

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРИИ И БИОТЕХНОЛОГИЙ»

На правах рукописи

ФЕЩЕНКО Егор Сергеевич

**Роль предшественников и обработки семян в оптимизации
фитосанитарного состояния яровой пшеницы в северной
лесостепи Приобья**

**4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(Сельскохозяйственные науки)**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: Торопова Елена Юрьевна,
доктор биологических наук, профессор

Новосибирск 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1. Хозяйственная характеристика и вредные организмы яровой пшеницы	10
1.2. Фитосанитарная роль предшественников яровой пшеницы	19
1.3. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы	28
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Лабораторные эксперименты	37
2.2. Полевые эксперименты	37
2.2.1. Условия проведения полевых исследований	37
2.2.1.1. Агроэкологическая характеристика зоны исследований	37
2.2.1.2. Погодные условия в годы проведения исследований	40
2.2.1.3. Технология возделывания яровой пшеницы	42
2.2.1.4. Характеристика применяемых препаратов	43
2.2.1.5. Элементы технологии возделывания предшественников яровой пшеницы	46
2.2.1.6. Характеристика сорта яровой пшеницы	47
2.3. Методы исследований	48
2.3.1. Перечень учетов и схема отбора образцов	48
2.3.2. Методики анализа растительных и почвенных образцов	49
2.3.2.1. Метод лабораторного протравливания семян	49
2.3.2.2. Метод учёта поврежденности стеблей внутрестеблевыми вредителями	50
2.3.2.3. Методики учета поврежденности растений хлебной полосатой блошкой	50
2.3.2.4. Определение общей супрессивности почвы по ограничению роста фитопатогена	50
2.3.2.5. Методы определения технологических качеств зерна	51
2.3.2.6. Методы определения коэффициента общности видового состава и показателя эффективности агроприемов	52
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	53
3.1. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от предшественника	53
3.1.1. Мониторинг вредных организмов яровой пшеницы	53
3.1.2. Развитие корневых гнилей яровой пшеницы и их этиология в зависимости от предшественников	62
3.1.3. Фитосанитарное состояние и супрессивность почвы по предшественникам	79
Заключение по разделу 3.1	86
3.2. Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян при возделывании яровой пшеницы по различным предшественникам	88
3.2.1. Фитосанитарное состояние семян до посева и эффективность	88

	протравителей в лабораторных условиях	
3.2.2.	Эффективность протравителей семян против фитопатогенов и фитофагов	97
3.2.2.1.	Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против корневых гнилей в зависимости от предшественников	97
3.2.2.2.	Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против вредителей всходов в зависимости от предшественников	103
3.2.2.3.	Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против темно-бурой в зависимости от предшественников	113
3.2.3.	Влияние протравителей семян на фитосанитарное состояние зерна нового урожая	119
	Заключение по разделу 3.2	138
3.3.	Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы	140
3.3.1.	Влияние протравливания семян и предшественников яровой пшеницы на структуру урожайности культуры	140
3.3.2.	Влияние протравливания семян и предшественников яровой пшеницы на качество зерна	151
3.3.3.	Экономическая эффективность элементов технологии возделывания яровой пшеницы	161
	Заключение по разделу 3.3	168
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	169
	ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ	173
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	173
	ПРИЛОЖЕНИЯ	215

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В валовом производстве зерна Российской Федерации яровые зерновые занимают первое место среди других культур [Альберт и др., 2022; Соколов и др., 2023]. Яровая пшеница имеет первостепенное значение в валовом сборе зерна: ее доля составляет более 25 % [Евсенина и др., 2020; Асякина и др., 2023; Видякин, Лебедь, 2023; Каипов и др., 2023; Гулянов, 2024]. В агроценозах яровой пшеницы функционируют сообщества из более 50 видов вредных организмов, нарушающих формирование элементов структуры урожайности культуры, ухудшающих семенные и технологические качества зерна [Торопова, Стецов, 2018; Кекало и др., 2020; Торопова и др., 2022; Юшкевич и др., 2023; Goncharov et al., 2023].

В условиях повсеместного роста жесткости климата [Садохина, 2025] и систематических гидротермических стрессов у растений яровой пшеницы снижается устойчивость к болезням и вредителям, вредоносность которых особенно возрастает в критические фазы (всходы-кущение) культуры [Торопова и др., 2022]. Одной из наиболее экономически значимых болезней яровой пшеницы являются фузариозно-гельминтоспориозные корневые гнили, возбудители которых грибы рода *Fusarium* Link. и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke; *H. sorokiniana* Sacc.; *Drechslera sorokiniana* Subram.) вызывают выпадение всходов, снижение продуктивной кустистости, массы зерен и их числа в колосе, ухудшение показателей качества продукции [Султанов и др., 2021; Гаврилова и др., 2022; Кекало и др., 2024]. В условиях современных технологий высокую вредоносность имеют злаковые мухи (*Phorbia genitalis* Schnalb., *Oscinella pusilla* Mg., *Oscinella frit* L., *Mayetiola destructor* Say.), полосатая хлебная блошка (*Phyllotreta vittula* Redt.) [Власенко и др., 2014; Чулкина и др., 2019; Бойко, Немкевич, 2022].

Для решения фитосанитарных и продукционных проблем технологий возделывания яровой пшеницы используют предшественников и

предпосевную обработку семян [Торопова, Захаров, 2017; Амиров, Толокнов, 2022; Соколов и др., 2023; Пешков и др., 2024]. Предшественники определяют агрофизические и биологические свойства почвы, влияют на обеспеченность элементами питания, а также количественный и качественный состав патогенной микобиоты [Дымина, Вышегуров, 2012; Гамзиков, Сулейменов, 2020; Борин, Лощина, 2021; Воронин и др., 2021; Скороходов и др., 2023; Степанов и др., 2023; Шарков и др., 2023]. Для получения высоких урожаев яровой пшеницы рекомендуется размещать её в севообороте после пара, пропашных, зернобобовых и озимых культур [Ивенин и др., 2021; Билтуев и др., 2023; Сабитов, 2023; Шарков и др., 2023]. Фитосанитарная и продукционная эффективность предшественников в зонах рискованного земледелия подвержена значительным колебаниям, поэтому актуальной остается количественная оценка роли агроэкологических факторов, влияющих на нее.

Протравливание семян фунгицидами – один из наиболее экономически и экологически обоснованных приемов защиты растений от болезней, который обеспечивает дружные всходы и быстрые темпы их развития [Торопова, 2005; Власенко и др., 2014; Торопова и др., 2020; Гришечкина и др., 2023; Калашникова и др., 2023]. В последнее десятилетие для защиты всходов от вредителей стали использовать инсектицидные препараты [Доронин и др., 2019; Власенко, Бурлакова, 2021; Соколов и др., 2023; Пешков и др., 2024].

Влияние на комплекс болезней и вредителей яровой пшеницы, возделываемой по разным предшественникам, совместного применения фунгицидных и инсектицидных протравителей, изучено в современных агроэкологических условиях недостаточно. Актуальным остается изучение механизмов влияния предшественников и протравителей на фитосанитарное состояние и супрессивность почвы, формирование параметров урожайности, качества зерна и семян яровой пшеницы, рентабельность технологий ее возделывания.

Степень разработанности темы. В России и зарубежных странах изучению влияния предшественников и протравителей на фитосанитарное состояние и продуктивность зерновых культур посвящены многочисленные исследования [Чулкина, 1985; Торопова, 2005; Немченко и др., 2014; Коробова и др., 2017; Кекало, Немченко, 2017; 2024; Долматова, Садовников, 2019; Гришечкина и др., 2022; 2023; Соколов и др., 2023; Пешков и др., 2024; Порсев и др., 2024; Reed et al, 2022 и др.]. Установлен перечень лучших предшественников для возделывания яровой пшеницы, положительно влияющих на ее фитосанитарное состояние и продуктивность [Дымина, Вышегуров, 2012; Гамзиков, Сулейменов, 2020; Ивенин и др., 2021; Билтуев и др., 2023; Сабитов, 2023; Скороходов и др., 2023; Степанов и др., 2023; Шарков и др., 2023б]. Выявлен ряд агроэкологических факторов, влияющих на эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы от фитопатогенов и фитофагов [Торопова, 2005; Долматова, Садовников, 2019; Власова, Попова, 2021; 2024; Торопова и др., 2021б; 2023а; Бойко, Немкевич, 2022; Динасилов и др., 2023]. Для усовершенствования систем защиты яровой пшеницы от комплекса вредных организмов в современных агроэкологических условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья актуальным остается изучение сопряженного влияния агротехнических и химических методов защиты культуры на ее фитосанитарное состояние и продуктивность.

Цель исследования состоит в определении фитосанитарной роли предшественников и предпосевной обработки семян в оптимизации фитосанитарного состояния и повышении урожайности яровой пшеницы в северной лесостепи Новосибирского Приобья.

Задачи исследования:

1. Провести мониторинг вредных объектов яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 и установить факторы, определяющие фитосанитарную эффективность предшественников (пар, однолетние травы, озимая рожь) в оздоровлении почвы и ограничении болезней и вредителей;

2. Оценить влияние предшественников и условий года на биологическую эффективность предпосевной обработки семян от корневых гнилей с уточнением их этиологии, темно-бурой пятнистости и вредителей всходов;

3. Определить хозяйственную и экономическую эффективность предпосевной обработки семян яровой пшеницы фунгицидным и инсектицидным препаратами по разным предшественникам, а также роль агроэкологических факторов в улучшении продукционных и экономических параметров технологии возделывания.

Научная новизна. Впервые в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья в серии полевых двухфакторных экспериментов проведена количественная оценка влияния предшественников (озимые зерновые культуры, пар, вико-овсяная смесь на зерносенаж) и фунгицидно-инсектицидных протравителей семян на фитосанитарное состояние и продукционные параметры яровой пшеницы, семенные и технологические качества зерна нового урожая. Определена роль условий года, предшественников и препаратов для предпосевной обработки семян в развитии корневых гнилей различной этиологии, темно-бурой пятнистости листьев и вредителей всходов яровой пшеницы, выявлены взаимосвязи между предшественниками и интенсификацией предпосевной обработки семян в ограничении комплекса вредных объектов яровой пшеницы, улучшении фитосанитарного состояния и супрессивности почвы.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Уточнен видовой состав и проведен трехлетний мониторинг фитосанитарного состояния семян и посевов яровой пшеницы, возделываемой по разным предшественникам в контрастных условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья. Экспериментально обоснованы целесообразность возделывания яровой пшеницы по однолетним травам и чистому пару, а также сопряженное с предшественниками применение фунгицидных и инсектицидных протравителей семян яровой

пшеницы, показавших высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность в повышении урожайности культуры, качества зерна и семян, рентабельности технологии возделывания яровой пшеницы. Результаты исследований внедрены в практику хозяйств МЖК «Альва-фарм» (ООО) и ООО СПК «Агротех» Черепановского района Новосибирской области, используются в учебном процессе Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий при подготовке студентов по направлениям 35.03.04 «Агрономия» (уровень бакалавриата) и 35.04.04 «Агрономия» (уровень магистратуры).

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных авторов. Исследования включали полевые и лабораторные наблюдения и эксперименты, анализ и статистическую обработку полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Фитосанитарная эффективность однолетних трав и чистого пара, как предшественников яровой пшеницы, по сравнению с озимой рожью, в защите культуры от комплекса болезней, вредителей всходов и оздоровлении почвы зависит от условий года и фазы вегетации;
2. Предшественники и условия года влияют на уровень и динамику биологической эффективности протравливания семян фунгицидным и инсектицидным препаратами против фузариозно-гельминтоспориозных корневых гнилей, темно-бурой пятнистости, вредителей всходов;
3. Хозяйственная и экономическая эффективность обработки семян по параметрам урожайности, технологическим и семенным качествам зерна повышается при использовании баковой смеси фунгицидного и инсектицидного препаратов и возделывании яровой пшеницы по пару или однолетним травам.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации апробированы на международных (Краснодар, 2021, 2023; Новосибирск, 2023),

всероссийских (Новосибирск, 2022, 2024; Курган, 2024) и региональных научно-практических конференциях (Новосибирск, 2021, 2022, 2023).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в журналах «Защита и карантин растений», «Достижения науки и техники АПК», «Вестник Новосибирского государственного аграрного университета», «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», материалах конференций различных уровней, трудах Новосибирского ГАУ. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 1 коллективной монографии.

Личный вклад автора. Работа является обобщением результатов исследований за 3 года (2021 – 2023 гг.). Автор принимал участие в разработке программы и методологии исследований, непосредственно проводил эксперименты, анализ экспериментальных данных, формулировал научные положения, выводы и предложения практике.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 217 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, практических предложений, списка использованной литературы, 3 приложений, содержит 66 таблиц, 34 рисунка. Список библиографических источников включает 302 наименования, в том числе 79 из иностранных источников.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю – доктору биол. наук, профессору Е.Ю. Тороповой за оказанную помощь на всех этапах исследований и при подготовке диссертации.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Хозяйственная характеристика и вредные организмы яровой пшеницы

Пшеница – важнейшая продовольственная культура, составляющая около 30 % от всего мирового производства зерновых культур [Амиров, 2021; Ksenofontov et al., 2019]. Так, в 2021 году в мире было произведено около 2814 млн. т. зерна, из которых более 807 млн. т. составляла пшеница [Соколов и др., 2023]. Стабильно высокие урожаи пшеницы в Российской Федерации обеспечивают продовольственную безопасность населения страны и служат одной из экспортных статей дохода [Евсенина и др., 2020; Асякина и др., 2023; Видякин, Лебедь, 2023; Каипов и др., 2023; Гулянов, 2024б]. Так, в 2022 году в РФ был получен самый высокий валовый сбор зерновых в современной России – около 157,7 млн. т., из которых более 104,2 млн. т. (или около 66,1 %) составляло зерно пшеницы [<https://rosstat.gov.ru/>]. Еще большее значение возделывание яровой пшеницы имеет в Сибири (таблица 1.1) [Валецкая, 2020; Огородников, Спешилова, 2021; Соколов и др., 2023; Гулянов, 2024а].

Таблица 1.1 – Производство зерна пшеницы в Российской Федерации
[<https://rosstat.gov.ru/>]

Показатель	Российская Федерация			Сибирский федеральный округ			Новосибирская область		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Валовое производство, млн т.	76,06	104,23	92,83	11,13	11,23	8,94	2,18	2,07	1,46
Площадь, тыс. га	28804	29513	29747	5611	5544	5733	974	946	1012
Урожайность, т/га	2,64	3,53	3,12	1,98	2,03	1,56	2,23	2,19	1,44

Пшеница содержит белок, пищевые волокна, минералы, витамины (например, витамины группы В) и фитохимические вещества, которые необходимы в рационе каждого человека [Давидянц, 2022; Johansson et al., 2020].

Мука из пшеницы используется при производстве большинства хлебобулочных, кондитерских и других изделий. Хлеб из пшеничной муки содержит до 13 % белков, 70-75 % углеводов, витамины, аминокислоты, широкий спектр минеральных веществ; отличается высокими вкусовыми и питательными качествами. В 100 граммах пшеничного хлеба содержится 235 ккал [Дзюба, 2010].

Пшеничные отруби используются на корм многим сельскохозяйственным животным и входят в состав различных комбикормов. Пшеничная солома также используется на корм сельскохозяйственным животным (1 кг соломы содержит 0,21 кормовую единицу) и на подстилку, в качестве строительного материала, в виде сырья для производства бумаги [Шелепов и др., 2009].

Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.) относится к семейству *Poaceae* (мятликовые), роду *Triticum* L., включающему в себя 29 видов, разделенных на пять секций [Кручинина, 2023; Goncharov, 2011].

Род пшеницы (*Triticum*) подразделяют по числу хромосом на три группы, из которых кроме мягкой или обыкновенной пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с ее яровыми и озимыми формами, практическое значение имеет твердая пшеница (*T. durum* Desf.) и в меньшей степени пшеница спельта (*T. spelta* L.) [Шпаар, 2008].

Центр происхождения большинства видов пшеницы – Переднеазиатский генетический центр. Именно здесь обнаружено широкое разнообразие видов пшеницы и множество ее разновидностей, а также встречаются виды, близкие к предполагаемым родоначальникам – *Triticum urartu* и *Triticum boeoticum*. По мнению Н.И. Вавилова, родина пшеницы мягкой, компактной и шарозерной – Среднеазиатский генетический центр [Жуковский, 1964].

Яровая пшеница – самоопыляющееся растение длинного дня. Вегетационный период составляет 65-130 дней. В процессе роста и развития она проходит следующие фазы и этапы органогенеза: прорастание семян,

всходы, кущение, выход в трубку (стеблевание), колошение, цветение и созревание зерна (молочная, восковая и полная спелость). Потенциальная продуктивность пшеницы зависит от условий прохождения критических стадий роста. Понимание того, как растения реагируют на стрессы окружающей среды на разных стадиях роста, может помочь в оценке состояния посевов и своевременном выявлении недостатка влаги и питания в течение вегетационного периода [Куликович и др., 2014; Добротворская и др., 2023; Ефремова, Чуманова, 2023].

Корневая система яровой пшеницы характеризуется слабым развитием и пониженной усваивающей способностью [Лазарев и др., 2021].

Семена яровой пшеницы прорастают при температуре $+1-+2^{\circ}\text{C}$, а жизнеспособные всходы появляются при $+4-+5^{\circ}\text{C}$, при этом необходимо 50-60 % воды от массы сухого зерна.

Наиболее благоприятными почвами для возделывания яровой пшеницы являются высокоплодородные почвы, хорошо обеспеченные питательными веществами и влагой, структурные, чистые от сорняков, имеющие нейтральную или близкую к ней (рН 6-7) реакцию почвенного раствора, с плотностью почвы близкой к равновесной (1,05-1,10 г/см³) [Амунова, 2019; Казак, Логинов, 2020; Лазарев и др., 2021].

Наблюдается большое количество вредоносных болезней и вредителей пшеницы, существенно снижающих как количество, так и качество полученного урожая [Ludwig et al., 2018; Wulff, Krattinger, 2022]. К примеру, в России за первое десятилетие XXI века средний недобор урожая зерна от болезней составил 18,3 млн. т. в год при варьировании по годам от 8,5 до 25,0 млн. т. [Санин и др., 2020]. Подобная же ситуация наблюдается и в Западной Сибири.

Листостеблевые инфекции постоянно присутствуют в посевах пшеницы, при этом потери урожайности в случае эпифитотий могут составлять 50 % и более. Хозяйственное значение в регионе имеют такие болезни листьев злаковых культур, как бурая ржавчина, мучнистая роса,

септориоз, темно-бурая пятнистость. Массовые вспышки распространения мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC) Speer) в посевах пшеницы, как правило, наблюдают в 4-х–5-ти из 10 лет, как и темно-бурой пятнистости листьев [Кекало и др., 2017]. Бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. Et Desm.) может проявляться ежегодно, но в разные сроки. Результаты многолетних наблюдений свидетельствуют о том, что потери урожайности пшеницы от бурой листовой ржавчины составляют в обычные годы 3-5 %, а в годы эпифитотий – 20-30% [Койшибаев, 2018; Yahya et al., 2020]. Поражение растений септориозом (*Septoria tritici* Rob. Et Desm.) в основной массе лет находилось на депрессивном уровне, но с ростом числа стерневых фонов усилилась вредоносность данного фитопатогена. В отсутствии оборота почвенного пласта и усиления пестицидного прессинга на агроценоз имеет место усиление развития желтой пятнистости листьев – пиренофороза, (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler), фузариоза колоса (*Fusarium* spp.) [Гагкаева и др., 2011; Немченко и др., 2014; Евсеев, 2018; Кекало и др., 2020].

Повсеместно распространенные почвенные инфекции ежегодно причиняют значительный ущерб урожайности и качеству зерна [Юшкевич и др., 2023]. Ежегодно по причине заболеваемости пшеницы корневой гнилью теряется до 20 % зерна [Чулкина, 1985; Goncharov et al., 2023].

Корневые гнили могут быть вызваны несколькими видами фитопатогенных грибов, которые обитают в почве и сохраняются на семенах и растительных остатках. Развитие болезни приводит к выпадению всходов, уменьшению продуктивной кустистости, массы зерен и их числа в колосе, ухудшению показателей качества [Торопова, 2005; Чулкина и др., 2019].

В зависимости от типа возбудителя различают следующие виды корневых гнилей:

Фузариозная корневая гниль – *Fusarium* Link. (возбудители болезней более 200 видов растений). Поражает взрослые растения и всходы, проявляется в виде побурения проростков, coleoptиле, первичных и

вторичных корней, узла кущения. *F. oxysporum* известен своими способностями к передвижению по сосудам растений, вызывая вилты различных видов культурных растений по всему миру [Костерина, 2023; Pouralibaba et al., 2019; Dehghanpour-Farashah et al., 2020; Aiello et al., 2021; Zuriegat et al., 2021].

Гельминтоспориозная (обыкновенная) корневая гниль – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke; *H. sorokiniana* Sacc.; *Drechslera sorokiniana* Subram). В фазу всходов болезнь проявляется в виде некрозов, образующихся на первичных подземных органах. Далее начинают буреть подземное междоузлие, влагалища прикорневых листьев, основания стеблей, корни могут загнивать и отмирать. По мере распространения болезни продуктивные стебли начинают отмирать, наблюдается пустоколосость, щуплость зерна. Фитопатоген *B. sorokiniana* приурочен к паразитированию на злаковых культурных и дикорастущих растениях, адаптирован к относительно тёплой и сухой экологической нише, с повышенной солнечной радиацией и близкой к нейтральной реакции средам [Торопова et al., 2018; Mustarin et al., 2021].

Питиозная корневая гниль – фитопатогенные грибы рода *Pythium* Pring. Питиозную корневую гниль сложно идентифицировать, так как пораженное питиумом растение атакуется возбудителями других корневых гнилей. Отмечаются следующие симптомы: отставание в росте корневой системы, на подземных органах проявляются некрозы, часто отсутствуют корневые волоски. Во многих случаях поражение всходов грибами рода *Pythium* происходит бессимптомно. Только отставание в росте (особенно при наличии достаточного количества влаги) и слабо формирующаяся корневая система могут стать косвенными показателями заражения [Горьковенко, 2011].

Экологические ниши фитопатогенных грибов *B. sorokiniana* и видов *Fusarium* включают не только подземные органы растений, но и генеративные органы, которые они заражают при благоприятных

гидротермических условиях [Торопова и др., 2021a; Воробьева, Торопова, 2022; Гаврилова и др., 2022; Gordillo-Delgado, Botero-Zuluaga, 2020].

Выявлено, что на растении одновременно присутствуют корневые гнили разной этиологии, совместно паразитируя в системе подземных и надземных органов растений – хозяев [Торопова и др., 2024b; Garmendia et al., 2018; Vorobyeva, Toropova, 2019].

Паразитическая активность фитопатогенов, вызывающих корневые гнили, регулируется комплексом биотических и абиотических факторов, влияющих как непосредственно на фитопатогена, так и на защитные механизмы растений [Торопова и др., 2022; Barnhart et al., 2012]. Среди биотических факторов важнейшая роль принадлежит супрессорам почвы, ограничивающим выживаемость микромицетов в почве путем продуцирования микотоксинов [Торопова и др., 2017; Соколов и др., 2020; Lofgren et al., 2018; Duffeck et al., 2020]. Среди абиотических факторов решающая роль принадлежит гидротермическим стрессам, повышающим восприимчивость растений к корневым гнилям [Разина и др., 2021; Тимофеев, 2023; Toropova et al., 2018; Duffeck et al., 2020; Xu et al., 2018].

Стратегия жизненного цикла возбудителей корневых гнилей – Кг-стратегии. Характерные признаки К-стратегов: наличие специальных покоящихся структур для длительного выживания в почве, узкая первичная экологическая ниша (подземные органы), зависимость выживания в почве от активности супрессоров. Признаки г-стратегов: способность к расширению экологической ниши (надземные органы: стебель, лист, колос) при благоприятных гидротермических условиях [Чулкина и др., 2019; Торопова и др., 2024a].

Колонизация растений активными воздействиями может вызвать локальные или системные механизмы роста растений, повышающие устойчивость к фитопатогенам за счет собственного иммунитета [Павлюшин и др., 2020; Гришечкина, 2022; Pellán et al., 2020].

