – С. 65–71.
144. 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.
145. Кинчарова, М.Н. Методы диагностики болезней картофеля: учеб. пособие для вузов / М.Н. Кинчарова, А.М. Макеева, Д.З. Богоутдинов. – Самара: СГСХА, 2004. – 96 с.
146. 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.
147. Кинчарова, М.Н. Распространенность грибной инфекции на семенах озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / М.Н. Кинчарова, А.И. Кинчаров, М.Р. Абдряев // Аграрный вестник Урала. – 2022. – №12 (227). – С. 11–22.
148. Киселева, А.А. Локализация и взаимодействие генов В-генома мягкой пшеницы, индуцирующие колошение: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.07 / Киселева Антонина Андреевна. – Новосибирск, 2018. – 16 с.

149. Кобцева, Л.В. Изучение влияния природно-климатических факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы на разных этапах органогенеза / Л.В. Кобцева, Л.А. Ступина // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 5 (91). – С. 21–25.
150. Койшыбаев, М. Болезни зерновых культур / М. Койшыбаев. – Алматы: «Бастау», 2002. – 367 с.
151. Койшыбаев, М. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням с воздушно-капельной инфекцией / М. Койшыбаев, В.А. Чудинов, О.С. Гаас // Глобальные изменения климата и биоразнообразие. – Алматы, 2015. – С. 262–263.
152. Койшыбаев, М. Реакция изогенных линий пшеницы Thatcher на североказахстанскую популяцию *Puccinia triticina* и устойчивость сортов к патогену / М. Койшыбаев // Микология и фитопатология. – 2019. – Т. 53. – № 3. – С. 162–169.
153. Колесников, Л.Е. Факторный анализ патогенеза бурой ржавчины пшеницы / Л.Е. Колесников, К.А. Фунтов // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 31–32.
154. Колесова, М.А. Ревизия теории флора –«ген-на-ген» – для феноменов взаимодействия проростков зерновых культур с возбудителями ржавчин / М.А. Колесова, А.А. Зуева, Л.Г. Тырышкин // Доклады российской академии наук. Науки о жизни. – 2021. – Том: 496. – № 1. – С.19–23.
155. Коломиец, Т.М. Патогенный комплекс возбудителей корневой гнили пшеницы в различных регионах Российской Федерации / Т.М. Коломиец // Первый съезд микологов России. – М., 2002. – С. 190.
156. Колючая, Г.С. Отдалённая гибридизация как источник создания устойчивых к фитопатогенам форм для селекции озимой пшеницы / Г.С. Колючая // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 197–198.

157. Константинов, П.Н. К борьбе с засухами в Поволжье / П.Н. Константинов. – Покровск: «Унзере виртшафт, 1923. – 72 с.
158. Константинов, П.Н. О селекции пшеницы в Средневолжском крае / П.Н. Константинов // Борьба с засухой. – М.-Л.: Госиздат с/х и колхозно-кооперативной литературы. – 1932. – С. 220–226.
159. Константинов, П.Н. Район деятельности Кинельской селекционной станции / П.Н. Константинов // Труды Кинельской селекционной станции. Вып. 1.: 1929–1933. – Куйбышевское краевое издательство. – 1935. – С. 5-10.
160. Константинов, П.Н. Основные программные вопросы Кинельской селекционной станции / П.Н. Константинов // Труды Кинельской селекционной станции. Вып. 1.: 1929–1933. – Куйбышевское краевое издательство. – 1935. — С. 27–50.
161. Коршунова, А.Ф. Корневые гнили яровой пшеницы / А.Ф. Коршунова, С.М. Тупеневич, Г.А. Краева [и др.] – Л. – 1974. – 64 с.
162. Котляров, В.В. Устойчивость сортов пшеницы к фузариозу и методы ее определения / В.В. Котляров // Селекция и семеноводство. – 1986. – №6. – С.51–54.
163. Котова, В.В. Экспериментальная оценка вредоносности корневой гнили яровой пшеницы / В.В. Котова //Микология и фитопатология. – 10. – 5. – 1976. – С. 436–441.
164. Котова, В.В. Вредоносность корневой гнили яровой пшеницы в засушливые годы в Северном Казахстане / В.В. Котова // Вредоносность насекомых и болезней. – ВИЗР. – Л., 1979. – С.103–108.
165. К проблеме селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листостеблевым инфекциям в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, Л.М. Михальченко [и др.] // Агро XXI. – 2008. – № 4–6. – С. 9–10.
166. Крупнов, В.А. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы и их аналогов на различный фотопериод / В.А. Крупнов, А.Ю. Козлова, В.А. Елесин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1988. – № 3. – С. 2–4.

167. Крупнов, В.А. Изогенные линии пшеницы саратовского селекционного центра / В.А. Крупнов, С.А. Воронина, Ю.В. Лобачев // Генетические коллекции растений. Выпуск 2. – Новосибирск: ИЦИГ СО РАН. – 1994. – С. 165–209.
168. Крупнов, В.А. Старейшие сорта-стандарты в селекции и агрономии / В.А. Крупнов // Аграрная наука. – 1997а. – № 3. – С. 31–33.
169. Крупнов, В.А. Стратегия генетической защиты пшеницы от листовой ржавчины в Поволжье / В.А. Крупнов // Вестник Россельхозакадемии. – 1997б. – № 6. – С. 12–15.
170. Крупнов, В.А. Проблемы селекции и семеноводства полевых культур / В.А. Крупнов, Н.С. Васильчук // Агро XXI. – 2000. – № 5. – С. 18.
171. Кузьменко, А.И. Саратовские сорта яровой мягкой пшеницы (практическая селекция) / Кузьменко А.И. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2005. – 300 с.
172. Кузьмина, К.М. Фотосинтетическая деятельность различных по скороспелости форм яровой пшеницы на Юго-Востоке: автореф. дис. ... кандидата биол. наук. / Кузьмина Клавдия Матвеевна. – Л., 1972. – 23 с.
173. Кузьмина, К.М. Биологические предпосылки селекции яровой пшеницы на скороспелость / К.М. Кузьмина, В.А. Кумаков // С.-х. биология. – 1983. – №10. – С. 24–30.
174. Кузьмина, Н.А. Корреляция в поколениях яровой пшеницы / Н.А. Кузьмина // Научные труды НИИСХ ЦЧП. – Каменная степь. – 1977. – Т. 14. – Вып. 1. – С. 8–12.
175. Кумаков, В.А. Некоторые физиологические особенности скороспелых форм яровой пшеницы в условиях Юго-Востока / В.А. Кумаков, К.М. Кузьмина // Труды Саратовского СХИ. – 1971. – Т.29.
176. Кумаков, В.А. Кущение и вторичное укоренение злаков / В.А. Кумаков // Степные просторы. – Саратов. – 1974. – № 5. – С. 20–21.

177. Кумаков, В.А. Некоторые проблемы физиологии в связи с селекцией на продуктивность / В.А. Кумаков // Физиологические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 63–70.
178. Кумаков, В.А. Физиология яровой пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Колос, 1980. – 207 с.
179. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов яровой пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Колос, 1985. – 270 с.
180. Кумаков, В.А. Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и жароустойчивость / В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 6. – С. 27–34.
181. Кумаков, В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В.А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
182. Куперман, Ф.М. Биологические основы культуры пшеницы / Ф.М. Куперман. – М.: Изд-во МГУ. – 1950. – Ч. 1. – 299 с.
183. Куперман, Ф.М. Морфофизиологическая изменчивость растений в онтогенезе / Ф.М. Куперман. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 64 с.
184. Куперман, Ф.М. Физиология устойчивости пшеницы // Физиология сельскохозяйственных растений / Ф.М. Куперман. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – Т.4. – С. 401–497.
185. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
186. Кучеров, В.А. Биологические и агротехнические основы выращивания зерновых и зернобобовых культур на юге Украины / В.А. Кучеров, А.Ф. Стельмах // Сб. научных трудов Одесского СХИ. – 1983. – С. 18–24.
187. Кучеров, В.А. Генетический контроль фотопериодической реакции у озимых пшениц / В.А. Кучеров, А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Тез. докладов науч.-тех. конференции: Пути совершенствования НТП в с.-х. производстве. – Агрономическая секция. – Одесса, 1985. – С. 21.

188. Лангольф, Э.И. Метод оценки яровой пшеницы на устойчивость и выносливость к обыкновенной корневой гнили / Э.И. Лангольф // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1979. – №6. – С. 85–87.
189. Лапина, В.В. Агроэкологическое обоснование защиты зерновых культур от корневых гнилей в условиях юга Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / Лапина Валентина Васильевна. – Саратов, 2014. – 45 с.
190. Лбова, М.И. Влияние генов, контролирующей чувствительность к фотопериоду и образ жизни пшеницы, на выраженность некоторых признаков продуктивности растений / М.И. Лбова, И.В. Черный // Генетика. – 1980. – Т. 17. – № 1. – С. 150–159.
191. Лебедев, В.Б. Ржавчина пшеницы в Нижнем Поволжье / В.Б. Лебедев. – Саратов, 1998. – 295 с.
192. Лебедев, В.Б. Защита пшеницы от бурой ржавчины в Нижнем Поволжье: 6. Основное содержание комплексной системы защиты пшеницы от бурой ржавчины и других болезней / В.Б. Лебедев // Агро XXI. – 2000. – №5. – С. 16–17.
193. Лебедева, Н.В. Генетический контроль ювенильной устойчивости к мучнистой росе образцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР / Н.В. Лебедева, Е.В. Зуев // Vavilovia. – 2021. – № 4 (1). – С. 25–35. – DOI: 10.30901/2658-3860-2021-1-25-35.
194. Левитин, М.М. Распространение болезней растений в условиях глобального изменения климата / М.М. Левитин // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2016. – № 13. – С. 97–101.
195. Лелли, Я. Селекция пшеницы. Теория и практика. / Я. Лелли. Перевод с англ. – М, 1980. – 384 с.
196. Лесовой, М.П. Экспресс-метод оценки пшеницы к корневым гнилям / М.П. Лесовой, Н.И. Кольнобрицкий, Н.И. Сингаевская // Защита растений. – 1985. – №12. – С. 10–11.

197. Литневский, Л.А. Защита яровой пшеницы и ячменя от комплекса грибных болезней в условиях Нижнего Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Литневский Леонид Артурович. – Саратов, 2004. – 130 с.
198. Лукьяненко, П.П. Основные итоги работ по селекции озимой пшеницы и ячменя (1920–1931) / Лукьяненко П.П. – Краснодар, 1932. – 31 с.
199. Майстренко, О.И. Локализация генов, определяющих физические свойства теста пшеницы, в плечах хромосом при использовании дителосомных линий Чайниз Спринг / О.И. Майстренко // Цитогенетические исследования анеуплоидов мягкой пшеницы. – Новосибирск, 1973а. – С.233–245.
200. Майстренко, О.И. Локализация хромосом, несущих гены Vrn 1 и Vrn 3, подавляющих озимость у пшеницы / О.И. Майстренко // Цитогенетические исследования анеуплоидов мягкой пшеницы. – Новосибирск, 1973б. – С. 168–178.
201. Майстренко, О.И. Цитогенетическое изучение онтогенеза мягкой пшеницы / О.И. Майстренко // Пшеница. – Эчмиазин (Институт земледелия), 1976. – С. 57.
202. Майстренко, О.И. Изучение эффектов рецессивных генов Vrn на наследование типа развития мягкой пшеницы / О.И. Майстренко // Тез. докладов 1-го Всесоюзного Совещания: «Генетика типа развития растений». – Ташкент, 1980. – С.149–151.
203. Майстренко, О.И. Цитогенетические исследования типа развития и времени колошения пшеницы / О.И. Майстренко // Генетика и благосостояние человечества: Тр. XXIV Международного Генетического конгресса. – М., 1981. – С. 439–451.
204. Майстренко, О.И. Открытие аллелизма в локусе Vrn 2 типа развития мягкой пшеницы и его новая хромосомная локализация / О.И. Майстренко // Тез. докладов 3-й Всесоюзной конференции: «Экологическая генетика растений и животных». – Кишинёв, 1987. – С.148–149.

205. Малокостова, Е.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине / Е.И. Малокостова // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – № 4 (59). – С. 73–76.
206. Максимов, Н.А. Физиологические основы засухоустойчивости растений / Н.А. Максимов. – Л.: Госиздат «Коминтерн», 1926. – 436 с.
207. Максимов, Н.А. Задачи сокращения вегетационного периода растений / Н.А. Максимов // В кн. Борьба с засухой. – М.Л.: Сельхозгиз. – 1932.
208. Максимов, Н.А. Подавление ростовых процессов как основная причина снижения урожаев при засухе / Н.А. Максимов // Успехи современной биологии. – 1939. – Т. 11. – Вып. 1. – С. 124–136.
209. Маркелова, Т.С. Результаты селекции пшеницы на комплексную устойчивость к болезням / Т.С. Маркелова, М.Л. Веденева, Т.В. Кириллова // Вестник защиты растений. – 2003. – № 3. – С. 25.
210. Маркелова, Т.С. Использование диких видов и сородичей пшеницы для интрогрессии генов устойчивости к болезням / Т.С. Маркелова // Агро XXI. – 2007. – №4–6. – С. 16–18.
211. Марковский, А.Г. Удобрения полевых культур / А.Г. Марковский. – Куйбышев, 1970. – 247 с.
212. Мартынов, С.П. Взаимосвязь компонентов урожая зерна у яровой пшеницы / С.П. Мартынов, В.А. Крупнов // Селекция яровой пшеницы. – М: Колос. – 1977. – С. 100–105.
213. Мартынов, С.П. Пакет программ селекционно-ориентированных и биометрико-генетических методов «Agros» / С.П. Мартынов, Н.Н. Мусин, Т.В. Кулагина. – Тверь, 1993.
214. Международный классификатор СЭВ рода *Triticum L.* – Л.: ВИР, 1984. – 85 с.
215. Мережко, А.Ф. Работа по созданию изогенных линий пшеницы / А.Ф. Мережко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1980. – Т.67. – Вып. 3. – С. 39–45.

216. Мережко, А.Ф. Проблема доноров в селекции пшеницы / А.Ф. Мережко // Бюллетень ВИР. – 1982. – Вып. 122. – С. 3–8.
217. Мережко, А.Ф. Доноры раннего колошения в мировой селекции мягкой яровой пшеницы / А.Ф. Мережко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1984а. – Т. 84. – С. 28–33.
218. Мережко, А.Ф. Наследование продолжительности периода всходы-колошение у гибридов мягкой яровой пшеницы Саратовская 29 со скороспелыми мексиканскими сортами / А.Ф. Мережко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1984б. – Т. 85. – С. 30–37.
219. Мережко, А.Ф. Генетическое подтверждение идей Н.И. Вавилова в селекции пшеницы на скороспелость / А.Ф. Мережко // Вестник с.-х. науки. – 1987. – № 11. – С. 28–34.
220. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. – 1985. – Вып. 1. – 269 с.
221. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. – 1988. – 120 с.
222. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 2019. – Вып. 1. – 329 с. URL: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf (дата обращения 14.11.2021).
223. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, М.Н. Кинчарова [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – №4. – С.39–47. URL: https://www.vir.nw.ru/trudy/wp-content/uploads/sites/4/2022/12/%D0%A2%D0%9F%D0%91%D0%93%D0%B8%D0%A1_183_4_2022.pdf. (дата обращения: 16.07.2025).
224. Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймоши [и др.]. Перевод С.В. Васильевой, Ю.Т. Дьякова, С.Н. Лекомцевой. – М.: «Колос», 1974. – С. 178–191.

225. Мешкова, Л.В. Структура и изменчивость популяции бурой ржавчины пшеницы / Л.В. Мешкова, Л.П. Россеева // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 105–106.
226. Милёхин, А.В. Место устойчивости к листовым болезням в идеосортах яровой мягкой пшеницы / А.В. Милёхин, В.В. Сюков, С.Е. Поротькин // Агрономическая наука в начале XXI века: Материалы 40-й науч. конференции молодых учёных, аспирантов и студентов агрономического факультета / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2001. – С.189–190.
227. Милёхин, А.В. Селекционная ценность доноров короткостебельности яровой мягкой пшеницы для Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Милехин Алексей Викторович. – Саратов, 2002. – 24 с.
228. Михайлина Н.И. Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Саратовской области и меры борьбы с ней: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07. / Михайлина Надежда Ивановна. – М.: ТСХА, 1968. – 18 с.
229. Михайлина, Н.И. Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Саратовской области и агротехнические способы борьбы с ней / Н.И. Михайлина // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: Колос, 1970а. – С. 33–36.
230. Михайлина, Н.И. Обоснование агротехнических способов борьбы с корневой гнилью яровой пшеницы в Саратовской области / Н.И. Михайлина // Науч. тр. НИИСХ Юго- Востока. – 1970б. – Т. 29. – С.71–80.
231. Михайлина, Н.И. Сравнительная оценка методов определения вредоносности корневой гнили у яровой пшеницы / Н.И. Михайлина // С.-х. биология. – 1983. – №4 – С.72–77.
232. Мишенева, В.Д. Влияние корневой гнили на урожай яровой пшеницы / В.Д. Мишенева, Э.Ф. Луткова // Интенсивные технологии возделывания полевых культур в Алтайском крае. – Барнаул, 1988. – С. 28–31.

233. Мовчан, И.М. Генетические особенности пластичного сорта и принципы адаптивной селекции / И.М. Мовчан // Селекция и семеноводство. – 1993. – №3. – С. 10–15.
234. Мовчан, И.М. Спорные вопросы в селекции растений / И.М. Мовчан, П.И. Кубарев // Селекция и семеноводство. – 1996. – №1–2. – С.36–51.
235. Модель селекционного процесса яровой мягкой пшеницы применительно к условиям Средневолжского региона / В.В. Сюков, А.А. Вьюшков, С.Н. Шевченко [и др.] – М.: «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 108 с.
236. Молекулярное маркирование генов *Vrn*, *Ppd* и реакция на яровизацию ультраскороспелых линий яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. / Б.В. Ригин, Е.В. Зуев, И.И. Матвиенко [и др.] // Биотехнология и селекция растений. – 2021. – № 4(3). – С. 26–36.
237. Мошков, Б.С. Актиноритмические закономерности развития пшеницы / Б.С. Мошков // Доклады ВАСХНИЛ. – 1983. – № 12. – С. 9–10.
238. Мошков, Б.С. Актиноритмия растений / Б.С. Мошков. – М.: Агропромиздат, 1987.– 272 с.
239. Научная стратегия и практические рекомендации по обеспечению устойчивости производства продукции растениеводства в засушливых районах Среднего Поволжья. – Самара. – 1996.– 48 с.
240. Неттевич, Э.Д. Повышение потенциала продуктивности зерновых культур и скороспелость / Э.Д. Неттевич // С.-х. биология. – 1982. – № 1. – С.9–13.
241. Нефедов, А.В. Создание зимостойких и засухоустойчивых сортов озимой пшеницы / А.В. Нефедов // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. – Л.: ВИР, 1981. – Ч.2. – С. 127–128.
242. Носатовский, А.И. Пшеница (биология) / А.И. Носатовский. – М.–Л.: Сельхозгиз, 1950. – 408 с.
243. Носатовский, А.И. Биология пшеницы / А.И. Носатовский. // Пшеница в СССР. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1957. – С. 123-217.

244. Носатовский, А.И. Пшеница / А.И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 563 с.
245. Образцов, А.С. Биологические основы селекции растений / А.С. Образцов. – М.: Колос, 1981. – 272 с.
246. Образцов, А.С. О некоторых биологических аспектах проблемы селекции на скороспелость / А.С. Образцов // С.-х. биология. – 1983. – № 10. – С. 3–12.
247. Овсянкина, А.В. Изучение типов взаимодействия хозяин-патоген (рожь – корневые гнили) / А.В. Овсянкина // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 43–44.
248. Орлова, К.В. Устойчивость сортов яровой пшеницы к корневой гнили / К.В. Орлова // Селекция и семеноводство. – 1979. – №1. – С. 50.
249. Основные методы фитопатологических исследований / А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов [и др.] // Под общ. ред. д-ра с.-х. наук А.Е. Чумакова; Всесоюзная академия с.-х. наук им. В. И. Ленина. Всесоюзный науч.-исследовательский ин-т защиты растений. – Москва: Колос, 1974. – 191 с.
250. Особенности поражения ярового ячменя гельминтоспориозной гнилью / Г.С. Груздев, И.К. Хохлова, М.Ф. Григорьев [и др.] // Вестник РАСХН. – 1998. – №3. – С.45–47.
251. Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья / Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 11 (214). – С. 8–19.
252. Павлюшин, В.А. Устойчивые сорта – важнейший элемент в фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / В.А. Павлюшин // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 16.
253. Парахин, Н.В. Роль селекции в обеспечении эффективного развития растениеводства и импортозамещения в условиях глобального изменения

- климата. / Н.В. Парахин, А.В. Амелин // Вестник ОрелГАУ. – 6 (57) – Декабрь 2015, URL: <http://dx.doi.org/10.15217/issn1990-3618.2015.6.3>.
254. Пахомова, И.С. Роль сорта в ослаблении эпифитотии гельминтоспориозной корневой гнили яровой пшеницы и снижение вреда от нее / И.С. Пахомова // Защита растений от вредителей и болезней на Юго-Востоке и в Западном Казахстане. – Саратов, 1980. – С.89–93.
255. Пересыпкин, В.Ф. Болезни зерновых культур / В.Ф. Пересыпкин. – М.: Колос, 1979. – 258 с.
256. Пересыпкин, В.Ф. Устойчивость пшеницы к корневым гнилям / В.Ф. Пересыпкин, Т.Г. Зражевская // Микология и фитопатология. – 1979. – Т.13. – Вып.3. – С.253–259.
257. 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.
258. Пидопличко, В.Н. Систематика, экология и физиология почвенных грибов / В.Н. Пидопличко, Т.Г. Зражевская. – Киев: Наукова думка, 1975. – 186 с.
259. Пидопличко, Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т.2. Грибы несовершенные / Н.М. Пидопличко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 300 с.
260. Плахотник, В.В. Генетическая структура популяции *Russinia recondita f. sp. tritici* и эффективность *Lr*-генов в ЦЧЗ и Среднем Поволжье / В.В. Плахотник, В.Ш. Курбатова // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 110–111.
261. Плотникова, Л.Я. Эффективность генов возрастной устойчивости пшеницы к бурой ржавчине *Lr22b*, *Lr34*, *Lr37* в Западной Сибири / Л.Я. Плотникова, Т.Ю. Штубей // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Том 16. – № 1. – 123–131.
262. Полушкина, Т.М. Органическое сельское хозяйство: тенденции и перспективы развития / Т.М. Полушкина // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 9. – С. 59–63.

263. Поползухина, Н.А. Создание исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине / Н.А. Поползухина // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 214–215.
264. Порсев, И.Н. Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Зауралья / И.Н. Порсев. Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский дом печати», 2009, – 320 с.
265. Природа Куйбышевской области. – Куйбышев: Тип. Мяги. – 1951. – 407 с.
266. Продолжительность периода всходы-колошение в селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность / А.И. Кинчаров, Е.А. Демина, Т.Ю. Таранова [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – №5. – С. 42–46.
267. Продукционный процесс в посевах пшеницы / В.А. Кумаков, А.П. Игошин, А.Ф. Андреева [и др.] // Интенсификация земледелия в Поволжье. – Саратов. – 1989. – С. 30.
268. Продукционный процесс в посевах пшеницы // Под ред. В.А. Кумакова. – Саратов, 1994. – 203 с.
269. Пруцков, Ф.М. Повышение урожайности зерновых культур / Ф.М. Пруцков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 205 с.
270. Путин, В.В. Особенно нас беспокоит таяние вечной мерзлоты / В.В. Путин // URL: <https://www.gazeta.ru/social/2021/10/31/14154643.shtml?updated> (дата обращения 15.11.2021).
271. 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.
272. 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.

273. 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.
274. 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.
275. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская краса / В.В. Глуховцев, А.П. Головоченко, Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров [и др.] // Патент на селекционное достижение № 5646. – Заявка № 9253321 зарегистрирована 17.11.2010 г.
276. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Золотица / О.Ф. Абдряева, А.П. Головоченко, Н.А. Головоченко, Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров [и др.] // Патент на селекционное достижение № 5681. – Заявка № 9154645 зарегистрирована 03.12.2010 г.
277. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская 2010 / О.Ф. Абдряева, А.П. Головоченко, Н.А. Головоченко, Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров [и др.] // Патент на селекционное достижение № 7961. – Заявка № 8953488 зарегистрирована 14.09.2015 г.
278. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская юбилейная / О.Ф. Абдряева, В.В. Глуховцев, А.П. Головоченко, Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров [и др.] // Патент на селекционное достижение № 7963. – Заявка № 8756302 зарегистрирована 18.09.2015 г.
279. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская 2020 / Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, О.С. Муллаянова [и др.] // Патент на селекционное достижение № 12867. – Заявка № 7953896 зарегистрирована 06.06.2023 г.
280. Пшеница мягкая яровая *Triticum aestivum* L. Кинельская звезда / Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, О.С. Муллаянова [и др.] // Патент на

селекционное достижение № 13433. – Заявка № 7853225 зарегистрирована 03.04.2024 г.