Многие возбудители корневых инфекций отмечаются активным токсикообразованием, приводящим к загрязнению зерна микотоксинами, опасными для здоровья людей и сельскохозяйственных животных [Корчагина, Юшкевич, 2022; Barnhart, 2012; Garmendia et al., 2018; Del Ponte et al., 2022]. Микотоксины представляют собой довольно стабильные молекулы, которые очень трудно удалить или разложить [Аллахвердян и др., 2022; Agha et al., 2023].

Токсинообразующие виды грибов рода *Fusarium* больше приурочены к теплым и влажным регионам. Стойкие популяции вида *F. graminearum* (основного возбудителя фузариоза колоса) существуют в Приморском крае и на Северном Кавказе. В недавнем прошлом выявлены сибирские популяции токсинообразующих микромицетов из рода *Fusarium* [Гагкаева и др., 2017; Торопова и др., 2019; Гаврилова и др., 2022].

Некоторые вторичные метаболиты грибов *Alternaria* являются микотоксинами, оказывающими негативное влияние на организм человека или животных [Ганнибал, 2015; Орина и др., 2020; 2023; Ганнибал и др., 2022; Alexander et al., 2011; Lou et al., 2013; Fraeyman et al., 2017; Tralamazza et al., 2018; Gannibal, Gomzhina, 2024].

Исследования на животных выявили, что при употреблении ими в пищу зерна, зараженного микотоксинами, не всегда проявлялись явные негативные симптомы, но был нарушен иммунный барьер против патогенов [Cai et al., 2021].

Большую роль в ограничении развития болезней играет создание иммунных сортов, устойчивых к фитопатогенам. Необходимо выводить сорта не только адаптированные к местным условиям произрастания, но и имеющие устойчивость к фитопатогенам и вредителям [Гультеяева и др., 2020; Сандухадзе и др., 2021; Келер и др., 2023; Wuletaw, 2021].

Создание и возделывание сортов зерновых культур устойчивых к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям, болезням и вредителям – наиболее дешевый, экологически безопасный способ,

позволяющий стабилизировать урожайность и качество производимой продукции [Слободчиков, 2019; Горянников, Плоткина, 2022; Agha, 2023]. Но нужно учитывать, что данные сорта успешно функционируют не более 5 – 7 лет [Соколенко и др., 2018; Юшкевич и др., 2023].

Широкий ареал возделывания зерновых культур на территории Западной Сибири и высокая их доля в структуре посевных площадей сельскохозяйственных предприятий являются причиной разнообразного состава фитофагов, повреждающих зерновые в период вегетации. Из многолетних вредителей значимый ущерб озимым и яровым зерновым наносят личинки жуков-щелкунов (преобладающими видами щелкунов являются: широкий (*Selatosomus latus* F.), сибирский (*S. spretus* Mannh.), блестящий (*S. aeneus* L.), посевной (*Agriotes sputator* L.) и полосатый (*A. liniatus* L.)), гусеницы подгрызающих совок (*Agrotis segetum* Schiff.), внутристеблевых – личинки злаковых мух (яровая муха (*Phorbia genitalis* Schnalb.), ячменная шведская муха (*Oscinella pusilla* Mg.), овсяная шведская муха (*Oscinella frit* L.), гессенская муха (*Mayetiola destructor* Say.)), обыкновенный хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus* L.), листогрызущих – имаго блохи хлебной полосатой (*Phyllotreta vittula* Redt.), пьявица красногрудая (*Oulema melanopus* L.), сосущих – тли (большая злаковая тля (*Sitobion avenae* F.), обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.), обыкновенная черемуховая тля (*Rhopalosiphum padi* L.)) и пшеничный трипс (*Haplotrips tritici* Kurd.) [Власенко и др., 2014; Стригун, 2015; Козич, 2017; Бойко, Немкевич, 2022б].

Многие виды насекомых являются переносчиками вирусов и фитоплазм растений [Степанчева, 2016; Шарапов и др., 2023; Kaplin, Sharapova, 2017].

Борьба с вредителями реализуется агротехническими и химическими методами, причем для каждого вида вредных организмов применяются разные подходы и приемы, которые постоянно обновляются с учетом

достижений науки и передового опыта [Шорохов и др., 2018; Спиридонов и др., 2019; Бойко и др. 2022а; Jasrotia et al., 2022].

Например, борьба со злаковыми мухами затруднена в связи с растянутым лётном имаго весной, вызванной неустойчивой погодой со скачками температуры и влажности, поэтому важно подобрать комплексный препарат, действие которого направлено на уничтожение взрослых особей и контроль личинок [Власова, Попова 2021; Бойко и др., 2022б; Соколов и др., 2023; Schmid et al., 2019]. При этом повреждение растений внутрискосовыми вредителями (*Oscinella pusilla* Mg., *Phorbia genitalis* Schnalb., *Mayetiola destructor* Say.), усиливают патогенез корневых гнилей независимо от этиологии [Посаженников и др., 2018; Торопова и др., 2022; 2023а]. Поэтому в любом случае, выбирая тактику борьбы со злаковыми мухами, необходимо помнить об экологической безопасности и экономической эффективности защитных мероприятий [Щур и др., 2016; Кекало и др., 2022; Jambagi et al., 2023].

Опасны повреждения растений полосатой хлебной блошкой (*Phyllotreta vittula* Redt.) на этапе появления всходов. Жуки соскабливают паренхиму листа, в отдельных случаях полностью. В холодную погоду, когда развитие всходов замедляется, блошки наносят сильное повреждение листьям и росткам. Скелетирование листьев молодых всходов резко угнетает растение и задерживает его развитие. Сорты пшеницы с густым опушением повреждаются слабее [Исаичев, 2003; Дзюба, 2010].

Важно проводить учет вредных организмов на всех стадиях развития яровой пшеницы [Шаталина и др., 2020; Лосева и др., 2021; Скороходов, Зоров, 2021; Kheirodin et al., 2022].

Оперативная фитосанитарная оценка посевов зерновых культур позволяет выявить и определить численность и распространенность основных фитопатогенов, вредителей и сорной растительности с помощью количественных методов учета [Фитосанитарная..., 2017; Торопова и др.,

2021б; Слободчиков, 2022; Sharma et al., 2020; Saska, Skuhrovec, 2021; Hussain et al., 2022].

Наблюдения и определение фактических сроков появления отдельных фаз вредителя по сумме эффективных температур (СЭТ) и другим методам прогноза, позволяет провести защитные мероприятия в оптимальные сроки [Динасилов и др., 2023; Ма, 2022].

В целом можно сделать вывод, что на яровой пшенице в условиях Западной Сибири сформировалось большое сообщество представителей деструктивной биоты, всесторонне наносящие вред посевам культуры. К настоящему времени проведен ряд работ по изучению вредных организмов, но еще не до конца изучены как взаимосвязи внутри комплекса фитопатогенов и фитофагов, так и их зависимость от условий внешней среды и технологии возделывания культуры.

1.2. Фитосанитарная роль предшественников яровой пшеницы

В системе адаптивно – ландшафтной защиты яровой пшеницы и других культур от вредных организмов агротехнический способ является наиболее оптимальным и экологически безопасным для окружающей среды [Шабатуков и др., 2022]. Одной из основ метода является внедрение в сельскохозяйственную практику научно обоснованных севооборотов [Дробышев, 2011]. Экономически значимое и научно обоснованное чередование культур звеньев севооборота обеспечивает повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, одновременно снижая при этом количество и вредоносность различных представителей деструктивной биоты [Миникаев, Фатихов, 2019; Сержанов и др., 2019; Борин, Лощинина, 2021; Воронин и др., 2021].

Мощность корневой системы яровой пшеницы недостаточна для полноценной конкуренции с сорной растительностью, поэтому важную роль в получении дружных и выровненных всходов играет севооборот [Амиров, 2020; Амиров, Толокнов, 2022; Ивенин и др., 2021]. Также севооборот и другие агротехнические мероприятия способствуют восстановлению

естественной саморегуляции насекомых, что служит основой эффективного контроля численности фитофагов в посевах [Sabluk et al., 2021]. Косвенное воздействие севооборотов проявляется в создании лучших или худших условий для развития почвообитающих видов и благоприятных условий для роста и развития культурных растений, повышающих их иммунитет [Derpsch et al., 2010].

Например, севообороты, включающие в себя зерновые, масличные и бобовые культуры, повышают урожайность и снижают заболеваемость яровой пшеницы в Финляндии [Jalli et al., 2021].

Хорошими предшественниками зерновых культур являются однолетние и многолетние бобовые травы в чистом виде или в смеси со злаковым компонентом: вика, горох, донник, лядвинец, козлятник (галега), люцерна, клевер и многие другие. Раноубираемые однолетние травы, а также разделка пласта многолетних трав после первого укоса, позволяют накапливать высокий уровень влаги в почве в послеуборочный период. После всех бобовых трав в почве остается большое количество азота. Так, фиксация симбиотического азота однолетними бобовыми культурами (горохом, викой и др.) может достигать 50...70 кг/га, многолетними травами (люцерной, клевером, эспарцетом, козлятиком) – 100...200 кг/га азота. Кроме того, в корнях зернобобовых к уборке накапливается около 20...30 кг/га, а у клевера и люцерны до 80...140 кг/га азота, что в последствии обеспечивает прибавку урожая пшеницы до 1,0...1,5 т/га зерна [Завалин и др., 2019; Степанов и др., 2023].

Различные предшественники по-разному влияют на качество получаемого зерна пшеницы. Так, использование в качестве предшественника яровой пшеницы чистого пара и гороха увеличивало массу зерна на 9 г/л и 17 г/л соответственно по сравнению с яровым рапсом [Скороходов и др., 2023].

Важным моментом при выборе предшественника является система обработки почвы, принятая на предприятии. Обработка почвы – один из

важнейших элементов системы земледелия, который обеспечивает регулирование не только плодородия почвы, но и ее защиту от водной и ветровой эрозии [Коробова и др., 2017; Белобров и др., 2020; Цховребов и др., 2021; Романов и др., 2024].

Обработки почвы могут угнетать или стимулировать полезную и вредную фауну. Новые ресурсосберегающие технологии обработки почвы (No-till, Strip-till, поверхностная), направленные на минимизацию воздействия на почву, способствуют сохранению и увеличению видового богатства фауны полезных членистоногих, по сравнению с традиционными [Пушня и др., 2023; Goryanin et al., 2021; Jasrotia et al., 2021].

В то же время ряд исследователей отмечает, что минимизация обработок почвы ухудшает продукционный процесс зерновых культур, по сравнению с технологиями и предшественниками, где применяли отвальную вспашку [Гамзиков, 2024; Горянин, Пронович, 2024; Романов и др., 2024; Singh et al., 2020]. Многократная вспашка почвы позволяет снижать численность проволочника в поле [Katara et al., 2018; Singh et al., 2018]. Сходные результаты получены при изучении влияния способов обработки почвы на почвенных вредителей при возделывании сахарного тростника в США [Cherry, Sandhu, 2020; Muller et al., 2022].

В условиях Сибири минимальная (или нулевая) обработка почвы, по сравнению с традиционной, приводит к снижению урожайности яровой пшеницы, а также уменьшению числа антагонистов фитопатогенов в почве [Коробова, 2016; Гамзиков, 2024]

При этом вспашка остается наиболее трудоемким и энергоемким агротехническим приемом [Кураченко, Колесников, 2023].

В зоне лесостепи Новосибирской области на черноземных почвах при разработке экологически безопасных высокопродуктивных систем земледелия необходимо принимать во внимание биологические свойства почвы как источника биогенных элементов, формирующих урожай [Дымина, Вышегуров, 2012; Гамзиков, Сулейменов, 2020; Полосина и др., 2023;

Шарков и др., 2023а]. При этом одним из основных лимитирующих факторов, определяющих производительную способность чернозёмов данной зоны – обеспеченность растений влагой [Билтуев и др., 2023; Сабитов, 2023]. Чистый пар в условиях дефицита влаги стабилизирует валовые сборы зерна, так как, по сравнению с другими предшественниками, имеет наименьший коэффициент вариации [Морозов и др., 2023; Шарков и др., 2023б; Urruty et al., 2017; Elliott et al., 2018; Marvel et al., 2019]. При этом частая и интенсивная обработка почвы может иметь негативные последствия для почвы, включая увеличение риска эрозии, окисление органических веществ и нарушение жизненных циклов почвенных организмов, поэтому возможна замена чистого пара на сидератный или занятый [Чулкина и др., 2000; Rowen et al., 2020]. Данные виды пара предполагают сокращение механических воздействий на почву, создание условий для биологического саморыхления, поддержание поверхности почвы под покровом растений и растительных остатков, мульчирование [Чулкина и др., 2000; 2019; Сорокин и др., 2021; Hysek et al., 2019].

В поддержании плодородия почв важную роль имеют растительные остатки (корневые и пожнивные), которые возвращаются в почву после сбора урожая предшествующей культуры. Ценность их определяется не только количеством и составом, но и скоростью разложения органической массы. Исследования разложения биомассы культур в разных звеньях севооборота показали целесообразность замены чистого пара на сидератный с использованием фацелии, вико-овсяной смеси, донника, горчицы и т.п. [Посаженников и др., 2018; Соколов и др., 2020; Альберт и др., 2022]. Сидеральную культуру нужно высевать или под покров яровых зерновых в предшествующий год (виды донника), или в год парования (яровые культуры: фацелия, горчица и др.) и запахивать на следующий год в фазе начала цветения [Посаженников и др., 2018; Ponomarev et al., 2022].

В последнее время в регионе наметилась тенденция сокращения паров и освоения плодосменных полевых севооборотов с насыщением посевов

зерновыми, зернобобовыми и масличными культурами. Зернобобовые, включая горох, чечевицу, сою, нут и др. – наиболее продуктивные предшественники и могут быть заменой паровому полю для основной зерновой культуры – яровой пшеницы. Глубокая и разветвленная стержневая корневая система некоторых бобовых культур (особенно сои) повышает пористость почв, в том числе уплотненных нижних горизонтов почвы, а добавление биомассы в виде корней и опавших листьев улучшает агрофизические свойства [Юшкевич и др., 2022].

По данным ряда авторов, хорошие результаты получены при возделывании яровой пшеницы после клевера и викоовсяной смеси на зеленый корм. При этом более высокая урожайность зерна была получена за счет большего количества продуктивных стеблей на единицу площади и массы зерна с одного колоса [Морозов и др., 2023; Романов и др., 2024; Venter et al., 2016].

Включение в севообороты бобовых многолетних трав положительно сказывается на накоплении корневых пожнивных остатков. Если содержание органического вещества после клевера за исследуемый период принять за 100 %, то после озимых его остается 84 %. Наименьшее количество органики оставляет после себя картофель. Яровые зерновые оставляют после себя примерно одинаковое количество пожнивных остатков, но яровая пшеница и овес в большем количестве, а ячмень и однолетние травы – в меньшем. Таким образом, учет оставляемой растениями органической массы показал, что в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами и картофелем, в почву поступает наименьшее количество органического вещества и, следовательно, питательных элементов [Замятин, Измestьев, 2016].

Некоторые исследователи наблюдали ситуацию, при которой по предшественнику чистый пар посева оказались более заселены фитофагами зерновых, хотя на поле оставалось мало растительных остатков и соломы, что ухудшало условия зимовки вредителей, чем по зерновым

предшественникам, где насекомые могли зимовать в соломе и стерне дополнительно. Возможно, это связано с тем, что растения культуры по чистому пару формируют в связи с благоприятными условиями большую надземную массу и более привлекательны для насекомых [Уалиева, Каверина, 2023]. Также подобная ситуация наблюдалась и при возделывании яровой пшеницы по фитосанитарному предшественнику – однолетним травам на зеленый корм, приводящим к снижению количества патогенных грибов и увеличению количества грибов – антагонистов в ризосфере культуры, но при этом наибольшая урожайность была при возделывании культуры по пару [Апаева, Манишкин, 2017; Разина и др., 2020].

В последнее время появление устойчивых популяций вредителей в природе под влиянием необоснованного применения пестицидов привело к нарушению баланса биологической саморегуляции, что негативно повлияло на биоразнообразие, в связи с этим резко увеличились виды сорняков, вредителей и болезней [Матвеева и др., 2020; Буга и др., 2022]. В связи с этим увеличение биоразнообразия при соблюдении научно обоснованного фитосанитарного севооборота способствует поддержанию экологического равновесия в агроценозах, направленного на сдерживание численности вредных видов на уровне, не превышающем экономический порог вредоносности.

Большое влияние на уровень супрессивности почв к фитопатогенам оказывает тип почв и уровень их окультуренности. Так, в ходе исследований, проведенных в лесостепи Западной Сибири на трех основных типах почв, выявлено, что почвы агроценозов заселены *B. sorokiniana* существенно (в 1,5–4,3 раза) больше почв целинных аналогов. Супрессивность целинных почв была до 2,5 раза выше, чем почв агроценозов: выщелоченного чернозема и серой лесной почвы – на 25% превышала чернозем южный [Торопова и др., 2017]. Численность супрессоров-антагонистов и их состав определяется типом почв. Супрессивность нейтральных и щелочных почв связана с численностью и активностью ризобактерий, в частности

флуоресцирующих псевдомонад – продуцентов сидерофоров-комплексообразователей доступного микромицетам железа (*Pseudomonas fluorescens*, *Ps. cerasi* и др.). Супрессивность кислых почв в отношении почвенных фитопатогенов обусловлена их заселением грибами-антагонистами рода *Trichoderma* и *Phythium oligandrum* [Дурынина, Великанов, 1984; Торопова и др., 2016].

Детальный анализ ряда исследований подтверждает, что предшественники играют ключевую роль в развитии корневых гнилей, их влияние составляет от 62,1 % до 89,2%. Это влияние превышает воздействие других факторов, таких как условия года, обработка почвы, протравливание семян, а также других природных и техногенных факторов [Разина и др., 2021; Торопова и др., 2022].

Многолетний мониторинг фитосанитарного состояния почв Западной Сибири выявил значительные различия в заселенности полей конидиями гриба *B. sorokiniana* в зависимости от предшествующих культур. Наибольшая заселенность почв этим фитопатогеном наблюдается после выращивания зерновых культур: ячменя, озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, которые являются основными источниками его воспроизводства. Это связано с тем, что данные культуры способствуют накоплению инфекции в почве. Также высокая заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* отмечается после гороха, пара и однолетних трав. Это объясняется значительной засоренностью этих полей злаковыми сорняками, такими как просо (сорно-полевое и куриное), щетинники (сизый и зеленый) и овсюг. Эти сорняки являются резерваторами фитопатогена и способствуют его сохранению и распространению. Это подчеркивает важность тщательной обработки почвы и контроля засоренности полей для снижения фитосанитарных рисков [Торопова, 2005; Коробова и др., 2017; Келер и др., 2021; Торопова и др., 2022; Пешков и др., 2024].

Введение в севообороты фитосанитарных культур приводит к очищению почвы от покоящихся структур фитопатогена. Лучшие

предшественники для этого – рапс, донник, вико-овсяная смесь, многолетние бобовые и злаково-бобовые травы. Они снижают заселенность почвы конидиями фитопатогена на 30 % и более, вызывая при этом массовую (до 74%) деградацию его покоящихся структур [Чулкина и др., 2000; 2007; Торопова и др., 2014; 2021б; Чибис и др., 2019; Хижняк и др., 2023].

При повышении супрессивности почвы за счет обогащения ризосферы растений-хозяев антагонистами, регулирования её физико-химических характеристик, а также агротехнологические приёмы препятствует заболеванию растений [Малюга и др., 2018; Торопова и др., 2018; Бахвалова, Федорова, 2021; Пегова, 2022]. Именно поэтому индукция супрессивности должна стать основным мероприятием в тактике оздоровления почв агроценозов.

Важный прием повышения супрессивности почв – систематическое внесение органических удобрений [Чулкина, 1985; Чулкина и др., 2000; Торопова и др., 2016; Соколов и др., 2018]. Органические удобрения воздействуют на микроорганизмы почвы двумя способами: прямо, как источник дополнительных питательных веществ, и косвенно, за счет повышения продуктивности растений.

Для увеличения интенсивности обеззараживания почв от вредных микроорганизмов при внесении органических удобрений заделывание в почву соломы и других удобрений проводят во влажных условиях при среднесуточной температуре воздуха выше +10 °С. При этом благоприятные гидротермические условия усиливают деятельность почвенных микроорганизмов-деструкторов органического вещества. В долгосрочном плане в результате систематического применения органических удобрений создаются высокосупрессивные почвы, обладающие долговременным механизмом саморегуляции фитосанитарного состояния. [Семенов и др., 2016; Соколов и др., 2018; Торопова и др., 2018; Романов и др., 2019; Чернов, Семенов, 2021].

Комплексное исследования видового состава антагонистов-супрессоров южного чернозема Кулундинской степи Алтайского края показали, что на фоне систематического применения соломы возрастала численность антагонистов [Павлова, 1992].

Установлено, что многолетние травы и озимая пшеница, имеющие мощную корневую систему и более продолжительный вегетационный период, положительно влияют на структуру почвы, а пропашные культуры (кукуруза, картофель) заметно им уступают [Горянин, Щербинина, 2020; Мамиев, 2023].

Уменьшение ротации зернопаровых севооборотов до 3-4 полей с черным паром и традиционной технологией возделывания культур позволяет существенно снизить засоренность посевов и существенно уменьшить количество применяемых химических средств защиты растений. По степени обеспеченности растений элементами питания (подвижным фосфором и обменным калием) севообороты практически равноценны. Введение в схему севооборота парового поля поднимает содержание нитратного азота [Зезин, Постников, 2021; Чибис, 2022; Martínez-García et al., 2018; Bankina et al., 2019].

Одним из важных приемов, влияющих на устойчивости растений к болезням, а также способствующий повышению супрессивности почвы, является применение минеральных удобрений [Торопова и др., 2018; Постовалов, Суханова, 2021; Литовченко, Долгополова, 2022]. В ризосфере яровых зерновых культур при внесении минеральных удобрений отмечается существенное увеличение численности микроорганизмов, участвующих в превращении азотсодержащих соединений в почве. Увеличивается эмиссия углекислого газа по сравнению с контролем в 1,2 раза, активность целлюлазы и протеазы повышается в 1,1-1,6 раза. [Галеева, 2020; Будажапов и др., 2022; Риксен и др., 2024]. Исследование влияния разных форм минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы и изменение структуры микробного сообщества, проведенное в лесостепи Новосибирского Приобья

в 2018 и 2020 году, показывает, что условия, созданные внесением карбамидно-аммиачной смеси, оказались в 3 раза благоприятнее по сравнению с контролем для развития нитрифицирующих бактерий и в 4,8 раза для свободноживущих азотфиксаторов. Так же выявлено, что минеральные удобрения способствуют снижению обсемененности чернозема олигонитрофильными микроорганизмами, живущими в условиях пониженных концентраций азота, и значений коэффициента олиготрофности [Кизимова, Коробова, 2023].

В настоящее время проведено большое количество исследований по выявлению роли предшественников как на продуктивность культурных растений, так и выживаемость в почве деструктивной биоты. Поскольку в регионе исследований происходит постоянная смена высеваемых культур, комплекс фитопатогенов и фитофагов также претерпевает изменения, поэтому следует продолжать работы в данном направлении.

1.3. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы

Как было показано в предыдущих главах, в условиях Сибири яровая пшеница имеет большое количество фитопатогенов, из которых около 75 % в качестве основного или дополнительного фактора передачи во времени используют семена [Чулкина и др., 2000; Торопова, 2005; Торопова и др., 2011a; Власенко и др., 2014; Богдан и др., 2021]. Для получения здоровых выровненных всходов, успешно конкурирующих с сорной растительностью, применяют различные технологии предпосевной обработки семян.

Во многих исследованиях установлена положительная корреляция между хорошей всхожестью семян и их фитосанитарным состоянием и высокой урожайностью растений, что повышает актуальность проведения мероприятий по предпосевной подготовке семян [Торопова, 2005; Гришечкина и др., 2023; Mondal, Bose, 2019; Nalwa, Seth, 2021].

Протравливание семян относится к обязательным профилактическим мероприятиям, направленных против комплекса возбудителей болезней зерновых культур, передающихся с семенами и сохраняющимися в почве

[Торопова, Стецов, 2018; Торопова и др. 2020а; Власова, Попова, 2023; 2024; Гришечкина и др., 2023]. Оно является наиболее экологически безопасным приемом, обусловленным локализацией применения (семена), длительным периодом от внесения до получения продукции (действующее вещество разлагается до периода кущения культуры), пониженной токсичностью по сравнению с препаратами, применяемыми фолиарно [Грехова, Матвеева, 2014; Порсев и др., 2024; Burlakoti et al., 2014]. Следует, однако, учитывать, что эффективность мероприятий зависит от предшественников яровой пшеницы, т.к. они определяют видовой состав и численность фитопатогенов, а также влияют на устойчивость культуры к ним [Торопова, 2005; Долматова, Садовников, 2019; Гришечкина и др., 2023; Figueroa et al., 2018].

В состав патогенного комплекса на семенах яровой пшеницы входят возбудители фузариозно – гельминтоспориозных корневых гнилей (*Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem., грибы рода *Fusarium* Link.), возбудители септориоза *Parastagonospora nodorum* Berk., плесневения семян и черноты зародыша зерна [Кириченко, Торопова, 2013; Коломиец и др., 2017; Burlakoti et al., 2014; Toropova et al., 2023]. В почве содержатся следующие фитопатогены: возбудители корневых гнилей разной этиологии [Торопова, 2005; Горьковенко, 2011; Sokolov et al., 2020; Figueroa et al., 2018]. Все фитопатогены снижают полевую всхожесть, подавляют рост и развитие проростка, ослабляя и снижая конкурентную способность всходов к фитофагам и сорнякам [Чулкина и др., 2007; Хазиев и др., 2015; Постовалов, Суханов, 2020; Торопова и др., 2021б; Glinushkin et al., 2018].

Протравливание семян позволяет свести к минимуму применение фунгицидов на единицу площади посевов при сохранении высокой биологической эффективности. Обработка зерна пестицидами позволяет надежно бороться с различными возбудителями болезней, находящимися в почве и на семенах, с вредителями, защитить растения на стадии прорастания и в течение последующих этапов роста [Долженко и др., 2021б; Пилипенко и др., 2022; Брагинец и др., 2024].

Установлено, что многие системные протравители обладают стимулирующим действием на рост корневой системы и надземной массы растений и повышают урожаи зерновых культур [Торопова и др., 2020а; Калашникова и др., 2023; Eroshenko et al., 2018].

Главными критериями принятия решения по предпосевной подготовке семян является их всхожесть, темпы развития зародышевых органов, длина coleoptиле и фитосанитарное состояние проростков, оцениваемые в ходе фитоэкспертизы [Торопова, Захаров, 2017; Торопова, Стецов, 2018]. Для фитоэкспертизы семян используется метод влажных рулонов, уточнение видового состава фитопатогенов проводится микологическим анализом на различных питательных средах [Фитосанитарная..., 2017].

При получении экологически безопасной продукции (особенно имеющей органические сертификаты), важно использовать альтернативные способы предпосевной подготовки семян. Поэтому все более возрастает интерес к нехимическим методам предпосевной обработки, сопутствующему обеззараживанию семян и стимулированию их прорастания [Долженко, 2021а; Бахчевников и др., 2022; Lori et al., 2017; Los et al., 2018; Carrera-Castano et al., 2020].

В результате ряда научных исследований выявлено положительное воздействие ультрафиолетового излучения на семена сельскохозяйственных растений, в частности пшеницы, заключающейся в увеличении их всхожести, лучшего развития проростков, получения дружных всходов [Araujo et al., 2016; Rifna et al., 2019; Reed et al., 2022].

Все большее распространение получает обработка семян биологическими препаратами. На данный момент наблюдается как расширение области применения уже имеющихся препаратов на основе известных микробиологических организмов, так и регистрация новых, содержащих действующие вещества биогенного происхождения [Долженко и др., 2017].

В 2024 году в Российской Федерации для протравливания зерновых культур было зарегистрировано 20 биологических препаратов, 156 химических, 1 на основе комплекса стрептотрициновых антибиотиков и 2 на основе поли - бета - гидроксимасляной кислоты [Государственный..., 2024].

Биологические препараты представлены на основе различных штаммов следующих микроорганизмов: бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Methylobacterium extorquens*, *Streptomyces hygroscopicus*, *Pseudomonasa ureofaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, и грибов *Trichoderma reesei*, *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma asperellum*.

Но в то же время наблюдается ситуация, при которой при биологической защите растений зерновые культуры в меньшей степени избавляются от возбудителей болезней, что приводит к существенному снижению как продуктивности посевов, так и качества выращенного урожая [Гультяева и др., 2021; Акчурин и др., 2024; Chandran et al., 2021]. Поэтому химические препараты для предпосевной обработки семян не теряют своей актуальности.

При выборе химического препарата для предпосевной обработки семян главным критерием их должны быть: высокая биологическая эффективность, отсутствие фитотоксичности для культуры, длительное и стабильное защитное действие, широкий спектр биологической активности. Использование современных системных инсектофунгицидных протравителей семян с пролонгированным действием в большинстве случаев позволяет отказаться от фолиарных обработок вегетирующих растений в начальный период роста растений и снизить при этом химическую нагрузку на окружающую среду [Глинушкин и др., 2016; Амиров, Толокнов, 2022; Пешков и др., 2024; Ludwig et al., 2018]. Они сочетают в себе положительные качества благодаря сложному составу и хорошо подобранной комбинаторике активных веществ, действующих к разным химическим классам, которые действуют неодинаково и в различных направлениях [Келер и др., 2023].

Ассортимент химических протравителей для зерновых представлен 32 действующими веществами из 14 химических классов [Государственный..., 2024]. Наибольшее число препаратов с фунгицидным действием представлено из таких химических классов, как триазолы (103 препарата), бензимидазолы (36 препаратов) и имидазолы (26 препаратов). Препараты с инсектицидным спектром действия в подавляющем числе случаев содержат в своем составе действующие вещества из класса неоникотиноиды (59 из 63 препаратов).

Эффективность препаратов для предпосевного протравливания семян пшеницы в значительной мере определяется составом действующих веществ, механизмом их действия, погодными условиями вегетации, а также комплексом агроэкологических факторов в период посева обработанных семян [Хижняк и др., 2023; Яценко и др., 2023].

Известно, что системные фунгициды оказывают влияние не только на вредный объект, но и на защищаемое растение [Павлюк и др., 2016].

На сегодняшний день протравители, представленные на рынке средств защиты растений, отличаются друг от друга не только по количеству и составу действующих веществ, но и по препаративной форме. Традиционной формой для протравителей основных мировых производителей является концентрат суспензии [Каракотов и др., 2019; Гришечкина и др., 2023].

Особое значение для качественного протравливания имеет засоренность посевного материала пылью и зерновыми отходами. Эти частицы имеют большую относительную поверхность, в связи с чем протравитель в большей мере связывается с этими частицами, а не на зерно [Торопова и др., 2020а; Султанов и др., 2021; Гришечкина и др., 2023].

В 2012-2017 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири исследовалось влияние различных препаратов для предпосевной обработки семян ячменя. Выявлено преимущество или комбинированных фунгицидно-инсектицидных протравителей (например, Сценик Комби, КС), или баковых смесей фунгицидных и инсектицидных протравителей (например, Скарлет,

МЭ + Имидор Про, КС). Биологическая эффективность против корневых гнилей в фазу кущения и молочной спелости культуры превышала 80 %, а рост урожайности зерна к контролю составил 0,45 и 0,54 т/га соответственно [Доронин и др., 2019].

В 2018-2019 гг. в Краснодарском крае на озимой пшенице проводилось изучение современных фунгицидов на основе тебуконазола, тирама и тиабендазола. Против семенной инфекции эффективность препаратов доходила до 93 % при общем инфицировании семян 49 %. Эффективность против фузариозной корневой гнили, пыльной и твердой головки составила 100 %. Применение предпосевного протравливания семян позволило обеспечить прибавку урожая до 25,9 % (1,5 т/га) [Волкова и др., 2020].

Данные из Иркутской области свидетельствуют, что применение для предпосевного протравливания семян пшеницы препарата на основе тебуконазола 60 г/л и тиабендазола 80 г/л в 2018-2020 гг. позволило сохранить до 0,35 т/га, повысить доход с гектара до 13370 рублей, и понизить себестоимость до 3836 руб/т. Распространенность корневых гнилей в фазу кущения была на 42,6 % ниже, чем в контроле [Султанов и др., 2021].

Исследование инсектофунгицидных протравителей на озимой пшенице в условиях лесостепи Приобья Алтайского края показало высокую эффективность. Так, применение препаратов снижало повреждение культуры проволочником на 45-60 %, а количество личинок злаковых мух на 49-77 % относительно контрольных вариантов. Фунгицидный компонент, содержащийся в протравителях семян, способствовал снижению распространенности корневых гнилей по вариантам опыта в среднем на 15-21 % (на контроле распространенность фитопатогенов составила 35 %, при развитии 13 %) [Пешков и др., 2024].

В условия лесостепи Новосибирского Приобья в 2020 году было исследовано влияние протравителя семян на основе имазалила (100 г/л) и тебуконазола (60 г/л) на урожайность и геометрические характеристики зерна нового урожая по сравнению с различными биологическими препаратами и

контролем. Применение химического протравителя семян способствовало росту урожайности на 0,08 т/га по сравнению с контролем. Предпосевная обработка семян способствовала росту таких показателей зерновки, как объем (на 19,6-29,3%), площадь поверхности (на 12,1-19,2%), сферичность (на 6,3-7,8%). Выявлена тесная коррелятивная связь между показателями массы 1000 зерен и линейными размерами зерна ($r = 0,92-0,98$), а также с объемом зерновки, сферичностью и содержанием эндосперма ($r = 0,98-0,99$). Предпосевная обработка семян яровой пшеницы обеспечивает получение зерна с улучшенными технологическими свойствами [Власенко, Бурлакова, 2021].

Изучением различных норм применения и препаративных форм протравителей на основе тебуконазола занимались в 2019-2021 гг. в лаборатории СФНЦА. При общем заражении семян яровой пшеницы равном 84,9 % (из которых 26,7 % составлял *B. sorokiniana*, а 9,4 % грибы рода *Fusarium*), препараты показали 100 % эффективность против *B. sorokiniana*, но грибы *Fusarium spp.* полностью не контролировались ни одним препаратом (эффективность от 19,1 до 81,9 %). Выявлено, что эффективность протравливания зависит от препаративной формы препарата. Наибольший оздоровительный эффект у проростков яровой пшеницы наблюдали при обработке семян наносуспensionей тебуконазола с нормой расхода 0,5 л/т (100 %), несколько меньший (94,9-95,2 %) – микроэмульсией. Во всех экспериментах по изучению обработки семян яровой мягкой пшеницы разными препаративными формами тебуконазола проявлялись их ретардантные свойства, которые зависели от препаративной формы и нормы применения фунгицида [Халиков и др., 2022].

Исследования показали различия в чувствительности основных почвенных фитопатогенов яровой пшеницы к фунгицидным протравителям при разных нормах их применения в лабораторных условиях. Изучение радиальной скорости роста колоний изолятов фитопатогенных микромицетов *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium poae*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*,

F. sporotrichioides, выделенных из подземных органов яровой пшеницы, показало, что различия достигали 4,5 раза, самым быстро растущим оказался *F. equiseti*, самым медленным был *B. sorokiniana*. Фитопатогены так же имели разную чувствительность к исследуемым препаратам, что требует определения перед предпосевной обработкой семян доминирующих микромицетов и уточнения норм применения протравителей в результате пробного лабораторного протравливания [Трунов, Торопова, 2025a].

В 2022-2023 гг. в условиях Рязанской области протравитель семян на основе имидаклоприда (200 г/л) в норме 0,6 л/т показал высокую эффективность против личинок шведских злаковых мух. Его эффективность в посевах озимой пшеницы была на уровне 78,4 % [Соколов и др., 2023].

Исследования в Курганской области в 2021-2022 гг. на яровой пшенице различных препаратов на основе тебуконазола и пропиконазола в различных сочетаниях показало их высокую эффективность в системе комплексной защиты растений. Применение препаратов на яровой пшенице позволило добиться снижения поражения культуры корневой гнилью на 85-87%, продуктивная кустистость возрастала на 6-11% по сравнению с контролем без обработки. Была получена достоверная прибавка урожая в 0,22 т/га (или 14 %). Так же на препаратах отмечался ретардантный эффект: подземное междоузлье было короче на 1,3-1,5 см по сравнению с контролем [Кекало и др., 2023].

Аналогичные данные получены при изучении роли препаратов в ограничении семенной инфекции яровой пшеницы и в Тюменской области [Ященко и др., 2023]. При исходном заражении семян *Fusarium* spp. 7,5-8,9 %, препараты показали эффективность 53-80 %. Наилучшую эффективность против *B. sorokiniana* (78 %) показал препарат на основе дифеноконазола и ципроконазола. Эффективность препаратов сильно зависела как от первичного уровня заражения семенного материала, так и от сортовых особенностей.

Ряд исследователей отмечают, что для снижения фитотоксичности фунгицидов по отношению к защищаемым растениям, экологической нагрузки на экосистему, а также повышения экономической эффективности возделывания яровой пшеницы возможно применение препаратов со сниженным количеством действующих веществ или комбинации химических и биологических препаратов. Так, при изучении фитотоксического действия тебуконазола, протиоконазола и флудиоксонила были получены результаты, показывающие, что комбинации тебуконазола с протиоконазолом 5:10 ppm и 5:15 ppm, тебуконазола с флудиоксоном 5:10 ppm, протиоконазола с флудиоксоном 5:10 ppm не оказывают фитотоксического действия на защищаемую культуру [Санеева и др., 2022].

Изучение в условиях южной лесостепи Зауралья баковой смеси биологических препаратов с половинными нормами внесения химических протравителей и химических препаратов в полной норме на яровой пшенице показало, что химические протравители семян способствовали укорачиванию coleoptiles на 0,8-1,3 см. Эффективность против семенной инфекции (в контрольном варианте было 19,5 % заражение грибами из рода *Fusarium* и *B. sorokiniana*) была выше на химических препаратах (до 90 %).

Показатели контроля корневой гнили пшеницы в полевых условиях имели отличия при использовании разных методов защиты (химического, биологического, комбинированного). Биологическая эффективность химических протравителей семян составила 60-72 %, и была выше при использовании поликомпонентных препаратов. На варианте биологической защиты семян снижение развития корневой гнили составило 63 %, что было примерно на уровне с однокомпонентными химическими фунгицидами и со смесью бактериального препарата с половинной нормой расхода химического протравителя [Кекало, Немченко, 2024].

Протравливание семян в настоящее время остается наиболее перспективным, экономически и экологически эффективным способом применения средств защиты растений. В то же время требуются

дополнительные исследование условий эффективности препаратов в сочетании с другими элементами технологий возделывания культуры. Актуальным, но недостаточно изученным вопросом остается влияние предшественников яровой пшеницы на эффективность протравливания семян.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Лабораторные эксперименты

В лабораторных условиях было проведено изучение влияние препаратов для предпосевной обработки семян на распространенность фитопатогенов и ростовые процессы яровой пшеницы.

Лабораторные анализы и обследования проводили на базе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в лаборатории экологии болезней растений. В ходе исследований были использованы общепринятые методики лабораторного протравливания семян и анализа семян методом влажных рулонов по ГОСТ 50459-92.

2.2. Полевые эксперименты

Полевые эксперименты проводили на яровой пшенице сорта Новосибирская 31 в течение 2021–2023 гг. в условиях лесостепи Новосибирского Приобья на базе сельскохозяйственного предприятия МЖК «Альва-фарм» (ООО), расположенном в Черепановском районе Новосибирской области по схеме двухфакторного опыта (таблица 2.1).

2.2.1. Условия проведения полевых исследований

2.2.1.1. Агроэкологическая характеристика зоны исследований

С геоморфологической точки зрения территория хозяйства расположена в пределах аллювиальной аккумулятивной приподнятой равнины, преобразованной эрозией (Приобское плато). Почвообразующие породы представлены в основном лессовидными суглинками, по механическому составу среднесуглинистые песчано-крупнопылеватые и легкосуглинистые крупнопылевато-песчаные [Почвенно – климатический..., 1978; Шишов и др., 2004].

Таблица 2.1 – Схема ежегодных полевых экспериментов (2021-2023 гг.)

Предшественник (фактор А)	Схема предпосевной обработки семян (фактор Б)
Пар	Контроль
	Дивиденд Стар, КС – 0,85 л/т
	Дивиденд Стар, КС + Контадор Макси, КС – 0,85 л/т + 0,5 л/т
Однолетние травы	Контроль
	Дивиденд Стар, КС – 0,85 л/т
	Дивиденд Стар, КС + Контадор Макси, КС – 0,85 л/т + 0,5 л/т
Озимая рожь	Контроль
	Дивиденд Стар, КС – 0,85 л/т
	Дивиденд Стар, КС + Контадор Макси, КС – 0,85 л/т + 0,5 л/т

По геоботаническому районированию данная территория относится к Обско-Чулымскому лесостепному округу правобережной Приобской лесостепной провинции [Семендяева и др., 2010].

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным среднесиловым с небольшими вкраплениями чернозема оподзоленного среднесиловым и почвы темно-серой лесной среднесиловой.

Подтип чернозёмов выщелоченных формируется на территории лесостепной зоны. В настоящее время они распаханы повсеместно. Территории, на которых распространен данный подтип почвы, характеризуются чередующимися возвышенностями, подвергнутыми сильным эрозиям, и низменностями. Породы, формирующие почву, представлены в основном лёссом, лёссовидными и тяжёлыми суглинками.

Строение почвенного разреза следующее:

А – гумусовый слой, темно-серый или серо-черный, зернистый либо массивный, структура хорошо выражена, рыхлый либо слабоуплотненный;

АВ – гумусовый слой, неравномерно окрашенный, с темно-серо-коричневым гумусом и коричневыми вкраплениями, орехоподобной структуры или мелкой крошки.

В – некарбонатный переходный слой, темноокрашенные удлиненные языки гумуса, неправильной ромбовидной структуры, с темноокрашенными мембранами на концах структурных единиц, постепенно переходящие в карбонатные слои.

ВСК – иллювиально-карбонатный слой, цвет палево-бурый, структура ореховатая или ореховато-призматическая; окраска горизонта более светлая, благодаря присутствию карбонатных прожилок.

Ск – карбонатная материнская порода, имеющая палевый цвет.

В профиле почв отсутствуют гипс и легкорастворимые соли. Содержание гумуса составляет от 6 до 10 % в верхних 10 см, постепенно уменьшаясь по профилю.

В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты по сравнению с фульвокислотами, с соотношением $C_g:C_f = 1,5:2,0$. В верхней части гумуса реакция среды нейтральная, в то время как в нижней части гумуса она слабо кислая. Поглотительная способность почвы имеет высокий уровень (эквивалентный 40-50 мг на 100 г), а в гумусовом слое эквивалентный 25-35 мг на 100 г, причем поглощающий комплекс почти полностью насыщен основаниями.

В данных почвах естественное плодородие остаётся на высоком уровне, а в нуждах сельского хозяйства они обычно распространены для возделывания зерновых культур, в частности пшеницы яровой и озимой, а также картофеля, подсолнечника и сахарной свеклы. Требуются фосфорные и калийные удобрения [Почвы Новосибирской области, 1966; Гамзиков, Широких, 1977; Хмелев, Танасиенко, 2009; Галеева, 2024].

По агроклиматическому районированию территория хозяйства относится к умеренно теплому увлажненному агроклиматическому подрайону. Безморозный период длится 110-115 дней; сумма температур воздуха выше +10 °С равна 1800-1950 °С; ГТК (по Селянинову) – 1,2-1,4; сумма температур почвы выше +10 °С на глубине 10 см для суглинистых почв составляет 1900-2200 °С. Среднегодовое количество осадков равно

около 400 мм, за май-сентябрь – 270 мм и за май-июнь – 102 мм; запас воды в снеге (исправленный на коэффициент сноса и испарения) – 90 мм. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы по зяби в среднем составляет 120-130 мм с разбросом 100-150 мм [Агроклиматические..., 1971; Лучицкая и др., 2014].

2.2.1.2. Погодные условия в годы проведения исследований

Гидрометеорологические условия в годы исследований отличались разнообразием (рисунок 2.1).

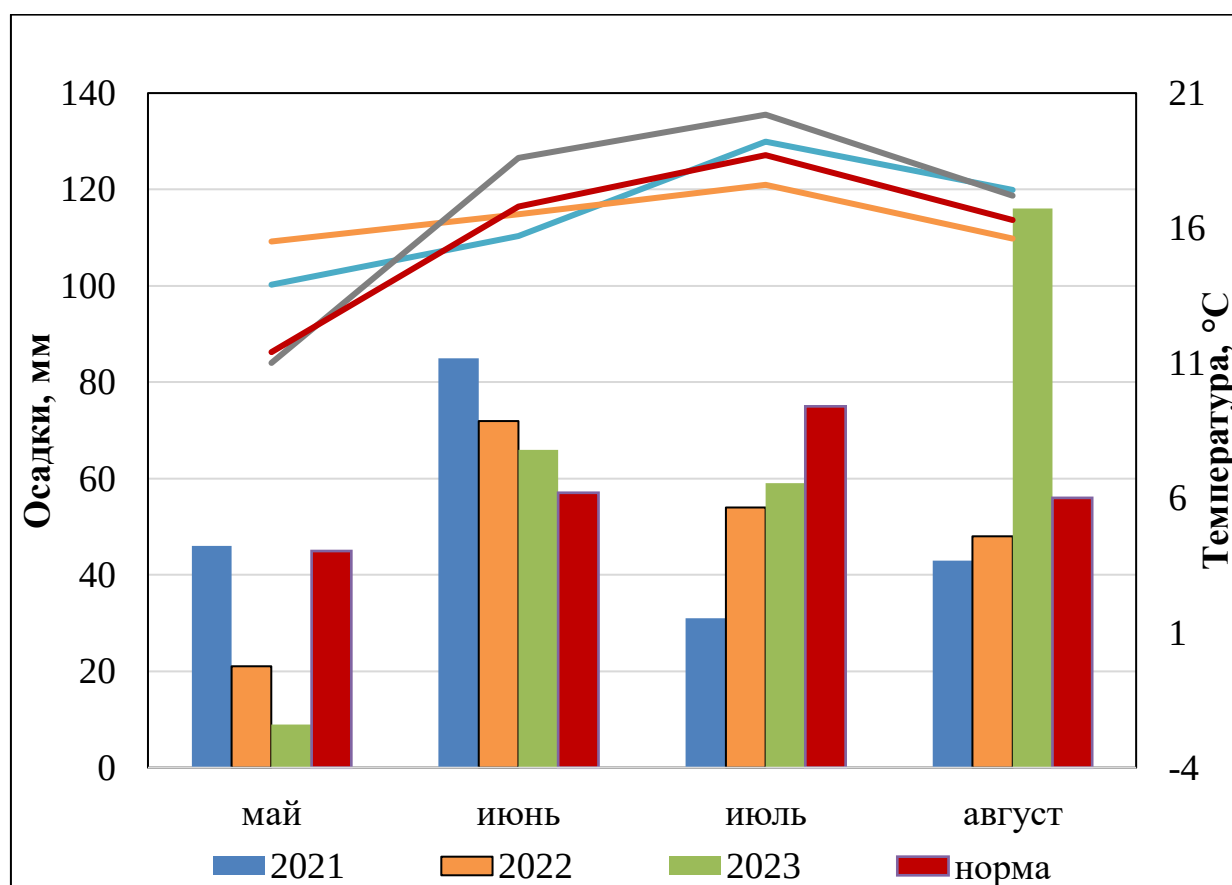


Рисунок 2.1 – Гидротермические условия по данным ГМС Посевнинская вегетационных периодов в 2021-2023 гг.

Начало вегетации 2021 года было благоприятным для роста и развития растений. Осадков выпало около нормы с превышением среднемесячной температуры на 2,5 °C. Июнь выдался прохладным и дождливым: температура ниже среднееголетних значений на 1,1 °C, при превышении нормы осадков на 49,1 % (или 28 мм). В июле и августе стояла устойчивая воздушная засуха, осадков выпало всего 41 и 76 % от нормы с превышением

среднемесячной температуры на 0,9 и 1,1 °С соответственно. Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетацию составил 1,01, что характеризует условия увлажнения как слабо засушливые.

Май 2022 года характеризовался засушливыми условиями: среднемесячная температура воздуха выше нормы на 4,1 °С при уровне осадков 21 мм, или 47 % от нормы. Гидрометеорологические условия июня были близки к среднемноголетним значениям. Температура июля - августа была ниже нормы на 1,1 и 0,7 °С соответственно при дефиците осадков на 28 и 14 %. Гидротермические условия вегетационного периода (ГТК=0,97) характеризовались как слабо засушливые.