281. Рабинович, С.В. Современные сорта пшеницы и их родословные / С.В. Рабинович. – Киев: Урожай, 1972. – 328 с.
282. Разина, А.А. Фузариозная корневая гниль яровой пшеницы: экологически безопасные приемы профилактики заболевания / А.А. Разина, О.Г. Дятлова // В сборнике: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса, посвященной памяти Александра Александровича Ежевского. – 2018. – С. 43–52.
283. Разнообразие новых российских сортов мягкой пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине / Е.И. Гульятеева, Е.Л. Шайдаюк, В.В. Веселова [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – № 183(4). – С. 208–218.
284. Разумов, В.И. Среда и развитие растений / В.И. Разумов. – Л., М.: Издательство с.-х. лит., журнал и плакат, 1961. – 368 с.
285. Разумов, В.И. Реакция австралийских пшениц на яровизацию и длину дня / В.И. Разумов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1970. – Т. 43.– Вып. 1. – С. 200–212.
286. Разумов. В.И. Фотопериодическая и температурная чувствительность пшениц разных стран мира / В.И. Разумов, Р.С. Лимарь // Науч.-техн. бюллетень ВСГИ. – 1972. – Вып. 20. – С. 19–21.
287. Разумов. В.И. Фотопериодическая и термопериодическая чувствительность пшениц Японии, Мексики и Австралии / В.И. Разумов, Р.С. Лимарь // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1973. –Т. 50. Вып.1.– С. 195–204.
288. Рассашко, И.Ф. Общая экология / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 с.
289. Расширение генетического разнообразия сортов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia triticina* Eriks.) в Нижнем

- Поволжье / Е.И. Гульятеева, С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Том 55. – № 1. – С. 27–44.
290. Ревина, М.С. Урожайные свойства семян яровой пшеницы в зависимости от содержания в них клейковины / М.С. Ревина, А.И. Кинчаров // В сб.: Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур. – Самара: Поволжский НИИСС, 2003. – С. 156–158.
291. Ригин, Б.В. Число главных генов, контролирующих яровой тип развития сортов мягкой пшеницы различного происхождения / Б.В. Ригин, А.О. Лакербай // Науч.-тех. бюллетень ВНИИР. – 1982. – Вып. 122. – С. 49–55.
292. Ригин, Б.В. Генетико-селекционные аспекты скороспелости мягкой пшеницы / Б.В. Ригин // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР. – 1984. – Т.84. – С. 60–66.
293. Ригин, Б.В. Генотипы, обуславливающие тип развития у двуручек мягкой пшеницы / Б.В. Ригин, С.Н. Звейнек, Н.В. Булавка // Генофонд культ. растений для селекции в условиях орошаемого земледелия Южного Дагестана. – Л.: ВИР. – 1985а. – С. 34–39.
294. Ригин, Б.В. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 427: Генетика образцов яровой мягкой пшеницы по генам, контролирующим тип развития / Б.В. Ригин, С.Н. Звейнек, Н.В. Булавка // Науч. тех. бюллетень ВНИИР, 1985б. – 38 с.
295. Ригин, Б.В. Генетика онтогенеза пшеницы / Б.В. Ригин, Н.П. Гончаров // Итоги науки и техники. – ВНИИТИ: Сер. Генетика и селекция возделываемых растений. – 1989. – 148 с.
296. Рогинский, В.З. К вопросу о физиологии яровой пшеницы, пораженной обыкновенной корневой гнилью / В.З. Рогинский, Р.А. Башмаков // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1974. – №3. – С. 59–62.
297. Родословные, генетические характеристики, происхождение 20000 сортов и линий пшеницы (в 4-х томах). Каталог. Том 1. / Сост. С.П. Мартынов [и др.] / Саратов. – 1990. – 378 с.

298. Родословные, генетические характеристики, происхождение 20000 сортов и линий пшеницы (в 4-х томах). Каталог. Том 2. / Сост. С.П. Мартынов [и др.] / Саратов. – 1990. – С. 1–250.
299. Родословные, генетические характеристики, происхождение 20000 сортов и линий пшеницы (в 4-х томах). Каталог. Том 3. / Сост. С.П. Мартынов [и др.] / Саратов. – 1990. – С. 251–478.
300. Родословные, генетические характеристики, происхождение 20000 сортов и линий пшеницы (в 4-х томах). Каталог. Том 4 (с приложением характеристики генов пшеницы) // Сост. С.П. Мартынов [и др.] / Саратов. – 1990. – С. 479–683.
301. Роль устойчивых сортов в интегрированной защите яровой пшеницы от болезней в Северном Казахстане / М. Койшибаев, Н.Я. Меновщикова, А.И. Мартынова, М.А. Бердагулов // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 249–251.
302. Руденко, А.И. Типы засух вегетационного периода и их характеристика / А.И. Руденко // В кн. Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. – Л, 1958. – 207 с.
303. Савельева, Н.М. Наследование устойчивости яровой пшеницы к корневой гнили: Сообщение 1. Моносомный генетический анализ сорта Скала / Н.М. Савельева, О.И. Майстренко // Генетика. – 1983. – Т.19. – №10. – С. 1668–1673.
304. Санин, С.С. Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика / С.С. Санин. – М., 2012. – 452 с.
305. Сапега, В.А. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 2. – С. 114–123.
306. Сарбаев, А. Селекционно-генетические аспекты резистентности пшеницы к основным заболеваниям / А. Сарбаев // Первая Всероссийская

- конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 225.
307. Селекционно-генетические аспекты создания продуктивных форм мягкой яровой пшеницы с высокой скоростью развития / Б.В. Ригин, Е.В. Зуев, В.А. Тюнин [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Том 179. – №3. – С. 194–202. doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-194-202.
308. Селекция пшеницы на устойчивость к листовым болезням / В.А. Зыкин, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Е.Ю. Игнатъева // Материалы Всероссийского Съезда по защите растений. – СПб, 2005. – С.457–460.
309. Селекция сельскохозяйственных культур // Сб. научных трудов (к 80-летию НИИСХ Юго-Востока) под ред. В.Ф. Унгенфухта [и др.] – Саратов. – 1994. – 283 с.
310. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам / А.И. Кинчаров, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина [и др.] // В сб. трудов V Всероссийской НПК «Селекция и семеноводство полевых культур». – Пенза, 2001. – С. 20–21.
311. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листостеблевым инфекциям в условиях Среднего Поволжья / А.И. Кинчаров, О.Ф. Абдряева, Л.М. Михальченко [и др.] // В сборнике: Вавиловские чтения – 2007. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-й годовщине со дня рождения академика Николая Ивановича Вавилова. – Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2007. – С. 25.
312. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.М. Россеев [и др.] // Доклады РАСХН. – 2000. – №2. – С.5–7.
313. Семьнина, Т.В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании / Т.В. Семьнина // Защита и карантин растений. – 2013. – №8. – С. 19–21.

314. Сибикеев, С.Н. Генетический контроль цвета муки у мягкой пшеницы и пшенично – пырейных линий / С.Н. Сибикеев, В.А. Крупнов // Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. – № 9. – С. 5–8.
315. Сибикеев, С.Н. Чужеродные гены в селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.05, 03.00.15 / Сибикеев Сергей Николаевич. – Саратов, 2002. – 40 с.
316. Сибикеев, С.Н. Характеристика вирулентности возбудителя бурой ржавчины мягкой пшеницы в условиях Саратовской области / С.Н. Сибикеев, Э.А. Конькова, М.Ф. Салмова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 9. – С. 40–44.
317. Сидоров, А.А. Эколого-биологические основы патогенеза злаковых культур при поражении возбудителями корневых гнилей / А.А. Сидоров. – М., 2001. – 182 с.
318. Сидоров, А.В. Адаптивный сорт яровой мягкой пшеницы Красноярская 12 / А.В. Сидоров, Н.А. Нешумаева, Л.В. Плеханова // Вестник КрасГАУ. – 2020. – №4. – С. 10–15.
319. Синх, Р.П. Генетика и селекция пшеницы на продолжительную устойчивость к стеблевой и бурой ржавчине / Р.П. Синх, Дж. Уерта-Эспино, М. Виллиям // Мат. 1-й Центр.-Азиат. конференции по пшенице. – Алматы, 2003. – С. 297.
320. Сколотнева, Е.С. Разнообразие механизмов устойчивости, вовлеченных в многоуровневый иммунитет пшеницы к ржавчинным заболеваниям / Е.С. Сколотнева, Е.А. Салина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – № 23 (5). – С. 542–550. Doi: 10.18699/VJ19.523.
321. Скрипчинский, В.В. Эволюция приспособительных реакций онтогенеза высших растений / В.В. Скрипчинский // Биология развития растений. – М.: Наука. – 1975. – С. 5–23.
322. Смоленская, С.Э. Аллельное разнообразие генов Vrn и контроль типа и скорости развития у пшениц / С.Э. Смоленская, Н.П. Гончаров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – № 27 (8). – С. 933–946.

323. 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. – № 10. – С. 16–21. doi:10.24411/0235-2451-2020-11002.
324. Создание устойчивых к бурой ржавчине сортов яровой мягкой пшеницы / В.В. Сюков, С.Е. Поротькин, А.А. Вьюшков [и др.] // Научные материалы Первой Всероссийской конференции по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб., 2002. – С.233–234.
325. Сорта яровой мягкой пшеницы, устойчивые к наиболее вредоносным заболеваниям / Т.М. Коломиец, Е.Д. Коваленко, Д.А. Соломатин [и др.] // Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 780. – СПб, 2007. – 34 с.
326. Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская звезда для условий Средневолжского и Уральского регионов / Е.А. Дёмина, А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – № 11. – С. 49–55.
327. Стебут, А.И. Труды Саратовской опытной станции // А.И. Стебут. – Саратов. – 1915. – Вып. 3. – 445 с.
328. Стельмах, А.Ф. Генетический анализ типа развития при скрещивании мексиканских яровых карликовых пшениц с озимыми сортами / А.Ф. Стельмах, Г.П. Бондарь // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1974. – Вып. 23. – С. 15–20.
329. Стельмах, А.Ф. Возможности определения генетических эффектов локусов *Vrn* у мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах // Науч.-техн. бюллетень ВСГИ. – 1980. – № 36. – С. 16–19.
330. Стельмах, А.Ф. Генетика типа развития мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах // Доклады ВАСХНИЛ. – 1981. – № 1. – С. 3–5.
331. Стельмах, А.Ф. Каталог сортов яровой мягкой пшеницы по генотипам локусов *Vrn* (чувствительность к яровизации) / А.Ф. Стельмах // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1983а. – 31 с.

332. Стельмах, А.Ф. Наиболее распространенные в СССР генотипы пшеницы по локусам *Vrn 1–3* / А.Ф. Стельмах // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1983б. – № 3/49. – С. 45–49.
333. Стельмах, А.Ф. Отечественные сорта яровой мягкой пшеницы – носители гена *Vrn 3* / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1983а. – № 4/50. – С. 32–36.
334. Стельмах, А.Ф. Создание набора изогенных линий по локусам *Vrn 1–3* / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1983б. – № 2/48. – С. 24–28.
335. Стельмах, А.Ф. Существует ли ген *Vrn 4*? / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1983в. – № 1/47. – С. 43–48.
336. Стельмах, А.Ф. Распространение аллелей и генотипов по локусам *Vrn 1–3* мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Науч.-тех. бюллетень ВСГИ. – 1984. – № 4/45. – С. 16–21.
337. Стельмах, А.Ф. Создание набора почти изогенных линий по локусам системы *Prp* (к обоснованию методики) / А.Ф. Стельмах, В.А. Кучеров // Генетико-цитологические аспекты селекции с.-х. растений. – Одесса. – 1984. – С. 85–89.
338. Стельмах, А.Ф. Каталог сортов яровой мягкой пшеницы по генотипам локусов *Vrn* (чувствительность к яровизации) / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Науч. тех. бюллетень ВСГИ. – 1985. – 72 с.
339. Стельмах, А.Ф. Генетические системы скорости развития мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах // Молекулярные механизмы генетических процессов. VI Всесоюзный симпозиум, Москва 3–6 февраля, 1987: Тезисы докладов. – М. – 1987а. – С. 145–146.
340. Стельмах, А.Ф. Генетические эффекты локусов *Vrn 1–3* и специфическое действие доминантного *Vrn 3* аллеля у мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах // Цитология и генетика. – 1987б. – Т. 21. – № 4. – С. 278–286.

341. Стельмах, А.Ф. Наследование и генетическая роль различий по типу и скорости развития у мягкой пшеницы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Стельмах Адольф Фомич. – М.: Институт общ. генетики, 1987в. – 34 с.
342. Стельмах, А.Ф. Генетические эффекты локусов *Vrn* на хозяйственно-ценные признаки мягкой пшеницы / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин, А.Н. Воронин // Вестник с.-х. науки. – 1987а. – № 12. – С. 68–74.
343. Стельмах, А.Ф. Каталог сортов яровой мягкой пшеницы по генотипам системы локусов *Vrn* (чувствительность к яровизации) / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин, А.Н. Воронин // Науч. тех. бюллетень ВСГИ. – 1987в. – 109 с.
344. Стельмах, А.Ф. Чужеродная интрогрессия доминантных генов *Vrn* в мягкую пшеницу и их идентификация / А.Ф. Стельмах, В.И. Авсенин // Цит. и ген. – 1995. – Т. 29. – № 3. – С. 35–42.
345. Стратегия использования интрогрессивных генов устойчивости к листовой ржавчине в селекции яровой мягкой пшеницы / С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин, Л.Т. Власовец [и др.] // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – №2 (19). – С. 15–16.
346. Стратегия селекции болезнеустойчивых сортов пшеницы в Поволжье. 1. Бурая ржавчина, мучнистая роса, пыльная и твердая головня / М.Л. Веденева, Т.С. Маркелова, Т.В. Кириллова [и др.] // Агро XXI. – 2002. – №2. – С. 12–13.
347. Сюков, В.В. Генетическая характеристика исходного материала для создания сортов яровой мягкой пшеницы в условиях орошения степного Заволжья: дис. ... канд. биол. наук // Сюков Валерий Владимирович. – Безенчук. – 1987. – 183 с.
348. Сюков, В.В. Эффективные в Среднем Поволжье «пирамиды» генов устойчивости пшеницы к *Puccinia recondite* / В.В. Сюков, Д.Е. Зубов, А.А. Вьюшков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Развитие научного наследия академика Николая Максимовича Тулайкова. – 2008. – С. 79.

349. Тепляков, Б.И. Эффективность фосфорных удобрений в снижении вредоносности корневой гнили пшеницы / Б.И. Тепляков // Агротехнический метод защиты полевых культур. – М., 1981. – С.74–77.
350. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири / Е.Ю. Торопова. под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2005. – 370 с.
351. Торопова, Е.Ю. Роль климатических факторов в развитии почвенных инфекций / Е.Ю. Торопова, А.П. Глинушкин, М.П. Селюк // Защита зерновых культур от болезней, вредителей и сорняков: достижения и проблемы: материалы международной науч.-практ. конференции с элементами науч. школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. – Большие Вяземы, 2016. – С. 329–337.
352. Трасковецкая, В.А. Устойчивость пшеницы к возбудителю бурой листовой ржавчины (*Puccinia recondita f. sp tritici*) в различных эпифитотийных ситуациях / В.А. Трасковецкая // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 120–121.
353. Тырышкина, Н.А. Генетический контроль устойчивости соматклонов пшеницы к темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15. Генетика / Тырышкина Наталья Александровна. – Санкт-Петербург, 2004. – 19 с.
354. Тырышкин, Л.Г. Наследование устойчивости к листовой пятнистости, вызванной *Bipolaris sorokiniana*, сорта мягкой пшеницы 181-5 / Л.Г. Тырышкин, Л.А. Михайлова // Сб. науч. трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – ВИР, 1993. – Т. 147. – С. 35–39.
355. Увеличение генетического разнообразия саратовских пшениц / В.А. Крупнов, С.А. Воронина, С.Н. Сибикеев [и др.] // В сборнике: Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье. Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока. - Саратов, 2000. – С. 249–274.

356. Удачин, Р.А. Влияние условий выращивания на длину вегетационного периода мягкой пшеницы / Р.А. Удачин // Сб. трудов аспирантов и молодых научных сотрудников ВИР, 1961. – Вып. 2,6. – С. 67–76.
357. Удачин Р.А. Пшеница в Средней Азии / Р.А. Удачин, И.Ш. Шахмедов. – Ташкент: Фан, 1984. – 136 с.
358. Уоринг, Ф. Рост растений и дифференцировка / Ф. Уоринг, С.И. Филлипс. – М.: Мир, 1984. – 512 с.
359. Упелниек, В.П. К вопросу использования аллелей глиадинкодирующих локусов в качестве возможных маркеров адаптивности у сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в процессе прорастания зерна / В.П. Упелниек // Генетика. – 2003. – Т.39. – №12. – С.1680–1686.
360. Федоров, А.К. Об особенностях онтогенеза, определяющих скороспелость и продуктивность у зерновых культур / А.К. Федоров // Продукционный процесс, его моделирование и полевой контроль: Сб. научных трудов. – Саратов. – 1990. – С. 173–177.
361. Физиологическое обоснование оптимального агроэко типа (модели) сорта яровой пшеницы: Рекомендации селекционно-опытным учреждениям / В.А. Кумаков, В.К. Чернов, К.М. Кузьмина [и др.]. – Саратов, 1980. – 36 с.
362. Фитопатологическая ситуация на посевах пшеницы в Нижнем Поволжье: состояние и тенденции / В.Б. Лебедев, Д.А. Юсупов, Н.С. Васильчук [и др.] // Сб. науч. трудов ПНИИСС: Повышение урожайности и качества продукции зерновых, кормовых и технических культур. – Самара, 2005. – С. 64.
363. Фляксбергер, К.А. К вопросу о скороспелости хлебов / К.А. Фляксбергер // Тр. Бюро по прикладной ботанике. – Петроград. – 1910. – Т.3. – Вып. 2. – С. 41–43.
364. Фляксбергер, К.А. Пшеница в мировом аспекте / К.А. Фляксбергер // В кн. Достижения и перспективы в области прикладной ботаники, генетики и селекции. – Л. – 1929. – С. 199–214.

365. Фляксбергер, К.А. Беглый обзор яровизированной мировой коллекции в Украинском институте селекции в Одессе / К.А. Фляксбергер // Соц. растениеводство. – 1932. – № 2. – С. 162–163.
366. Фляксбергер, К.А. Пшеницы / К.А. Фляксбергер. – М.-Л., 1935. – 260 с.
367. Фотосинтез и продуктивность растений // Сб. научных трудов под ред. В.А. Кумакова. – Саратов. – 1990. – 232 с.
368. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, И.Г. Воробьева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 23–26.
369. Хангильдин, В.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков // В кн.: Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – Одесса: ВСГИ, 1984. – С. 67–76.
370. Хохряков, М.К. Указатель возбудителей болезней сельскохозяйственных растений / М.К. Хохряков. – Л., 1971. – 240 с.
371. Хохряков, М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / М.К. Хохряков. – Л., 1974. – 69 с.
372. Христов, Ю.А. Расовая и генетическая характеристика популяции бурой ржавчины пшеницы / Ю.А. Христов, Т.В. Штайнерт // Генофонд сельскохозяйственных культур для селекции устойчивых сортов. – Новосибирск, 1999. – С. 105–109.
373. Цыбулько, В.С. Трофические закономерности фотопериодизма в связи с управлением продуктивности растений / В.С. Цыбулько // Науч. труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1975. – С. 120–128.
374. Чайлахян, М.Х. Физиологическая природа процессов яровизации растений / М.Х. Чайлахян // Успехи современной биологии. – 1942. – Т.15. – Вып.1. – С. 83–104.
375. Чайлахян, М.Х. Фотопериодизм растений. Основные направления в изучении его физиологической природы / М.Х. Чайлахян // Известия АН СССР. Серия биол. наук. – М. – 1969. – № 3. – С. 343–352.

376. Чайлахян, М.Х. Регуляция цветения высших растений / М.Х. Чайлахян. – М.: Наука, 1983. – 559 с.
377. Чайлахян, М.Х. Отток ассимилянтов из листьев в стебель при различных фотопериодах / М.Х. Чайлахян, Р.Т. Бутенко // Доклады АН СССР. – 1987. – Вып. 2. – С. 45–47.
378. Чулкина, В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В.А. Чулкина. – Новосибирск: Зап.-Сиб. книжн. изд-во, 1973. – 104 с.
379. Чулкина, В.А. Влияние гельминтоспориозной гнили на реализацию потенциальной продуктивности яровой пшеницы / В.А. Чулкина // Микология и фитопатология. – 1975. – Т. 9. – Вып. 6. – С. 513–518.
380. Чулкина, В.А. Защита зерновых культур от обыкновенной гнили / В.А. Чулкина. – М., 1979. – 71 с.
381. Чулкина, В.А. Географические закономерности действия минеральных удобрений на развитие обыкновенной (корневой) гнили в Западной Сибири / В.А. Чулкина, Г.Т. Кузнецова // Борьба с болезнями с.-х. культур в Сибири и на Дальнем Востоке. – Новосибирск, 1982. – С. 25–41.
382. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири / В.А. Чулкина. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1985. – 322 с.
383. Чулкина, В.А. Корневые гнили / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2004. – № 2. – С. 16–18.
384. Чулкина, В.А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов // Под ред. М.С. Соколова и В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.
385. Чумаков, А.Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Е. Чумаков, Т.И. Захарова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 126 с.
386. Чуманова, Е.В. Влияние различных доминантных аллелей локусов Vrn и их комбинаций на продолжительность фаз развития и продуктивность у линий мягкой пшеницы / Е.В. Чуманова, Т.Т. Ефремова, Ю.В. Кручинина // Генетика. – 2020. – Т.56. – № 7. – С. 805–818.

387. Шахмедов, И.Ш. Исходный материал для селекции озимой и яровой пшеницы / И.Ш. Шахмедов // Тр. Узбекского НИИ зерна. – Ташкент. – 1980. – Вып.17. – С. 77–81.
388. Шаяхметов, И.Ф. Использование культуры *in vitro* в селекции на иммунитет к болезням / И.Ф. Шаяхметов, О.Б. Сурина, Г.А. Мулюкова // Защита растений в условиях реформирования агропром. комплекса: экономика, эффективность, экологичность. – СПб., 1995. – С.271–272.
389. Шевченко, М.Е. Устойчивость высеваемых и испытываемых в Сибири сортов яровой пшеницы к корневым гнилям / М.Е. Шевченко, Ф.П. Шевченко // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: Колос, 1970. – С. 18–21.
390. Шевченко, С.Н. Селекционная ценность доноров устойчивости к мучнистой росе яровой мягкой пшеницы / С.Н. Шевченко, В.В. Сюков, А.А. Вьюшков // Агробиологические основы интенсивных технологий возделывания зерновых культур в Среднем Заволжье: Сб. научных трудов / Куйбышевский НИИСХ, Куйбышев, 1989. – С. 46–51.
391. Шевченко, С.Н. Актуальность создания иммунных сортов яровой мягкой пшеницы в связи с вредоносностью мучнистой росы / С.Н. Шевченко, В.В. Сюков, О.С. Киселёва // Тез. докл. Всесоюзной науч.-практ. конференции: «Проблемы селекции зерновых культур на устойчивость к болезням и неблагоприятным условиям среды». – М., 1990а. – С.87–88.
392. Шевченко, С.Н. Генетика устойчивости к *Erysiphe graminis f.sp. tritici* у некоторых образцов мягкой пшеницы / С.Н. Шевченко, В.В. Сюков, А.А. Вьюшков // Генофонд и селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям: Сб. научн. трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1990б. – Т.132. – С. 26–30.
393. Шевченко С.Н. Создание устойчивого к мучнистой росе селекционного материала яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Шевченко Сергей Николаевич. – Л., 1992. – 19 с.