Таблица 2.2 – ГТК Селянинова вегетационных периодов по месяцам и годам

Год	Месяц	Сумма температур, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Интенсивность засухи
2021	май	433	46	1,06	Отсутствует
	июнь	470	85	1,81	Отсутствует
	июль	597	31	0,52	Средняя
	август	539	43	0,80	Отсутствует
	среднее			1,01	Отсутствует
2022	май	483	21	0,43	Средняя
	июнь	495	72	1,45	Отсутствует
	июль	548	54	0,99	Отсутствует
	август	481	48	1,00	Отсутствует
	среднее			0,97	Отсутствует
2023	май	348	9	0,26	Сильная
	июнь	556	66	1,19	Отсутствует
	июль	624	59	0,95	Отсутствует
	август	532	116	2,18	Отсутствует
	среднее			1,21	Отсутствует

Вегетационный период 2023 года отметился резкими колебаниями гидрометеорологических условий. Так, в мае выпало всего 20 % осадков от нормы при ГТК=0,26. В летние месяцы наблюдалось превышение среднемесячной температуры воздуха на 0,9-1,8 °С от среднемноголетних значений. В июле отмечался дефицит осадков (на 16 мм ниже нормы), а в

июне и августе было превышение среднемноголетних значений (на 9 и 60 мм соответственно, или 16 и 107 %). Гидротермический коэффициент за вегетацию 2023 года составил 1,21, что соответствует умеренному увлажнению [Ионова и др., 2019].

Таким образом, условия вегетационных периодов лет исследований были разнообразны (таблица 2.2).

Данные таблицы свидетельствуют, что в годы исследований постоянно наблюдались засушливые условия разной интенсивности. Так, в 2021 году наблюдались средне засушливые условия в июле, в 2022 году – в мае, а в 2023 году – сильная засуха в мае. Растения яровой пшеницы ежегодно испытывали гидротермические стрессы, что снижало их устойчивость к фитопатогенам и вредителям.

2.2.1.3. Технология возделывания яровой пшеницы

В ходе исследований применяли общепринятую для зоны технологию возделывания яровой пшеницы. Посев проводили при достижении почвой биологической спелости (14–18 мая) посевным комплексом JD 730, норма высева 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га, глубина посева семян – 5,0-5,5 см. Затем проводили послепосевное прикатывание тяжелыми катками ККЗ 9,2.

На опытном участке мощность гумусового горизонта варьировала от 30 до 40 см. Содержание гумуса (по Тюрину) в верхних горизонтах в среднем по полям – 4,5 % (3,2...7,6). Реакция почвенного раствора (солевая) – близкая к нейтральной (pH=6,1).

Обеспеченность элементами питания в опыте отличалась по предшественникам. Так, содержание нитратного азота (определенного ионометрическим методом) в пахотном слое в среднем по предшественникам составляло: 14,4 мг/кг по пару (9,9...23,5) – среднее содержание, 9,5 мг/кг по вико-овсяной смеси (4,3...19,8) – низкое содержание, 6,9 мг/кг по озимой ржи (5,2...13,2) – низкое содержание. Обеспеченность подвижными формами фосфора (по Николову) по всем предшественникам была средняя: от 16,5 до 33,2 мг P_2O_5 /кг. Содержание обменного калия (по Масловой) для зерновых

культур – высокая (220...290 мг K_2O /кг) [Якименко, Бойко, 2019]. Обеспеченность подвижной (сульфатной) серой (экстрагент – 1 н KCl) по всем полям низкая (0,71...3,46 мг S/кг). В целом черноземы обладали благоприятными в агрономическом отношении физическими, водно - физическими и химическими свойствами.

Система питания – припосевное внесение аммиачной селитры в рядок ниже расположения семян на 2-3 см с нормой 120 кг/га. Далее по вегетации совместно с химическими обработками применяли карбамид в общей дозе до 20 кг/га в физическом весе.

Для борьбы с сорной растительностью в фазу кущения культуры применяли гербициды на основе следующих действующих веществ: сложный 2-этил-гексиловый эфир 2,4-Д кислоты, 410 г/л + флорасулам, 7,4 г/кг – 0,5 л/га; феноксапроп-П-этил, 90 г/л, клодинафоп-пропаргил, 60 г/л, антидот клоквинтосет-мексил, 40 г/л – 0,5 л/га. В фазу флаг-листа – начало колошения (после учета симптомов) против листостеблевых болезней применяли фунгицид на основе пропиконазола и тебуконазола (300 и 200 г/л соответственно) – 0,5 л/га. Расход рабочей жидкости при всех обработках – 200 л/га. Обработки проводили самоходным опрыскивателем Jacto Unipoint 4530.

Уборку яровой пшеницы проводили в фазу полной (твердой) спелости прямым комбайнированием (RSM 161).

Площадь под каждым вариантом опыта – 50 га. Повторность опыта трехкратная.

2.2.1.4. Характеристика применяемых препаратов

Протравливание семян перед посевом проводили фунгицидным протравителем Дивиденд Стар, КС (30 г/л дифконазол + 6,3 г/л ципроконазол) – 0,85 л/т или баковой смесью с добавлением инсектицидного протравителя Контадор Макси, КС (600 г/л имидаклоприд) – 0,5 л/т. Расход рабочей жидкости – 10 л/т. Контролем служили непротравленные семена.

Далее рассмотрим механизм действия и основные характеристики действующих веществ применяемых препаратов.

Азолы – нарушают биосинтез стерина в организме грибов, синтез эргостерина, через блокирование реакции отщепления метильной группы от ланостерина в 14-положении. Так как стерин отвечает за прочность мембран клеток, азолы не подавляют прорастания спор, но ингибируют удлинение ростовых трубок, дифференциацию клеток и рост мицелия [Кекало и др., 2017; Халиков и др., 2022].

Представители этого химического класса, обладая высокой эффективностью против возбудителей твердой и пыльной головни, в меньшей степени оказывают влияние на возбудителей корневых гнилей [Гришечкина и др., 2023]. Но, с другой стороны, препараты на основе триазолов при обработке семян зерновых культур влияют на рост и развитие всходов, уменьшают длину coleoptily, первого листа и междоузлий, снижают число первичных корней [Ленточкин, 2023].

Дифеноконазол [цис, транс-3-хлор-4[4-метил-2-(1H-1,2,4-триазол-1-ил-метил)-1,3-диоксолан-2-ил-] фенил-4-хлорфенилэфир] – действующее вещество пестицидов (фунгицидов). Дифеноконазол проникает в ткани растения, полностью ингибирует рост субкутикулярного мицелия, снижает уровень спороношения патогена. Хорошо растворим в большинстве органических растворителей. Стабилен до 300 °C. Смесь цис- и транс-изомеров.

Ципроконазол [(2 RS, 3 RS; 2 RS,3 SR)-2-(4-хлорфенил)-3-циклопропил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-ил) бутан-2-ол] – действующее вещество пестицидов (фунгицидов). Обладает специфичной активностью против ржавчинных грибов. Ингибирует биосинтез стерина, в том числе эргостерола, в клетках грибов, подавляя C-14-деметиляцию взаимодействием с цитохромом P-450. В отличие от других ингибиторов биосинтеза стерина (триадименол), ципроконазол имеет более широкий

ареал действия, обусловленный физико-химическими свойствами, поглощением и перемещением в растениях [Андреева, Зинченко, 2002].

Стабилен в водных растворах при pH 5–9 и под воздействием УФ-света. При обычных условиях хранения устойчив. Хорошо растворим в большинстве органических растворителей [Paganjare et al., 2014].

Неоникотиноиды. Современный класс инсектицидов селективного действия, широко применяемых в растениеводстве, ветеринарии и быту. Неоникотиноиды проникают кишечным и контактным способом. Как и природный никотин, они необратимо связываются с никотиновыми рецепторами ацетилхолина, передающего электрохимический импульс от нервных клеток к мышцам.

Важным является тот факт, что при обработке семян показатель токсической нагрузки препаратов достаточно низкий (4,8...6,1 полулетальных доз на 1 га), что обуславливает их экологически и экономически выгодное применение против комплексной инфекции и вредных членистоногих. Инсектициды выступают ядами нервнопаралитического действия, и представляют потенциальную опасность для человека и окружающей сред [Кашутина и др., 2024; Paidi et al., 2021]. В организме теплокровных животных действующие вещества протравителей быстро разлагаются до нетоксичных водорастворимых веществ, а в водной среде проявляют нестабильность [Комарова, Человечкова, 2021; Jimenez-Jimenez et al., 2019; Jaiswal et al., 2024].

Имидаклоприд [4,5-дигидро-N-нитро-1-[(6-хлор-3-пиридил)-метил]-имидазолидин-2-ил-амин] – действующее вещество пестицидов. Используется (в том числе в смесях с другими активными компонентами) в сельском хозяйстве и в практике медицинской, санитарной и бытовой дезинсекции для борьбы с вредными и синантропными насекомыми [Vakhide, 2014].

Согласно классификации IRAC, имидаклоприд относится к группе 4, подгруппа А, по механизму действия на вредителей является конкурентным

модулятором никотиновых ацетилхолиновых рецепторов [Paranjape et al., 2014].

Имидаклоприд взаимодействует с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами (Н-ХР) постсинаптической мембраны и вызывает гиперполяризацию мембраны нейронов, что приводит к нарушению проведения нервного импульса и гибели насекомых от конвульсий и паралича [Бойко и др., 2015; Paranjape et al., 2014]

2.2.1.5. Элементы технологии возделывания предшественников яровой пшеницы

В полевых экспериментах яровую пшеницу возделывали по следующим предшественникам: ранний чистый пар, озимая рожь на зерно, однолетние травы на зеленую массу.

Технология подготовки **раннего чистого пара** включала следующие операции: весной 1-2 обработки дискатором DX 850/880 на глубину 15 см для провоцирования роста сорной растительности и заделки растительных остатков предшествующей культуры; далее по мере отрастания сорняков – обработка гербицидом неизбирательного действия на основе солей глифосата; через 20 дней – обработка культиватором КИТ-9 на глубину 18 см. Далее или выравнивание поля зубowymi боронами перед посевом озимых культур, или 1-2 обработки культиватором КИТ-9 по мере необходимости (для последующего посева яровых культур).

Озимую рожь сорта Тетра короткая высевали после раннего чистого пара. Норма высева – 4,5 млн. всхожих семян на гектар. Перед посевом семена обрабатывали фунгицидным препаратом на основе тебуконазола. Система питания – припосевное внесение аммиачной селитры в рядок ниже расположения семян на 2-3 см с нормой 80 кг/га; весной при достижении физической спелости почвы – внесение аммиачной селитры методом разбрасывания в норме 100 кг/га с последующей обработкой посевов зубowymi боронами. В фазу кущения проводили гербицидную обработку против двудольных сорняков препаратом на основе 2,4-Д (2-этилгексиловый

эфир) и флорасулама. Препараты с фунгицидным и инсектицидным действием не применяли. Уборку проводили в фазу полной спелости способом прямого комбайнирования (RSM 161). Затем была проведена послеуборочная обработка почвы культиватором КИТ-9 на глубину 15-18 см.

Однолетние травы представляли собой двухкомпонентную смесь на основе ярового овса сорта Ровесник и вики яровой сорта Барнаулка. Норма высева: 3,5 млн. всхожих зерен овса и 0,7 млн. всхожих зерен вики. Система питания включала припосевное внесение аммиачной селитры в рядок ниже расположения семян на 2-3 см с нормой 100 кг/га. Обработку пестицидами не проводили. Скашивание зеленой массы вели роторной косилкой KRONE EasyCut В 870 при достижении овсом фазы флаг-листа (вика при этом находилась в фазе бутонизации), далее после достижения растительной массой около 65 % влажности проводили сгребание ее в валок валкообразователем Krone Swadro TC 1250. Для подбора валков с последующим измельчением использовали комбайн Krone Big X 880. После уборки проводили двукратную зяблевую обработку почвы культиватором КИТ-9 на глубину 15-18 см.

2.2.1.6. Характеристика сорта яровой пшеницы

В экспериментах яровую пшеницу сорта Новосибирская 31 высевали по трем предшественникам: чистый пар, вико-овсяная смесь на зеленую массу (зерносенаж), озимая рожь на зерно.

Сорт Новосибирская 31 относится к пшенице мягкой яровой *Triticum aestivum* L.

Патентообладатель: Институт цитологии и генетики СО РАН.

Создан Лихенко И.Е., Лихенко Н.Н., Орловой Е.А., Советовым В.В., Сочаловой Л.П., Степочкиной Н.И. методом индивидуального отбора из популяции, полученной в результате гибридизации сортов (Тюменская 80 х Л41) х Sport.

Среднеранний сорт. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам в 2010 году.

Разновидность лютесценс. Куст полупрямостоячий – промежуточный. Растение среднерослое. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе сильный, на верхнем междоузлии соломины и на влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, рыхлый - средней плотности, белый, с короткими остевидными отростками на конце. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец прямой - слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 32-41 г.

Вегетационный период 72-95 дней. Устойчив к полеганию. Средне засухоустойчив. Хлебопекарные качества хорошие. Сильная пшеница. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине и септориозу. В полевых условиях пыльной головней поражался сильно.

Максимальная урожайность – 5,83 т/га получена в Новосибирской области в 2009 г [www.sibniirs.ru/catalog-sortov/].

2.3. Методы исследований

2.3.1. Перечень учетов и схема отбора образцов

Для оценки посевных качеств и фитосанитарного состояния семенного материала, а также определения эффективности протравителей перед посевом и после уборки была проведена фитоэкспертиза семян методом влажных рулонов по ГОСТ 50459-92 [Фитосанитарная диагностика..., 2017].

Отбор образцов для оценки пораженности подземных органов яровой пшеницы корневыми гнилями и определения этиологии болезни был проведен ежегодно в фазы полных всходов и твердой спелости культуры.

На каждом варианте были отобраны по 60 растений (по 20 растений с каждой повторности) яровой пшеницы и проведен их фитопатологический анализ дифференцированно по органам – в фазу всходов: корень и coleoptile; в фазу твердой спелости: основание стебля, первичные и вторичные корни.

На анализируемых органах была уточнена этиология болезни путем проведения их микологического анализа на агаре Чапека в пятикратной повторности [Фитосанитарная диагностика..., 2017].

Для выявления воздействия предшественников и протравителей на численность и выживание популяции *B. sorokiniana* по доле жизнеспособных и деградированных конидий фитопатогена в почве был использован метод флотации. Отбор почвенных образцов был проведен в 2021-2023 годах, в 2 точках участков каждой повторности, всего в 6, перед посевом культуры [Фитосанитарная диагностика..., 2017].

С целью выявления уровня индукции супрессивности почвы к основным фитопатогенам (*Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium oxysporum*) была определена супрессивность почвы по авторской методике [Фитосанитарная диагностика..., 2017].

Для оценки эффективности протравливания семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов в фазу начала кущения яровой пшеницы проводили учет поврежденности растений фитофагами.

После уборки по каждому варианту опыта определяли структуру урожайности, биологическую урожайность и качество зерна (ГОСТ 9353–2016).

Статистическую обработку результатов исследований проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа по методике Б.А. Доспехова [1985] с использованием программы Snedecor.

Ниже приведено детальное описание использованных методик.

2.3.2. Методики анализа растительных и почвенных образцов

2.3.2.1. Метод лабораторного протравливания семян

Яровую пшеницу сорта Новосибирская 31 обрабатывали препаратами для предпосевной обработки семян: Дивиденд Стар, КС – 0,85 л/т в чистом виде или баковая смесь Дивиденд Стар, КС + Контадор Макси, КС – 0,85 л/т + 0,5 л/т. Расход рабочей жидкости 8-10 л/т.

Для протравливания семян изначально готовили маточный раствор, концентрация препарата в котором соответствовала рекомендуемой норме применения при работе рабочим раствором в количестве 8-10 л/т.

На следующем этапе в чистую пластиковую емкость с плотно закрывающейся крышкой насыпали 100 г семян, предназначенных для протравливания. С помощью чистого нового 1-2 мм шприца из маточного раствора отбирали 0,8 мл рабочей жидкости, и через иголку равномерно наносили на поверхность зерна, закрывали крышкой и тщательно встряхивали на протяжении 2-3 минут. Протравленные семена рассыпали на фильтровальную бумагу и подсушивали.

Оценивали влияние препаратов на всхожесть семян яровой пшеницы, ростовые процессы зародышевых органов, распространенность фитопатогенов.

2.3.2.2. Метод учёта поврежденности стеблей внутрестеблевыми вредителями [Фитосанитарная диагностика..., 2017]

Учёт внутрестеблевых вредителей проводили по диагонали, отбирали по 10 растений 10 проб (20×5). Каждое растение тщательно осматривали на наличие вредителя, вскрывая стебли, листья, побеги. Количество растений, заселенных вредителем и самих вредителей, подсчитывали. После чего рассчитывали количество фитофагов на 1 растение и количество поврежденных растений в пробе.

2.3.2.3. Методики учета поврежденности растений хлебной полосатой блошкой [Поспелов и др., 1979]

Поврежденность растений хлебной полосатой блошкой оценивали выборкой растений в количестве 10 шт. в 10 местах поля. Степень поврежденности растений блошками оценивали по пятибалльной шкале:

- 1 балл – объедено от 0 до 5 % поверхности листьев;
- 2 балла – от 5 до 29 %;
- 3 балла – от 25 до 50 %;
- 4 балла – от 50 до 75 %;
- 5 баллов – от 75 до 100 %.

2.3.2.4. Определение общей супрессивности почвы по ограничению роста фитопатогена [Фитосанитарная диагностика..., 2017]

Образец исходной почвы с влажностью 60-70 % (или в процессе работы могли увеличить влажность чрезмерно иссушенной почвы орошением из иглы шприца) и массой 10 г помещали в чашку Петри диаметром 90 мм, затем заливали охлаждённой агаризованной питательной средой Чапека для культивирования тест-объекта. На поверхности застывшей среды размещали по 10 агаровых блоков одинакового диаметра (по 3-4 мм), вырезанных прободоотборником (использовали обрезанный носик для пипетатора) из 7-10-дневной чистой культуры тест-объекта. В качестве контроля использовали агаризованную среду без почвы, на которой размещали идентичные агаровые блоки с тест-объектом.

Измерения диаметра колоний тест-объекта производили на третьи сутки. О супрессивности почвы свидетельствовали два показателя: 1) полное подавление роста гриба (по числу блоков без признаков роста тест-объекта от общего числа исследуемых блоков); 2) ограничение радиального роста развивающихся из блоков колоний (по сравнению с контролем).

Численный показатель супрессивности вычисляли по формуле

$$C = ((N1 + N2 \times d/D) \times 100)/N,$$

где C – супрессивность почвы, %;

N1 – число блоков без признаков роста тест-объекта;

N2 – число блоков тест-объекта с развивающимися колониями;

d – средний диаметр колоний тест-объекта, мм;

D – средний диаметр контрольных колоний, мм;

N – общее число блоков тест-объекта в опыте;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Если почва стимулировала развитие фитопатогена, то значение показателя супрессивности было отрицательным. Супрессивность варьируется от 100 %, что является полной супрессивностью, до 0 % или отрицательного значения – кондуктивная почва.

2.3.2.5. Методы определения технологических качеств зерна

Для установления технологических качеств зерна яровой пшеницы согласно ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» проводили определение следующих показателей:

- натура зерна при помощи рабочей пурки (ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры»);
- определение стекловидности зерна при помощи диафаноскопа (ГОСТ 10987-76 «Зерно. Методы определения стекловидности»);
- содержание белка в зерне (ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»);
- содержание клейковины в зерне и ее качество (ГОСТ Р 54478-2011 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице»).

Все анализы проводили в сертифицированной производственно-технологической лаборатории Черепановского комбината хлебопродуктов.

2.3.2.6. Методы определения коэффициента общности видового состава и показателя эффективности агроприемов

Коэффициент общности видового состава (коэффициент Жаккара):

$$K = \frac{c}{a+b-c},$$

где К – коэффициент Жаккара;

а – количество видов в 1 сообществе;

б – количество видов во 2 сообществе;

с – количество общих видов для 2 сообществ.

Коэффициент эффективности агроприема:

$$K = \frac{A-B}{A} * 100,$$

где К – коэффициент эффективности;

А – показатель в контроле;

В – показатель в опыте;

100 – коэффициент перевода [Зайцев, 1990].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в зависимости от предшественника

3.1.1. Мониторинг вредных организмов яровой пшеницы

Ежегодно в посевах яровой пшеницы разных регионов возделывания встречается большое разнообразие вредных организмов, наносящих существенный вред культуре [Санин и др., 2020]. Их таксономический состав, а также вредоносность, сильно отличается по годам и предшественникам, по которым высеяна яровая пшеница [Кекало и др., 2022; Торопова и др., 2022]. Результаты оценки вредоносности фитопатогенов, фитофагов и сорных растений яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья представлены в таблице 3.1.

Корневые гнили ежегодно наносили существенный вред посевам яровой пшеницы в течение всей вегетации культуры. Они были представлены гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнилью (возб. *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke; *H. sorokiniana* Sacc.; *Drechslera sorokiniana* Subram.)) и фузариозной корневой гнилью, вызываемой грибами из рода *Fusarium* Link.

Встречались повсеместно. Вредоносность сильно зависела как от погодных условий вегетации, так и распространения корневых гнилей в предыдущем сезоне по предшественнику. Здесь необходимо отметить, что корневые гнили встречались не только на культурных злаках, но и на сорной растительности (овсюг, пырей ползучий, виды проса и щетинника). Поэтому сильное засорение предшествующей культуры злаковыми сорняками способствовало развитию корневых гнилей яровой пшеницы в следующем году [Селюк и др., 2016]. Такая ситуация наблюдалась в острозасушливом 2020 году, когда дожди второй половины вегетационного сезона способствовали появлению всходов большого количества сорных злаков, на которых успешно развивались корневые гнили различной этиологии.

Таблица 3.1 – Вредные объекты в агроценозах яровой пшеницы по предшественникам и годам

Вредный объект	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Фузариозно-гельминториозные корневые гнили	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	+++
Бурая ржавчина	+++	++	+	++	++	+	++	+	+
Мучнистая роса	++	++	+	++	++	+	+	+	+
Септориоз листьев	++	++	+	++	++	+	++	+	+
Темно-бурая пятнистость листьев	+	+++	++	+	++	++	++	++	++
Пыльная головня	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хлебная полосатая блошка	+	++	++	+	+++	+++	+	++	+++
Пшеничный трипс	+	++	+	+	++	+	+	+	+
Злаковые мухи	++	+++	++	++	+++	++	++	+++	++
Злаковые тли	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Пьявица красногрудая	+	+	+	+	+	0	+	+	0
Хлебный пилильщик	++	++	+	++	+	+	++	+	+
Мололетние сорные растения	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Многолетние сорные растения	+	+	++	+	+	++	+	+	++
Альтернариоз зерна*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Суммарная оценка вредоносности	24	27	21	23	26	21	23	22	21

+++ высокая распространенность и вредоносность (200 и более % от ЭПВ)

++ умеренная распространенность и вредоносность (100-200 % от ЭПВ)

+ слабая распространенность и вредоносность (до 100 % от ЭПВ)

0 вредный объект отсутствовал

* порог вредоносности не определен

В этой связи в следующем 2021 году яровая пшеница по всем предшественникам в значительной степени поражалась корневыми гнилями. В последующие годы сильное развитие болезни было отмечено только по зерновому предшественнику, а по фитосанитарным предшественникам (пар и однолетние травы) наблюдалось умеренное развитие корневых гнилей.

Листостеблевые инфекции постоянно присутствовали в посевах яровой пшеницы. Бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. et Desm.) была наиболее вредоносна в посевах по пару в 2021 году. Теплая погода с выпадением осадков благоприятствовала воздушно-капельной передаче возбудителя инфекции [Торопова и др., 2011б; Кекало и др., 2017]. Возможно, восприимчивость сорта яровой пшеницы к бурой ржавчине была выше по паровому предшественнику из-за изменения соотношения азота и фосфора в результате активной нитрификации растительных остатков в паровом звене севооборота [Торопова и др., 2021б; Кекало и др., 2022]. Немаловажную роль в распространении ржавчины имела избыточная густота посевов яровой пшеницы, поэтому бурая ржавчина с большей интенсивностью развивалась по пару и однолетним травам, чем по озимой ржи.

Распространение мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC) Speer.) в посевах яровой пшеницы также, вероятно, было связано с густотой посевов. В 2021-2022 годах яровая пшеница по пару и однолетним травам имела высокую продуктивную кустистость, а погодные условия с повышенными температурой и влажностью воздуха способствовали развитию инфекции. В остальных случаях мучнистая роса не имела значительного распространения.

Поражение растений яровой пшеницы септориозом (*Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous (sin. *Depazea nodorum* Berk.), *Septoria tritici* Rob. et Desm.) в 2021-2022 годах было умеренным по всем предшественникам, а в 2023 году, в связи с засушливыми условиями, инфекция была в депрессивном состоянии.

Темно-бурая пятнистость (гельминтоспориоз) (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.) ежегодно была распространена на яровой пшенице в связи с

высокой заселенностью почвы возбудителем инфекции и наличием капельной влаги, обеспечившей горизонтальную передачу фитопатогена (таблица 3.2) [Торопова и др., 2024a]. Распространенность темно-бурой пятнистости в годы исследования по предшественникам в фазу кущения яровой пшеницы показана в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев в фазу кущения яровой пшеницы по предшественникам и годам, %

Предшественник	2021	2022	2023	Среднее по годам
Пар	30,0	100,0	80,9	70,3
Однолетние травы	49,2	72,4	81,5	67,7
Озимая рожь	66,0	78,0	95,1	79,7
НСР ₀₅	10,4	12,0	8,7	9,2

Анализ таблицы 3.2 свидетельствует о ежегодном распространении темно- бурой пятнистости листьев значительно выше ЭПВ (20 %). В среднем за 3 года наибольшее поражение листьев в фазу кущения (в 4 раза выше ЭПВ) было выявлено по зерновому предшественнику. Паровой предшественник обеспечил снижение распространенности темно- бурой пятнистости в среднем по годам на 11,8 %, однако в 2022 году распространенность болезни достигла предельного значения (100 %) на пшенице, посеянной именно по пару. Биологическая эффективность пара против темно-бурой пятнистости в фазу кущения была максимальной в 2021 году и составила 54,5 %, а в 2022 году после пара инфекция развивалась на яровой пшенице даже сильнее, чем после озимой ржи. Следует отметить нестабильность фитосанитарного действия пара против темно-бурой пятнистости, биологическая эффективность колебалась по годам в значительной степени.

Однолетние травы показали себя более стабильным фитосанитарным предшественником в отношении темно-бурой пятнистости яровой пшеницы, колебание их биологической эффективности по сравнению с зерновым

предшественником составило 7,2...25,5 %, а в среднем по годам биологическая эффективность составила 15,1 %.

В фазу колошения яровой пшеницы распространенность темно- бурой пятнистости не имела достоверных различий по предшественникам, хотя значительно различалось по годам исследований (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев в фазу колошения яровой пшеницы по предшественникам и годам, %

Предшественник	2021	2022	2023	Среднее по годам
Пар	42,0	68,0	94,9	68,3
Однолетние травы	37,0	90,0	79,4	68,8
Озимая рожь	48,0	100,0	83,9	77,3
НСР ₀₅	5,3	14,0	12,1	9,9

Данные мониторинга темно-бурой пятнистости в фазу колошения показали, что фитосанитарные предшественники не проявили достоверной биологической эффективности в среднем по годам. Максимальную в опыте биологическую эффективность показал пар в 2022 году, она составила 32 %, однако была нестабильной по годам.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на распространенность темно- бурой пятнистости в фазу кущения составил 12,9 %, в фазу колошения – 7,2 %; сила влияния фактора «год» в фазу кущения составила 14,2 %, в фазу колошения – 82,9 % (здесь и далее достоверность результатов анализа на 5 % уровне значимости).

Таким образом, темно-бурая пятнистость листьев имела значительную распространенность на яровой пшенице, возделываемой по разным предшественникам. Максимального развития инфекция достигала уже в фазу кущения, затем увеличение распространенности происходило медленно, в ряде случаев распространение темно-бурой пятнистости могло снижаться в ходе вегетации культуры. Предшественники в 1,8 раза сильнее влияли на распространенность болезни в фазу кущения, по сравнению с фазой колошения, напротив, сила влияния гидротермических факторов на распространенность темно-бурой пятнистости возросла в колошение в 5,8 раз

по сравнению с фазой кущения. Эти результаты отражали контрастность погодных условий в годы исследований и высокую зависимость уровня реализации дополнительной экологической ниши в листьях растений почвенным фитопатогеном *B. sorokiniana*.

Пыльная головня пшеницы (*Ustilago tritici* Jens.) ежегодно присутствовала в небольшом количестве на посеве контрольных вариантов (без предпосевной обработки семян фунгицидным препаратом). На вариантах с протравленными семенами заболевание не встречалось.

Вредители всходов были представлены злаковыми мухами (яровая муха (*Phorbia genitalis* Schnalb.), ячменная шведская муха (*Oscinella pusilla* Mg.), овсяная шведская муха (*Oscinella frit* L.), гессенская муха (*Mayetiola destructor* Say.)) и хлебной полосатой блошкой (*Phyllotreta vittula* Redt.). Поврежденность листьев яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой в фазу всходов по предшественникам и годам представлена в таблице 3.4.

Данные таблицы свидетельствуют, что повреждение листовой поверхности пшеницы хлебной полосатой блошкой доходило до 65,1 %, что многократно превышало ЭПВ (ЭПВ - повреждение первого листа более, чем на 15 %). Наибольшая интенсивность повреждения блошками листовой пластинки первых листьев отмечено по однолетним травам в 2022-2023 годах, а также по озимой ржи в 2023 году. Самое сильное среднее повреждение листьев за 3 года отмечено при возделывании яровой пшеницы по однолетним травам (38,2 %).

Таблица 3.4 – Поврежденность листьев яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой, %

Предшественник	2021	2022	2023	Среднее по годам
Пар	6,2	36,9	36,1	26,4
Однолетние травы	12,3	50,3	52,0	38,2
Озимая рожь	15,9	27,0	65,1	36,0
НСР ₀₅	1,4	7,3	11,0	9,0

Возделывание яровой пшеницы по пару достоверно снизило повреждение листьев хлебной полосатой блошкой – на 11,8 и 9,6 % по сравнению с однолетними травами и озимой рожью соответственно.

По данным дисперсионного анализа выявлено, что сила влияния фактора «год» на поврежденность листьев хлебной блошкой составила 67,8 %, фактора «предшественник» – 27,1 %.

Результаты учетов поврежденности стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами в фазу кущения культуры представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами по годам и предшественникам, %

Предшественник	2021	2022	2023	Среднее по годам
Пар	6,5	12,4	8,2	9,0
Однолетние травы	8,0	11,0	9,1	9,4
Озимая рожь	9,6	12,4	13,2	11,7
НСР ₀₅	1,9	1,1	2,0	2,1

Злаковые мухи ежегодно повреждали посевы на уровне или выше ЭПВ (6-10 %) и наносили существенный экономический вред. Наибольшее распространение повреждения стеблей отмечено в 2022 году по всем предшественникам. В среднем за 3 года наибольшая поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами отмечена по озимой ржи – 11,7 %, что достоверно больше, чем по однолетним травам и пару.

Сила влияния фактора «год» на поврежденность стеблей злаковыми мухами составила 41,4 %, фактора «предшественник» – 28,3 %.

В последующие стадии развития яровой пшеницы наиболее вредоносными были следующие фитофаги: пьявица красногрудая (*Ouleta melanopus* L.), обыкновенный хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus* L.), злаковые тли (большая злаковая тля (*Sitobion avenae* F.), обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.), обыкновенная черемуховая тля (*Rhopalosiphum padi* L.)) и пшеничный трипс (*Haplotrips tritici* Kurd.).

Пшеничный трипс ежегодно присутствовал в посевах яровой пшеницы с умеренной вредоносностью. Наибольшее распространение трипсов отмечено в 2022 году по пару и однолетним травам. Вредоносность злаковых тлей в годы исследования была высокой по всем предшественникам, но в 2023 году по озимой ржи вредитель не был отмечен. Заселение посевов пшеницы красногрудой пьявицей носило очаговый характер, вредоносность фитофага была на слабом уровне. Обыкновенный хлебный пилильщик в небольших количествах ежегодно наблюдался в посевах яровой пшеницы, его наибольшее распространение отмечено в 2021 году. Достоверной зависимости численности вредителя от предшественников выявлено не было.

Засоренность посевов яровой пшеницы является одним из факторов, осложняющих фитосанитарное состояние культуры [Дерябин и др., 2023]. Сорные растения снижают полевую всхожесть, задерживают рост и развитие яровой пшеницы. Сорняки являются естественными резерватами возбудителей инфекций яровой пшеницы, а также вредителей [Селюк и др., 2016].

Засорение посевов яровой пшеницы малолетней сорной растительностью ежегодно находилось на существенном уровне. Злаковые сорняки были представлены в основном овсюгом (*Avena fatua* L.), видами проса: сорнополевое (*Panicum miliaceum* L.) и куриное (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) и видами щетинника: зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) и сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv.). Видовое разнообразие двудольных сорняков в посевах яровой пшеницы было намного больше, чем злаковых. Наиболее распространенными и вредоносными были марь белая (*Chenopodium album* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana* Ehrh.) и многие другие. Общее разнообразие двудольных сорных видов составляло ежегодно до 27 и более видов и не зависело от предшественников.

Вредоносность многолетних сорняков была на низком уровне в связи с их небольшой численностью. Исключением стал только засушливый 2023

год, когда в начале вегетации яровой пшеницы многолетние сорные растения успешно конкурировали с ней за почвенную влагу. Многолетняя сорная растительность была представлена в основном пыреем ползучим (*Erythraea repens* (L.) Nevski), вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis* L.), молочаем лозным (*Euphorbia virgata* Waldst.), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.) и, единично, другими видами.

Таким образом, таксономический состав вредных организмов яровой пшеницы был типичным для зоны исследований [Торопова, 2005; Чулкина и др., 2007; Власенко и др., 2018; Торопова и др., 2022]. Подавляющее большинство таксонов составили листостеблевые виды, против которых в течение вегетаций яровой пшеницы по всем предшественникам проводили пестицидные обработки на профилактической основе в фазу флаг-листа – начало колошения (после учета заболеваний) фунгицидом на основе пропиконазола и тебуконазола (300 и 200 г/л соответственно) – 0,5 л/га.

Коэффициенты общности видового состава сообщества вредных организмов составляли по годам 0,86...1,0, что свидетельствует о стабильности деструктивного сообщества. Только в остро засушливом 2023 году было отмечено снижение видового разнообразия влаголюбивых видов фитопатогенов и фитофагов.

Коэффициенты общности видового состава сообщества вредных видов по предшественникам составили 0,82...1,0, что свидетельствует о недостаточной фитосанитарной эффективности предшественников в зоне исследований и необходимости оптимизации интегрированной защиты растений, включающей оперативные методы, в частности, протравливание семян.

Оценка общности видового состава наиболее распространенных и вредоносных фитопатогенов, фитофагов и сорняков показала, что их активное размножение и доминирование в сообществах зависело как от условий года, так и от предшественников. Так, по паровому предшественнику коэффициенты общности доминантов были по годам на

нулевом уровне, то есть общих доминирующих видов, проявлявших высокую распространенность и вредоносность на яровой пшенице после пара в течение трех лет выявлено не было. Это свидетельствует о наличии у пара фитосанитарных свойств, нарушающих стабильное функционирование доминантного сообщества вредных организмов яровой пшеницы.

После однолетних трав была отмечена аналогичная ситуация, только между 2022 и 2023 годами коэффициент общности доминирующих видов составил 0,5, по остальным годам он тоже был на нулевой отметке. То есть фитосанитарная активность однолетних трав так же была высокой и нарушала стабильность доминантного сообщества вредных организмов на возделываемой после трав яровой пшенице.

Озимая рожь, как предшественник, показала коэффициенты общности видового состава основных вредных организмов яровой пшеницы по годам на уровне 0,3-0,5. Это свидетельствует о том, что после озимой ржи, несмотря на контрастность погодных факторов, у 30...50% доминантов создаются благоприятные условия для размножения и обитания в агроценозах яровой пшеницы.

Для защиты всходов от фузариозно-гельминтоспориозных инфекций и фитофагов всходов, проявлявших ежегодную вредоносность, применяли предпосевное протравливание семян фунгицидом и инсектицидом. Эффективность протравливания семян яровой пшеницы оценивали дифференцированно по предшественникам и годам, определяя их биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность. Данные представлены в последующих разделах.

3.1.2. Развитие корневых гнилей яровой пшеницы и их этиология в зависимости от предшественников

Результаты изучения паразитической активности почвенных патогенных микромицетов на подземных органах яровой пшеницы в фазу всходов сорта Новосибирская 31 в 2021 году представлена на рисунке 3.1.

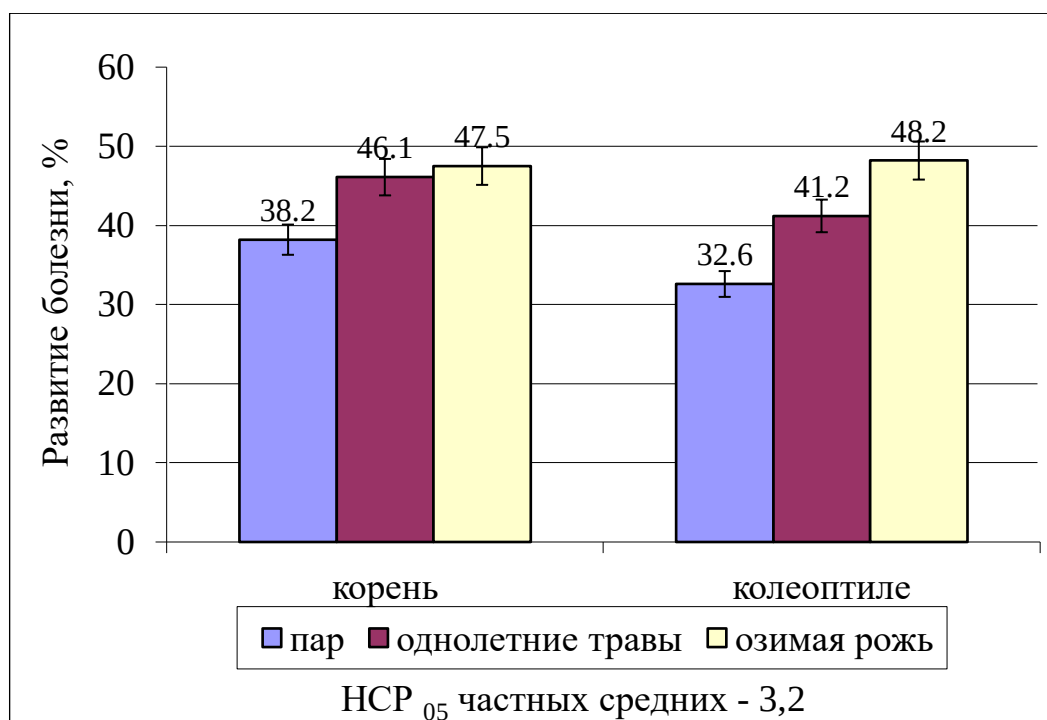


Рисунок 3.1 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу всходов в 2021 году, %

Данные рисунка свидетельствуют, что в 2021 году яровая пшеница по всем предшественникам поражалась корневыми гнилями значительно выше порога вредоносности (ЭПВ по всходам – 5 %).

Начало вегетации 2021 года хоть и было благоприятно для развития растений (выпало осадков около среднемноголетней нормы с превышением среднемесячной температуры воздуха на 2,5 °С), но предшествующий ему острозасушливый 2020 год позволил накопить в почве большое количество покоящихся структур фитопатогенов, которые очень быстро колонизировали корневую систему всходов яровой пшеницы. Общая пораженность первичных корней составила 7,6...9,5 ЭПВ. Наибольшее поражение отмечено по зерновому предшественнику – 47,5 %, наименьшее по пару – 38,2 %. Пораженность колеоптиле по вариантам пар и однолетние травы было несколько меньше, чем первичных корней (на 5,6 и 4,9 % соответственно), а по озимой ржи наблюдалась обратная картина – колеоптиле было поражено сильнее на 0,7 %, но это отличие было статистически недостоверным.

Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта (факторы – «предшественник», «орган растения») показал, что сила влияния фактора «предшественник» на развитие симптомов гнили в 2021 году в фазу всходов составила 80,0 % на 5% уровне значимости.

В процессе вегетации не наблюдалось значительного усиления развития заболевания (рисунок 3.2). В фазу твердой спелости наибольшее развитие корневых гнилей на первичной корневой системе выявлено по озимой ржи – 2,9 ЭПВ (ЭПВ в фазу спелости – 15 %). На вторичной корневой системе и основаниях стеблей наибольшее поражение выявлено по однолетним травам – 2,7 и 2,1 ЭПВ соответственно.

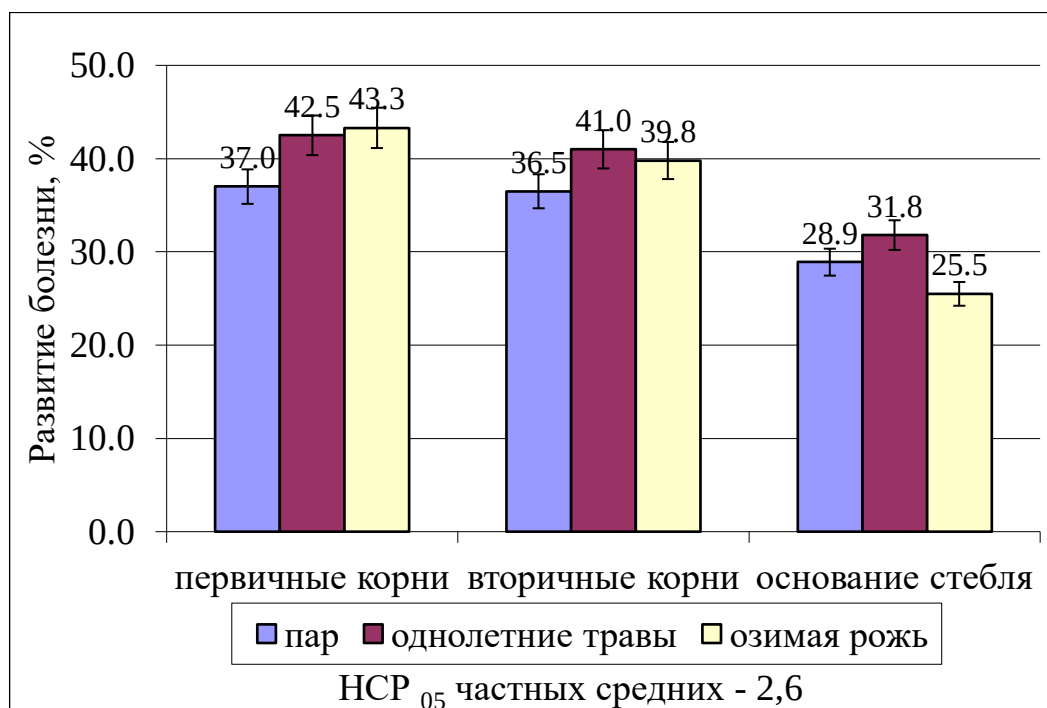


Рисунок 3.2 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу твердой спелости в 2021 году, %

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» составила в конце вегетации 2021 года 82,0 % при достоверности оценок на 1% уровне значимости. Можно заключить, что в целом сила влияния фактора «предшественник» в течение вегетации существенно не изменилась. Коэффициент корреляции между показателем поражения первичной корневой системы в фазу всходов и в фазу твердой спелости составил $0,598 \pm 0,184$ при достоверности на 5 % уровне значимости.

Это свидетельствует о том, что эпифитотический процесс корневых гнилей в 2021 году достиг максимума уже в фазу всходов и в течение вегетации находился в равновесном состоянии, что характерно для почвенных фитопатогенов [Торопова и др., 2011б].

Данные по развитию корневых гнилей в фазу всходов в 2022 году приведены на рисунке 3.3.

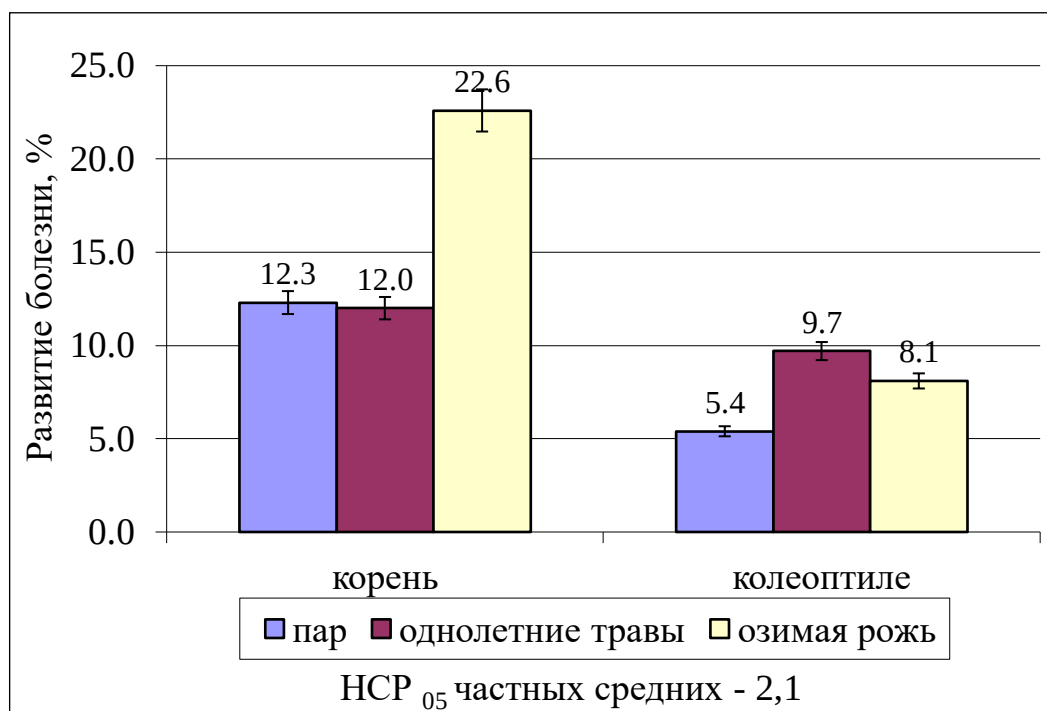


Рисунок 3.3 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу всходов в 2022 году, %

Начало вегетации 2022 года сложилось благоприятным для развития яровой пшеницы. Вторая половина мая – начало июня отметились устойчивым увлажнением и среднесуточными температурами около нормы. В сложившихся условиях всходы проявили физиологическую устойчивость к корневым гнилям. Поражение первичных корней в фазу всходов составило 2,4...4,5 ЭПВ. Наименьшее поражение отмечено по однолетним травам – 12,0 % развития болезни, что на 0,3 и 10,6 % меньше, чем по пару и озимой ржи соответственно. Поражение coleoptile по всем предшественникам было ниже, чем первичных корней в 1,2...2,8 раза. Наименьшее развитие заболевания отмечено по пару – всего 1,1 ЭПВ.

Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта показал, что в неблагоприятных для паразитической активности условиях сила влияния фактора «предшественник» на развитие корневых гнилей всходов составила всего 29,7 % и была достоверна на 5% уровне значимости, то есть снизилась по сравнению с благоприятным для болезни 2021 годом в 2,7 раза. Сила влияния фактора «орган растения» составила в фазу всходов 2022 года – 52,1 %, отражая более высокую восприимчивость первичных корней к инфекции по сравнению с coleoptile.

Вторая половина вегетационного сезона 2022 года характеризовалась засушливыми условиями ($ГТК = 0,61...0,72$ в зависимости от месяца), что позволило патогенным микромицетам быстро увеличить занимаемую ими экологическую нишу в органах яровой пшеницы (рисунок 3.4). Пораженность первичных корней за вегетацию возросла в 2,8...3,9 раза в зависимости от предшественника. Наименьшее поражение отмечено по пару – 2,5 ЭПВ, а наибольшее по озимой ржи – 4,3 ЭПВ.