394. Шевченко, С.Н. Селекция ярового ячменя и пшеницы для условий Среднего Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 // Шевченко Сергей Николаевич. – Безенчук, 2006. – 387 с.
395. Шевченко, Ф.П. Корневые гнили яровой пшеницы в Западной Сибири и система мер борьбы с ними / Ф.П. Шевченко // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М., Колос, 1970. – С. 14–17.
396. Шевченко, Ф.П. Рекомендации по защите пшеницы от корневой гнили в Алтайском крае / Ф.П. Шевченко, П.Г. Алиновский. – Барнаул, 1971. – 36 с.
397. Шпаар, Д. Сортовая устойчивость как составной элемент интегрированной защиты растений / Д. Шпаар, Х. Хартлеб, Г. Крацш // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб, 2002. – С. 251–252.
398. Элементы, слагающие урожай яровой пшеницы сорта Йолдыз в зависимости от поражения корневой гнилью в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р.И. Гараев, Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов [и др.] // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. – № 4. – С. 19–22.
399. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье / В.Г. Васин, А.А. Толпекин, С.Н. Зудилин [и др.]: учебное пособие. – Самара: ОАО «ЧИПО», 2005. – 124 с.
400. Этапы формирования органов плодоношения злаков / Ф.М. Куперман, Ф.А. Дворянкин, З.П. Ростовцева [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1955. – 319 с.
401. Эффекты Lg-локусов у яровой мягкой пшеницы в Поволжье / В.А. Крупнов, С.А. Воронина, С.Н. Сибикеев [и др.] // Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар, 2004. – С. 346–351.
402. Якубцинер, М.М. Экологические группы мягкой пшеницы / М.М. Якубцинер // – Пшеница в СССР. – М.-Л.: Сельхозгиз. – 1957. – С. 87–98.
403. Янковская, А.А. Генетическое разнообразие сортов яровой мягкой пшеницы европейской части России по генам *VRN* и *PPD*, определяющим

- сроки колошения / А.А. Янковская, А.В. Фисенко, А.Ю. Драгович // Генетика. – 2018. – Т.54. – № 13 (Приложение). – С. S32–S36
404. Янченко, В.И. Изучение полбы *Triticum dicocum* (Schrank) Schuebl. в связи с селекцией яровой пшеницы на скороспелость / Янченко В.И. // Селекция и семеноводство в Алтайском крае. – Новосибирск. – 1985. – С. 10–13.
405. Aamodt, O.S. A study of growth habit and rust reaction in crosses between Marquis, Kota and Kanred wheats / O.S. Aamodt // Phitopathology. – 1927. – V.17. – N 19. – P. 573–609.
406. Accelerated adaptation of spring wheat to climate change necessary / A. Kincharov, E. Demina, M. Kincharova [et al.] // II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023). – Les Ulis Cedex A, France, 2023. – С. 1049.
407. Akerman, A. Attempts to improve the yield of spring wheat. Crosses between spring and winter wheats. Description of Svalof Ella spring wheat / A. Akerman, J. MacKey // Sweriges Utsodes for tidskr. – 1949. – V. 19. – N 3. – P. 105–117.
408. Aleksandrov, A.E. Efficiency of pm genes in the Saratov region / A.E. Aleksandrov, V.A. Krupnov // Annual Wheat Newsletter. – 2001. – Т. 47. – P. 145–146.
409. Alien genes in breeding of spring bread wheat for resistance to diseases / S.N. Sibikeev, V.A. Krupnov, S.A. Voronina [et al.] // Recent Research Development in Genetics and Breeding. – 2005. – Vol. 2. – P. 155–188.
410. Aliev, E.B. A precise determination of number of genes involved in photoperiodic response in spring wheats different sensitivity natural short daylength / E.B. Aliev, O.I. Maystrenko // Cereal Res. Commun. – V. 14. – 1986. – N 2. – P. 129–131.
411. Allard, H.A. The Mendelian Behavior of Aurea Character in a Cross between Two Varieties of *Nicotiana rustica* / H.A. Allard // The American Naturalist. – Vol. 53. – N 626 (May – Jun., 1919). – P. 234–238.

412. Alsberg, C.L. Japanese self-sufficiency in wheat / C.L. Alsberg // Wheat studies of the Food Research Institute. – 1935. – V.12. – N 3. – P. 57–96.
413. A new powdery mildew resistance gene: Introgression from wild emmer into common wheat and RFLP-based mapping / J.K. Rong, E. Millet, J. Manisterski, M. Feldman // Euphytica. – 2000. – Vol. 115. – N 2. – P. 121–126.
414. Barker, J.S.F. Defining fitness in natural and domesticated population / J.S.F. Barker // Adaptation and Fitness in Animal Populations / red. Van der Werf J. [et al.] – Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. – P. 3–14.
415. Battisti, D.S. Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat / D.S. Battisti, R.L. Naylor // Science. – 2009. – N 323 (5911) – P. 240–244. DOI 10.1126/science.1164363.
416. Bilai V.I. Fuzarii [Fusariums] / V.I. Bilai. – Kiev: Naukova Dumka, 1977. – 443 p.
417. Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: a review / B.A. Summerell, M.H. Laurence, E.C.Y. Liew, J.F. Leslie // Fungal Diversity. – 2010. – Vol. 44, Is. 1. – P. 3–13.
418. Bishaw, Z. Farmer's seed sources and seed quality: 2. seed health / Z. Bishaw, P.C. Struik, A.J.G. Van Gastel // International Journal of Plant Production. – 2013. – N 7 (4). – P. 637–658.
419. Borlaug, N. Wheat breeding and its impact on world food supply / N. Borlaug // Proc. 3rd Intern. – Wheat Genet. Symp. Canderra. – Austr. Acad. Sci. – 1968. – P. 1–36.
420. Caldwell, R.M. Inheritance of resistance to loose smut of wheat, *Ustilago tritici* in the varietal cross Trumbull x Wabash / R.M. Caldwell, L.E. Compton // Phytopathology. – 1947. – vol.37. – N 1. – P. 4–11.
421. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh, G.E. Hart, K.M. Devos [et al.] // Proc. Of the 9-th Intern Wheat genetics symp., Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 2–7 August 1998. – University of Saskatchewan. – 1998.– Vol.5. – 236 p.

422. Catalogue of gene symbols for wheat: 1999 supplement / R.A. McIntosh, G.E. Hart, K.M. Devos [et al.] // Wheat Inform. Serv. – Yokohama (Japan). – 1999. – N 89. – P. 37–85.
423. Catalogue of gene symbols for wheat: 2000 Supplement/ R.A. McIntosh, J. Dubcovsky, W.J. Rogers [et al.] // Annual Wheat Newsletter. Kansas State University (USA). – 2000. – P. 46.
424. Catalogue of gene symbols for wheat: 2001 Supplement / R.A. McIntosh, K.M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers // Annual Wheat Newsletter. – 2001. – Vol. 47. – P. 333–354.
425. Catalogue of gene symbols for wheat: 2002 Supplement / R.A. McIntosh, K.M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers // Annual Wheat Newsletter. – 2002. – Vol. 48. – P. 287–321.
426. Catalogue of gene symbols for wheat (2003 edition) / R.A. McIntosh, K.M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers // Proc. 10th Intern. Wheat Genet. Symp., Paestum, Italy, 2003. – P. 115–118.
427. Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2004 Supplement / R.A. McIntosh, K.M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers // Annual Wheat Newsletter. – 2004. – Vol. 50. – P. 286–316.
428. Catalogue of Gene Symbols for Wheat: 2005 Supplement / R.A. McIntosh, K.M. Devos, J. Dubcovsky, W.J. Rogers // Annu. Wheat Newsletter, KSU, USA. – 2005. – Vol. 51. – P. 250–285.
429. Catalogue of Gene Symbols for Wheat / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky, J. Rogers, C. Morris, R. Appels and X.C. Xia // 12th International Wheat Genetics Symposium. – Yokohama, Japan. – 2013. – 31 p.
430. Characterization of *Lr46*, a gene conferring partial resistance to wheat leaf rust / F. Martines, R.E. Nicks, R.P. Singh, D. Rubiales // Hereditas. – 2001. – V. 135. – P. 111–114. doi: 10.1111/j.1601-5223.2001.00111.x.
431. Chromosome location of a *Triticum timopheevii* – derived powdery mildew resistance gene transferred to common wheat / K. Järve, H.O. Peusha, J. Tsymbalova [et al.] // Genome. – 2000. – Vol. 43. – N 2. – P. 377–381.

432. Clarke, I.M. Excised leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes / I.M. Clarke, T.N. McCaig // Canad. J. of Plant Sci. – 1982. – V. 62. – N 3. – P. 571–578.
433. Clear, R.M. Prevalence of some seed borne fungi on soft white winter wheat seed from Ontario, Canada / R.M. Clear, S.K. Patrick // Can // Plant Disease Survey. – 1993. – N 73 – P. 143–149.
434. Climate variation explains a third of global crop yield variability / D.K. Ray, J.S. Gerber, G.K. MacDonald, P.C. West // Nature Communications. – 2015. – N 6 (5989) – P. 1–9. DOI 10.1038/ncomms6989
435. Comparing pairs near-isogenic lines differing by alien Lr gene combinations / S.N. Sibikeev, V.A. Krupnov, S.A. Voronina [et al.] // Annual Wheat Newsletter. – 2004. – Vol. 50. – P. 105–106.
436. Conner, R.L. Interrelationship of cultivar reactions to common root rot, black point and spot blotch in spring wheat / R.L. Conner // Plant Dis. – 1990. – Vol. 74. – N 3. – P. 224–227.
437. Das, P.K. Studies on selection for yield in wheat. An application of genotypic and phenotypic correlations, pathcoefficient analysis and discriminant functions / P.K. Das // J. Agr. Sci. – 1972. – Vol. 79. – N 3. – P. 447–453.
438. Das, M.K. Gene action for Adult-Plant Resistance to Powdery Mildew in Wheat / M.K. Das, C.A. Griffey // Genome. – 1995. – Vol. 38. – P. 277–282.
439. Detection of seed borne pathogens in wheat: recent trends / D. Majumder, Th. Rajesh, E.G. Suting, A. Debbarma // Australian Journal of Crop Science. – 2013. – N 7(4) – P. 500–507.
440. Duveiller, E. Pathogenicity of *Bipolaris sorokiniana* isolates from wheat roots, leaves and grains in Mexico / E. Duveiller, I. Garcí'a Altamirano // Plant Pathology. – 2000. – Vol. 49. – P. 235–242.
441. Dyck, P.L. Host-parasite interactions involving two genes for leaf rust resistance in wheat / P.L. Dyck, D.J. Samborski // Proc. Of the third Intern. Wheat Genet. Symp., Canberra, 1968. – New York, Sydney, 1968. – P. 245–250.

442. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russel // *Crop Sci.* – 1966. – Vol.6. – N 1. – P. 36–40.
443. Fakhrunnisa, M. Seed-borne mycoflora of wheat, sorghum and barley / M. Fakhrunnisa, H. Hashmi, A. Ghaffar // *Pakistan Journal of Botany.* – 2006. – N 38. – P. 185–192.
444. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study / S.E. Vollset, E. Goren, C.W. Yuan [et al.] // *Lancet.* – 2020. – N 396 (10258) – P. 1285–1306.
445. Fine mapping and epistatic inter action of the vernalization gene VRND4 in hexaploid wheat / N. Kippes, J. Zhu, A. Chen [et al.] // *Mol. Genet. Genomics.* – 2014. – N 289 (1). – P. 47–62.
446. Friebe, B. Weat – alien translocation lines / B. Friebe, W.J. Raupp, B.S. Gill // *Annual Wheat Newsletter.* Kansas State University, USA. – 2000. – V.46. – P.191.
447. *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination in organic than in conventional cereals / P. Bernhoft, E. Clasen, P. Bernhoft [et al.] // *Food Additives & Contaminants: Part A.* – 2010. – Vol. 27. – N. 6. – P. 842–852.
448. Fukunaga, Kimihira Current status of wheat breeding in Japan / Kimihira Fukunaga // *Wheat Inf. Serv.* – 1985. – N 60. – P. 42.
449. Futuyama, D.J. *Evolution* / D.J. Futuyama. – Sunderland: Sinauer Associates, 2005. – 543 p.
450. Garner, W.W. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants / W.W. Garner, H.A. Allard // *J. Agr. Res.* – 1920. – V. 18. – N 11. – P. 553–606.
451. Garner, W.W. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night / W.W. Garner, H.A. Allard // *J. Agr. Res.* – 1923. – V. 23. – N 11. – P. 871–920.
452. Genetic and molecular characterization of the VRN2 loci in tetraploid wheat / A. Distelfeld, G. Tranquilli, C. Li [et al.] // *Plant Physiology.* –2009. – N 149. – P. 245–257.

453. Genetic control of photoperiod response in wheat / J.R. Welsh, D.L. Keim, B.P. Pirasteh, R.D. Nichards // Proc. 4-th Int. Wheat Genet. Symp. – Missouri. – 1973. – P. 879–884.
454. Gfeller, F. Inheritance of earliness of heading and other characters in Garnet & Red Fife cross / F. Gfeller // Sci. Agr. – 1937. – V. 17. – N 8. – P. 482–491.
455. Hajihassani, M. Incidence and distribution of seed-borne fungi associated with wheat in Markazi Province, Iran / M. Hajihassani, A. Hajihassani, S. Khaghani // African Journal of Biotechnology. – 2012. – Vol. 11 (23). – P. 6290–6295. DOI: 10.5897/AJB11.3838
456. Hajihassani, A. Interaction between *Heterodera filipjevi* and *Fusarium culmorum*, and between *Heterodera filipjevi* and *Bipolaris sorokiniana* in winter wheat / A. Hajihassani, Z.T. Maafi, A. Hosseininejad // Journal of Plant Diseases and Protection. – 2013. – T. 120. – N. 2. – P. 77–84.
457. Hajihassani, M. Incidence and distribution of seed-borne fungi associated with wheat in Markazi Province, Iran / M. Hajihassani, A. Hajihassani, S. Khaghani // African Journal of Biotechnology. – 2012. – N 11 (23) – P. 6290–6295.
458. Halloran, G.M. Genetic control of photoperiodic sensitivity maturity in spring wheat within narrow limits of adaptation / G.M. Halloran // Euphytica. – 1976. – V. 25. – N 2. – P. 489–498.
459. Hansen, J. Perception of climate change / J. Hansen, M. Sato, R. Ruedy. – PNAS, 2012. – N 109 (37) – P. 14726–14727. DOI: 10.1073/pnas.1205276109
460. Helguera, M. Development of PCR markers for the wheat leaf rust resistance gene Lr47 / M. Helguera, I.A. Khan, J. Dubcovsky // Theoretical and Appl. Genetics. – 2000.– Vol. 100. – N 9. – P. 1137–1143.
461. Hoogendoorn, J. The basis of variation in date of ear emergence under field conditions among the progeny of a cross between two winter varieties of wheat / J. Hoogendoorn // J. Agr. Sci. – Cambridge. – 1985. – N 104. – P. 493–500.
462. Identification and marker-assisted transfer of a new powdery mildew resistance gene at the Pm4 locus in common wheat / N. Li, H.Y. Jia, Z.X. Kong [et al.] // Mol. Breed. – 2017. – N 37. – P. 79. DOI: 10.1007/s11032-017-0670-4.

463. Identification of seed borne fungi on farmer saved sorghum (*Sorghum bicolor* L.), pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds / SDY. Naqvi, T. Shiden, W. Merhawi, S. Mehret // Agr. Sci. Res. J. – 2013 – N 3. – P. 107–114.
464. Identifying AFLP and microsatellite markers for vernalization response gene VrnB1 in hexaploid wheat using reciprocal mapping populations / B. Barrett, M. Bayram, K. Kidwell, W.E. Weber / Plant Breed. – 2002. – N 121 (5). – P. 400–406.
465. Impact of agronomic practices on populations of Fusarium and other fungi in cereal and noncereal crop residues on the Canadian Prairies / M.P. Fernandez, D. Huber, P. Basnyat, R.P. Zentner // Soil & Tillage Research – SOIL TILL RES. – 2008. – Vol. 100. – N. 1. – P. 60–71.
466. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, 2023. URL: <https://www.cambridge.org> (дата обращения: 30.04.2025).
467. Keim, D.D. Inheritance of photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat / D.D. Keim, J.R. Welsh, R.L. McConnel // Can. J. Plant Sci. – 1973. – V. 53. – N 2. – P. 247–250.
468. Kiseleva, A.A. Features of Ppd-B1 expression regulation and their impact on the flowering time of wheat near-isogenic lines BMC / A.A. Kiseleva, E.K. Potokina, E.A. Salina // Plant Biol. – 2017. – V. 17. – P. 172.
469. Klaimi, Y.Y. Genetics of heading time (*Triticum aestivum* L.). The inheritance of photoperiodic response / Y.Y. Klaimi, C.O. Qualset // Genetics. – 1973. – V. 74. – N 1. – P. 139–156.
470. . Kahiluoto, H. Decline in climate resilience of European wheat / H. Kahiluoto, J. Kaseva, J. Balek [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2019. – N 116 (1). – P. 123–128. DOI: 10.1073/pnas.1804387115.

471. Kumar, J. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control / J. Kumar, P. Schäfer, R. Hüchelhoven [et al.] // *Molecular Plant Pathology*. – 2002. – Vol. 3. – N 3. – P. 185–195.
472. Kuspira, J. Genetic analysis of certain characters in common wheat using whole chromosome substitution lines / J. Kuspira, J. Unrau // *Can. J. Plant Sci.* – 1957. – V. 37. – P. 300–326.
473. Lafiandra, D. Improving cereal grain carbohydrates for diet and health / D. Lafiandra, G. Riccardi, R.S. Peter // *Journal of Cereal Science*. – 2014. – N 59 (3). – P. 312–326.
474. Larson, R.I. Reaction of wheat to common root: identification of a major gene *Crr*, on chromosome 5B / R.I. Larson, T.G Atkinson // *Canadian Journal of Genetic and Cytology*. – 1981. – Vol. 23. – P. 173.
475. Law, C.N. The location of genetic factors affecting a quantitative character in wheat / C.N. Law // *Genetics*. – 1966. – V. 53. – N 3. – P. 487–498.
476. Law, C.N. The location of genetic factors controlling a number of quantitative characters in wheat / C.N. Law // *Genetics*. – 1967. – V. 56. – P. 445–461.
477. Law, C.N. Genetic analysis of vernalization control using intervarietal chromosomes substitution / C.N. Law // *Proc. 3-th Inter. Wheat Genet. Sump.* – 1968. – P. 331–342.
478. Law, C.N. The genetic control of ear-emergence time by chromosomes 5A and 5D of wheat / C.N. Law, A.J. Worland, B. Giorgi // *Heredity*. – 1976. – V. 36. – N 1. – P. 49–58.
479. Law, C.N. A genetic study of daylight response in wheat / C.N. Law, A.J. Sutka, A.J. Worland // *Heredity*. – 1978. – V.41. – N 2. – P. 185–191.
480. Levy, J. Responses of spring wheats to vernalization and photoperiod / J. Levy, M.L. Peterson // *Crop Sci.* – 1972. – V. 12. – N 4. – P. 487–490.
481. Lowry, J.R. Identification and Characterization of the Gene Conditioning Powery Mildew Resistance in «Amigo» Wheat / J.R. Lowry, D.J. Samson,

- P.S. Baenziger & J.G. Moseman // *Crop Sc.* – 1984. – Vol. 24. – N 1. – P. 129–132.
482. Luzzardi, G.C.F. Proceedings of the International Symposium Mexico / G.C.F. Luzzardi. – D.F., 1984. – P. 158–168.
483. Major, J. Vernalization and photoperiod response characteristics of a reciprocal substitution series of Rescue and Cadet hard red spring wheat / J. Major, E.D. Whelan // *Can. J. Plant Sci.* – 1985. – V. 65. – N 1. – P. 33–39.
484. Mains, E.B. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss / E.B. Mains, H.S. Jackson // *Phytopathology.* – 1926. – V. 16. – N 1. – P. 89.
485. Managing resilience of forage crops to climate change through response diversity / H. Mäkinen, J. Kaseva, P. Virkajärvi, H. Kahiluoto // *Field Crops Research.* – 2015. – N 183. – P. 23–30. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.07.006
486. Martinic, Z. Vernalization and photoperiodism of common wheat as related to general and specific adaptability of varieties / Z. Martinic // *Proc. Uppsala Symp. (UNESCO).* – 1973. – P.153–163.
487. Maystrenko, O.I. Identification of chromosomes carrying genes *Vrn 1* and *Vrn 3* inhibiting winter habit in wheat / O.I. Maystrenko // *EWAC News-letter.* – 1974. – N 4. – P. 49–52.
488. McIntosh, R.A. A catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh // *Proc. 4-th Int. Wheat Genet. Symp.* – Columbia, Missouri Agr. Stan, 1973. – P. 893–936.
489. McIntosh, R.A. A catalogue of gene symbols for wheat (1983 edition) / R.A. McIntosh // *Proc. 6-th Int. Wheat Genet. Symp.* – Kyoto, 1983. – P. 1197–1254.
490. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat / R.A. McIntosh // *Proc. 7-th Int. Wheat Genet. Symp.* – Cambridge, Great. Britten, 1989. – P. 1225–1320.
491. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat. 1990 Supplement / R.A. McIntosh // *Cereal Res. Com.* – 1990. – V.18. – N 1–2. – P. 141–157.

492. McKenzie, H. Inheritance of Thatcher-type resistance to common root rot in spring wheat / H. McKenzie, T.G. Atkinson // *Can. Journ. Plant. Sci.* – 1968. – Vol. 48. – P. 479.
493. Modeling wheat yield with antecedent information, satellite and climate data using machine learning methods in Mexico / D. Gómez, P. Salvador, J. Sanz, J.L. Casanova // *Agricultural and Forest Meteorology.* – Volume 300. – 2021. – P. 108317. DOI: [org/10.1016/j.agrformet.2020.108317](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108317).
494. Molecular marker mapping of leaf rust resistance gene Lr46 and its association with stripe rust resistance gene Yr29 in wheat / M. William, R.P. Singh, J. Huerta-Espino [et al.] // *Phytopathology.* – 2003. – N 93 (2) – P. 153–159.
495. Mwale, M.M. Molecular detection of disease resistance genes to powdery mildew (*Blumeria graminis f. sp. tritici*) in wheat (*Triticum aestivum*) cultivars / M.M. Mwale, X.L. Tang, E. Chilembwe // *Afr. J. Biotechnol.* – 2017. – P. 22–31. DOI: [10.5897/AJB2016.15720](https://doi.org/10.5897/AJB2016.15720).
496. Nirenberg, H. Occurrence of Fusaria and some «blackening moulds» on durum wheat in Germany: I. Incidence of *Fusarium* species / H. Nirenberg, H. Schmitz-Elsherif, C. I. Kling // *Journal of Plant Diseases and Protection.* – 1994. – N 101 (5). – P. 449–459.
497. Papadakis, J. A note on the development of wheat varieties in Greece / J. Papadakis // *FAO Inform. Bull.* – 1972. – N 3. – P. 35–36.
498. Parikka, P. Expected shifts in *Fusarium* species' composition on cereal grain in Northern Europe due to climatic change / P. Parikka, K. Hakala, K. Tiilikkala // *Food AdditContam.* – 2012. – N. 29. – P. 1543–1555.
499. Parlevliet, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development / J.E. Parlevliet // *Annual review of phytopathology.* – 1979. – V. 17. – P. 203–222.
500. Paull, J. The Uptake of Organic Agriculture: A Decade of Worldwide Development / J. Paull // *Journal of Social and Development Sciences.* – 2011. – Vol. 2. – N 3. – P. 111–120.

501. Peterson, R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah // *Canad. J. Res.* – 1948. – Vol. 26. – N 4. – P. 496–500.
502. Peusha, H. Chromosomal location of powdery mildew resistance gene and cytogenetic analysis of meiosis in common wheat cultivar Meri / H. Peusha, T. Enno, O. Prilinn // *Hereditas.* – 2000. – Vol.132. – N 1. – P. 29–34.
503. Piech, J. Genetic analysis of photoperiodic insensitivity in wheat (*Triticum aestivum* L.) / J. Piech // *Genet. Pol. (Warszawa – Poznan).* – 1969. – V.10. – P. 99–100.
504. Pinthus M.J. Inheritance of heading date in some spring wheat varieties / M.J. Pinthus // *Crop Sci.* – 1963. – V.3. – N 4. – P. 301–304.
505. Piotrowska, M. Mycotoxins in cereal and soybean-based food and feed: Soy Bean – Pest Resistance / M. Piotrowska, K. Slizewska, J. Biernasiak. Ed. El – P.H. Shemy. – INTECH; 2013. – Chapter 8. – P. 185–230. DOI: 10.5772/54470.
506. Pirasteh, B. Monosomic analysis of photoperiod response in wheat / B. Pirasteh, J.R. Welsh // *Crop Sci.* – 1975. – V.15. – N 4. – P. 503–505.
507. Pm23: a new allele of Pm4 located on chromosome 2AL in wheat. / Y. Hao, A. Liu, Y. Wang, D. Feng [et al.] // *Theor Appl Genet.* – 2008. – N 117, – P. 1205–1212.
508. Pogna, N.E. Interaction of kinetin and day length on vernalization of winter wheat / N.E. Pogna // *Cereal Res. Coom.* – 1979. – V.7. – N 3. – P. 175–181.
509. Pugsley, A.T. Inheritance of correlated daylight response in spring wheat / A.T. Pugsley // *Nature.* – 1965. – V. 207. – P. 108.
510. Pugsley, A.T. The photoperiodic sensitivity of some spring wheat with special reference to the variety Thatcher / A.T. Pugsley // *Aust. J. Agr. Res.* – 1966. – V. 17. – N 5. – P. 591–599.
511. Pugsley, A.T. Genetic studies of physic development and their application to wheat breeding / A.T. Pugsley // *Proc. 3-rd Inter. Wheat Genet. Symp.* – Canberra. – 1968. – P.288–293.

512. Pugsley, A.T. A genetic analysis of the spring winter habit of growth in wheat / A.T. Pugsley // *Aust. J. Agr. Res.* (Melbourne). – 1971. – V.22. – N 1. – P. 21–31.
513. Pugsley, A.T. Additional genes inhibiting winter habit in wheat / A.T. Pugsley // *Euphytica*. – 1972. – V. 21. – P. 547–552.
514. Rajendra, Kumar Seth. Screening of fungi from wheat seeds / Rajendra Kumar Seth, Shah Alam // *International Journal of Agricultural*. – 2015. – N 5 (5). – P. 287–294.
515. Race non-specific resistance to rust diseases in CIMMYT spring wheats / R.P. Singh, J. Huerta-Espino, S. Bhavani [et al.] // *Euphytica*. – 2011. – V. 179. – P. 175–186.
516. Ren, S.X. Genetic suppression of the cereal rye-derived gene Pm8 in wheat. / S.X. Ren, R.A. McIntosh, Z.J. Lu // *Euphytica*. – 1997. – Vol. 93. – N 3. – P. 353–360.
517. Rossielle, A.A. Theoretical aspects of selection to Yield Stress and non-stress environments / A.A. Rossielle, L. Hambling // *Crop Sci.* – 1981. – V. 21. – N 6. – P. 943–946.
518. Salisbury, P.A. Expression of vernalization genes in near-isogenic wheat lines: methods of vernalization / P.A. Salisbury, G.J. Berry, G.M. Halloran // *Can. J. Genet. and Cytol.* – 1979. – V. 21. – N 3. – P. 429–434.
519. Samborski, D.J. Inheritance of virulence in wheat leaf rust on the standart differential wheat varieties / D.J. Samborski, P.L. Dyck // *Canad. J. Genet. Cytol.* – 1968. – Vol.10. – N 1. – P. 24–32.
520. Samborski, D.J. Enhancement of resistance to *Puccinia recondita* by interactions of resistance genes in wheat / D.J. Samborski, P.L. Dyck // *Canad. J. Plant Pathol* – 1982. – Vol. 4. – N 2. – P. 152–156.
521. Scarth, R. Effects of the photoperiod genes Ppd 1 and Ppd 2 on growth and development of the shoot apex in wheat / R. Scarth, E.J.M. Kirby, C.N. Law // *Ann. Bot.* – 1985. – V. 55. – N 3. – P. 351–359.

522. Scarth, R. The control of the day length response in wheat by the genes 2 chromosomes / R. Scarth, C.N. Law // *Z. Pflanzenzucht.* – 1984. – V.92. – N 2. – P. 140–150.
523. Sears, E.R. The aneuploids of common wheat / E.R. Sears // *Missouri Agr. Exp. Stat. Res. Bull.* – 1954. – V. 59. – N 572. – P. 1–58.
524. Semenov, M.A. Modelling predicts that heat stress, not drought, will increase vulnerability of wheat in Europe / M.A. Semenov, P.R. Shewry // *Scientific Reports.* – 2011. – N 1. – P. 66. DOI: 10.1038/srep00066.
525. Sharp E.L. *Phytopathology* / E.L. Sharp. – 1962. – Vol. 52. – №4. – 53 p.
526. Shcherban, A.B. Molecular genetical characterization of vernalization genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1* in spring wheat germplasm from Russia and adjacent regions / A.B. Shcherban, M.V. Emtseva, T.T. Efremova // *Cereal Research Communications.* – 2012. – V.40. – N 3. – P. 425–435.
527. Shcherban, A.B. Effect of *VRN-1* and *PPD-D1* genes on heading time in European bread wheat cultivars / AB. Shcherban, KV. Strygina, EA. Salina // *Plant Breeding.* – 2015. – V. 134. – P. 49–55.
528. Shcherban, A.B. *VRN-1* gene- associated prerequisites of spring growth habit in wild tetraploid wheat *T. dicoccoides* and the diploid A genome species / A.B. Shcherban, K.V. Strygina, E.A. Salina // *BMC Plant Biology.* – 2015. – N 15. – P. 94. DOI: 10.1186/s12870-015-0473-x.
529. Shimada, T. Plant regeneration from stem - derived callus of wheat / T. Shimada // *Wheat Inf. Serv.* – 1979. – N 50. – P. 59–60.
530. Sibikeev, S.N. Genetic control for resistance to leaf rust in wheat–Agropyron lines: Agro 139 and Agro 58 / S.N. Sibikeev, S.A. Voronina, V.A. Krupnov // *Theoretical and Appl. Genetics.* – 1995. – Vol. 90. – N 5. – P. 618–620.
531. Simmons, E.G. *Alternaria. An Identification Manual* / E.G. Simmons // Utrecht: CBS, 2007. – 775 p.
532. Singh, R.P. Genetic association of leaf rust resistance gene *Lr34* with adult-plant resistance to stripe rust in bread wheat / R.P. Singh // *Phytopatology.* – 1992. – V. 82. – P. 835–838

533. Singh, R.P. Genes conferring low seedling reaction to Mexican pathotypes of *Puccinia recondite f. sp. tritici*, and adult-plant responses of recent wheat cultivars from the former USSR / R.P. Singh, A. Morgunov, J. Huerta-Espino // *Euphytica*. – 1995.–Vol. 81. – N 3. – P. 225–234.
534. Singh, R.P. *Lr46*: a gene conferring slow-rusting resistance to leaf rust in wheat / R.P. Singh, A. Mujeeb-Kasi, J. Huerta-Espino // *Phytopatology*. – 1998. – V. 88. – P. 890–894.
535. State of the Global Climate 2024 / World Meteorological Organization (WMO). – Geneva, 2025. – WMO–No. 1368. – 42 p.
536. Stelmakh, A.F. Genetic systems regulating rate of development in wheat / A.F. Stelmakh // *Abstracts of 5 th Intern. wheat conference*. – Ankara. – 1996.– P. 330–331.
537. Study of most prevalent wheat seedborne mycoflora and its effect on seed nutritional value / A. Rehman, K. Sultana, N. Minhas [et al.] // *African Journal of Microbiology Research*. – 2011. – N 5 (25). – P. 4328–4337.
538. Study on Prevalence of Mycoflora in Wheat Seeds/ P. Adhikari, G.B. Khatri-Chhetri¹, S.M. Shrestha¹, S. Marahatta // *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. – 2016. – N 4 (1). – P. 31–35.
539. Stoll, P.H. *Weizenbastard* / P.H. Stoll. – Berlin: Deutsche Landw. Pres, 1910. – 144 p.
540. Suppression of powdery mildew resistance gene *Pm8* in *Triticum aestivum* L. (common wheat) cultivars carrying wheat-rye translocation T1BL-1RS / R. Hanušová, S.L.K. Hsam, P. Bartoš, F.J. Zeller // *Heredity*. – 1996. – Vol.77. – N 4. – P. 383–387.
541. Surface air temperature for May 2024. [Climate.copernicus.eu](https://climate.copernicus.eu/hottest-may-record-spurs-call-climate-action). URL: <https://climate.copernicus.eu/hottest-may-record-spurs-call-climate-action>. (дата обращения: 30.10.2024).
542. Syme, J.R. Ear emergence of Australian, Mexican and European wheat in relation to time of sowing and response to vernalization and day length / J.R. Syme // *Aust. J. Agr. Anim. Rusb.* – 1968. – V. 34. – N 8.– P. 578–581.

543. Tomasovic, S. Breeding of wheat for resistance to *Fusarium* diseases, espuially to *Fusarium graminearum* and creating a model for interitance of resistance in new wheat cultivars / S. Tomasovic // *Genetica*. – 1981. – Vol. 13. – N 2. – P. 177–187.
544. Tomkowiak, A. Analysis of miRNA expression associated with the Lr46 gene responsible for APR resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). / A. Tomkowiak, T. Jędrzejewski, J. Spychała [et al.] // *Journal of Appllied Genetics*. – 2020. – N 61. – P. 503–511.
545. Towards operational predictions of the near-term climate / Y. Kushnir, A.A. Scaife, R. Arritt [et al.] // *Nature Climate Change*. – 2019. – N 9. – P. 94–101. DOI: 10.1038/s41558-018-0359-7.
546. Tsunewaki, K. Monosomic analysis of synthesized hexaploid wheat / K. Tsunewaki // *Jap. J. Genet.* – 1962. – V. 37. – N 2. – P. 155–168.
547. Tsunewaki, K. Comparative gene analysis of common wheat and its ancestral species. 11 Weiness, growth habit and awnedness / K. Tsunewaki // *Jap. J. Bot.* – 1966. – V. 19. – P. 175–229.
548. Tsunewaki, K. Monosomic and conventional gene analysis in common wheat. II. Growth habit and awnedness / K. Tsunewaki, B.C. Jenkins // *Jap. J. Genet.* – 1961. – V. 36. – P. 428–443.
549. Van der Plank, J.E. *Plant Diseases: Epidemics and Control*/ J.E. Van der Plank. – New York, USA: Academic Press, 1964. – 349 p. DOI: 10.1097/00010694-196410000-00018.
550. Valim-Labres, M.E. Effects of host resistance on the isozymatic patterns of *Bipolaris sorokiniana* (Dematiaceae, Moniliales / M.E. Valim-Labres, M.D. Porto, A.T.S. Matsumura // *Braz. J. Genet.* – 1997. – N 20. – P. 541–545.
551. Wheat-Alien Species Derivatives: A Novel Source of Resistance to *Fusarium* Head Blight in Wheat / R.E. Oliver, X. Cai, S.S. Xu [et al.] // *Crop Science*. – 2005. – Vol. 45. – P. 1353–1360. DOI: 10.2135/cropsci2004.0503.
552. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – 2021. URL:

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i> (дата обращения: 14.11.2021).

553. Worland, A.J. Genetic analysis of chromosome 2D of wheat. 1 The location of genes affecting height day length insensitivity, hybrid dwarfism and yellow rust resistance / A.J. Worland., C.N. Law // *Z. Planzenzucht.* – 1986. – V. 96. – N 4. – P. 331–345.
554. Yan, L. Allelic variation at the *Vrn-1* promoter region in polyploid wheat / L. Yan, M. Helguera, K. Kato [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2004. – V.109. – P. 1677–1686.
555. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat / Y.-L. Du, Y. Xi, T. Cui [et al.] // *Field Crops Research.* – 2020. – N 257.– P. 107930. DOI:10.1016/j.fcr.2020.107930.
556. Yoshida, T. *Vrn-D4* is a vernalization gene located on the centromeric region of chromosome 5D in hexaploid wheat / T. Yoshida, H. Nishida, J. Zhu [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – V. 120. – P. 543–552.
557. Zeller, F.J. Progress in breeding for resistance to powdery mildew in common wheat (*Triticum aestivum L.*) / F.J. Zeller, S.L.K. Hsam // *Proc. 9th Internat. Wheat Genetics Symp., Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 2–7 August, 1978.* – Vol. 1. – P. 178–180.
558. Zeven, A.C. The extent of similarity between near-isogenic lines of the Australian spring wheat variety Triple Dirk with their recurrent parent / A.C. Zeven, J. Waninge, L.T. Colon // *Euphytica.* – 1986. – V. 35. – N 2. – P. 381–395.
559. Zhang, J. A single nucleotide polymorphism at the *Vrn-D1* promoter region in common wheat is associated with vernalization response / J. Zhang, Y. Wang, S. Wu [et al.] // *Theor. Appl. Genet.* – 2012. – V. 125. – P. 1697–1704.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А. 1 – Температура воздуха (°С) в месте проведения исследований за 1990–2024 гг. (по данным метеопоста «Усть-Кинельский» Самарского ГАУ, г. о. Кинель Самарской области)

Год \ месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма	Средняя
1990	12,9	17,0	20,2	17,0	2063,1	16,8
1991	16,2	21,8	21,5	17,8	2374,5	19,3
1992	12,7	18,2	19,1	17,3	2068,1	16,8
1993	15,3	17,4	20,3	18,1	2186,7	17,8
1994	13,9	17,7	17,7	17,0	2037,6	16,6
1995	17,1	22,8	22,0	18,8	2478,9	20,2
1996	18,1	20,6	22,8	19,1	2478,0	20,1
1997	13,6	22,1	19,7	18,0	2253,3	18,3
1998	15,6	23,5	23,6	19,2	2515,4	20,5
1999	11,1	20,3	21,8	18,2	2193,1	17,8
2000	10,2	20,1	22,4	19,8	2227,4	18,1
2001	15,1	17,6	22,5	17,9	2248,5	18,3
2002	11,4	17,3	23,3	16,9	2118,6	17,2
2003	15,3	14,6	21,1	20,1	2189,5	17,8
2004	15,6	19,3	21,5	20,5	2364,6	19,2
2005	18,2	19,4	20,5	19,8	2395,5	19,5
2006	14,8	21,9	18,7	19,7	2306,2	18,7
2007	16,3	17,9	20,9	23,0	2403,2	19,5
2008	14,8	18,0	22,0	20,6	2319,4	18,9
2009	15,1	22,4	21,8	18,6	2392,5	19,5
2010	18,1	23,0	26,9	24,8	2853,8	23,2
2011	16,0	18,1	24,7	19,0	2393,7	19,5
2012	17,7	21,7	27,3	24,4	2802,4	22,8
2013	17,5	21,6	21,9	20,4	2501,8	20,3
2014	18,5	19,0	20,2	21,5	2436,2	19,8
2015	16,5	23,3	20,1	18,0	2391,6	19,4
2016	16,4	19,9	22,7	24,6	2571,7	20,9
2017	13,8	16,5	20,9	21,4	2234,1	18,2
2018	16,7	18,5	23,8	20,2	2436,7	19,8
2019	17,0	20,6	20,3	18,3	2341,6	19,0
2020	15,6	18,5	24,0	18,9	2368,5	19,3
2021	20,8	22,9	23,5	24,7	2823,7	23,0
2022	11,1	19,0	22,6	24,2	2364,9	19,2
2023	17,8	18,2	22,3	21,4	2452,5	19,9
2024	12,4	22,3	23,0	19,3	2361,6	19,2
Среднее за 35 лет	15,4	19,8	21,9	19,9	2367,7	19,2
Ср. многолет. на 1990 г.	14,0	18,7	20,7	18,9	2225,7	18,1

Приложение А

Таблица А. 2 – Сумма осадков(мм) в месте проведения исследований
за 1990–2024 гг. (по данным метеопоста «Усть-Кинельский»
Самарского ГАУ, г. о. Кинель Самарской области)

Год \ месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма
1990	61,0	107,0	74,0	83,0	325,0
1991	35,3	23,0	10,4	35,7	104,4
1992	28,7	7,4	47,7	41,1	124,9
1993	21,0	100,0	97,7	64,2	282,9
1994	46,5	84,4	34,5	95,4	260,8
1995	48,1	2,1	31,8	35,8	117,8
1996	44,2	51,3	7,2	12,7	115,4
1997	133,5	50,2	40,7	0,5	224,9
1998	9,5	8,3	42,3	28,6	88,7
1999	45,2	31,8	26,6	47,9	151,5
2000	46,5	62,9	14,6	43,0	167,0
2001	51,0	38,8	24,6	53,9	168,3
2002	20,9	50,6	12,9	6,3	90,7
2003	22,2	74,1	80,5	39,7	216,5
2004	30,9	42,3	92,9	12,2	178,3
2005	30,2	37,7	28,5	6,9	103,3
2006	38,1	54,6	70,0	106,3	269,0
2007	22,4	75,3	155,9	8,1	261,7
2008	31,1	82,1	68,2	7,1	188,5
2009	15,2	17,6	38,2	55,2	126,2
2010	24,3	3,7	1,7	28,0	57,7
2011	47,5	105,9	10,2	58,8	222,4
2012	6,1	64,0	20,4	58,6	149,1
2013	24,0	13,9	37,6	107,5	183,0
2014	20,7	44,2	5,4	20,0	90,3
2015	36,8	0,5	81,4	19,8	138,5
2016	28,3	12,8	55,2	2,7	99,0
2017	70,4	129,8	22,4	1,3	223,9
2018	20,2	18,7	72,7	13,1	124,7
2019	38,6	10,5	32,7	28,8	110,6
2020	17,8	48,3	21,6	43,0	130,7
2021	20,8	72,3	17,7	0,6	111,4
2022	83,5	53,9	12,1	25,4	174,9
2023	7,6	33,4	47,6	17,5	106,1
2024	6,5	24,1	38,3	41,7	110,6
Среднее за 35 лет	36,0	46,9	43,9	37,6	164,4
Ср. многолет. на 1990 г.	33,0	39,0	47,0	44,0	163,0

Приложение А

Таблица А. 3 – Гидротермический коэффициент увлажнения в месте проведения исследований за 1990–2024 гг. (по данным метеопоста «Усть-Кинельский» Самарского ГАУ, г. о. Кинель Самарской области)

Год \ месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Май-август
1990	1,53	2,10	1,18	1,57	1,58
1991	0,70	0,35	0,16	0,65	0,44
1992	0,73	0,14	0,81	0,77	0,60
1993	0,44	1,92	1,55	1,14	1,29
1994	1,08	1,59	0,63	1,81	1,28
1995	0,91	0,03	0,47	0,61	0,48
1996	0,79	0,83	0,10	0,21	0,47
1997	3,17	0,76	0,67	0,01	1,00
1998	0,20	0,12	0,58	0,48	0,35
1999	1,31	0,52	0,39	0,85	0,69
2000	1,47	1,04	0,21	0,70	0,75
2001	1,09	0,73	0,35	0,97	0,75
2002	0,81	1,00	0,18	0,12	0,45
2003	0,48	1,79	1,23	0,64	1,01
2004	0,66	0,74	1,39	0,19	0,76
2005	0,53	0,65	0,45	0,11	0,43
2006	0,84	0,83	1,21	1,74	1,17
2007	0,48	1,40	2,41	0,11	1,11
2008	0,72	1,57	1,00	0,11	0,83
2009	0,34	0,26	0,57	0,96	0,53
2010	0,44	0,05	0,02	0,37	0,20
2011	0,96	1,95	0,13	1,00	0,93
2012	0,11	0,98	0,29	0,85	0,58
2013	0,44	0,21	0,56	1,71	0,73
2014	0,36	0,78	0,09	0,36	0,40
2015	0,79	0,01	1,30	0,36	0,59
2016	0,55	0,21	0,78	0,04	0,38
2017	1,93	2,67	0,34	0,02	1,04
2018	0,39	0,34	0,99	0,21	0,51
2019	0,76	0,17	0,52	0,51	0,48
2020	0,22	0,87	0,29	0,73	0,52
2021	0,32	1,05	0,25	0,01	0,39
2022	2,43	0,95	0,17	0,34	0,74
2023	0,14	0,61	0,69	0,26	0,43
2024	0,17	0,36	0,54	0,70	0,47
Сред. за 35 лет	0,79	0,85	0,67	0,64	0,71
Ср. многолет. на 1990 г.	0,75	0,70	0,73	0,75	0,73

Приложение Б

Таблица Б. 1 – Влияние *Vrn*-генов на продолжительность периода всходы колошение изогенных линий яровой пшеницы сорта Мироновская 808.

Поволжский НИИСС. 1993–1997 гг.

Линия	Продолжительность периода всходы колошение по годам, суток						
	1993	1994	1995	1996	1997	средняя	lim*
<i>Vrn1</i>	50	52	46	43	34	45.0	18
<i>Vrn3</i>	59	52	50	40	38	47.8	21
<i>Vrn1, 2</i>	52	52	47	45	41	47.4	11
<i>Vrn1, 3</i>	48	46	42	47	39	44.4	9
lim*	11	6	8	7	7	3.4	–

* – разность между максимальным и минимальным значением изучаемого признака;

– НСР₀₅ = 0,9 суток.

Приложение В

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ЮГО-ВОСТОКА

Адрес: 410020, Россия, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7
 Тел.: (8452) 64-77-14; факс: (8452) 64-76-88
 e-mail: ariser@fanet.ru

№ _____
 На № _____ от _____

Расчетный счет №020132103
 АК СБ РФ Ленинское отд. 7324
 БИК банка (код) 046322646
 к/с банка 600164746
 ИНН 6453009901

С П Р А В К А

Настоящая дана научному сотруднику отдела селекции и семеноводства яровой пшеницы Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н.Константинова Кинчарову Александру Ивановичу в том, что сформированная им признаковая коллекция из 15 сортов яровой пшеницы передана и используется в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока НПО "Элита Поволжья".

Справка дана для предъявления по месту требования.

Зам. директора по научной работе,
 член-корреспондент РАСХН, доктор
 сельскохозяйственных наук

Зав. лабораторией генетики и цитологии,
 канд. биологических наук



А.И.Шабаев

С.Н.Сибикеев

Рисунок В. 1 – Справка о передаче и использовании сформированной в Поволжском НИИСС признаковой коллекции в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока

Приложение В

Таблица В. 1 – Признаковая коллекция сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к бурой листовой ржавчине, 1990–1996 гг.

№ по каталогу ВИР	Сорт, линия	Происхождение	Ген устойчивости
54516	Пысар 29	Саратов	<i>Lr 19</i>
–	Л-503	Саратов	<i>Lr 19</i>
56395	сложный гибрид	Новосибирск	
57891	АНК-4	Новосибирск	<i>Lr Tr</i>
58443	Скала РБ 2098	Новосибирск	
54648	–	Омск	
52333	Sonnet	Швеция	<i>Lr</i>
57073	Timmo	Швеция	<i>Lr 20</i>
57725	Saffran	Швеция	<i>Lr 19</i>
58177	Sunnan	Швеция	
57720	Achill	Бельгия	
57729	Trapp	Франция	
57738	Besso	Швейцария	
45929	Sonalika	Индия	<i>Lr 11, Lr13</i>
48538	Гибрид 9	Перу	
44697	Kenya Plover	Кения	
45808	Romany	Кения	<i>Lr</i>
46340	S-962 N4	Зимбабве	
40055	3059 A	Канада	
47873	Neerawa	Канада	<i>Lr 13</i>
48507	Bonanza	США	
54865	Chaparal	США	<i>Lr 23</i>
56103	Moran	США	
57988	Bukapa 11	США	
–	SD 8011	США	
45948	Jaral 66	Мексика	<i>Lr 23</i>
53802	–	Мексика	
–	Veery	Мексика	<i>Lr 26</i>
58015	–	Колумбия	

Приложение В

Таблица В. 2 – Признаковая коллекция сортов яровой мягкой пшеницы,
устойчивых к мучнистой росе, 1990–1996 гг.