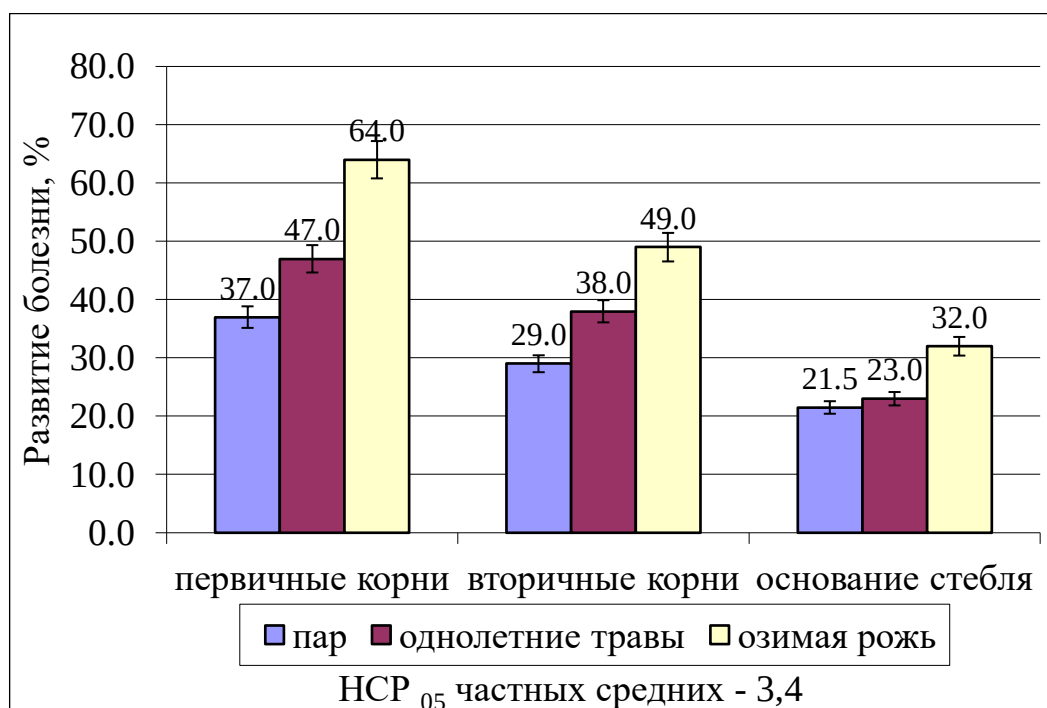


Рисунок 3.4 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу твердой спелости в 2022 году, %

Схожая картина наблюдалась и по поражению корневыми гнилями вторичной корневой системы. Разница развития болезни по предшественникам составила 1,7 раза.

Основание стеблей яровой пшеницы в 2022 году в конце вегетации поражалось корневыми гнилями в среднем на уровне 1,7 ЭПВ. Самое низкое поражение отмечено по пару – 1,4 ЭПВ, наибольшее по зерновому предшественнику – 2,1 ЭПВ.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» составила в конце вегетации 2022 года 42,0 % при достоверности оценок на 5% уровне значимости, а фактора «орган» – 54,1 % при достоверности оценок на 1 % уровне значимости. Влияние предшественников на развитие заболевания увеличилось в течении вегетации в 1,4 раза, но было меньше на 48,8 % относительно 2021 года.

Коэффициент корреляции в 2022 году между показателем поражения первичной корневой системы в фазу всходов и в фазу полной спелости составил $0,696 \pm 0,165$ при достоверности на 5 % уровне значимости.

Качелеобразные экстремальные условия 2023 года сильно отразились на развитии корневых гнилей яровой пшеницы (рисунок 3.5).

Засушливое, но холодное начало вегетации (ГТК мая составил 0,26) не способствовало развитию корневых гнилей. Отсутствие дождей в апреле – мае привело к иссушению верхнего слоя почвы. Небольшие дожди начала июня позволили получить всходы, которые в экстремальных условиях ускоренно развивались. Развитие корневых гнилей на первичных корнях в начале вегетации было наибольшим по зерновому предшественнику – 3,4 ЭПВ, по пару развитие болезни было примерно на том же уровне. Колеоптиле по пару было поражено в 1,5 раза ниже, чем по озимой ржи.

Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта показал, что различия в развитии корневых гнилей всходов в зависимости от предшественников были недостоверны, а сила влияния фактора «орган» на

данный показатель составил 81,9 % при достоверности оценок на 5 % уровне значимости.

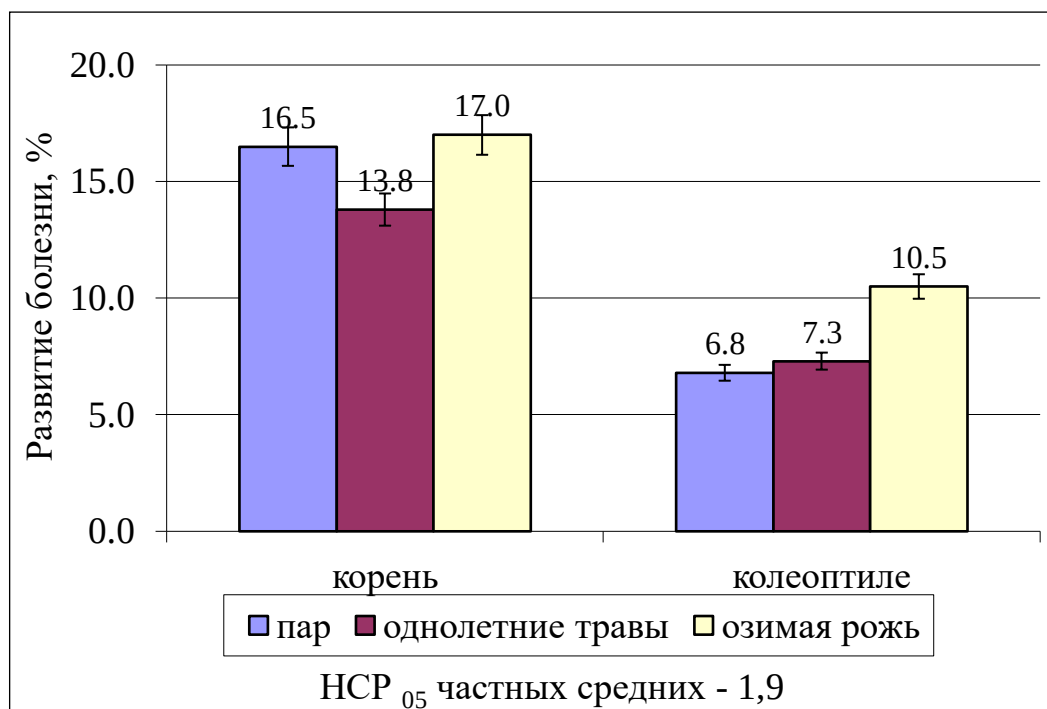


Рисунок 3.5 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу всходов в 2023 году, %

Вторая половина вегетации 2023 года отметилась избыточным увлажнением (ГТК = 1,4). Развитие корневых гнилей было замедлено (рисунок 3.6).

Сохранилась ситуация начала вегетации, при которой растения яровой пшеницы по пару поражались примерно на уровне растений, высеянных по зерновому предшественнику. Так, наибольшее поражение первичной корневой системы отмечено по озимой ржи (3,3 ЭПВ), что на 10,2 и 22,4 % выше относительно пара и однолетних трав.

Вторичная корневая система в конце вегетации 2023 года наиболее сильно была поражена по пару (2,6 ЭПВ), что встретилось в ходе проведения исследований впервые. Наименее поражена была яровая пшеница по однолетним травам – 1,9 ЭПВ.

Основания стеблей к концу вегетации 2023 года поражалось на уровне 1,3...2,1 ЭПВ. Причем наименьшее поражение отмечено по однолетним

травам, а различия в поражении растений по пару и озимой ржи были статистически недостоверны.

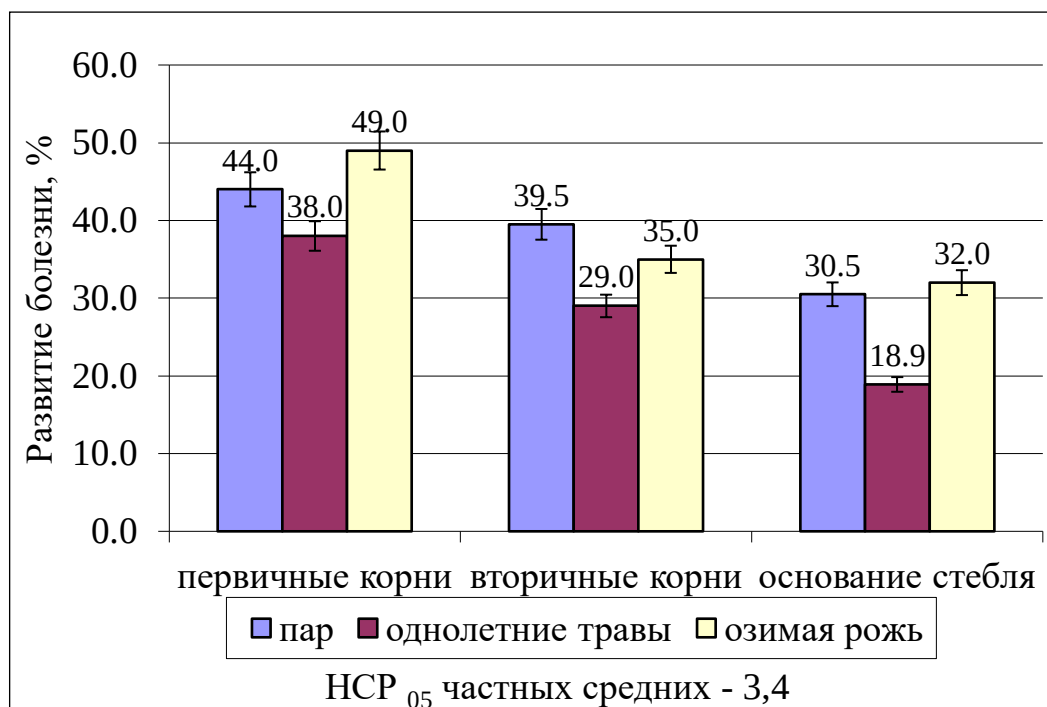


Рисунок 3.6 – Развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу твердой спелости в 2022 году, %

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на развитие корневых гнилей составила в конце вегетации 2023 года 28,2 % при достоверности оценок на 5% уровне значимости, а фактора «подземный орган» – 64,4 % при достоверности оценок на 1 % уровне значимости.

Коэффициент корреляции в 2023 году между показателем поражения первичной корневой системы в фазу всходов и в фазу полной спелости составил $0,619 \pm 0,180$ при достоверности на 5 % уровне значимости, что подтверждает закономерность максимальной вредоносности корневых гнилей в начале вегетации с дальнейшим выходом эпифитотического процесса на плато.

Биологическая эффективность фитосанитарных предшественников в оздоровлении корневой системы яровой пшеницы в фазу всходов, по сравнению с зерновым предшественником, приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Биологическая эффективность предшественников против корневых гнилей в фазу всходов по годам, %

Год	Озимая рожь		Однолетние травы		Пар	
	РБ*	БЭ**	РБ	БЭ	РБ	БЭ
2021	47,9	-	43,7	8,8	35,4	26,1
2022	15,4	-	10,9	29,2	8,9	42,2
2023	13,8	-	10,6	23,2	11,7	15,2
Среднее	25,7	-	21,7	20,4	18,7	27,8
НСР ₀₅ частных средних РБ - 2,8						
*РБ – развитие болезни; ** БЭ – биологическая эффективность						

Данные таблицы показывают, что в фазу всходов яровой пшеницы по всем предшественникам и годам было отмечено развитие корневых гнилей выше ЭПВ. Самое значительное развитие болезни в среднем по годам на уровне в 5,5 раз выше ЭПВ было при возделывании яровой пшеницы по озимой ржи. Однолетние травы и черный пар оказывали фитосанитарное действие, оздоравливая всходы яровой пшеницы от корневых гнилей. В 2021 году эффективность пара в оздоровлении корневой системы всходов против корневых гнилей составила 26,1 %, а однолетних трав всего 8,8 %. В 2022 году эффективность пара была максимальной в экспериментах, а однолетних трав – на 13 % ниже. В 2023 году эффективность пара против корневых гнилей была наименьшей за годы исследований – всего 15,2 %. Однолетние травы показали более высокую, на уровне 23,2 % эффективность. Средняя по годам биологическая эффективность однолетних трав составила 20,4%, пара – на 7,4% выше. То есть, в зоне исследований лучшие фитосанитарные свойства против корневых гнилей яровой пшеницы показал черный пар. В целом, колебание биологической эффективности предшественников против корневых гнилей по годам составило у однолетних трав 3,3 раза, у пара – 1,6 раза, то есть пар показал себя более стабильным фитосанитарным предшественником.

В фазу всходов проявилась следующая закономерность: чем выше было развитие болезни, тем ниже была эффективность предшественников в фазу всходов яровой пшеницы. Коэффициент корреляции между развитием

корневых гнилей и биологической эффективностью предшественников составил по годам $-0,562 \pm 181$, то есть была выявлена умеренная отрицательная связь, достоверная на 5% уровне значимости. Выявленная закономерность свидетельствует о том, что в фазу всходов фитосанитарные предшественники не могут обеспечить защиту яровой пшеницы от корневых гнилей при благоприятных для развития болезни условиях и требуется включение в технологию возделывания культуры дополнительных приемов защиты растений.

Биологическая эффективность фитосанитарных предшественников по сравнению с зерновым в фазу твердой спелости показана в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Биологическая эффективность предшественников против корневых гнилей в фазу твердой спелости по годам, %

Год	Озимая рожь		Однолетние травы		Пар	
	РБ*	БЭ**	РБ	БЭ	РБ	БЭ
2021	36,2	—	38,4	0	34,1	5,8
2022	48,3	—	36,0	25,5	32,5	32,7
2023	38,7	—	28,6	26,1	38,0	1,8
Среднее	41,1	-	34,3	15,2	34,9	13,4
НСР ₀₅ частных средних РБ- 5,6						
*РБ – развитие болезни в среднем по органам; ** БЭ – биологическая эффективность						

Данные таблицы показывают, что в фазу твердой спелости яровой пшеницы по всем предшественникам и годам было отмечено развитие корневых гнилей выше ЭПВ. Самое значительное развитие болезни в среднем по годам на уровне в 2,7 раза выше ЭПВ было при возделывании яровой пшеницы по озимой ржи. Следует отметить более высокую стабильность развития корневых гнилей в фазу твердой спелости по годам по сравнению с фазой всходов. Коэффициент вариации развития корневых гнилей по вариантам экспериментов в фазу всходов составил 71,1 %, а в фазу твердой спелости – 14,7 %, то есть снизился в 4,8 раз. Полученные статистические оценки подтверждают данные других исследователей о целесообразности учетов корневых гнилей яровой пшеницы в фазу всходов

для объективной оценки различий по вариантам опытов [Торопова, 2005; Трунов, 20256].

Однолетние травы и черный пар оказывали фитосанитарное действие, оздоравливая растения яровой пшеницы от корневых гнилей. Средняя по годам биологическая эффективность однолетних трав составила 15,2 %, пара – на 1,8 % ниже, но эта разница была статистически недостоверной. То есть, в зоне исследований в фазу твердой спелости фитосанитарные свойства против корневых гнилей яровой пшеницы у черного пара и однолетних трав были в среднем по годам примерно на одном уровне с тенденцией в пользу трав. Пар показал хорошую эффективность (32,7 %) только в 2022 году, в остальные два года развитие болезни в конце вегетации статистически достоверно не отличалось от зернового предшественника.

Если рассмотреть изменение биологической эффективности фитосанитарных предшественников в ходе вегетации, то следует отметить достоверное снижение показателей к концу вегетации по сравнению с фазой всходов: по однолетним травам – в 1,3 раза, по пару – в 2 раза. Это отражает неблагоприятное фитосанитарное состояние почвы и наличие гидротермических стрессов в ходе вегетации, повышающих восприимчивость растений к корневым гнилям.

В ходе вегетации снизилась и стабильность фитосанитарной активности предшественников: колебание биологической эффективности однолетних трав составило по годам в фазу твердой спелости от 0 до 26,1 %, а пара – колебалась в 18,2 раз.

Дисперсионный анализ по схеме трехфакторного опыта показал, что сила влияния фактора «год» на показатель эффективности предшественников против корневых гнилей составила 39,6 %, фактора «фаза развития» – 13,2 %, а сила взаимодействия факторов «предшественник» и «год» – 35,1 %, при достоверности оценок на 5 % уровне значимости. Такие результаты показывают, что биологическая эффективность предшественников в

значительной мере зависит от условий года и может колебаться в несколько раз.

Далее рассмотрим этиологию корневых гнилей. В период исследований таксономический состав фитопатогенных микромицетов на подземных органах яровой пшеницы (рисунок 3.7) был типичным для зоны и представлен *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker грибами рода *Fusarium* (таблица 3.8).

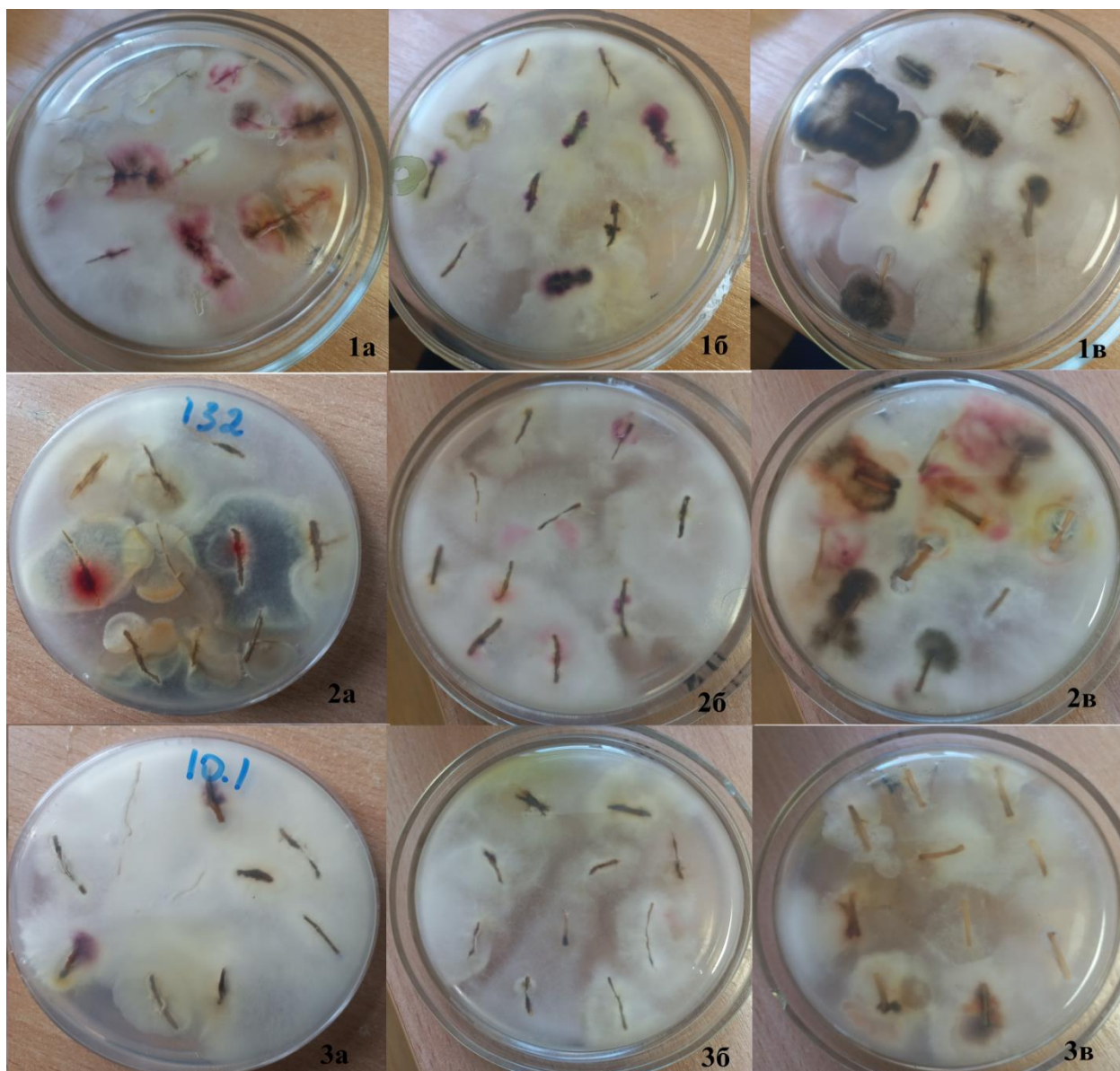


Рисунок 3.7 – Колонии фитопатогенов, выделенные из подземных органов яровой пшеницы, 2023 год (1 – пар, 2 – однолетние травы, 3 – озимая рожь; а – первичные корни, б – вторичные корни, в – основание стебля)

Таблица 3.8 – Биологическое разнообразие микромицетов в патогенных комплексах подземных органов яровой пшеницы сорта Новосибирская 31, 2021-2023 гг.

Вид	Всходы						Твердая спелость								
	первичные корни			колеоптиле			первичные корни			вторичные корни			основание стебля		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. poae</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. equiseti</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. solani</i>	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>F. sambucinum</i>	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+
<i>F. avenaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+		+	+		+	-

Таблица 3.9 - Коэффициенты общности видового состава микромицетов на подземных органах яровой пшеницы по фазам вегетации и годам

Год	Фаза всходов			Фаза твердой спелости		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
2021		0,83	1		0,75	0,75
2022	0,83		0,83	0,75		1
2023	1	0,83		0,75	1	

В общей сложности в годы исследований из подземных органов яровой пшеницы были выделены следующие виды из рода *Fusarium*: комплекс видов *F. oxysporum* Schltdl., *F. poae* (Peck.) Wollenw., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. solani* Koord., *F. sambucinum* Fuckel., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. avenacium* (Fr.) Sacc.

Коэффициенты общности видового состава фитопатогенных микромицетов на подземных органах яровой пшеницы по фазам вегетации и годам показаны в таблице 3.9.

Из таблицы следует, что видовой состав почвенных фитопатогенов характеризовался высокой стабильностью по годам (0,75-1), особенно в фазу всходов яровой пшеницы. Это свидетельствует о значительных адаптациях почвенных микромицетов к изменениям погодных факторов и подтверждает ранее полученные данные [Торопова и др., 2022; 2024б].

Годы исследования характеризовались контрастными условиями, что сказалось на биологическом разнообразии микромицетов в зависимости от инфицированного органа яровой пшеницы, фазы развития культуры и предшественника (таблица 3.10).

Анализ таблицы показывает, что видовое разнообразие микромицетов на первичных корнях вначале развития растений (фаза всходов) было максимальным в 2021 году – до 6 видов (по однолетним травам). В остальные годы исследования оно снижалось: в 2022 году – 3-4, а в 2023 – всего 2-3 вида. Это связано в первую очередь с гидротермическими условиями начала вегетации. Наиболее благоприятным был 2021 год, самым экстремальным – 2023, что влияло на паразитическую активность фитопатогенов.

Фитопатогенный комплекс колеоптиле, был похож на микоценоз первичных корней. Наибольшее число видов было выделено из яровой пшеницы, возделываемой по пару и озимой ржи в 2021 году – по 5 видов.

В относительно депрессивном для развития корневых гнилей 2022 году из колеоптиле яровой пшеницы по всем предшественникам было выявлено по 3 вида. В экстремальном по погодным условиям 2023 году из колеоптиле

было выявлено всего 2 (из яровой пшеницы по пару и озимой ржи) или 3 вида (по однолетним травам).

Таблица 3.10 – Биологическое разнообразие патогенных микромицетов по предшественникам, органам яровой пшеницы и годам, число выделенных видов

Предшественник	Орган растения	Всходы			Конец вегетации		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Пар	Первичные корни	4	4	3	5	6	4
	Колеоптиле	5	3	2	-		
	Вторичные корни	-			6	4	5
	Основание стебля	-			6	3	5
Однолетние травы	Первичные корни	6	3	2	6	4	4
	Колеоптиле	4	3	3	-		
	Вторичные корни	-			4	4	6
	Основание стебля	-			4	5	6
Озимая рожь	Первичные корни	5	3	2	5	2	4
	Колеоптиле	5	3	2	-		
	Вторичные корни	-			5	3	6
	Основание стебля	-			4	3	5

Таким образом, число видов фитопатогенных микромицетов, выделенных из подземных органов всходов яровой пшеницы или не различалось по предшественникам, или было несколько выше на всходах пшеницы, высеянной по пару и однолетним травам.