№ по каталогу ВИР	Сорт, линия	Происхождение	Ген устойчивости
44283	Восток	Московская обл.	<i>Pm Ch</i>
55168	Ботаническая 2	Московская обл.	<i>Pm Ch + Pm</i>
45858	Грекум 114	Московская обл.	<i>Pm</i>
–	V-506	Безенчук	<i>Pm Ch</i>
57890	АНК-3	Новосибирск	<i>Pm 4b</i>
57891	АНК-4	Новосибирск	<i>Pm 4b</i>
–	Харьковская 8	Украина	<i>Pm Ch</i>
36198	<i>Triticum persicum</i>	Армения	
52808	–	Таджикистан	
57724	Kadett	Швеция	<i>Pm 4b, Mlk</i>
47098	Rang	Швеция	<i>Pm 1, Pm 4b</i>
52333	Sonett	Швеция	<i>Pm, Mld</i>
57073	Timmo	Швеция	<i>Pm 2, Pm 4b, Pm 6</i>
–	CI 12633	Швеция	<i>Pm 2, Pm 6</i>
57720	Achill	Бельгия	<i>Pm 4b</i>
–	Weihenstephan M1	Германия	<i>Pm 4b</i>
46590	Halle/stamm 13471	Германия	<i>Mld</i>
15560	<i>Triticum persicum</i>	–	
–	Veery	Мексика	<i>Pm 8</i>
25621	Waratah	Австралия	

Приложение Г



Рисунок Г. 1 – Внешний вид зерна яровой мягкой пшеницы с чернотой зародыша (разработан автором)



Рисунок Г. 2 – Вид зерна яровой мягкой пшеницы с чернотой зародыша через бинокляр с увеличением (разработан автором)

Приложение Д

Таблица Д. 1 – Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений

<i>ИТОГИ</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Кинельская 59	7	16,04	2,291428571	0,381447619
Кинельская отрада	7	16,56	2,365714286	0,427828571
Кинельская нива	7	18,00	2,571428571	0,477980952
Кинельская 2010	7	18,42	2,631428571	0,552114286
Кинельская юбилейная	7	19,28	2,754285714	0,622795238
Кинельская волна	7	19,64	2,805714286	0,534028571
Эритроспермум 4144	7	18,83	2,690000000	0,643566667
Эритроспермум 4146	7	19,00	2,714285714	0,521661905
Эритроспермум 6102	7	20,01	2,858571429	0,519380952
Эритроспермум 6310	7	20,35	2,907142857	0,364357143
Эритроспермум 6381	7	18,54	2,648571429	0,382014286
Эритроспермум 6517	7	19,55	2,792857143	0,457057143
Эритроспермум 6019	7	17,90	2,557142857	0,394057143
Лютесценс 6029	7	19,11	2,730000000	0,501800000
Столбец 1 – 2015 год	14	31,02	2,215714286	0,044334066
Столбец 2 – 2016 год	14	30,73	2,195000000	0,029226923
Столбец 3 – 2017 год	14	52,21	3,729285714	0,113499451
Столбец 4 – 2018 год	14	40,64	2,902857143	0,068052747
Столбец 5 – 2019 год	14	29,18	2,084285714	0,034349451
Столбец 6 – 2020 год	14	47,46	3,390000000	0,065846154
Столбец 7 – 2021 год	14	29,99	2,142142857	0,028818132

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Строки	2,78887	13	0,214528493	7,589521651	1,95629E-09	1,847763381
Столбцы	38,47576	6	6,412627211	226,8639116	3,10326E-47	2,217234866
Погрешность	2,20478	78	0,028266405			
Итого	43,46941	97				

Приложение Д

Сводная таблица расчета показателей агроэкологической адаптированности генотипов																
Сорт	Урожайность по годам, ц/га							средняя	I,%	Rang	R,%	Rang	D,%	Rang	DAA,%	Rang
	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	-14,23	14	37,08	12	-46,34	9	-23,50	14
Кинельская отрада	1,99	1,87	3,13	2,48	1,82	3,39	1,88	2,37	-11,24	13	38,20	10	-46,31	8	-19,35	13
Кинельская нива	2,11	2,10	3,65	2,80	2,01	3,33	2,00	2,57	-3,75	11	40,45	6	-45,21	5	-8,50	10
Кинельская 2010	2,08	2,09	3,65	2,95	1,93	3,56	2,16	2,63	-1,50	10	38,20	10	-47,12	11	-10,42	11
Кинельская юбил.	2,18	2,20	4,10	2,83	2,24	3,57	2,16	2,75	3,00	5	50,56	1	-47,32	12	6,24	3
Кинельская волна	2,34	2,25	4,07	3,10	2,25	3,40	2,23	2,81	5,24	3	47,19	4	-45,21	5	7,23	2
Эритроспермум 4144	2,12	2,08	4,01	2,91	2,05	3,51	2,15	2,69	0,75	8	49,44	3	-48,88	13	1,31	6
Эритроспермум 4146	2,25	2,19	3,75	2,95	2,04	3,61	2,21	2,71	1,50	7	38,95	7	-45,60	7	-5,15	8
Эритроспермум 6102	2,30	2,39	4,08	3,22	2,31	3,43	2,28	2,86	7,12	2	45,69	5	-44,12	4	8,69	1
Эритроспермум 6310	2,43	2,46	3,68	3,15	2,39	3,73	2,51	2,91	8,99	1	30,71	14	-35,92	1	3,78	4
Эритроспермум 6381	2,27	2,34	3,60	2,84	2,10	3,33	2,06	2,65	-0,75	9	35,58	13	-42,78	2	-7,95	9
Эритроспермум 6517	2,18	2,41	3,82	2,96	2,24	3,59	2,35	2,79	4,49	4	38,58	8	-42,93	3	0,14	7
Эритроспермум 6019	2,37	2,08	3,58	3,03	1,91	2,91	2,02	2,56	-4,12	12	38,20	10	-46,65	10	-12,57	12
Лютесценс 6029	2,64	2,28	4,06	3,15	2,11	2,82	2,05	2,73	2,25	6	49,81	2	-49,51	14	2,55	5
Сумма Yj	31,02	30,73	52,21	40,64	29,18	47,46	29,99									
Ср.сортовая ур-ть Yj	2,21	2,19	3,73	2,90	2,08	3,39	2,14	2,67								
Индекс условий года (Dr)	-0,460	-0,480	1,060	0,230	-0,590	0,720	-0,530									
HCP ₀₅	0,08	0,12	0,17	0,12	0,1	0,36	0,11									

Рисунок Д. 2 – Сводная таблица расчета показателей агроэкологической адаптированности генотипов

(разработан автором)

Приложение Е.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 6607

Настоящее свидетельство выдано **ПОВОЛЖСКОМУ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА им. П. Н. КОНСТАНТИНОВА**

по заявке № 8900310 с датой приоритета 21.11.88
 в соответствии с приказом Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений
 N 30 от 05 мая 1995 г.
 на сорт пшеницы яровой КИНЕЛЬСКАЯ 59

Автор(ы) сорта: Глуховцева Н.И., Михальченко Л.М.,
 Кукушкина Л.А., Мухтулов А.Г., Головоченко А.П.,
 Кинчаров А.И., Санина Н.В.

Зарегистрировано в Государственном
 реестре селекционных достижений,
 допущенных к использованию

Председатель Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений


В. Н. Алексашов



Зак. 93-8079. МТ Гознака.

Рисунок Е. 1 – Авторское свидетельство.

Пшеница яровая Кинельская 59

Приложение Е.

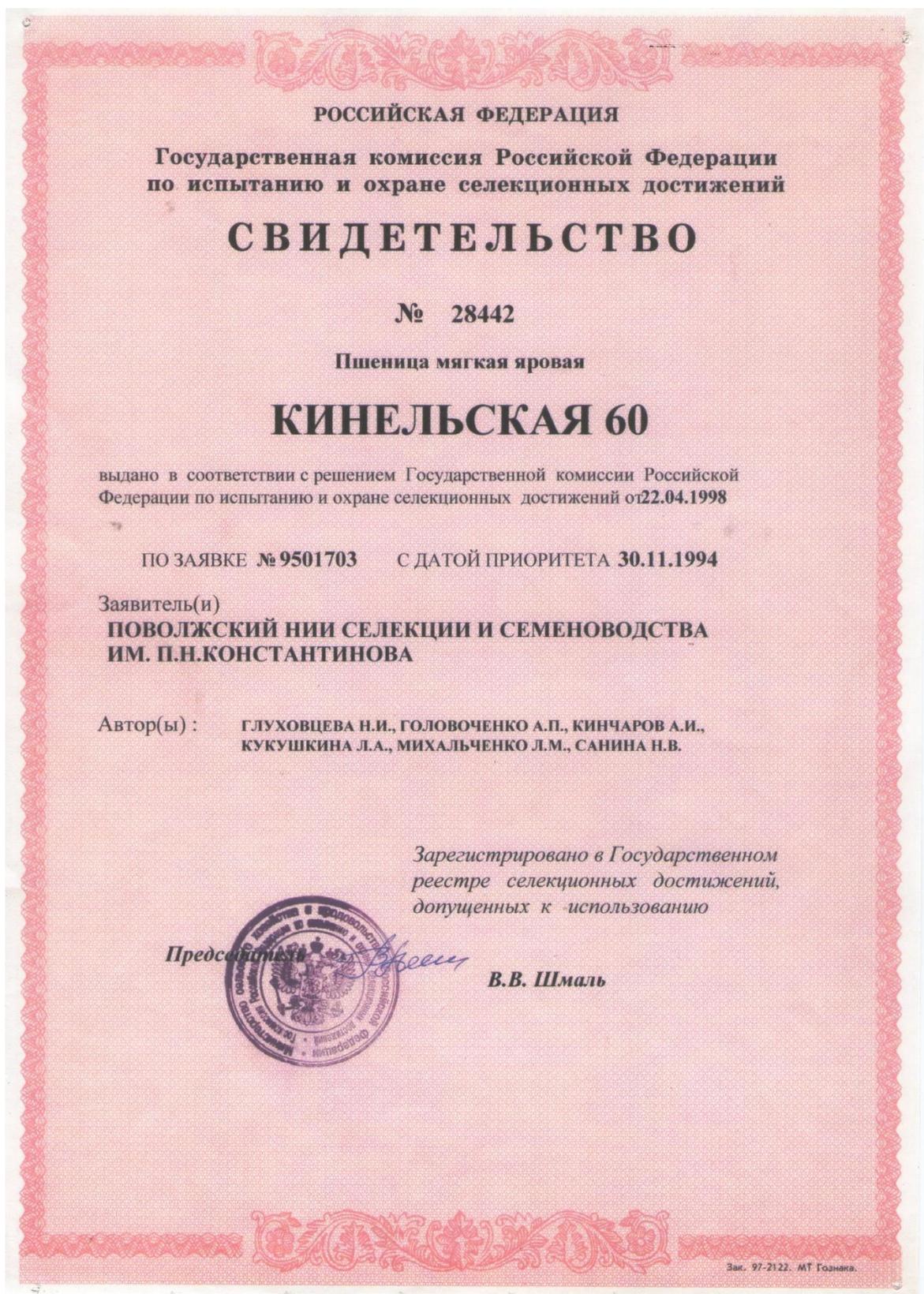


Рисунок Е. 2 – Авторское свидетельство.

Пшеница мягкая яровая Кинельская 60

Приложение Е.

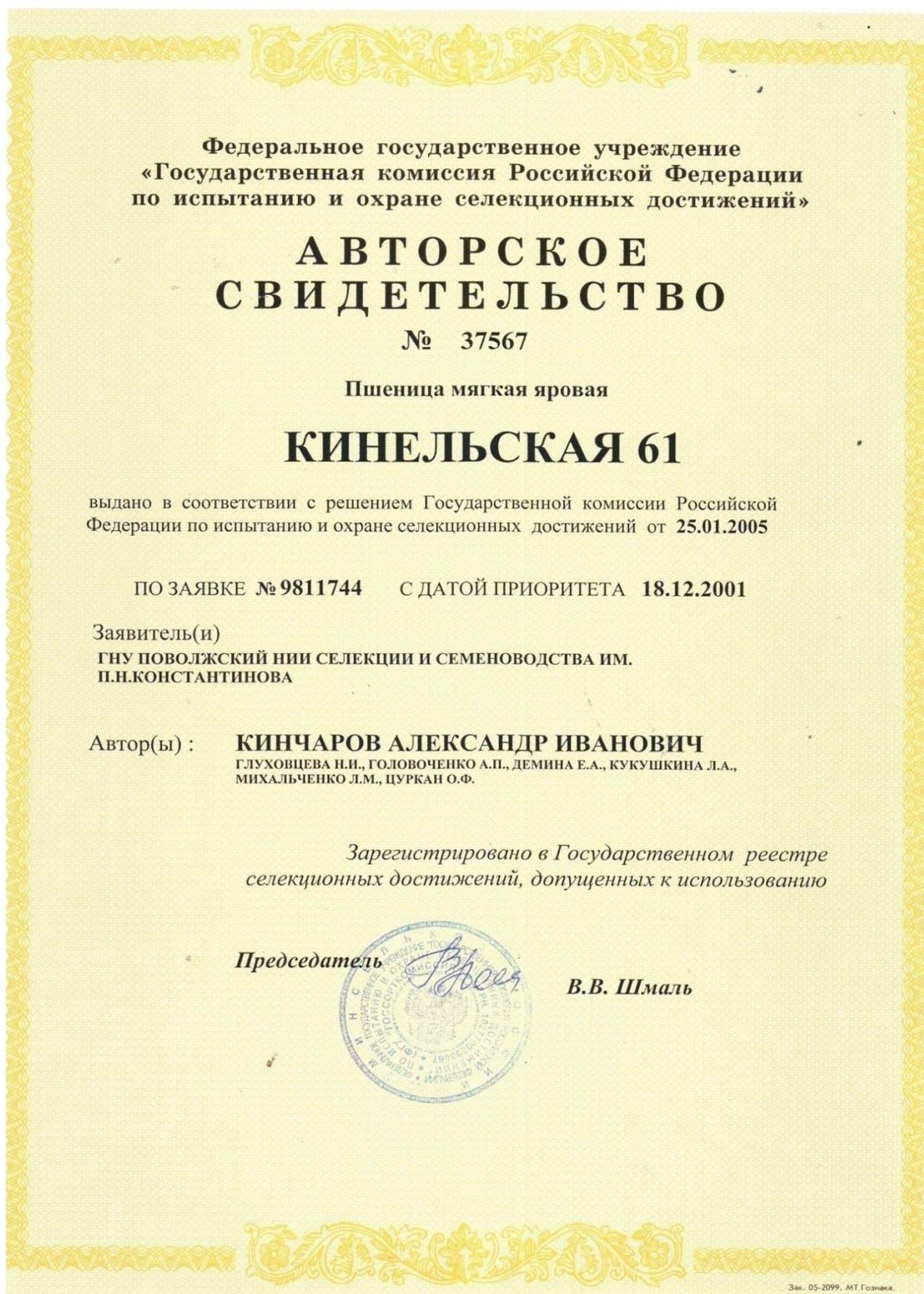


Рисунок Е. 3 – Авторское свидетельство.
Пшеница мягкая яровая Кинельская 61

Приложение Е.



Рисунок Е. 4 – Авторское свидетельство.
Пшеница мягкая яровая Кинельская нива

Приложение Е.

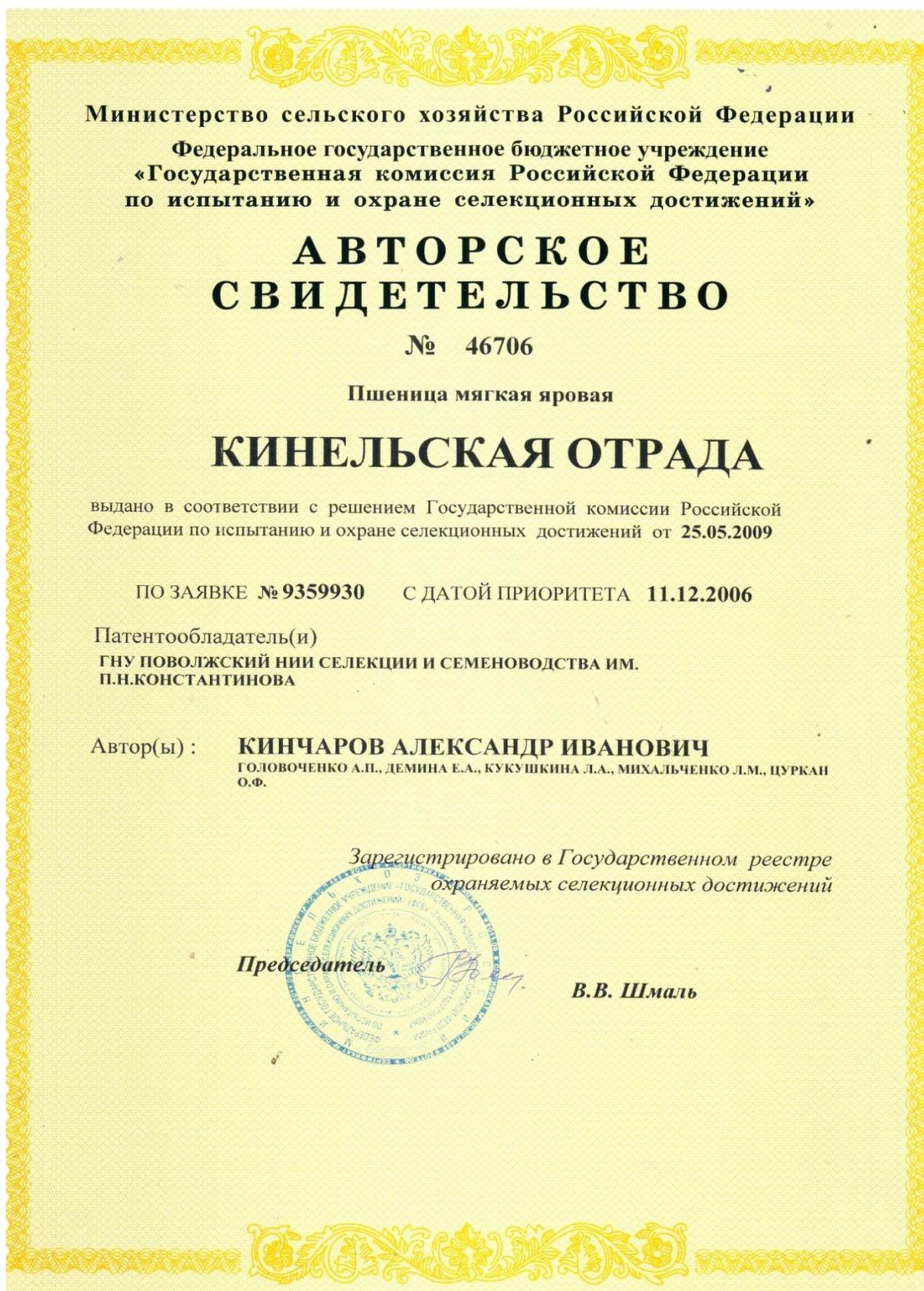


Рисунок Е. 5 – Авторское свидетельство.

Пшеница мягкая яровая Кинельская отрада

Приложение Е.



Рисунок Е. 6 – Авторское свидетельство.
Пшеница мягкая яровая Кинельская 2010

Приложение Е.

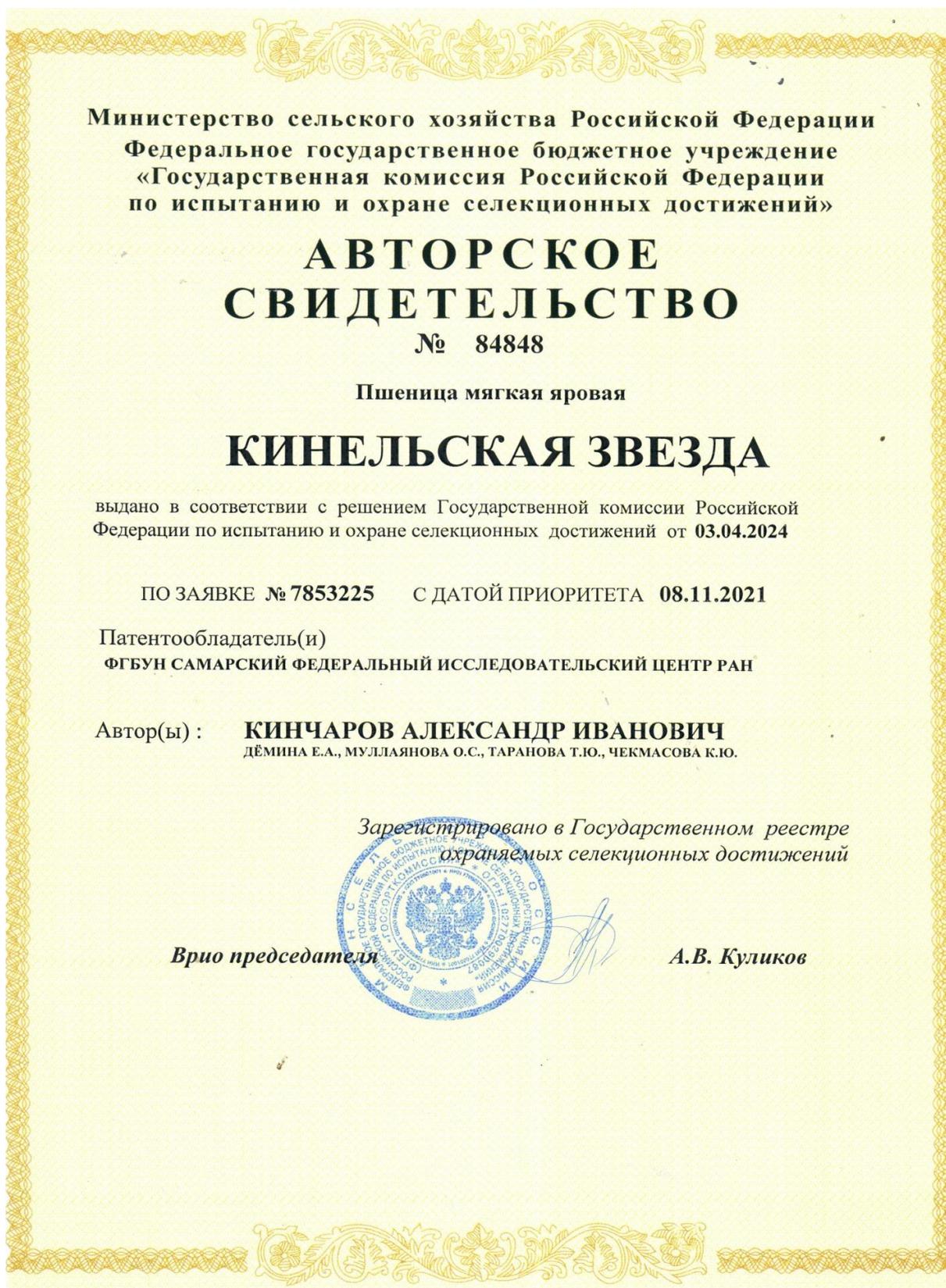


Рисунок Е. 7 – Авторское свидетельство.

Пшеница мягкая яровая Кинельская звезда

Приложение Ж

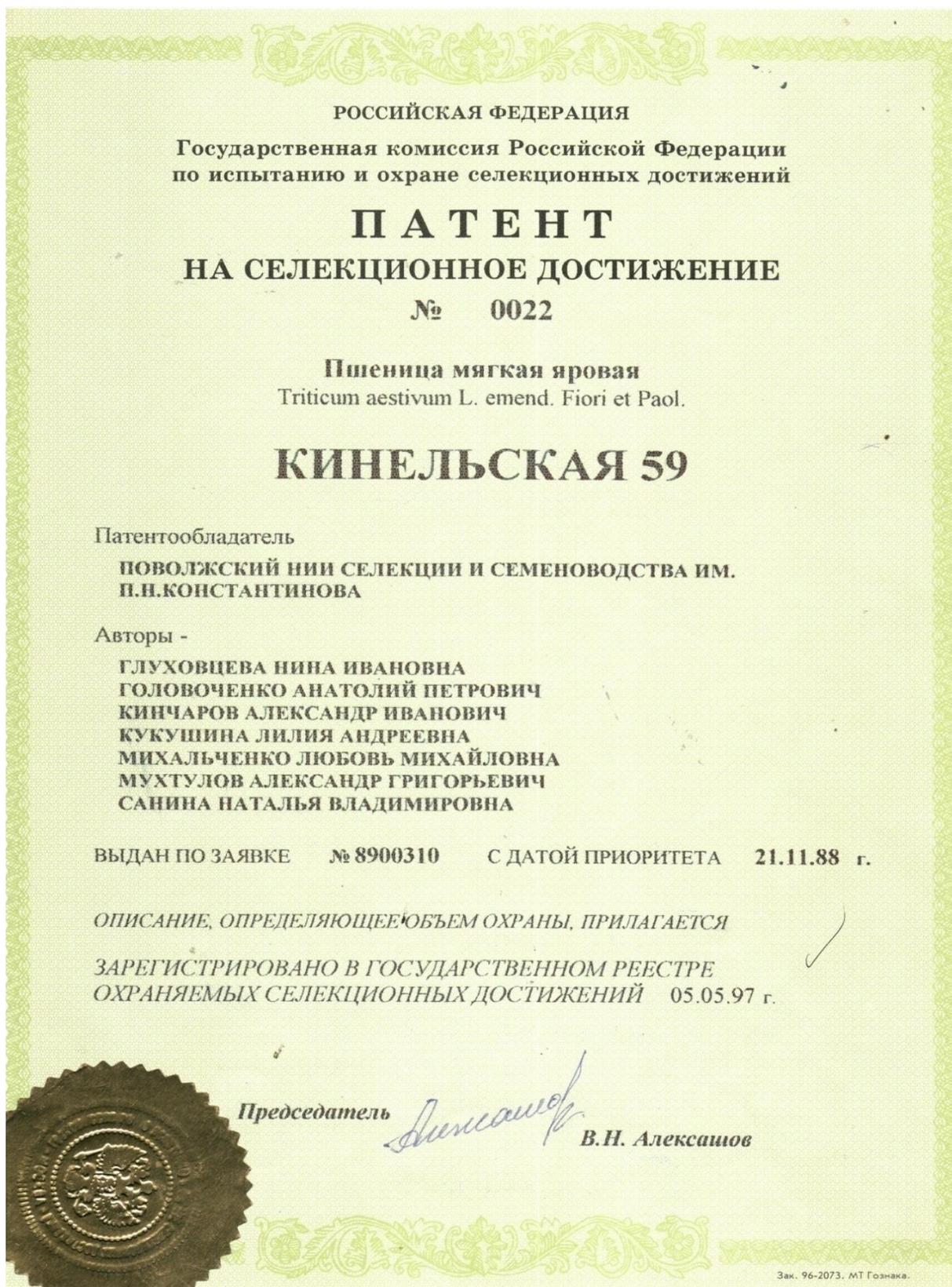


Рисунок Ж. 1 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская 59

Приложение Ж



Рисунок Ж. 2 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская 60

Приложение Ж

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 3671

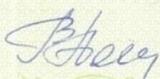
Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

КИНЕЛЬСКАЯ НИВА

Патентообладатель
ГНУ ПОВОЛЖСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ИМ.
П.Н.КОНСТАНТИНОВА

Авторы -
ГОЛОВОЧЕНКО АНАТОЛИЙ ПЕТРОВИЧ
ДЕМИНА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА
КИНЧАРОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ
КУКУШКИНА ЛИЛИЯ АНДРЕЕВНА
МИХАЛЬЧЕНКО ЛЮБОВЬ МИХАЙЛОВНА
ЦУРКАН ОЛЬГА ФРАНКОВНА

ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 9553472 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 26.11.2004 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 10.07.2007 г.