В процессе вегетации видовое разнообразие фитопатогенных микромицетов в корневой системе яровой пшеницы увеличивалось по всем вариантам и годам, кроме 2021 года. В 2021 году число видов фитопатогенов в начальный период роста культуры был высоким (до 6 видов), а к периоду созревания яровой пшеницы число видов выросло на 1 единицу на всей

корневой системе по пару, осталось неизменным на первичных корнях по однолетним травам и озимой ржи, и на основаниях стеблей по однолетним травам. На основаниях стеблей взрослых растений яровой пшеницы, возделываемых по озимой ржи, число видов уменьшилось на 1 единицу.

В 2022 году на первичных корнях число выявленных видов к концу вегетации увеличилось на яровой пшенице по пару (на 2 до 6 видов) и по однолетним травам (на 1 до 4 видов), но уменьшилось по озимой ржи (на 1 до 2 видов). На основаниях стеблей самое большое число видов к концу вегетации выявлено на пшенице по однолетним травам – 5 видов (увеличение на 2 вида). По остальным предшественникам и органам яровой пшеницы число выделенных видов фитопатогенов не изменилось.

В 2023 году в связи с улучшением погодных условий к концу вегетации число выделенных видов скачкообразно увеличилось по всем вариантам по сравнению с фазой всходов. На первичных корнях увеличение составило от 1 (на растениях по пару) до 2 (на растениях по остальным предшественникам) видов. На основаниях стеблей увеличение биологического разнообразия микромицетов было еще более значительным: по всем предшественникам число выделенных видов увеличилось на 3 единицы и составило 6 видов по пару и 5 по другим предшественникам.

Фитопатогенный микоценоз вторичных корней зрелых растений яровой пшеницы в 2023 году был аналогичным патоккомплексу оснований стеблей, независимо от предшественников.

Таким образом, предшественники и условия года влияли на биологическое разнообразие фитопатогенных микромицетов – возбудителей корневых гнилей. Дисперсионный анализ по схеме двухфакторного опыта показал, что на первичных корнях сила влияния условий года на биологическое разнообразие фитопатогенов составила 48,2 %, на основаниях стеблей – 60,7 % и была достоверна на 5 % и 1 % уровнях значимости соответственно. Предшественники не оказывали достоверно значимого влияния на биоразнообразие микромицетов.

Этиология корневых гнилей подземных органов яровой пшеницы отражала фитосанитарное состояние почвы, конкуренцию между фитопатогенами и реакцию микромицетов на биотические и абиотические стрессы (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Этиология корневой гнили яровой пшеницы по соотношению фитопатогенов *B. sorokiniana* и *Fusarium* spp.

Предшественник	Орган	Всходы			Зрелость		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023
Пар	Первичные корни	<i>F</i> *	1:1	1:9	1:5	1:4	1:4
	Колеоптиле	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	–		
	Вторичные корни	–			1:18	<i>F</i>	<i>F</i>
	Основание стебля	–			1:20	1:2	1:6
Однолетние травы	Первичные корни	1:29	1:12	1:9,5	1:2,6	1:5,3	1:3,3
	Колеоптиле	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	–		
	Вторичные корни	–			F	1:5,7	1:19
	Основание стебля	–			1:4,7	1:4	1:4
Озимая рожь	Первичные корни	1:13	1:17	1:8,5	1:15	F	1:3
	Колеоптиле	1:29	<i>F</i>	<i>F</i>	–		
	Вторичные корни	–			1:4,3	1:5,3	1:9
	Основание стебля	–			1:0,8	1:9	1:9
<i>F</i> -полное доминирование грибов рода <i>Fusarium</i>							

Анализ таблицы показывает, что соотношение фитопатогенов было очень неравномерным как по предшественникам, так и по годам. Так, в 2021 году в фазу всходов по всем предшественникам наблюдалось доминирование грибов рода *Fusarium* (до 100 %). Но при достижении растениями полной спелости ситуация изменилась, а по некоторым вариантам кардинально: превосходство *Fusarium* spp. осталось только на вторичных корнях яровой пшеницы по пару и однолетним травам, первичных корнях по озимой ржи,

основанию стебля по пару; по остальным вариантам соотношение составило 1:3...5, а на основании стебля по озимой ржи *B. sorokiniana* смог вытеснить фузариевые грибы и занять их экологическую нишу (соотношение 1:0,8).

В 2022 году наблюдалась схожая картина: превосходство грибов рода *Fusarium* в начале вегетации и повышение конкуренции со стороны *B. sorokiniana* к концу вегетации. Несколько иная ситуация сложилась в экстремальном по погодным условиям 2023 году. *B. sorokiniana* довольно успешно конкурировал за реализацию экологической ниши с грибами рода *Fusarium* на первичных корнях, и полностью отсутствовал на coleoptile в начале вегетации яровой пшеницы. К концу вегетации соотношение между *Fusarium spp.* и *B. sorokiniana* на всех подземных органах растений хоть и было в пользу фузариевых грибов, но их доминирование не было таким абсолютным. Увеличение размера реализованной экологической ниши у *B. sorokiniana* составило в течение вегетации до 25 %.

3.1.3. Фитосанитарное состояние и супрессивность почвы по предшественникам

Для оценки фитосанитарной роли предшественников яровой пшеницы важно учитывать их влияние на заселенность почвы агроценозов полежащими структурами фитопатогенов и развитие очагов корневых гнилей. Предшественники могут влиять как на интенсивность размножения микромицетов, так и на их выживаемость в почве [Торопова и др., 2016; Разина и др., 2021; Корчагина, Юшкевич, 2022]. Заселенность почвы после разных предшественников конидиями возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили зерновых культур *B. sorokiniana* приведена в таблицах 3.12-3.15. Данные таблиц показывают, что численность конидий *B. sorokiniana* в почве перед посевом яровой пшеницы сильно отличалась как по предшественникам, так и по годам.

В 2020 году (таблица 3.12) наименьшая по предшественникам численность конидий в почве выявлена после пара – 52,0 шт./г воз.- сух. почвы при деградации 73,1 % популяции.

Таблица 3.12 – Численность и жизнеспособность конидий *Bipolaris sorokiniana* в почве по предшественникам в 2020 году

Предшественник	Общая численность конидий, экз./г возд.-сух. почвы	Доля деградированных конидий, %	Доля жизнеспособных конидий, %
Озимая рожь	77,3	29,2	70,8
Однолетние травы	78,3	58,2	41,8
Пар	52,0	73,1	26,9
Среднее	69,2	53,5	46,5
НСР ₀₅ частных средних	3,6	2,8	1,8

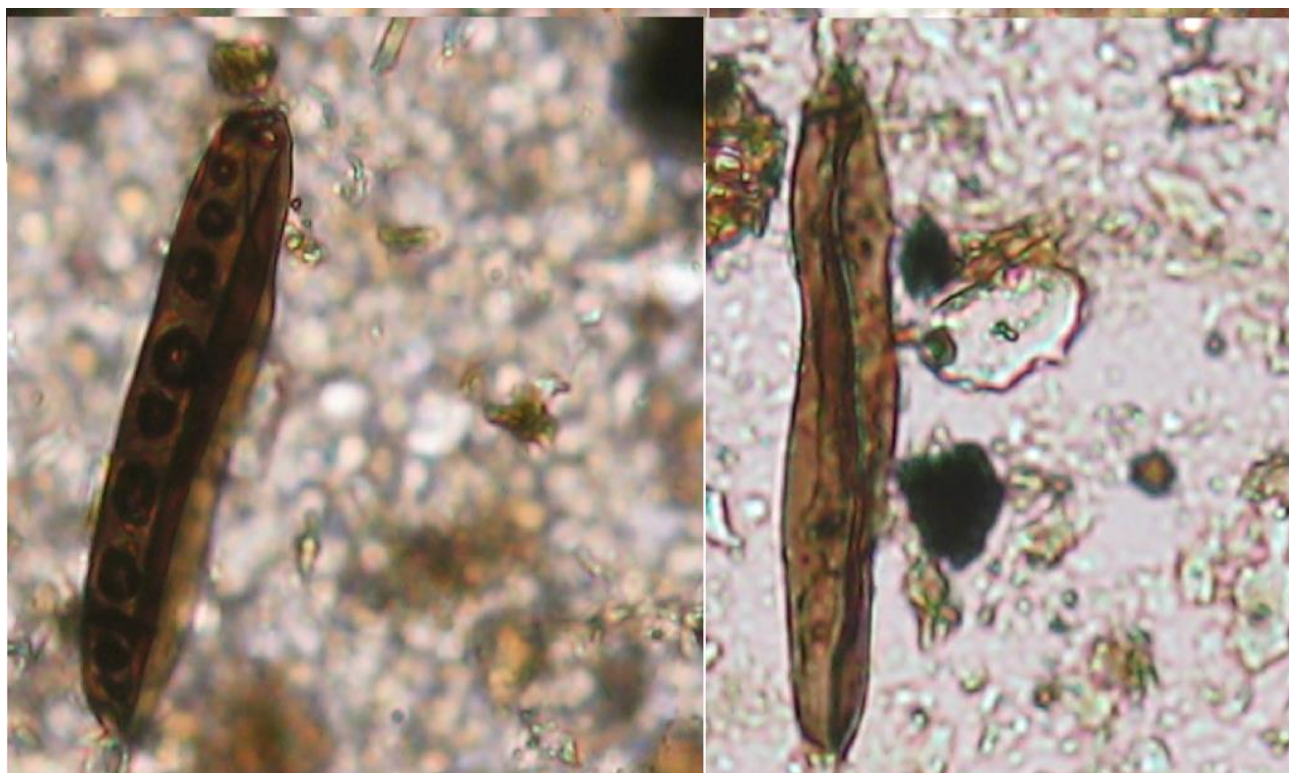


Рисунок 3.8 – Конидии *Bipolaris sorokiniana* разной степени жизнеспособности: слева - жизнеспособная, справа - деградированная

Заселенность почвы была в 2 раза выше уровня зонального биологического порога вредоносности (ПВ для выщелоченного чернозема – 20-30 конидий на 1 г почвы). По остальным предшественникам численность конидий фитопатогена была достоверно, в 1,5 раза выше, чем после пара, или

около 3 ПВ. Однако следует отметить высокую долю деградированных конидий после вико - овсяной смеси (58,2 %), что несколько нивелирует большой запас фитопатогена. Доля жизнеспособных конидий после озимой ржи была почти в 2 раза выше, чем после однолетних трав (рисунок 3.8).

После благоприятного для развития корневых гнилей 2020 года перед началом вегетации 2021 года в почве осталось большое количество конидий *B. sorokiniana* (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Численность и жизнеспособность конидий *Bipolaris sorokiniana* в почве по предшественникам в 2021 году

Предшественник	Общая численность конидий, экз./г возд.-сух. почвы	Доля деградированных конидий, %	Доля жизнеспособных конидий, %
Озимая рожь	100,7	37,1	62,9
Однолетние травы	102,7	55,9	44,1
Пар	42,0	41,2	58,8
Среднее	81,8	44,7	55,3
НСР ₀₅ частных средних	4,2	1,4	1,7

Наименьшая заселенность почвы фитопатогеном была выявлена после пара – более, чем в 2 раза меньше, чем после озимой ржи и однолетних трав, что можно объяснить хорошей обработкой пара и активным разложением конидий антагонистической микрофлорой. Доля жизнеспособных конидий была максимальной после озимой ржи – 62,9 %.

В начале вегетации 2022 года количество конидий после пара было на уровне ПВ – 26,7 шт./г воз.-сух. почвы при деградации более половины популяции (таблица 3.14).

Самая большая численность покоящихся структур была выявлена весной 2022 года после однолетних трав – 74,7 экз./г воз.-сух. почвы (около 3 ПВ), однако уровень их деградации был довольно высоким – 67,4 %.

Весной экстремально по погодным условиям 2023 года число конидий в почве было минимальным за весь период исследований (таблица 3.15).

Таблица 3.14 – Численность и жизнеспособность конидий *Bipolaris sorokiniana* в почве по предшественникам в 2022 году

Предшественник	Общая численность конидий, экз./г возд.-сух. почвы	Доля деградированных конидий, %	Доля жизнеспособных конидий, %
Озимая рожь	48,0	32,7	67,3
Однолетние травы	74,7	67,4	32,6
Пар	26,7	61,3	38,7
Среднее	49,8	53,8	46,2
НСР ₀₅ частных средних	7,9	4,5	4,4

Таблица 3.15 – Численность и жизнеспособность конидий *Bipolaris sorokiniana* в почве по предшественникам в 2023 году

Предшественник	Общая численность конидий, экз./г возд.-сух. почвы	Доля деградированных конидий, %	Доля жизнеспособных конидий, %
Озимая рожь	41,0	34,9	65,1
Однолетние травы	30,7	79,9	20,1
Пар	10,0	70,0	30,0
Среднее	27,2	61,6	38,4
НСР ₀₅ частных средних	5,9	3,5	5,4

Таблица показывает, что после пара в почве осталось всего 10,0 экз./г воз.-сух. почвы при жизнеспособности 30,0 %. Наибольшее количество конидий было выявлено после озимой ржи – 41,0 экз./г воз.-сух. почвы при жизнеспособности 65,1 %. Следует отметить, что наибольший уровень деградации конидий 79,9 % в 2023 году был отмечен снова после однолетних трав.

По данным дисперсионного анализа выявлено, что сила влияния фактора «предшественник» на численность конидий фитопатогена в почве

составила 39,1 %, а фактора «год» – 47,6 % при 1 % уровне значимости. На жизнеспособность конидий фактор «предшественник» оказал влияние на уровне 74,2 % при 1 % уровне значимости.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о различных механизмах влияния предшественников на формирование и функционирование очагов почвенного фитопатогена *B. sorokiniana* (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Численность и жизнеспособность конидий *Bipolaris sorokiniana* в почве по предшественникам (среднее за 2020-2023 гг.)

Предшественник	Общая численность конидий, экз./г возд.-сух. почвы	Доля деградированных конидий, %	Доля жизнеспособных конидий, %
Озимая рожь	66,8	33,5	66,5
Однолетние травы	71,6	65,4	34,6
Пар	32,7	61,4	38,6
Среднее по предшественникам	57,0	53,4	46,6
НСР ₀₅ частных средних	11,9	9,5	9,4

Таблица показывает, что зерновая культура озимая рожь способствовала как размножению конидий, так и их выживанию в почве, о чем свидетельствует как общая значительная численность покоящихся структур по годам на уровне 2-4 региональных ПВ, так и низкий уровень деградации конидий на уровне 29,2...37,1 %.

Что касается пара, то размножение фитопатогена на нем могло происходить только на злаковых сорняках в течение ограниченного времени в течение вегетационного сезона. В итоге, общая численность составляла от 10 до 52 конидий в 1 г возд.-сух. почвы по годам, или 0,5...2 региональных ПВ, что свидетельствует о хорошей фитосанитарной активности парового звена севооборотов. Биологическая эффективность пара в снижении заселенности почвы покоящимися структурами *B. sorokiniana* составила в

среднем по годам 49,6 %. Кроме того, пар ограничивал выживание покоящихся структур *B. sorokiniana*, за счет их деградации антагонистами почвы, размножающимися при разложении растительных остатков. Уровень деградации конидий по годам после пара составлял от 41,2 до 73,1 %, то есть был от умеренного, до высокого, значительно, в среднем в 1,8 раз выше, чем после озимой ржи.

Возделывание однолетних трав приводило в ряде случаев к интенсивному размножению *B. sorokiniana* на прикорневых листьях овса, который входит в число растений-хозяев фитопатогена. В итоге, общая численность конидий после однолетних трав была на уровне зернового предшественника, статистически достоверно не отличаясь от него в среднем по годам. Однако, после однолетних трав в почву поступали разнообразные по составу обильные растительные остатки, разложение которых привело к росту антагонистической активности почвы и разложению сформировавшихся покоящихся структур *B. sorokiniana*. Уровень деградации конидий по годам составил 55,9...79,9 %, то есть был достоверно выше, чем после зернового предшественника и пара.

Получается, что фитосанитарное действие пара против *B. sorokiniana* состояло в воздействии на тактики Р – размножения и В – выживания фитопатогена, а однолетние травы подавляли только тактику В – выживания за счет индукции супрессивности почвы.

В течение 2022-2023 гг. проводили исследования супрессивности почвы к основным фитопатогенам – возбудителям корневых гнилей – *F. oxysporum* и *B. sorokiniana*. Результаты приведены в таблице 3.17.

Данные показывают, что общая супрессивность почвы к *B. sorokiniana* в 2022 году по всем предшественникам была довольно высокой, согласно шкале, от умеренной до сильной [Торопова и др., 2020б].

Наибольший уровень супрессивности почвы к *B. sorokiniana* был выявлен после возделывания однолетних трав – 71,7 %, что больше, чем по

пару и озимой ржи на 4,3 и 11 % соответственно и согласуется с данными по деградации конидий фитопатогена.

Таблица 3.17 – Супрессивность почвы к основным фитопатогенам по годам, %

Предшественник	<i>B. sorokiniana</i>			<i>F. oxysporum</i>		
	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
Пар	65,0	83,3	74,2	60,7	70,7	65,7
Однолетние травы	71,7	74,0	72,9	56,7	78,0	67,4
Озимая рожь	60,7	69,0	64,9	40,3	61,7	51,0
НСР ₀₅ частных средних	4,0	4,7	4,2	3,9	4,1	4,6

В 2023 году уровень супрессивности почвы к возбудителю обыкновенной корневой гнили по всем предшественникам был выше, чем в 2022 году (рисунок 3.9). Рост составил от 2,3 % (однолетние травы) до 18,3 % (пар). По пару выявлена абсолютная супрессивность – 83,3 %.

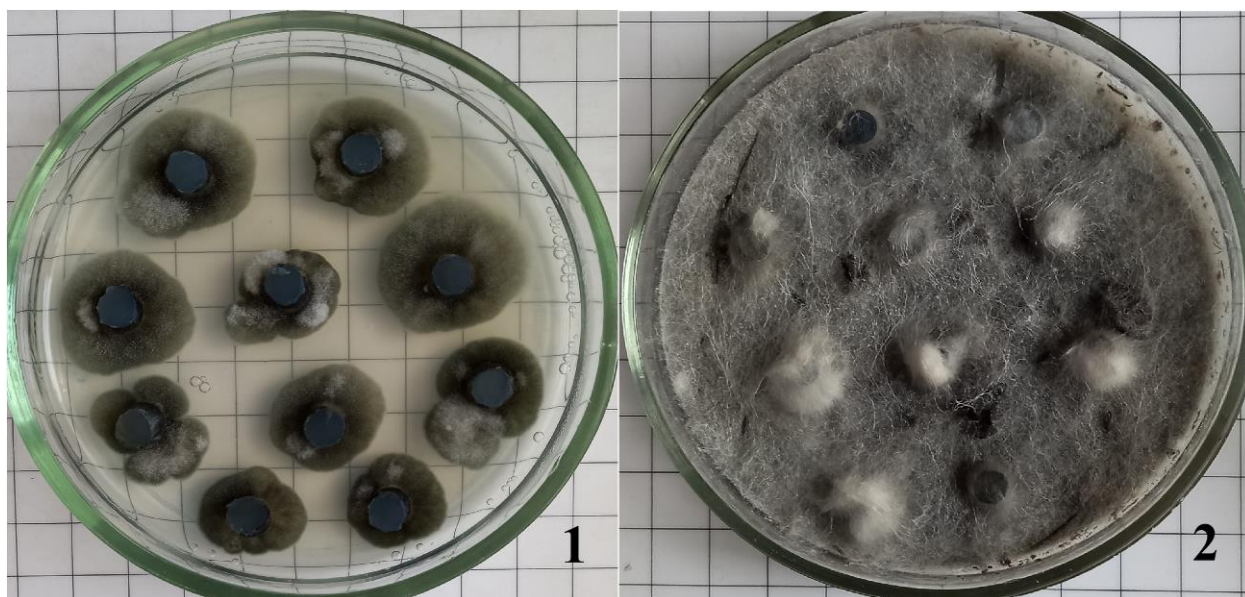


Рисунок 3.9 – Определение супрессивности почвы к *Bipolaris sorokiniana*, 2023 год (1 – контроль, 2 – почва после озимой ржи)

Таким образом, за 2 года исследований выявлена сильная положительная корреляция общей супрессивности почвы к *B. sorokiniana* с долей деградированных конидий фитопатогена по предшественникам: $r=0,796\pm0,232$ ($p<0,05$).

Супрессивность почвы в отношении *F. oxysporum* в 2022 году по всем предшественникам была выражена на среднем уровне (рисунок 3.10).

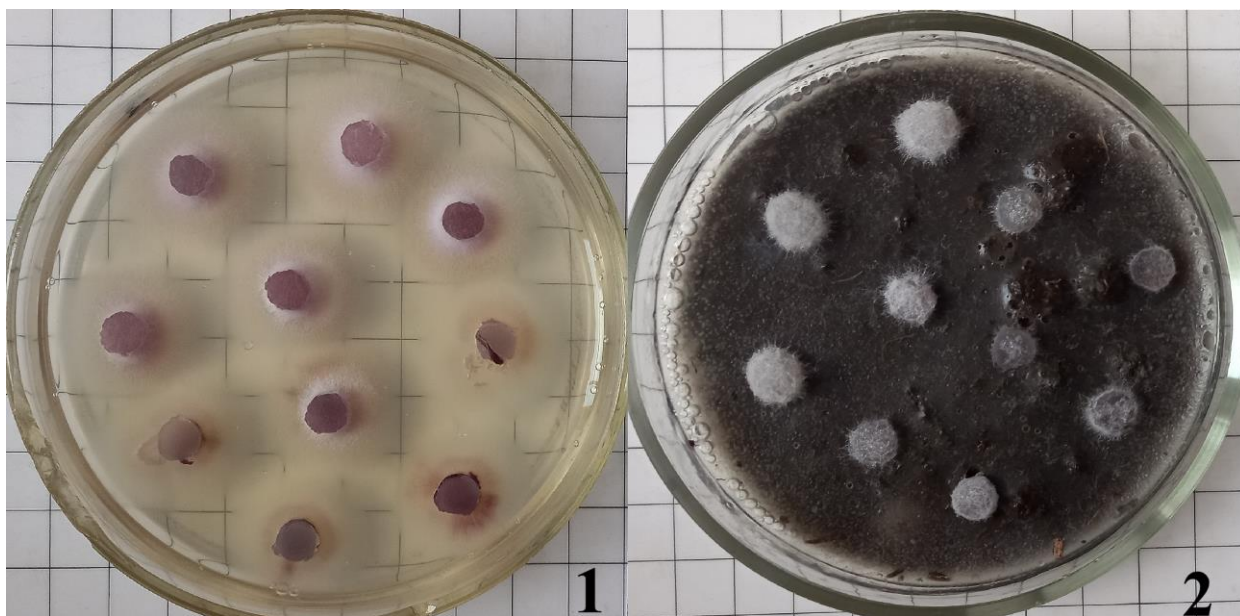


Рисунок 3.10 – Определение супрессивности почвы к *Fusarium oxysporum*, 2022 год (1 – контроль, 2 – почва после однолетних трав)

Наибольший уровень отмечен по пару – 60,7 %, наименьший по озимой ржи – 40,3 %.

В 2023 году по всем предшественникам отмечен рост общей супрессивности почвы к *F. oxysporum*, как и к *B. sorokiniana*. Так, уровень супрессивности после озимой ржи вырос на 21,4 %, по однолетним травам – на 21,3 %, по пару – на 10 %.

За два года учетов средняя супрессивность почвы к *B. sorokiniana* в почве опытных полей была от средней до высокой, а к *F. oxysporum* – от пониженной до средней [Торопова и др., 2020б].

Пониженная супрессивность почвы к *F. oxysporum* по сравнению с *B. sorokiniana* была одной из причин фузариозной этиологии корневой гнили яровой пшеницы и доминирования в патоккомплексах подземных органов яровой пшеницы *F. oxysporum* [Торопова и др., 2021в].

Заключение по разделу 3.1.

Мониторинг вредных организмов яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья

показал высокую стабильность деструктивного сообщества, коэффициенты общности таксономического состава по годам и предшественникам составили 0,83-1.