Председатель 
В.В. Шмаль



Зак. 99-6120. МТ Гознак.

Рисунок Ж. 3 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская нива

Приложение Ж

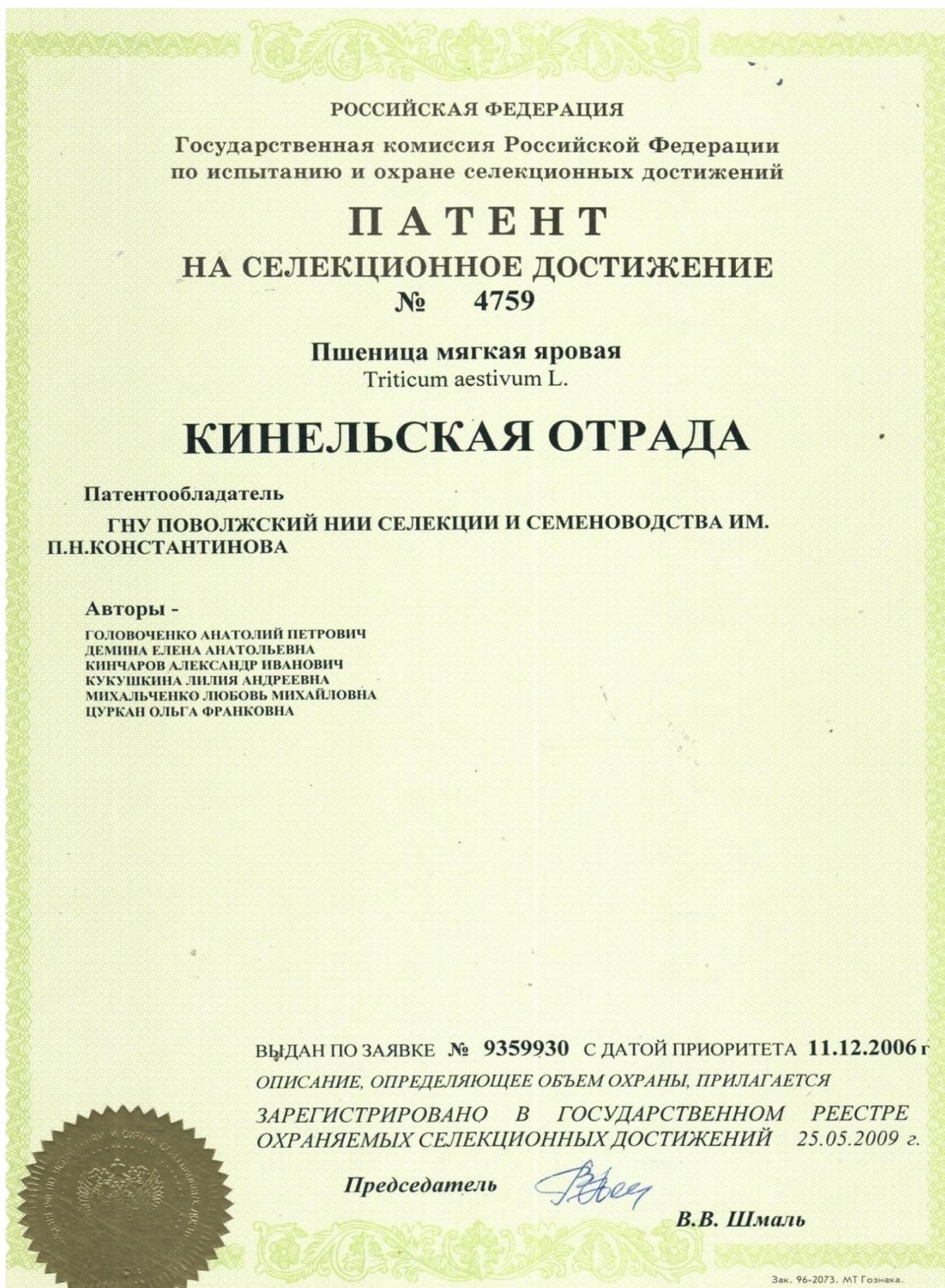


Рисунок Ж. 4 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская отрада

Приложение Ж

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 5646

Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

КИНЕЛЬСКАЯ КРАСА

Патентообладатель
ГНУ ПОВОЛЖСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ИМ.
П.Н.КОНСТАНТИНОВА

Авторы -
ГЛУХОВЦЕВ ВЛАДИМИР ВСЕВОЛОДОВИЧ
ГОЛОВОЧЕНКО АНАТОЛИЙ ПЕТРОВИЧ
ДЕМИНА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА
КИНЧАРОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ
КУКУШКИНА ЛИЛИЯ АНДРЕЕВНА
МИХАЛЬЧЕНКО ЛЮБОВЬ МИХАЙЛОВНА
ЦУРКАН ОЛЬГА ФРАНКОВНА


 ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 9253321 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 30.11.2007 г.
 ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
 ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
 ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 17.11.2010 г.

Председатель  В.В. Шмаль

Зак. 99-6120. МТ Гознака.

Рисунок Ж. 5 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская краса

Приложение Ж

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ
№ 5681

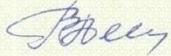
Пшеница мягкая яровая
Triticum aestivum L.

ЗОЛОТИЦА

Патентообладатель
ГНУ ПОВОЛЖСКИЙ НИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ИМ.
П.Н.КОНСТАНТИНОВА

Авторы -
АБДРЕВА ОЛЬГА ФРАНКОВНА
ГОЛОВОЧЕНКО АНАТОЛИЙ ПЕТРОВИЧ
ГОЛОВОЧЕНКО НИКОЛАЙ АНАТОЛЬЕВИЧ
ДЕМИНА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА
КИНЧАРОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ
КУКУШКИНА ЛИЛИЯ АНДРЕЕВНА
МИХАЛЬЧЕНКО ЛЮБОВЬ МИХАЙЛОВНА

 ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 9154645 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 01.12.2008 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 03.12.2010 г.

Председатель 
В.В. Шмаль

Зак. 99-6120. МТ Гознак.

Рисунок Ж. 6 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Золотица

Приложение Ж

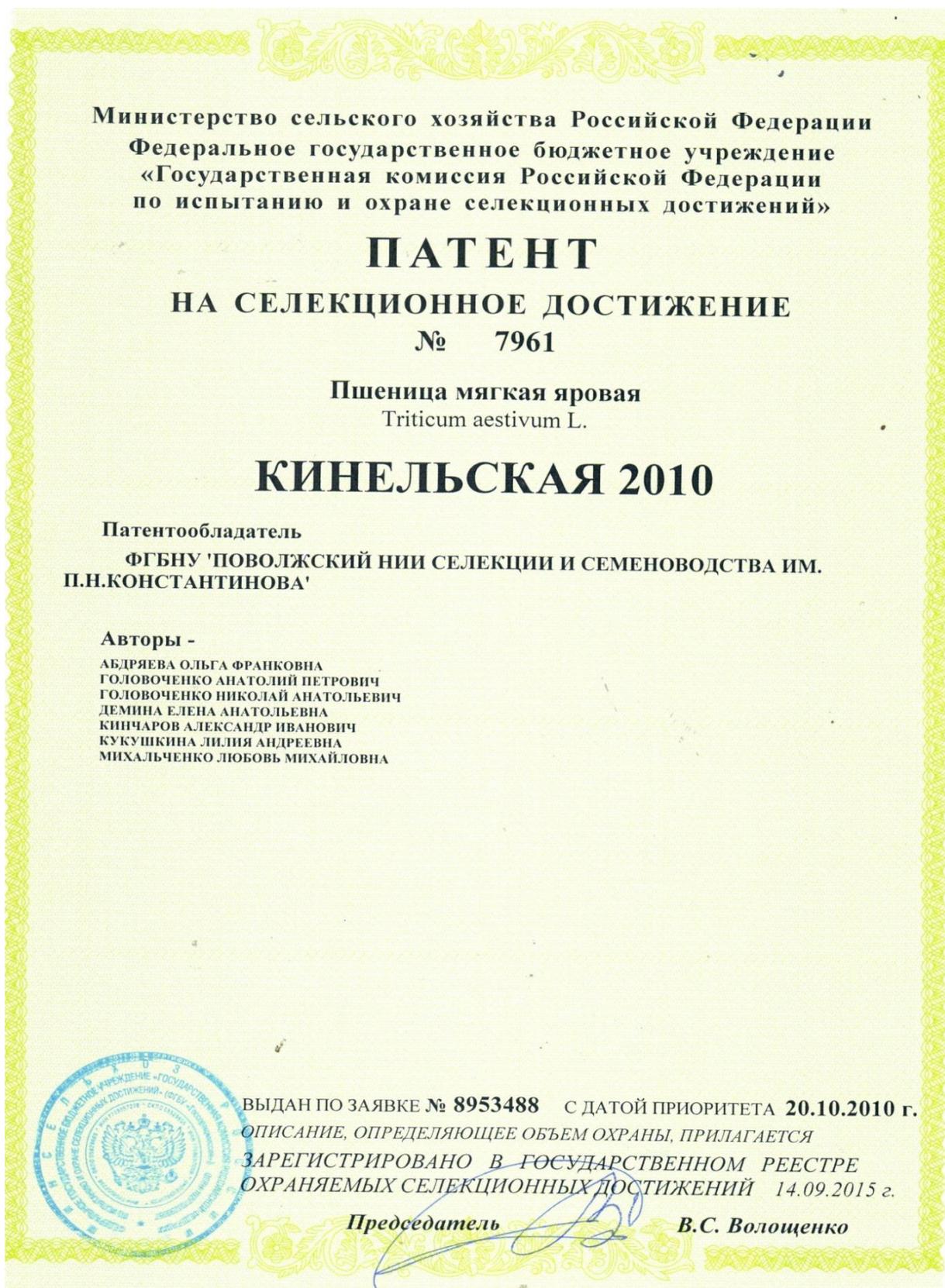


Рисунок Ж. 7 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская 2010

Приложение Ж

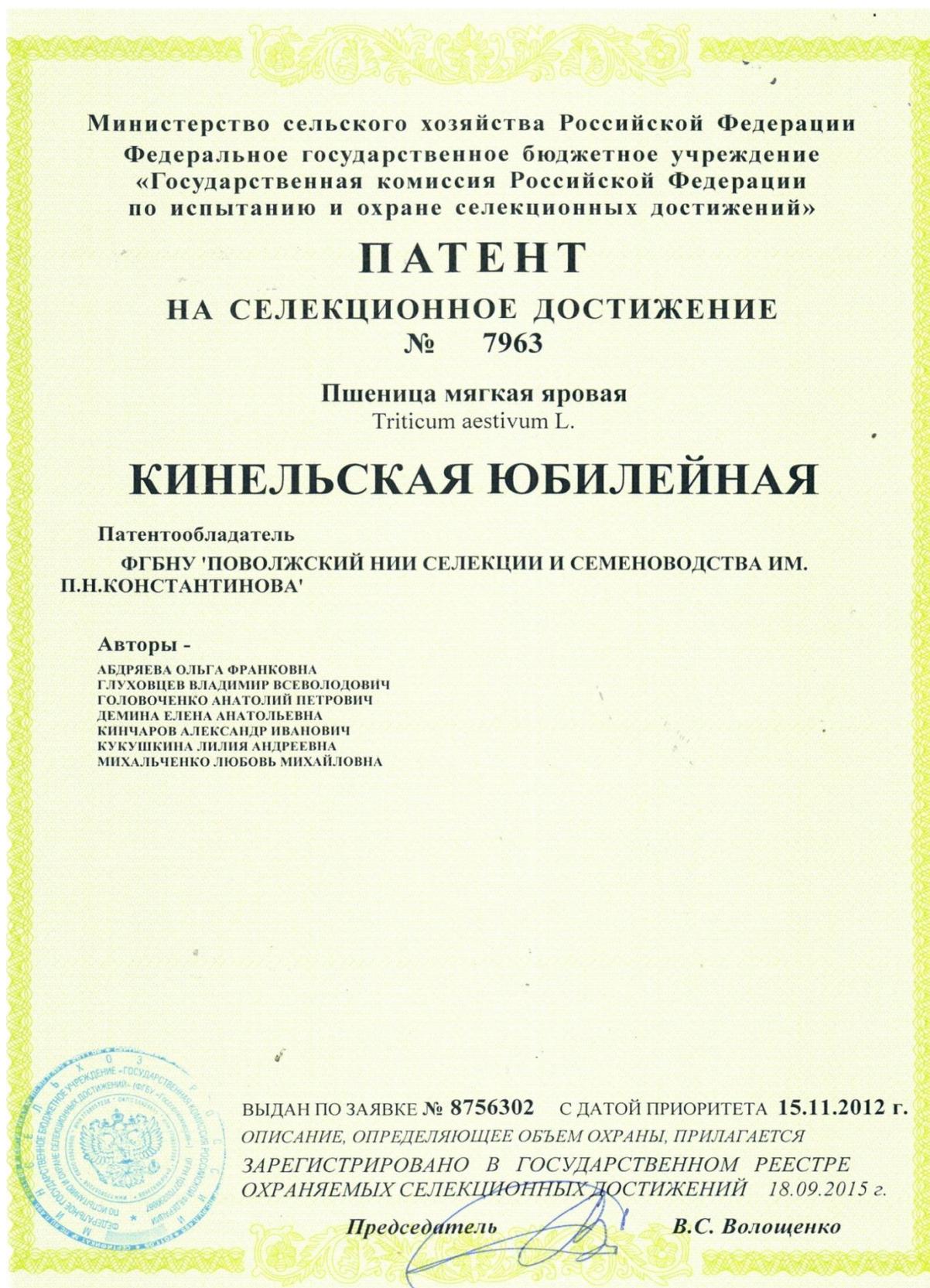


Рисунок Ж. 8 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская юбилейная

Приложение Ж

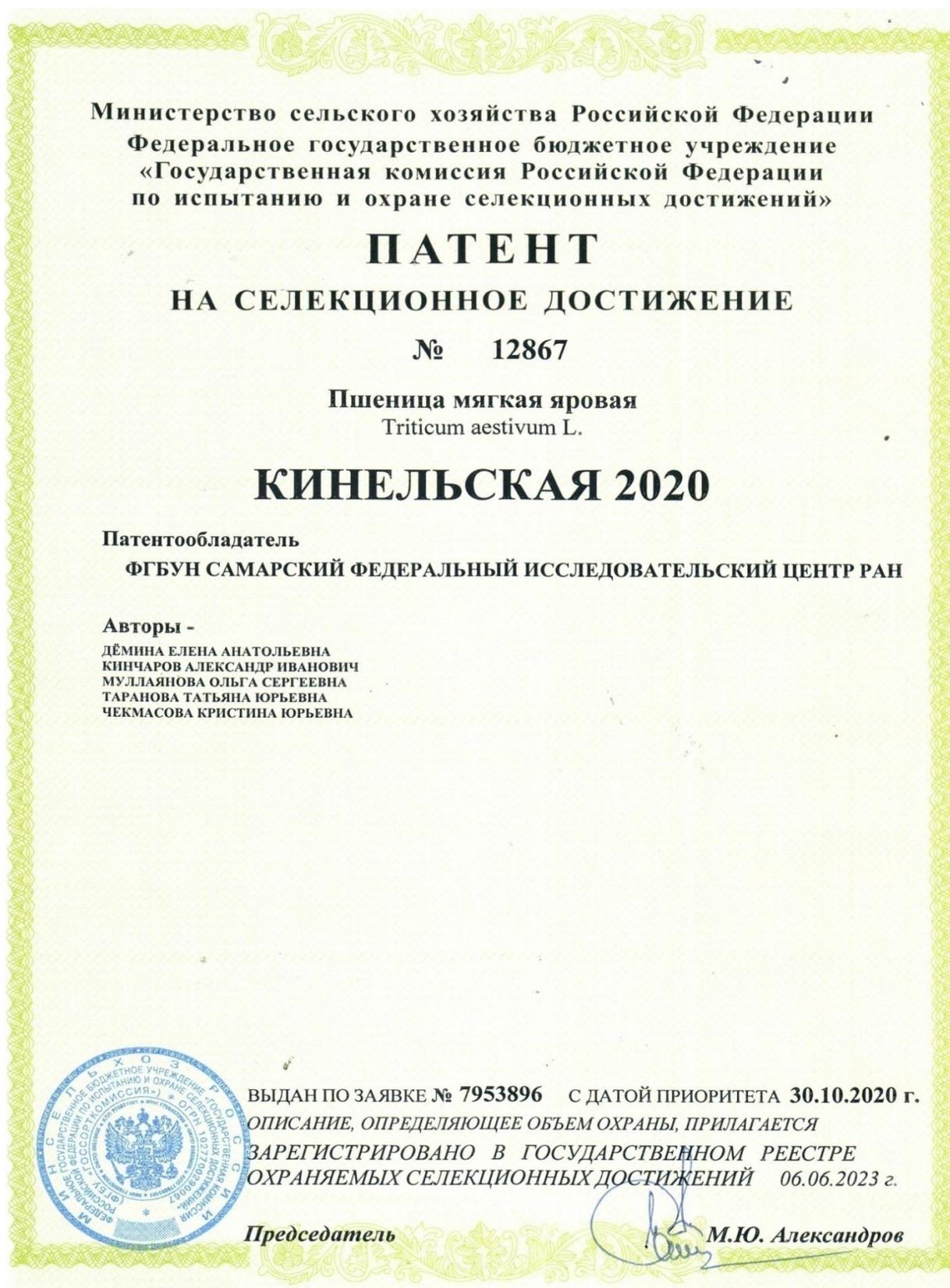


Рисунок Ж. 9 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская 2020

Приложение Ж

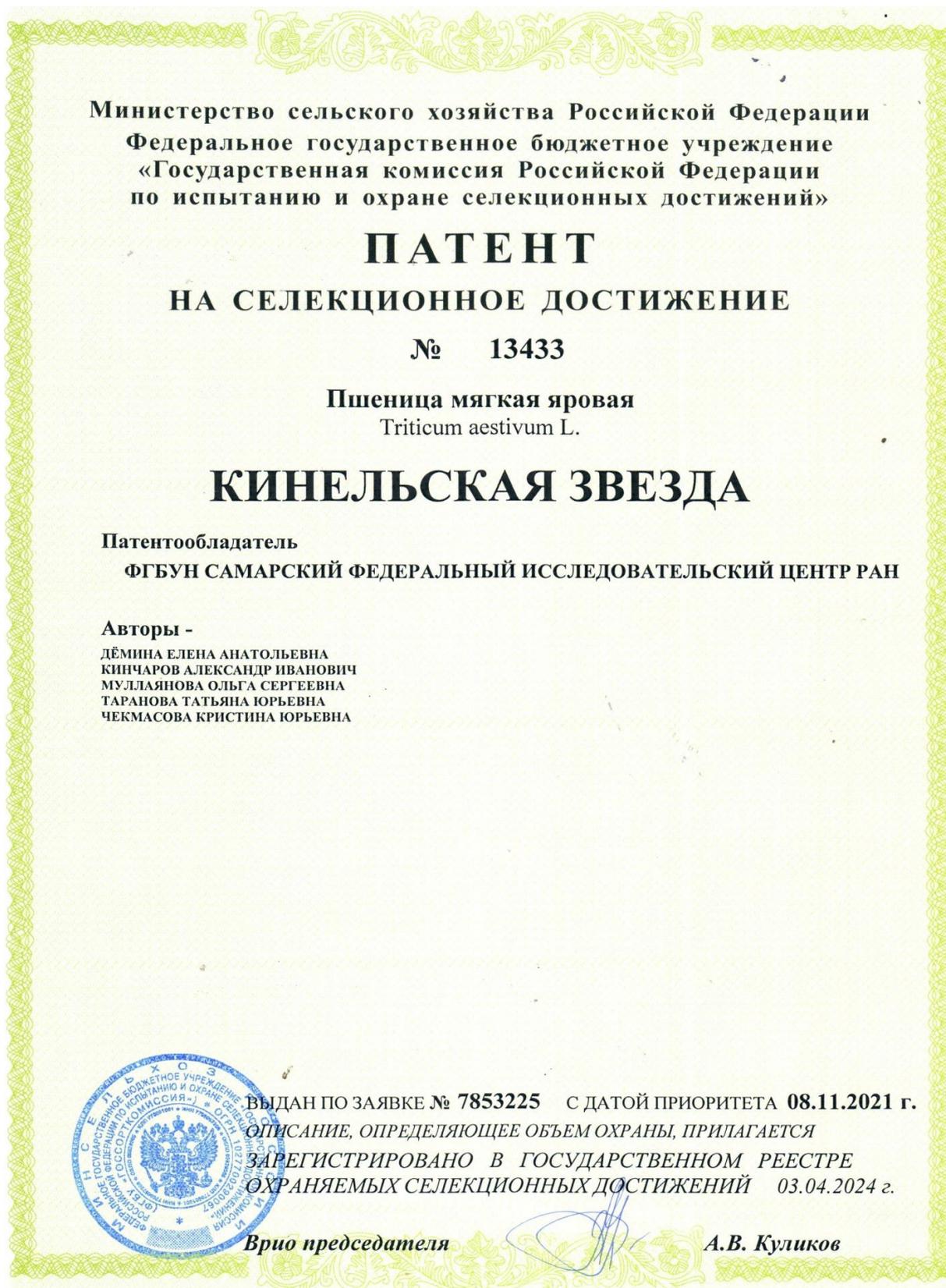


Рисунок Ж. 10 – Патент на селекционное достижение.

Пшеница мягкая яровая Кинельская звезда

Приложение И


 УТВЕРЖДАЮ:
 Директор ГНУ Поволжский НИИ
 селекции и семеноводства, д.с.-х.н.
Глуховцев В.В.
 «___» _____ 2001 г.


 УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель СПК "Красная
 Звезда" Иса克林ского района
А.И. Васильев
 «___» _____ 2001 г.

А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Государственного научного учреждения Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова: Кинчаров Александр Иванович – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства яровой пшеницы, к.с.-х.н.; Царевский Сергей Юрьевич – ведущий научный сотрудник отдела зернофуражных культур, к.с.-х.н с одной стороны и представители СПК "Красная Звезда": Антонов Владимир Андреевич – главный агроном хозяйства, Антонова Мария Владимировна – главный экономист.

_____ с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с « 15 » апреля 2001 г. по «___» _____ 2001 г. сотрудниками _____ института и хозяйства на полях _____ сельскохозяйственного производственного кооператива "Красная Звезда" внедрена

следующая научно-техническая разработка:
мягкая яровая пшеница Кинельская 59

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

В СПК "Красная Звезда" произведен посев яровой пшеницы сорта Кинельская 59 на площади 410 га (Четыреста десять) и выполнены все агротехнические мероприятия по производству сорта.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым исходным вариантом:

Урожайность сорта Кинельская 59 составила в среднем 21,2 ц/га, что на 2,6 ц/га выше сорта Л-503.

Рисунок И. 1 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 59 в СПК «Красная Звезда»

Продолжение приложения Рисунок И. 1

3. Согласно Методике МСХ СССР от _____ экономическая эффективность (в рублях) составила по формуле: $\mathcal{E} = \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_r + \mathcal{E}_{np} - \mathcal{E}_n$; где \mathcal{E}_y – стоимость прибавки урожая.

Расчетная экономическая эффективность с 1 га может составить:

$$\mathcal{E}_{расч.} = 2,6 \text{ ц/га} \times 260 \text{ руб/ц} - 2,6 \text{ ц/га} \times 90,57 \text{ руб/ц} = 440,52 \text{ руб/га.}$$

Экономический эффект от внедрения сорта Кинельская 59 на площади 410 га может составить:

$$\mathcal{E}_{расч.} = 410 \text{ га} \times 440,52 \text{ руб/га} = 180613,2 \text{ рубля}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Сорт является основной культурой для производства муки в хозяйстве и выпечки хлеба. Хозяйство готово заниматься семеноводством сорта Кинельская 59.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители Поволжского НИИСС

Минин А.В.
Минин А.В.

Представители предприятия

Алексеев
Алексеев

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ: Директор ГНУ Поволжский НИИ селекции и семеноводства, д.с.-х.н. Глуховцев В.В. 2001 г.

УТВЕРЖДАЮ: Руководитель СПК "Коммунар" Исааклинского района Губунов 2001 г.

А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Государственного научного учреждения Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова: *Кинчаров Александр Иванович – ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства яровой пшеницы, к.с.-х.н.; Царевский Сергей Юрьевич – ведущий научный сотрудник отдела зернофуражных культур, к.с.-х.н* с одной стороны и представители Сельскохозяйственного производственного кооператива "Коммунар" *Гаврилов Вячеслав Валерьевич – агроном хозяйства,* *Игнатъев Сергей Васильевич – главный экономист.*

с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с « 15 » апреля 2001 г. по « _____ » _____ 2001 г. сотрудниками _____ института и хозяйства на полях СПК "Коммунар" внедрена

следующая научно-техническая разработка:
мягкая яровая пшеница Кинельская 59

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

В СПК "Коммунар" Исааклинского района произведен посев мягкой яровой пшеницы сорта Кинельская 59 на площади 40 га (сорок) и выполнены все агротехнические мероприятия по возделыванию сорта.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым исходным вариантом:

Урожайность сорта Кинельская 59 составила 26,2 ц/га, что на 12,3 ц/га выше средней урожайности мягкой яровой пшеницы по хозяйству.

Рисунок И. 2 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 59 в СПК «Коммунар»

Продолжение приложения Рисунок И. 2

3. Согласно Методике МСХ СССР от _____ экономическая эффективность (в рублях) составила по формуле: $\mathcal{E} = \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_r + \mathcal{E}_{пр} - \mathcal{E}_и$; где \mathcal{E}_y – стоимость прибавки урожая.

Расчетная экономическая эффективность с 1 га может составить:

$$\mathcal{E}_{расч.} = 12,3ц/га \times 260руб/ц - 12,3ц/га \times 90,5руб/ц \text{ (план.себест.)}$$

$$\mathcal{E}_{расч.} = 2084,85 \text{ руб/га}$$

Экономическая эффективность от внедрения сорта Кинельская 59 на площади 40 га может составить:

$$\mathcal{E}_{расч.} = 40 \text{ га} \times 2084,85 \text{ руб/га} = 83394 \text{ рубля.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Урожай сорта Кинельская 59 убран и подработан на семена.
Хозяйство планирует увеличить площади под данным сортом.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители Поволжского НИИСС

М.И.И.И. / Кинельская 59
М.И.И.И.

Представители предприятия

М.И.И.И.
М.И.И.И.

Приложение И

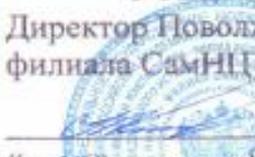
<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ:</p> <p>Директор Поволжского НИИСС - филиала СамНЦ РАН</p> <p style="text-align: center;"> Кинчаров А.И.</p> <p style="text-align: center;">« <u>11</u> » <u>мая</u> 2019 г.</p> 	<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ:</p> <p>Руководитель ООО СХП «Кармала»</p> <p style="text-align: center;"> Идрисов Д.М.</p> <p style="text-align: center;">« <u>11</u> » <u>мая</u> 2019 г.</p> 
<h3 style="margin: 0;">АКТ ВНЕДРЕНИЯ</h3> <p style="margin: 0;">научно-исследовательской работы</p>	
<p>Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, <u>директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А.</u>, с одной стороны и представители <u>ООО СХП «Кармала» Кошкинского района, директор Идрисов Д.М., главный агроном Самаркии Ю.М.</u>, с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с <u>01 мая 2019 г. по 30 августа 2019 г.</u> сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 на площади 767 га, в условиях лесостепи Кошкинского района Самарской области.</u></p>	
<p>1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>предоставлены семена;</u> - <u>оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская 59;</u> - <u>даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.</u> 	
<p>2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской области:</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>Урожайность сорта Кинельская 59 составила 30,7 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Самарской области 17,5 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская 59 составила 13,2 ц/га.</u></p>	

Рисунок И. 3 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 59 в ООО СХП «Кармала»

Продолжение приложения Рисунок И. 3

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская 59 в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской области на площади 767 га при стоимости 11,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$Э_{\text{общ}} = [(13,2 \text{ ц} \times 1100 \text{ руб.}) - (13,2 \text{ ц} \times 170 \text{ руб.})] \times 767 \text{ га} = 9415692 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 59 экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представитель

ООО СХП «Кармала»



Продолжение приложения Рисунок И. 4

области на площади 147 га при стоимости 9,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(16,6 \text{ ц} \times 900 \text{ руб.}) - (16,6 \text{ ц} \times 120 \text{ руб.})] \times 147 \text{ га} = 1\,903\,356 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская нива экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители
ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

Представители
ЗАО «Луначарск»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ФГБНУ «Поволжский НИИСС»
 Румянцев А.В.
 « 27 » октября 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ:
 Директор ЗАО «Луначарск»
 Кисляков С.А.
 « 27 » октября 2015 г.



А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального Государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н.Константинова, и.о. зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., зам. директора по развитию и инновациям Кинчаров А.И., с одной стороны и представители хозяйства руководитель ЗАО «Луначарск» Ставропольского района Кисляков С.А. и главный агроном Кохан В.М. с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с 01 мая 2015 г. по 30 августа 2015 г. сотрудниками ФГБНУ «Поволжский НИИСС» внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская отрада на площади 140 га в условиях лесостепи Ставропольского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

- предоставлены семена;
- оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская отрада;
- даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской области:

Средняя урожайность сорта Кинельская отрада по двум разным полям составила 28,4 ц/га (27,4 ц/га - 85 га и 29,9 ц/га - 55 га). Средняя урожайность яровой пшеницы по Самарской области - 14,5 ц/га. Прибавка в урожайности от внедрения сорта Кинельская отрада составила 13,9 ц/га.

Рисунок И. 5 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская отрада в ЗАО «Луначарск»

Продолжение приложения Рисунок И. 5

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская отрада в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской области на площади 85 га и 55 га при стоимости 9,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(13,9 \text{ ц} \times 900 \text{ руб.}) - (13,9 \text{ ц} \times 120 \text{ руб.})] \times 140 \text{ га} = 1\,517\,880 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская отрада экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай и качество продовольственного зерна по годам. Отличительной особенностью сорта является высокое качество сырой клейковины – ИДК первой группы качества, с показателями 60-75 ед. после уборки.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители
ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

Евгений

Представители
ЗАО «Луначарск»

Александр

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ФГБНУ «Поволжский НИИСС»
 Румянцев А.В.
 « 11 » 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор ЗАО «Бобровское»

Игонин В.В.
 « 14 » Октябре 2016 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова - заведующая лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., замститель директора по развитию и инновациям Кинчаров А.И., с одной стороны и представитель хозяйства - руководитель ЗАО «Бобровское» Кинельского района Игонин В.В. с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с 01 мая 2016 г. по 30 августа 2016 г. сотрудниками ФГБНУ «Поволжский НИИСС» внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская отрада на площади 925 га, в условиях лесостепи Кинельского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская отрада;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская отрада составила 18,5 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по области 14,1 ц/га. Прибавка в урожайности от внедрения сорта Кинельская отрада составила 4,4 ц/га.

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская отрада в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Самарской

Рисунок И. 6 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская отрада в ЗАО «Бобровское»

Продолжение приложения Рисунок И. 6

области на площади 925 га при стоимости 9,5 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

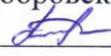
$$\text{Э}_{\text{общ.}} = [(4,4 \text{ ц} \times 950 \text{ руб.}) - (4,4 \text{ ц} \times 120 \text{ руб.})] \times 925 \text{ га} = 3\,378\,100 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская отрада экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители
ФГБНУ «Новолжский НИИСС»


Представители
ЗАО «Бобровское»


Продолжение приложения Рисунок И. 7

марской области на площади 25 га при стоимости 9,5 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\text{Э}_{\text{общ.}} = [(10,4 \text{ ц} \times 950 \text{ руб.}) - (10,4 \text{ ц} \times 120 \text{ руб.})] \times 25 \text{ га} = 215 \text{ 800 руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители

ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

Представители

ЗАО «Бобровское»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

Кинчаров А.И.

2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель
ООО «Благовест»

Ермолаев Д.В.

2018 г.

А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н.Константинова, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., с одной стороны и представитель хозяйства руководитель ООО «Благовест» Кинельского района Ермолаев Д.В. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2018 г. по 30 августа 2018 г. сотрудниками ФГБНУ «Поволжский НИИСС» внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская нива на площади 260 га, в условиях лесостепи Кинельского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

- предоставлены семена;
- оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская нива;
- даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Кинельскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская нива составила 25,0 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Кинельскому району 14,0 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская нива составила 11,0 ц/га.

Рисунок И. 8 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская нива в ООО «Благовест»

Продолжение приложения Рисунок И. 8

3. Экономический эффект от использования нового сорта пшеницы мягкой яровой Кинельская нива в сравнении со средней урожайностью культуры по Кинельскому району Самарской области на площади 260 га при стоимости 11,2 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\text{Э}_{\text{общ.}} = [(11,0\text{ц} * 1120 \text{ руб.}) - (11,0\text{ц} * 147 \text{ руб.})] * 260 \text{ га} = 2\ 782\ 780 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта пшеницы мягкой яровой Кинельская нива экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит существенно увеличить урожайность зерновой культуры и стабилизировать по годам валовые сборы зерна продовольственной группы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители

ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

Представитель

ООО «Благовест»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ФГБНУ «Поволжский НИИСС»

 Кинчаров А.И.
 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель КФХ «Труд»

 Юшин Ф.А.
 « 30 августа » 2018 г.



А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н.Константинова, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., с одной стороны и представитель хозяйства руководитель КФХ «Труд» Нефтегорского района Юшин Ф.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2018 г. по 30 августа 2018 г. сотрудниками ФГБНУ «Поволжский НИИСС» внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная на площади 150 га, в условиях лесостепи Нефтегорского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская юбилейная;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Нефтегорскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская юбилейная составила 22,0 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Нефтегорскому району 4,0 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская юбилейная составила 18,0 ц/га.

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская юбилейная в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по

Рисунок И. 9 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская юбилейная в КФХ «Труд»

Продолжение приложения Рисунок И. 9

Нефтегорскому району Самарской области на площади 150 га при стоимости 11,2 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\Delta_{\text{общ}} = [(18,0 \text{ ц} \times 1120 \text{ руб.}) - (18,0 \text{ ц} \times 147 \text{ руб.})] \times 150 \text{ га} = 2627100 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
ФГБНУ «Поволжский НИИСС»


Представитель
КФХ «Труд»


Продолжение приложения Рисунок И. 10

Нефтегорскому району Самарской области на площади 429 га при стоимости 11,2 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\Delta_{\text{экон}} = [(17,0 \text{ ц} \times 1120 \text{ руб.}) - (17,0 \text{ ц} \times 147 \text{ руб.})] \times 429 \text{ га} = 7096089 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 2010 экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
ФГБНУ «Поволжский НИИСС»


Представитель
КФХ «Сотников В.Н.»


Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор Поволжского НИИСС -
 филиала СамНЦ РАН
 Кинчаров А.И.
 2019 г.



УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ООО СХП «Кармала»
 Идрисов Д.М.
 2019 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, в лице директора Кинчарова А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёминой Е.А., с одной стороны и представитель ООО СХП «Кармала» Кошкинского района, в лице главного агронома Самаркина Ю.М., с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 апреля 2019 г. по 30 августа 2019 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-исследовательская разработка:

Сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 2010 на площади 699 га, в условиях лесостепи Кошкинского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская 2010;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью пшеницы яровой по Кошкинскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская 2010 составила в хозяйстве 30,24 ц/га, а средняя урожайность пшеницы яровой по Кошкинскому району, по данным регионального министерства, - 26,9 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская 2010 составила 3,34 ц/га.

Рисунок И. 11 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 2010 в ООО СХП «Кармала»

Продолжение приложения Рисунок И. 11

3. Экономический эффект от внедрения в ООО СХП «Кармала» нового сорта пшеницы мягкой яровой Кинельская 2010 на площади 699 га, связанное с получением дополнительной продукции 3,34 центнера зерна с гектара, стоимости продовольственного зерна 3 класса 11 000 рублей за одну тонну и за минусом затрат на прибавку урожайности, составит:

$$Э_{\text{эко}} = [(3,34 \text{ ц} \times 1100 \text{ руб.}) - (3,34 \text{ ц} \times 170 \text{ руб.})] \times 699 \text{ га} = 2\,171\,233,8 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание в ООО СХП «Кармала» сорта пшеницы мягкой яровой Кинельская 2010 экономически выгодно. Расширенное внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

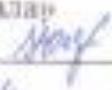
Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представитель

ООО СХП «Кармала»


И.И. Степанов

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Поволжского НИИСС -
филиала СамНЦ РАН

Кинчаров А.И.

2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ООО «Возрождение 98»

Ермолаев В.А.

« 22 » июля 2023 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО «Возрождение 98» Волжского района Ермолаев В.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2023 г. по 30 августа 2023 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская звезда на площади 3,8 га, в условиях лесостепи Волжского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская звезда;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская звезда составила 36,2 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Волжскому району 21,7 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская звезда составила 14,5 ц/га.

Рисунок И. 12 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская звезда в ООО «Возрождение 98»

Продолжение приложения Рисунок И. 12

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская звезда в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области на площади 3,8 га при стоимости 12,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(14,5 \text{ ц} \times 1200 \text{ руб.}) - (14,5 \text{ ц} \times 350 \text{ руб.})] \times 3,8 \text{ га} = 46835 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание нового сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская звезда экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна в годы с различными агроклиматическими условиями, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН

Представители
ООО «Возрождение 98»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Поволжского НИИСС -
филиала СамНЦ РАНКинчаров А.И.
_____ 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ООО «Возрождение 98»Ермолаев В.А.
« 22 » _____ 2023 г.

А К Т В Н Е Д Р Е Н И Я

научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО «Возрождение 98» Волжского района Ермолаев В.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2023 г. по 30 августа 2023 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская удача на площади 4,2 га, в условиях лесостепи Волжского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

- предоставлены семена;
- оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская удача;
- даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская удача составила 31,2 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Волжскому району 21,7 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская удача составила 9,5 ц/га.

Рисунок И. 13 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская удача в ООО «Возрождение 98»

Продолжение приложения Рисунок И. 13

3. Экономический эффект от использования нового сорта Кинельская удача в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области на площади 4,2 га при стоимости 12,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(9,5 \text{ ц} \times 1200 \text{ руб.}) - (9,5 \text{ ц} \times 350 \text{ руб.})] \times 4,2 \text{ га} = 33915 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание нового сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская удача экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна в годы с различными агроклиматическими условиями, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 5 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН

Представители
ООО «Возрождение 98»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор Поволжского НИИСС - филиала СамНЦ РАН
 Кинчаров А.И.
 «22» ноября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ООО «Возрождение 98»
 Ермолаев В.А.
 «22» ноября 2023 г.




АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО «Возрождение 98» Волжского района Ермолаев В.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2023 г. по 30 августа 2023 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская 2010 на площади 231 га, в условиях лесостепи Волжского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская 2010;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская 2010 составила 26,9 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Волжскому району 21,7 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская 2010 составила 5,2 ц/га.

Рисунок И. 14 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 2010 в ООО «Возрождение 98»

Продолжение приложения Рисунок И. 14

3. Экономический эффект от использования районированного сорта Кинельская 2010 в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области на площади 231 га при стоимости 12,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$Э_{\text{общ.}} = [(5,2 \text{ ц} \times 1200 \text{ руб.}) - (5,2 \text{ ц} \times 350 \text{ руб.})] \times 231 \text{ га} = 1\ 021\ 020 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание районированного сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 2010 экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 4 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представители

ООО «Возрождение 98»



Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:  Директор Поволжского НИИСС - филиала СамНЦ РАН
Кинчаров А.И.
2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:  Директор ООО СХП «Кармала»
Идрисов Д.М.
2023 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО СХП «Кармала» Кошкинского района Идрисов Д.М. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2023 г. по 30 августа 2023 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная на площади 566 га, в условиях лесостепи Кошкинского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская юбилейная;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Кошкинскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская юбилейная составила 38,9 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Кошкинскому району 27,9 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская юбилейная составила 11,0 ц/га.

Рисунок И. 15 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская юбилейная в ООО СХП «Кармала»

Продолжение приложения Рисунок И. 15

3. Экономический эффект от использования районированного сорта Кинельская юбилейная в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Кошкинскому району Самарской области на площади 566 га при стоимости 12,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$Э_{\text{общ}} = [(11,0 \text{ ц} \times 1200 \text{ руб.}) - (11,0 \text{ ц} \times 350 \text{ руб.})] \times 566 \text{ га} = 5\,292\,100 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание районированного сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 4 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН

Представители
ООО СХП «Кармала»

Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор Поволжского НИИСС -
 филиала СамНЦ РАН
 Кинчаров А.И.
 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ООО «Возрождение 98»
 Ермолаев В.А.
 2024 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО «Возрождение 98» Волжского района Ермолаев В.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2024 г. по 30 августа 2024 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская 2010 на площади 305 га, в условиях лесостепи Волжского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская 2010;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская 2010 составила 18,8 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Волжскому району 15,0 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская 2010 составила 3,8 ц/га.

Рисунок И. 16 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская 2010 в ООО «Возрождение 98»

Продолжение приложения Рисунок И. 16

3. Экономический эффект от использования районированного сорта Кинельская 2010 в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области на площади 305 га при стоимости 15,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(3,8 \text{ ц} \times 1500 \text{ руб.}) - (3,8 \text{ ц} \times 400 \text{ руб.})] \times 305 \text{ га} = 1\ 274\ 900 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание районированного сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская 2010 экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

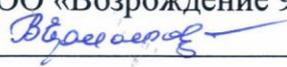
Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представители

ООО «Возрождение 98»



Приложение И

УТВЕРЖДАЮ:
 Директор Поволжского НИИСС -
 филиала СамНЦ РАН
 Кинчаров А.И.
 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ:
 Директор
 ООО «Возрождение 98»
 Ермолаев В.А.
 2024 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, директор института Кинчаров А.И., старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы Дёмина Е.А., младший научный сотрудник Таранова Т.Ю., с одной стороны и представитель хозяйства директор ООО «Возрождение 98» Волжского района Ермолаев В.А. с другой стороны составили настоящий акт о том, что в период с 01 мая 2024 г. по 30 августа 2024 г. сотрудниками Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН внедрена следующая научно-техническая разработка:

Сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская нива на площади 323 га, в условиях лесостепи Волжского района Самарской области.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:
 - предоставлены семена;
 - оказана консультационная помощь специалистам хозяйства по технологии возделывания сорта яровой пшеницы Кинельская нива;
 - даны рекомендации по норме высева, уходу за посевами и уборке.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области:

Урожайность сорта Кинельская нива составила 17,4 ц/га, а средняя урожайность яровой пшеницы по Волжскому району 15,0 ц/га. Прибавка в урожайности зерна от внедрения сорта Кинельская нива составила 2,4 ц/га.

Рисунок И. 17 – Акт внедрения научно-исследовательской работы.

Кинельская нива в ООО «Возрождение 98»

Продолжение приложения Рисунок И. 17

3. Экономический эффект от использования районированного сорта Кинельская нива в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Волжскому району Самарской области на площади 323 га при стоимости 15,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

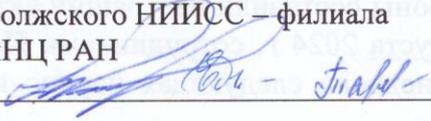
$$Э_{\text{общ.}} = [(2,4 \text{ ц} \times 1500 \text{ руб.}) - (2,4 \text{ ц} \times 400 \text{ руб.})] \times 323 \text{ га} = 852720 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

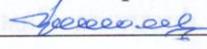
Возделывание районированного сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская нива экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представители
ООО «Возрождение 98»



Продолжение приложения Рисунок И. 18

3. Экономический эффект от использования районированного сорта Кинельская юбилейная в сравнении со средней урожайностью яровой пшеницы по Кошкинскому району Самарской области на площади 622 га при стоимости 15,0 тыс. рублей за одну тонну продовольственного зерна 3 класса составит за минусом затрат на прибавку урожайности:

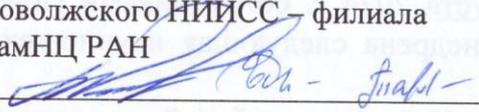
$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = [(9,6 \text{ ц} \times 1500 \text{ руб.}) - (9,6 \text{ ц} \times 400 \text{ руб.})] \times 622 \text{ га} = 6\,568\,320 \text{ руб.}$$

4. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Возделывание районированного сорта яровой мягкой пшеницы Кинельская юбилейная экономически выгодно. Внедрение его в производство позволит стабилизировать урожай продовольственного зерна по годам, особенно в экстремально засушливые годы.

Акт составлен в 3 экземплярах

Представители
Поволжского НИИСС – филиала
СамНЦ РАН



Представители
ООО СХП «Кармала»





Приложение К

Таблица К. 1 - Производственные и технологические затраты на производство сорта яровой мягкой пшеницы КИНЕЛЬСКАЯ 59

Производственные затраты на		1.00 га		09/07/24
Номер карты:	1	Культура:	Яровая пшеница	
Идентификатор поля:	Кинельская 59	Урожайность:	27.60 ц/га	
	Количество	Цена	Сумма	
Прямые эксплуатационные затраты, руб:				13,890.90
в том числе:	зарплата:		6,165.00	
	стоимость ГСМ:		5,852.13	
	амортизация энергомашин:		1,313.45	
	ремонт энергомашин:		100.88	
	амортизация сельхозмашин:		420.38	
	ремонт сельхозмашин:		39.05	
	Семена, ц	1.50	2,200.00	3,300.00
Минеральные удобрения, ц:				
	азотные:	0.00	0.00	0.00
	фосфорные:	0.00	0.00	0.00
	калийные:	0.00	0.00	0.00
	комплексные:	1.00	4,200.00	4,200.00
Органические удобрения, т:				
	1-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	2-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	3-й год действия:	0.00	0.00	0.00
Средства защиты растений, кг:				
	гербициды:	0.50000	1,000.00	500.00
	ядохимикаты:	0.20000	1,500.00	300.00
	регуляторы роста:	0.50000	1,500.00	750.00
	Прочие затраты, руб:			0.00
	Все прямые затраты, руб:			22,940.90
	Отчисления на социальные нужды, руб			
	31.10 % от зарплаты:			1,917.32
	Общехозяйств., общепроизв. расходы, руб			
	20.00% прямых экспл. затрат:			2,778.18
Все производственные затраты:				27,636.40
Себестоимость 1 ц продукции:				1,001.32

Продолжение таблица К. 1

Технологические затраты (на 1 га)		Урожайность, ц/га: 27.60		Месяц		Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты		
		Культура: Яровая пшеница	Кол-во топлива, кг (вид топлива)	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энергозатраты, руб	АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
1	Дискование К-701+БДТ-7А Глубина обработки, см 10-12	6.45 (ДТ)	0.27	0.168	381.189	568.836	46.79	4.35	32.44	2.92	1,036.53	7.4
2	Транспорт. и внесение МУ (R до 5 км) МТЗ-80+РМГ-4Б Доза внесения, ц/га 1-2	1.39 (ДТ)	0.06	0.152	259.144	126.185	5.51	0.55	27.77	3.33	422.49	3.0
3	Вспашка отвальная К-701+ПЛН-8-35 Глубина вспашки, см 23-25	24.49 (ДТ)	1.02	0.638	1,446.477	2,158.531	177.57	16.51	39.24	7.85	3,846.18	27.6
4	Протравливание семян Мобитокс Количество семян, кг 170-220	0.31 (кВт)	0.00	0.080	112.288	1.572	40.00	4.40	0.00	0.00	158.26	1.1
5	Покровное боронование ДТ-75М+С-11У+22БЗСС-1,0 Боронование -	2.43 (ДТ)	0.12	0.174	358.260	232.142	15.82	1.80	27.70	3.24	638.97	4.6
6	Транспортировка семян зерновых ГАЗ-3307+ЗАУ-3 Норма высева семян, кг/га 200	0.52 (Бензин)	0.01	0.065	111.173	34.376	0.11	0.01	0.00	0.00	145.67	1.0
7	Комбинированный посев зерновых МТЗ-1221+АУП-18 Норма высева семян, кг/га без уд. 170-220	12.20 (ДТ)	0.61	0.697	1,309.268	1,140.931	114.33	11.43	237.27	16.61	2,829.84	20.3

Продолжение таблица К. 1

Технологические затраты (на 1 га) Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 27.60										Месяц	
		Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашины		Прямые экс. затраты	
№							АМ., руб	ТОР, руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
8	Прикатывание почвы ДТ-75М+СП-16А+33ККШ-6	1.08 (ДТ)	0.05	0.077	159.227	103.174	7.03	0.80	0.80	20.67	1.22	292.12	2.1
9	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 150	0.08 (Бензин)	0.00	0.017	28.862	5.519	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	34.44	0.2
10	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
11	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 200	0.11 (Бензин)	0.00	0.023	38.483	7.359	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	45.92	0.3
12	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
13	Прямое комбайнирование яровых Дон-1500(к) Урожайность, ц/га 25-30	10.01 (ДТ)	0.64	0.421	954.095	1,030.012	883.42	60.07	60.07	0.00	0.00	2,927.60	21.0
14	Транспортировка зерна КАМАЗ-55102 Урожайность, ц/га 30	3.67 (ДТ)	0.12	0.355	606.398	303.652	1.32	0.12	0.12	0.00	0.00	911.49	6.5

Продолжение таблица К. 1

№		Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашин		Сельхозмашин		Прямые экс. затраты	
								АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
15		Подработка семян (зерна) ЗАВ-25	3.71 (кВт)	0.00	0.090	127.023	18.700	16.08	0.32	0.00	0.00	162.13	1.1
		Урожайность, ц/га 30											
Итого за			67.79	3.00	3.103	6,165.003	5,852.127	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.89	100.0
		ДТ, кг:	63.06				3,783.60						
		Бензин, кг:	0.71				35.39						
		Электроэнергия, кВт:	4.02				20.27						
		Масло, кг:					2,012.85						
Итого:			67.79	3.01	3.10	6,165.00	5,852.13	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.90	
Удельный вес, %:						44.38	42.12	9.45	0.72	3.02	0.28		
Суммарные энергозатраты подробно:		ДТ, кг:					Масло, кг:	Электроэнергия, кВт:					
		Количество:	63.06			0.71	3.01	4.022					
		Стоимость, руб:				35.40	2,012.86	20.27					

Приложение К

Таблица К. 2 - Производственные и технологические затраты на производство сорта яровой мягкой пшеницы КИНЕЛЬСКАЯ НИВА

Производственные затраты на		1.00 га		09/07/24
Номер карты:	2	Культура:	Яровая пшеница	
Идентификатор поля:	Кинельская нива	Урожайность:	29.20 ц/га	
	Количество	Цена	Сумма	
Прямые эксплуатационные затраты, руб:				13,890.90
в том числе:	зарплата:		6,165.00	
	стоимость ГСМ:		5,852.13	
	амортизация энергомашин:		1,313.45	
	ремонт энергомашин:		100.88	
	амортизация сельхозмашин:		420.38	
	ремонт сельхозмашин:		39.05	
	Семена, ц	1.50	2,200.00	3,300.00
Минеральные удобрения, ц:				
	азотные:	0.00	0.00	0.00
	фосфорные:	0.00	0.00	0.00
	калийные:	0.00	0.00	0.00
	комплексные:	1.00	4,200.00	4,200.00
Органические удобрения, т:				
	1-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	2-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	3-й год действия:	0.00	0.00	0.00
Средства защиты растений, кг:				
	гербициды:	0.50000	1,000.00	500.00
	ядохимикаты:	0.20000	1,500.00	300.00
	регуляторы роста:	0.50000	1,500.00	750.00
	Прочие затраты, руб:			0.00
	Все прямые затраты, руб:			22,940.90
	Отчисления на социальные нужды, руб			
	31.10 % от зарплаты:			1,917.32
	Общехозяйств., общепроизв. расходы, руб			
	20.00% прямых экспл. затрат:			2,778.18
Все производственные затраты:				27,636.40
Себестоимость 1 ц продукции:				946.45

Продолжение таблица К. 2

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница												
Урожайность, ц/га: 29,20												
Месяц												
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашин		Сельхозмашин		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
1	Дисковое К-701+БДТ-7А Глубина обработки, см 10-12	6.45 (ДТ)	0.27	0.168	381.189	568.836	46.79	4.35	32.44	2.92	1,036.53	7.4
2	Транспорт. и внесение МУ (R до 5 км) МТЗ-80+РМГ-4Б Доза внесения, ц/га 1-2	1.39 (ДТ)	0.06	0.152	259.144	126.185	5.51	0.55	27.77	3.33	422.49	3.0
3	Вспашка отвальная К-701+ПЛН-8-35 Глубина вспашки, см 23-25	24.49 (ДТ)	1.02	0.638	1,446.477	2,158.531	177.57	16.51	39.24	7.85	3,846.18	27.6
4	Протравливание семян Мобитокс Количество семян, кг 170-220	0.31 (кВт)	0.00	0.080	112.288	1.572	40.00	4.40	0.00	0.00	158.26	1.1
5	Покровное боронование ДТ-75М+С-11У+22БЗСС-1,0 Боронование -	2.43 (ДТ)	0.12	0.174	358.260	232.142	15.82	1.80	27.70	3.24	638.97	4.6
6	Транспортировка семян зерновых ГАЗ-3307+ЗАУ-3 Норма высева семян, кг/га 200	0.52 (Бензин)	0.01	0.065	111.173	34.376	0.11	0.01	0.00	0.00	145.67	1.0
7	Комбинированный посев зерновых МТЗ-1221+АУП-18 Норма высева семян, кг/га без уд. 170-220	12.20 (ДТ)	0.61	0.697	1,309.268	1,140.931	114.33	11.43	237.27	16.61	2,829.84	20.3

Продолжение таблица К. 2

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 29.20					Месяц					
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашины		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
8	Прикатывание почвы ДТ-75М+СП-16А+33КШ-6	1.08 (ДТ)	0.05	0.077	159.227	103.174	7.03	0.80	20.67	1.22	292.12	2.1
9	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 150	0.08 (Бензин)	0.00	0.017	28.862	5.519	0.05	0.00	0.00	0.00	34.44	0.2
10	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
11	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 200	0.11 (Бензин)	0.00	0.023	38.483	7.359	0.07	0.00	0.00	0.00	45.92	0.3
12	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
13	Прямое комбайнирование яровых Дон-1500(к) Урожайность, ц/га 25-30	10.01 (ДТ)	0.64	0.421	954.095	1,030.012	883.42	60.07	0.00	0.00	2,927.60	21.0
14	Транспортировка зерна КАМАЗ-55102 Урожайность, ц/га 30	3.67 (ДТ)	0.12	0.355	606.398	303.652	1.32	0.12	0.00	0.00	911.49	6.5

Продолжение таблица К. 2

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 29.20					Месяц					
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
15	Подработка семян (зерна) ЗАВ-25	3.71 (кВт)	0.00	0.090	127.023	18.700	16.08	0.32	0.00	0.00	162.13	1.1
Урожайность, ц/га 30												
Итого за		67.79	3.00	3.103	6,165.003	5,852.127	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.89	100.0
	ДТ, кг:	63.06				3,783.60						
	Бензин, кг:	0.71				35.39						
	Электроэнергия, кВт:	4.02				20.27						
	Масло, кг:					2,012.85						
Итого:		67.79	3.01	3.10	6,165.00	5,852.13	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.90	
Удельный вес, %:					44.38	42.12	9.45	0.72	3.02	0.28		
Суммарные энергозатраты подробно:		ДТ, кг:		Бензин, кг:		Масло, кг:		Электроэнергия, кВт:				
	Количество:	63.06	0.71	3.01	4.022							
	Стоимость, руб:	3,783.60	35.40	2,012.86	20.27							

Приложение К

Таблица К. 3 – Производственные и технологические затраты на производство сорта яровой мягкой пшеницы КИНЕЛЬСКАЯ 2010

Производственные затраты на		1.00 га		09/07/24
Номер карты:	3	Культура:	Яровая пшеница	
Идентификатор поля:	Кинельская 2010	Урожайность:	29.50 ц/га	
	Количество	Цена	Сумма	
Прямые эксплуатационные затраты, руб:				
в том числе:				
зарплата:			6,165.00	
стоимость ГСМ:			5,852.13	
амортизация энергомашин:			1,313.45	
ремонт энергомашин:			100.88	
амортизация сельхозмашин:			420.38	
ремонт сельхозмашин:			39.05	
Семена, ц	1.50	2,200.00	3,300.00	
Минеральные удобрения, ц:				
азотные:	0.00	0.00	0.00	
фосфорные:	0.00	0.00	0.00	
калийные:	0.00	0.00	0.00	
комплексные:	1.00	4,200.00	4,200.00	
Органические удобрения, т:				
1-й год действия:	0.00	0.00	0.00	
2-й год действия:	0.00	0.00	0.00	
3-й год действия:	0.00	0.00	0.00	
Средства защиты растений, кг:				
гербициды:	0.50000	1,000.00	500.00	
ядохимикаты:	0.20000	1,500.00	300.00	
регуляторы роста:	0.50000	1,500.00	750.00	
Прочие затраты, руб:			0.00	
Все прямые затраты, руб:			22,940.90	
Отчисления на социальные нужды, руб				
31.10 % от зарплаты:			1,917.32	
Общехозяйств., общепроизв. расходы, руб				
20.00% прямых экспл. затрат:			2,778.18	
Все производственные затраты:			27,636.40	
Себестоимость 1 ц продукции:			936.83	

Продолжение таблица К. 3

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница												
Урожайность, ц/га: 29.50												
Месяц												
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
1	Дискование К-701+БДТ-7А Глубина обработки, см 10-12	6.45 (ДТ)	0.27	0.168	381.189	568.836	46.79	4.35	32.44	2.92	1,036.53	7.4
2	Транспорт. и внесение МУ (R до 5 км) МТЗ-80+РМГ-4Б Доза внесения, ц/га 1-2	1.39 (ДТ)	0.06	0.152	259.144	126.185	5.51	0.55	27.77	3.33	422.49	3.0
3	Вспашка отвальная К-701+ПЛН-8-35 Глубина вспашки, см 23-25	24.49 (ДТ)	1.02	0.638	1,446.477	2,158.531	177.57	16.51	39.24	7.85	3,846.18	27.6
4	Протравливание семян Мобитокс Количество семян, кг 170-220	0.31 (кВт)	0.00	0.080	112.288	1.572	40.00	4.40	0.00	0.00	158.26	1.1
5	Покровное боронование ДТ-75М+С-11У+22БЗСС-1,0 Боронование -	2.43 (ДТ)	0.12	0.174	358.260	232.142	15.82	1.80	27.70	3.24	638.97	4.6
6	Транспортировка семян зерновых ГАЗ-3307+ЗАУ-3 Норма высева семян, кг/га 200	0.52 (Бензин)	0.01	0.065	111.173	34.376	0.11	0.01	0.00	0.00	145.67	1.0
7	Комбинированный посев зерновых МТЗ-1221+АУП-18 Норма высева семян, кг/га без уд. 170-220	12.20 (ДТ)	0.61	0.697	1,309.268	1,140.931	114.33	11.43	237.27	16.61	2,829.84	20.3

Продолжение таблица К. 3

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница												
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
8	Прикатывание почвы ДТ-75М+СП-16А+ЗЗКШ-6	1.08 (ДТ)	0.05	0.077	159.227	103.174	7.03	0.80	20.67	1.22	292.12	2.1
9	Транспортровка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 150	0.08 (Бензин)	0.00	0.017	28.862	5.519	0.05	0.00	0.00	0.00	34.44	0.2
10	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
11	Транспортровка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 200	0.11 (Бензин)	0.00	0.023	38.483	7.359	0.07	0.00	0.00	0.00	45.92	0.3
12	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
13	Прямое комбайнирование яровых Дон-1500(к) Урожайность, ц/га 25-30	10.01 (ДТ)	0.64	0.421	954.095	1,030.012	883.42	60.07	0.00	0.00	2,927.60	21.0
14	Транспортровка зерна КАМАЗ-55102 Урожайность, ц/га 30	3.67 (ДТ)	0.12	0.355	606.398	303.652	1.32	0.12	0.00	0.00	911.49	6.5

Продолжение таблица К. 3

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 29.50		Месяц								
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
15	Подработка семян (зерна) ЗАВ-25	3.71 (кВт)	0.00	0.090	127.023	18.700	16.08	0.32	0.00	0.00	162.13	1.1
	Урожайность, ц/га 30											
Итого за		67.79	3.00	3.103	6,165.003	5,852.127	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.89	100.0
	ДТ, кг:	63.06				3,783.60						
	Бензин, кг:	0.71				35.39						
	Электроэнергия, кВт:	4.02				20.27						
	Масло, кг:					2,012.85						
Итого:		67.79	3.01	3.10	6,165.00	5,852.13	1,313.45	100.88	420.38	39.05	13,890.90	
Удельный вес, %:					44.38	42.12	9.45	0.72	3.02	0.28		
Суммарные энергозатраты подробно:		ДТ, кг:	Бензин, кг:	ДТ, кг:	Бензин, кг:	Масло, кг:	Электроэнергия, кВт:					
	Количество:	63.06	0.71	63.06	0.71	3.01	4.022					
	Стоимость, руб:	3,783.60	35.40	3,783.60	35.40	2,012.86	20.27					

Приложение К

Таблица К. 4 – Производственные и технологические затраты на производство сорта яровой мягкой пшеницы КИНЕЛЬСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ

Производственные затраты на		1.00 га	09/07/24	
Номер карты:	4	Культура:	Яровая пшеница	
Идентификатор поля:	Кинельская юбилейная	Урожайность:	30.70 ц/га	
		Количество	Цена	Сумма
Прямые эксплуатационные затраты, руб:				14,601.58
в том числе:				
	зарплата:			6,460.53
	стоимость ГСМ:			6,092.93
	амортизация энергомашин:			1,476.81
	ремонт энергомашин:			111.87
	амортизация сельхозмашин:			420.38
	ремонт сельхозмашин:			39.05
	Семена, ц	1.50	2,200.00	3,300.00
Минеральные удобрения, ц:				
	азотные:	0.00	0.00	0.00
	фосфорные:	0.00	0.00	0.00
	калийные:	0.00	0.00	0.00
	комплексные:	1.00	4,200.00	4,200.00
Органические удобрения, т:				
	1-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	2-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	3-й год действия:	0.00	0.00	0.00
Средства защиты растений, кг:				
	гербициды:	0.50000	1,000.00	500.00
	ядохимикаты:	0.20000	1,500.00	300.00
	регуляторы роста:	0.50000	1,500.00	750.00
	Прочие затраты, руб:			0.00
	Все прямые затраты, руб:			23,651.58
	Отчисления на социальные нужды, руб			
	31.10 % от зарплаты:			2,009.22
	Общехозяйств., общепроизв. расходы, руб			
	20.00% прямых экспл. затрат:			2,920.32
Все производственные затраты:				28,581.12
Себестоимость 1 ц продукции:				930.98

Продолжение таблица К. 4

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница												
Урожайность, ц/га: 30.70												
Месяц												
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
1	Дискование К-701+БДТ-7А Глубина обработки, см 10-12	6.45 (ДТ)	0.27	0.168	381.189	568.836	46.79	4.35	32.44	2.92	1,036.53	7.0
2	Транспорт. и внесение МУ (R до 5 км) МТЗ-80+РМГ-4Б Доза внесения, ц/га 1-2	1.39 (ДТ)	0.06	0.152	259.144	126.185	5.51	0.55	27.77	3.33	422.49	2.8
3	Вспашка отвальная К-701+ПЛН-8-35 Глубина вспашки, см 23-25	24.49 (ДТ)	1.02	0.638	1,446.477	2,158.531	177.57	16.51	39.24	7.85	3,846.18	26.3
4	Протравливание семян Мобитокс Количество семян, кг 170-220	0.31 (кВт)	0.00	0.080	112.288	1.572	40.00	4.40	0.00	0.00	158.26	1.0
5	Покровное боронование ДТ-75М+С-11У+22БЗСС-1,0 Боронование -	2.43 (ДТ)	0.12	0.174	358.260	232.142	15.82	1.80	27.70	3.24	638.97	4.3
6	Транспортировка семян зерновых ГАЗ-3307+ЗАУ-3 Норма высева семян, кг/га 200	0.52 (Бензин)	0.01	0.065	111.173	34.376	0.11	0.01	0.00	0.00	145.67	0.9
7	Комбинированный посев зерновых МТЗ-1221+АУП-18 Норма высева семян, кг/га без уд. 170-220	12.20 (ДТ)	0.61	0.697	1,309.268	1,140.931	114.33	11.43	237.27	16.61	2,829.84	19.3

Продолжение таблица К. 4

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 30.70										
		Месяц										
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашин		Сельхозмашины		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
8	Прикатывание почвы ДТ-75М+СП-16А+33КШ-6	1.08 (ДТ)	0.05	0.077	159.227	103.174	7.03	0.80	20.67	1.22	292.12	2.0
9	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 150	0.08 (Бензин)	0.00	0.017	28.862	5.519	0.05	0.00	0.00	0.00	34.44	0.2
10	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
11	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 200	0.11 (Бензин)	0.00	0.023	38.483	7.359	0.07	0.00	0.00	0.00	45.92	0.3
12	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
13	Прямое комбайнирование яровых Дон-1500(к) Урожайность, ц/га 30-35	11.83 (ДТ)	0.75	0.497	1,127.386	1,217.091	1,043.88	70.98	0.00	0.00	3,459.34	23.6
14	Транспортировка зерна КАМАЗ-55102 Урожайность, ц/га 35	4.28 (ДТ)	0.14	0.414	707.464	354.261	1.54	0.14	0.00	0.00	1,063.41	7.2

Продолжение таблица К. 4

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 30.70		Месяц								
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
15	Подработка семян (зерна) ЗАВ-25	4.33 (кВт)	0.00	0.106	148.193	21.817	18.77	0.38	0.00	0.00	189.16	1.2
	Урожайность, ц/га 35											
Итого за		70.84	3.14	3.254	6,460.530	6,092.932	1,476.81	111.87	420.38	39.05	14,601.57	100.0
	ДТ, кг:	65.49				3,929.39						
	Бензин, кг:	0.71				35.39						
	Электроэнергия, кВт:	4.64				23.38						
	Масло, кг:					2,104.75						
Итого:		70.84	3.14	3.25	6,460.53	6,092.93	1,476.81	111.87	420.38	39.05	14,601.58	
Удельный вес, %:					44.24	41.72	10.11	0.76	2.87	0.26		
Суммарные энергозатраты подробно:		ДТ, кг:	Бензин, кг:			Масло, кг:	Электроэнергия, кВт:					
	Количество:	65.49	0.71			3.14	4.641					
	Стоимость, руб:	3,929.39	35.40			2,104.76	23.39					

Приложение К

Таблица К. 5 – Производственные и технологические затраты на производство сорта яровой мягкой пшеницы КИНЕЛЬСКАЯ ЗВЕЗДА

Производственные затраты на		1.00 га		09/07/24
Номер карты:	5	Культура:	Яровая пшеница	
Идентификатор поля:	Кинельская звезда	Урожайность:	33.00 ц/га	
	Количество	Цена	Сумма	
Прямые эксплуатационные затраты, руб:				14,601.58
в том числе:	зарплата:			6,460.53
	стоимость ГСМ:			6,092.93
	амортизация энергомашин:			1,476.81
	ремонт энергомашин:			111.87
	амортизация сельхозмашин:			420.38
	ремонт сельхозмашин:			39.05
	Семена, ц	1.50	2,200.00	3,300.00
Минеральные удобрения, ц:				
	азотные:	0.00	0.00	0.00
	фосфорные:	0.00	0.00	0.00
	калийные:	0.00	0.00	0.00
	комплексные:	1.00	4,200.00	4,200.00
Органические удобрения, т:				
	1-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	2-й год действия:	0.00	0.00	0.00
	3-й год действия:	0.00	0.00	0.00
Средства защиты растений, кг:				
	гербициды:	0.50000	1,000.00	500.00
	ядохимикаты:	0.20000	1,500.00	300.00
	регуляторы роста:	0.50000	1,500.00	750.00
	Прочие затраты, руб:			0.00
	Все прямые затраты, руб:			23,651.58
	Отчисления на социальные нужды, руб			
	31.10 % от зарплаты:			2,009.22
	Общехозяйств., общепроизв. расходы, руб			
	20.00% прямых экспл. затрат:			2,920.32
Все производственные затраты:				28,581.12
Себестоимость 1 ц продукции:				866.09

Продолжение таблица К. 5

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница												
Урожайность, ц/га: 33.00												
Месяц												
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашини		Сельхозмашини		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
1	Дискование К-701+БДТ-7А Глубина обработки, см 10-12	6.45 (ДТ)	0.27	0.168	381.189	568.836	46.79	4.35	32.44	2.92	1,036.53	7.0
2	Транспорт. и внесение МУ (R до 5 км) МТЗ-80+РМГ-4Б Доза внесения, ц/га 1-2	1.39 (ДТ)	0.06	0.152	259.144	126.185	5.51	0.55	27.77	3.33	422.49	2.8
3	Вспашка отвальная К-701+ППН-8-35 Глубина вспашки, см 23-25	24.49 (ДТ)	1.02	0.638	1,446.477	2,158.531	177.57	16.51	39.24	7.85	3,846.18	26.3
4	Протравливание семян Мобиток Количество семян, кг 170-220	0.31 (кВт)	0.00	0.080	112.288	1.572	40.00	4.40	0.00	0.00	158.26	1.0
5	Покровное боронование ДТ-75М+С-11У+22БЗСС-1,0 Боронование -	2.43 (ДТ)	0.12	0.174	358.260	232.142	15.82	1.80	27.70	3.24	638.97	4.3
6	Транспортировка семян зерновых ГАЗ-3307+ЗАУ-3 Норма высева семян, кг/га 200	0.52 (Бензин)	0.01	0.065	111.173	34.376	0.11	0.01	0.00	0.00	145.67	0.9
7	Комбинированный посев зерновых МТЗ-1221+АУП-18 Норма высева семян, кг/га без уд. 170-220	12.20 (ДТ)	0.61	0.697	1,309.268	1,140.931	114.33	11.43	237.27	16.61	2,829.84	19.3

Продолжение таблица К. 5

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 33.00										Месяц
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Затраты труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашинны		Сельхозмашинны		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
8	Прикатывание почвы ДТ-75М+СП-16А+33ККШ-6	1.08 (ДТ)	0.05	0.077	159.227	103.174	7.03	0.80	20.67	1.22	292.12	2.0
9	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 150	0.08 (Бензин)	0.00	0.017	28.862	5.519	0.05	0.00	0.00	0.00	34.44	0.2
10	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
11	Транспортировка жидкостей (R-5) ГАЗ-3307+АВЗ-4,2 Норма расхода, л/га 200	0.11 (Бензин)	0.00	0.023	38.483	7.359	0.07	0.00	0.00	0.00	45.92	0.3
12	Обработка гербицидами, ядохимикатами МТЗ-80+ОПВ-2000	0.67 (ДТ)	0.03	0.073	136.558	60.569	2.64	0.26	17.63	1.94	219.60	1.5
13	Прямое комбайнирование яровых Дон-1500(к) Урожайность, ц/га 30-35	11.83 (ДТ)	0.75	0.497	1,127.386	1,217.091	1,043.88	70.98	0.00	0.00	3,459.34	23.6
14	Транспортировка зерна КАМАЗ-55102 Урожайность, ц/га 35	4.28 (ДТ)	0.14	0.414	707.464	354.261	1.54	0.14	0.00	0.00	1,063.41	7.2

Продолжение таблица К. 5

Технологические затраты (на 1 га)												
Культура: Яровая пшеница		Урожайность, ц/га: 33.00			Месяц							
№	Операция Состав агрегата	Кол-во топл., кг (вид топл.)	Кол-во масла, кг	Загрязн. труда, чел-ч	Зарплата руб.	Энерго- затраты, руб	Энергомашин		Сельхозмашины		Прямые экс. затраты	
							АМ., руб	ТОР, руб	АМ., руб	ТОР, руб	всего, руб	%
15	Подработка семян (зерна) ЗАВ-25 Урожайность, ц/га 35	4.33 (кВт)	0.00	0.106	148.193	21.817	18.77	0.38	0.00	0.00	189.16	1.2
Итого за		70.84	3.14	3.254	6,460.530	6,092.932	1,476.81	111.87	420.38	39.05	14,601.57	100.0
	ДТ, кг:	65.49				3,929.39						
	Бензин, кг:	0.71				35.39						
	Электроэнергия, кВт:	4.64				23.38						
	Масло, кг:					2,104.75						
Итого:		70.84	3.14	3.25	6,460.53	6,092.93	1,476.81	111.87	420.38	39.05	14,601.58	
Удельный вес, %:					44.24	41.72	10.11	0.76	2.87	0.26		
Суммарные энергозатраты подробно:				ДТ, кг:	Бензин, кг:	Масло, кг:	Электроэнергия, кВт:					
	Количество:	65.49	0.71	3.14	4.641							
	Стоимость, руб:	3,929.39	35.40	2,104.76	23.39							