Фитосанитарные предшественники обеспечили смену наиболее вредоносных и распространенных видов, доминирующих в агроценозах яровой пшеницы, коэффициенты общности доминантов по годам после пара и однолетних трав были на нулевой отметке.

В фазы всходов-кущения яровой пшеницы высокую вредоносность, особенно по озимой ржи, ежегодно проявляли целевые объекты протравливания семян: фузариозно-гельминтоспориозные корневые гнили (до 9,6 раз выше ЭПВ), темно-бурая пятнистость (до 5 раз выше ЭПВ), комплекс злаковых мух (до 2 раз выше ЭПВ) и хлебная полосатая блошка (до 4,3 раз выше ЭПВ).

Сила влияния фактора «предшественник» в среднем по годам в фазы всходов-кущения на развитие корневых гнилей составила 58,4 %, на распространенность темно-бурой пятнистости – 12,9 %, на поврежденность листьев полосатой хлебной блошкой – 27,1 %, на поврежденность стеблей злаковыми мухами – 28,3 %.

Биологическая эффективность пара и однолетних трав, по сравнению с озимой рожью, против темно-бурой пятнистости, хлебной полосатой блошки и злаковых мух была в среднем на уровне 10...15% и проявлялась более стабильно в начале вегетации яровой пшеницы.

Средняя по годам биологическая эффективность однолетних трав против корневых гнилей в фазу всходов яровой пшеницы по сравнению с озимой рожью составила 20,4 %, пара – 27,8 %, в фазу твердой спелости – 34,3 % и 34,9 % по предшественникам соответственно.

Видовой состав возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы был представлен 7-ю видами рода *Fusarium* Link. и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, характеризовался высокой стабильностью по годам с коэффициентами Жаккара 0,75-1, в течение вегетации происходило

смещение соотношения фитопатогенов в пользу *B. sorokiniana* при сохранении доминирования фузариевых микромицетов.

Заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* перед посевом яровой пшеницы была до 4,1 раз выше ПВ, сила влияния фактора «предшественник» на общую численность составила 39,1 %, на жизнеспособность – 74,2 % при 1 % уровне значимости.

Фитосанитарные предшественники показали разные механизмы очищения почвы от покоящихся структур *B. sorokiniana*: пар воздействовал на тактики Р – размножения (биологическая эффективность 49,6 %), и В – выживания (снижение жизнеспособности конидий в 1,8 раза), однолетние травы подавляли только тактику В за счет увеличения доли деградированных конидий почти в 2 раза в среднем по годам по сравнению с озимой рожью.

Выявлен достоверный ($p \leq 0,05$) рост супрессивности почвы к *B. sorokiniana* и *F. oxysporum* после возделывания фитосанитарных предшественников по сравнению с повторным посевом зерновых культур и сильная положительная корреляция общей супрессивности почвы к *B. sorokiniana* с долей деградированных конидий фитопатогена по предшественникам: $r=0,796 \pm 0,232$ ($p < 0,05$).

3.2. Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян при возделывании яровой пшеницы по различным предшественникам

3.2.1. Фитосанитарное состояние семян до посева и эффективность протравителей в лабораторных условиях

Перед посевом семян яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 ежегодно были определены их посевные качества и фитосанитарное состояние (рисунок 3.11), а также проведено пробное протравливание семян в лабораторных условиях с оценкой биологической эффективности (рисунок 3.12).

Результаты учетов посевных и фитосанитарных качеств семян перед посевом 2021 года приведены в таблицах 3.18 и 3.19.

Представленные данные свидетельствуют, что показатель всхожести семян яровой пшеницы в 2021 году составлял на контроле 95,2 %. Выявлено, что обработка семян протравителями не оказала достоверного влияния на всхожесть семян, поскольку она была близка к биологическому максимуму.



Рисунок 3.11 – Общий вид рулона с фитоэкспертизой семян, 2021 год, контроль



Рисунок 3.12 – Вид семян контрольного варианта (1) и обработанных фунгицидным препаратом (2)

Исследование влияния протравливания на темпы развития проростков яровой пшеницы показало существенные различия реакции зародышевых органов на препараты. Протравители стимулировали рост корней и проростков, но ингибировали рост coleoptiles. Под воздействием препаратов длина первичных корней увеличилась на 5,4...6,5 % относительно контроля. Также препараты стимулировали линейный рост проростков (увеличение

составило 3,5...7,1 % относительно контроля). При этом длина coleoptile уменьшилась на 4,1...5,5 % относительно контроля. Это свидетельствует о проявлении фитотоксичности препаратов на начальных этапах развития яровой пшеницы.

Таблица 3.18 – Влияние протравливания на посевные качества семян яровой пшеницы (по результатам лабораторного протравливания 2021 г.)

Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
		корень	coleoptile	проросток
Контроль	95,2	9,2	7,3	11,3
Фунгицид	96,8	9,8	7,0	11,7
Фунгицид +инсектицид	95,0	9,7	6,9	12,1
НСР ₀₅	1,7	0,6	0,4	0,3

Следует отметить, что добавление к фунгициду инсектицидного компонента несколько снизило фитотоксичность обработки семян, и отличие длины корней и coleoptile опытного варианта от контроля стало статистически недостоверным. Напротив, стимулирование развития проростка на варианте с баковой смесью было статистически достоверным и достигло 7,1 %.

Биологическая эффективность протравителей приведена в таблице 3.19.

Данные фитоэкспертизы 2021 года показали, что в контрольном варианте без обработки химическими препаратами пораженность семян корневыми гнилями достигала 63,5 %, что выше ЭПВ (15%) в 4,2 раза. Симптомы корневых гнилей были вызваны грибами рода *Alternaria* Nees., остальные фитопатогены были представлены в семенах яровой пшеницы весной 2021 года единично. Поражение семян альтернариозом было на уровне 57,4 %.

Применение фунгицидного препарата для предпосевной обработки семян в чистом виде или в смеси с инсектицидом в лабораторных условиях

позволило оздоровить проростки от корневых гнилей на 81,9...83,8 %, так, что распространенность болезни стала ниже ЭПВ.

Таблица 3.19 – Биологическая эффективность препаратов (по результатам лабораторного протравливания семян яровой пшеницы в 2021 г.), %

Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	Биологическая эффективность	<i>Alternaria spp.</i>	Биологическая эффективность
Контроль	63,5	–	57,4	–
Фунгицид	10,3	83,8	23,2	59,6
Фунгицид +инсектицид	11,5	81,9	21,1	63,2
НСР ₀₅	4,2	–	4,9	–

Эффективность исследуемых препаратов против возбудителей альтернариоза составила 59,6...63,2 %, распространенность микромицетов на семенах осталась на уровне 21,1...23,2 %. Достоверных различий эффективности между фунгицидным препаратом в чистом виде и в смеси с инсектицидом ни на один из представленных параметров фитосанитарных качества семян выявлено не было.

Результаты учетов посевных и фитосанитарных качеств семян перед посевом 2022 года приведены в таблицах 3.20 и 3.21.

В 2022 году всхожесть в контрольном варианте составляла 96,9 %, применение препаратов для предпосевной обработки семян не оказало статистически достоверного влияния на рассматриваемый параметр. Длина первичных корней в контрольном варианте составляла 8,2 см, применение протравителей увеличило данный показатель: фунгицидного препарата - на 1,9 см (или на 23,2 % относительно контроля), баковой смеси препаратов - на 1,4 см (или на 17,1 %). Протравливание не оказало достоверного влияние на длину проростков яровой пшеницы. Протравители оказали ингибирующее действие на длину coleoptile: укорочение составило 15,7...18,6 % относительно контроля, то есть coleoptile семян яровой пшеницы под посев

2022 года оказались значительно более чувствительными к фитотоксичности протравителей по сравнению с прошлым, 2021 годом.

Таблица 3.20 – Влияние протравливания на посевные качества семян
(по результатам лабораторного протравливания 2022 г.)

Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
		корень	колеоптиле	проросток
Контроль	96,9	8,2	7,0	7,9
Фунгицид	96,0	10,1	5,9	8,0
Фунгицид +инсектицид	97,3	9,6	5,7	8,2
НСР ₀₅	1,0	0,4	0,5	0,4

Данные фитоэкспертизы 2022 года (таблица 3.21) показали, что в контрольном варианте распространенность симптомов корневых гнилей достигала 57,4 %, что выше ЭПВ в 3,8 раза.

Поражение семян альтернариозом в 2022 году было на уровне 54,0 %. Применение фунгицидного препарата для предпосевной обработки семян в чистом виде или в смеси с инсектицидом позволило оздоровить проростки от корневых гнилей на 84,3...84,8 % (до 8,7...9,0 %).

Таблица 3.21 – Биологическая эффективность лабораторного протравливания семян яровой пшеницы в 2022 г., %

Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	Биологическая эффективность	<i>Alternaria spp.</i>	Биологическая эффективность
Контроль	57,4	—	54,0	—
Фунгицид	9,0	84,3	7,5	86,1
Фунгицид +инсектицид	8,7	84,8	9,3	82,8
НСР ₀₅	4,1	—	5,2	—

Исследуемые препараты показали высокую лабораторную эффективность против возбудителей альтернариоза: 82,8...86,1 %, поражение семян после протравливания осталось на уровне 7,5...9,3 %. Достоверных

различий эффективности опытных вариантов снова, как и в 2021 году, выявлено не было.

Результаты учетов посевных и фитосанитарных качеств семян перед посевом 2023 года приведены в таблицах 3.22 и 3.23.

Таблица 3.22 – Влияние протравливания на посевные качества семян
(по результатам лабораторного протравливания 2023 г.)

Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
		корень	колеоптиле	проросток
Контроль	99,1	9,4	7,0	10,7
Фунгицид	99,0	9,7	6,2	10,6
Фунгицид +инсектицид	98,4	9,6	6,3	11,1
НСР ₀₅	0,3	0,5	0,4	0,3

В 2023 году всхожесть семян яровой пшеницы на контрольном варианте была максимальной за годы исследования – 99,1 %, поэтому применение химических препаратов достоверно не повлияло на этот показатель.

На длину первичных корней применение протравливания не оказало статистически достоверного влияния. Химические препараты для предпосевной обработки семян оказали разнонаправленное действие на длину проростков: фунгицидный протравитель не оказал достоверного влияния, а смесь препаратов обеспечила небольшое увеличение – на 3,7 %. Длина колеоптиле под действием протравителей снизилась на 0,7...0,8 см (или на 10,0...11,4 % относительно контроля).

Данные фитоэкспертизы семян 2023 года показали, что в контрольном варианте распространенность симптомов корневых гнилей проростков была минимальной за годы исследования – 57,4 % (таблица 3.23).

Поражение семян альтернариозом было на уровне 56,5 %. Применение фунгицидного протравителя в чистом виде или в смеси с инсектицидом показало высокую биологическую эффективность против корневых гнилей, их распространенность стала ниже ЭПВ. Биологическая эффективность

против возбудителей альтернариоза яровой пшеницы была тоже высокой, их распространенность снизилась в 5,6 раз. Достоверных различий эффективности чистого фунгицида и баковой смеси снова выявлено не было.

Таблица 3.23 – Биологическая эффективность препаратов (по результатам лабораторного протравливания 2023 г.), %

Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	Биологическая эффективность	<i>Alternaria spp.</i>	Биологическая эффективность
Контроль	49,2	–	56,5	–
Фунгицид	8,4	82,9	11,2	80,2
Фунгицид +инсектицид	10,3	79,1	10,7	81,2
НСР ₀₅	4,1	–	4,7	–

Результаты учетов посевных и фитосанитарных качеств семян перед посевом в среднем за 3 года приведены в таблице 3.24.

В годы исследований посевные качества семян были высокими на уровне регламента, поэтому протравители не повлияли на лабораторную всхожесть.

В контрольных вариантах в среднем за 3 года распространенность симптомов корневых гнилей составляла 56,7 %, что превышало ЭПВ в 3,8 раза, то есть семена требовали оздоровления протравителями, чтобы снизить вредоносность болезни в полевых условиях. Распространенность симптомов корневых гнилей сильно и отрицательно влияла на всхожесть семян, отрицательный коэффициент корреляции составил $-0,992 \pm 0,051$, и был достоверным на 1% уровне значимости.

Такой высокий коэффициент корреляции свидетельствует о вредоносности корневых гнилей в снижении всхожести семян. Протравливание не увеличивало всхожесть, но служило для приближения полевой всхожести семян к лабораторной, оздоравливая проростки и защищая их от почвенных фитопатогенов в полевых условиях.

Таблица 3.24 – Лабораторная эффективность протравливания семян яровой пшеницы Новосибирская 31 (среднее за 2021–2023 гг.), %

Вариант	Всхожесть, %	Распространенность корневых гнилей	БЭ	<i>Alternaria</i> <i>spp.</i>	БЭ	<i>Bipolaris</i> <i>sorokiniana</i>	БЭ	<i>Fusarium</i> <i>spp.</i>	БЭ	<i>Penicillium</i> <i>spp.</i>	БЭ
Контроль	97,1	56,7	–	56,0	–	0,7	–	2,3	–	3,7	–
Фунгицид	97,3	9,2	83,8	14,0	75,0	0	100	0	100	0	100
Фунгицид +инсектиц ид	96,9	10,2	82,0	13,7	75,5	0	100	0	100	0	100
НСР ₀₅ частных средних	0,9	3,8	–	3,7	–	0,3	–	0,9	–	1,5	–

*Биологическая эффективность

Применение протравителей в среднем по годам достоверно увеличило длину корней на 7,9...11,2 %, практически не влияя на длину проростков. Длина coleoptile проростков после протравливания семян уменьшилась на 9,9...11,3 % относительно контроля, то есть препараты оказали фитотоксическое ретардантное действие на проростки.

По данным дисперсионного анализа выявлено, что сила влияния фактора «год» на всхожесть семян составила 74,2 %, длину проростка и coleoptile – 97,7 % и 41,6 % соответственно. Эти оценки показали, что условия года сильнее всего влияли на формирование coleoptile проростков, то есть это был наиболее чувствительный к условиям созревания семян зародышевый орган.

Сила влияния фактора «протравливание» на длину корня составила 46,8 %, на длину coleoptile – 42,4 %, то есть была примерно одинаковой, но действие препаратов на корни было стимулирующим, а на coleoptile – угнетающим рост.

Основными возбудителями симптомов корневых гнилей были альтернариевые грибы: коэффициент корреляции распространенности корневых гнилей и альтернариоза составил $0,882 \pm 115$ и был достоверным на 1% уровне значимости. Альтернариевые грибы на семенах яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 показали патогенность, снижая всхожесть семян. Отрицательный коэффициент корреляции лабораторной всхожести и распространенности альтернариоза семян составил $-0,886 \pm 151$ и был достоверным на 1% уровне значимости.

Протравители, независимо от состава, показали примерно одинаковую биологическую эффективность как против корневых гнилей (82,0...83,8 %), так и против возбудителей альтернариоза (75,0...75,5 %). Предпосевная обработка семян имела абсолютную эффективность против плесневения семян и возбудителей фузариозно-гельминтоспориозных корневых гнилей – *B. sorokiniana* и грибов рода *Fusarium*, которые были представлены на семенах единично.

По данным дисперсионного анализа выявлено, что фактор «год» не оказал достоверно значимого влияния на распространенность на семенах симптомов корневых гнилей и альтернариоза, а сила влияния фактора «протравливание» на рассматриваемые показатели составила 97,7 и 93,8 % соответственно (при достоверности результата анализа на 1 % уровне значимости).

3.2.2. Эффективность протравителей семян против фитопатогенов и фитофагов

3.2.2.1. Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против корневых гнилей в зависимости от предшественников

В 2021 году яровая пшеница в фазу всходов по всем предшественникам поражалась корневыми гнилями значительно выше порога вредоносности (рисунок 3.13).

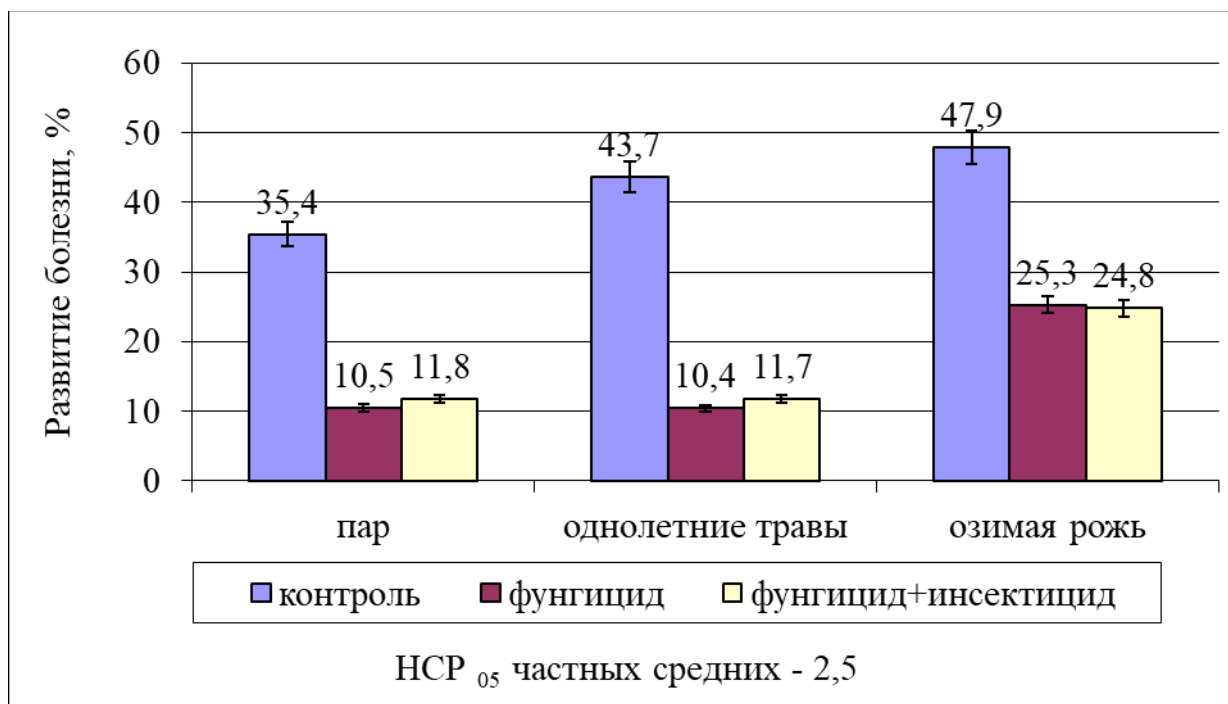


Рисунок 3.13 –Влияние протравливания на развитие корневых гнилей яровой пшеницы по предшественникам в фазу всходов, в 2021 г., %

Предпосевная обработка семян фунгицидным протравителем позволила значительно снизить поражение растений корневыми гнилями: снижение составило от 21,4 % по озимой ржи до 35,9 % по однолетним

травам, с биологической эффективностью протравливания 47,2 и 76,2 % соответственно.

Таким образом, в 2021 году предшественники и протравители проявили синергизм: при посеве протравленных семян по фитосанитарным предшественникам биологическая эффективность препаратов была выше, чем при посеве по зерновому предшественнику. Итоговая пораженность растений яровой пшеницы в фазу всходов при посеве протравленных семян по фитосанитарным предшественникам была в 2 раза выше ЭПВ, но в 4,5...5 раз ниже, чем развитие корневых гнилей по зерновому предшественнику без протравливания семян.

Введение в баковую смесь инсектицидного компонента не привело к достоверному изменению показателя биологической эффективности протравливания семян от корневых гнилей.

С помощью дисперсионного анализа выявлено, что сила влияния фактора «протравливание» на развитие корневых гнилей всходов составила 80,3 %, а фактора «предшественник» – 16,3 % (здесь и далее достоверность результатов анализа на 5 % уровне значимости).

Результаты учетов эффективности протравливания семян в фазу полной (твердой) спелости яровой пшеницы в 2021 году показаны на рисунке 3.14.

Протравливание семян незначительно влияло на развитие корневых гнилей взрослых растений. Эффективность протравливания в конце вегетации составила от отрицательных значений по зерновому предшественнику: -8,0%, до 7,3 % по пару. Сила влияния фактора «предшественник» на развитие корневых гнилей в конце вегетации составила 58,9 %, фактора «протравливание» – 7,5 %. Следовательно, влияние предшественников на развитие корневых гнилей в течении вегетации возросло в 3,6 раза, а влияние протравливания семян снизилось в 10,7 раз. Эти данные свидетельствуют о том, что протравливание эффективно защищает растения от почвенных инфекций только в начале вегетационного

периода, затем действие препаратов закономерно ослабевает. Напротив, влияние предшественников на поражение подземных органов корневыми гнилями в течение вегетации возрастает, поскольку они определяют фитосанитарное состояние почвы и устойчивость растений к стрессам [Торопова и др., 2022].

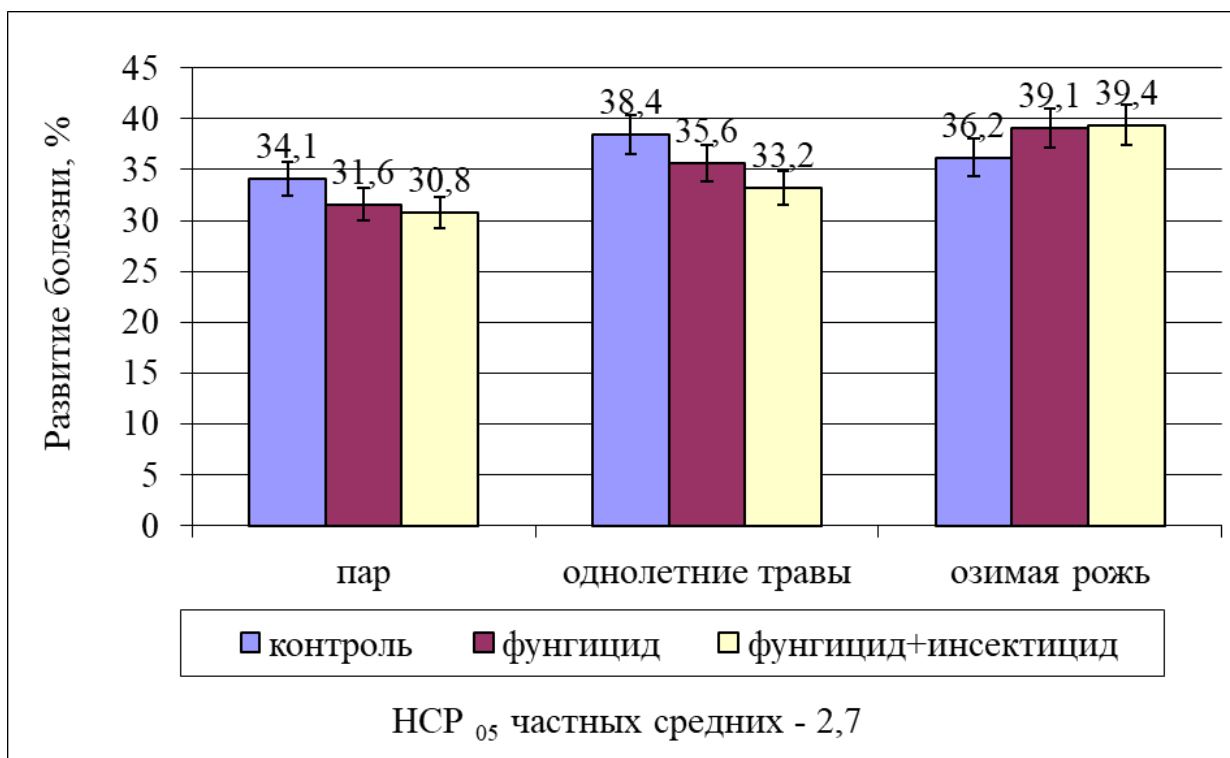


Рисунок 3.14 – Влияние протравливания семян на развитие корневых гнилей по предшественникам в фазу полной спелости, 2021 г., %

Развитие корневых гнилей яровой пшеницы по вариантам эксперимента в начале вегетации 2022 года представлены на рисунке 3.15.

Предпосевная обработка семян снизила пораженность растений яровой пшеницы корневыми гнилями: снижение составило в абсолютных единицах 3,2...7,1 %, с биологической эффективностью протравливания от 36,0...48,6 %.

По данным дисперсионного анализа выявлено, что в фазу всходов яровой пшеницы в 2022 году сила влияния фактора «протравливание» на развитие корневых гнилей составила 34,4 %, а фактора «предшественник» – 34,3 %, то есть была примерно равной.

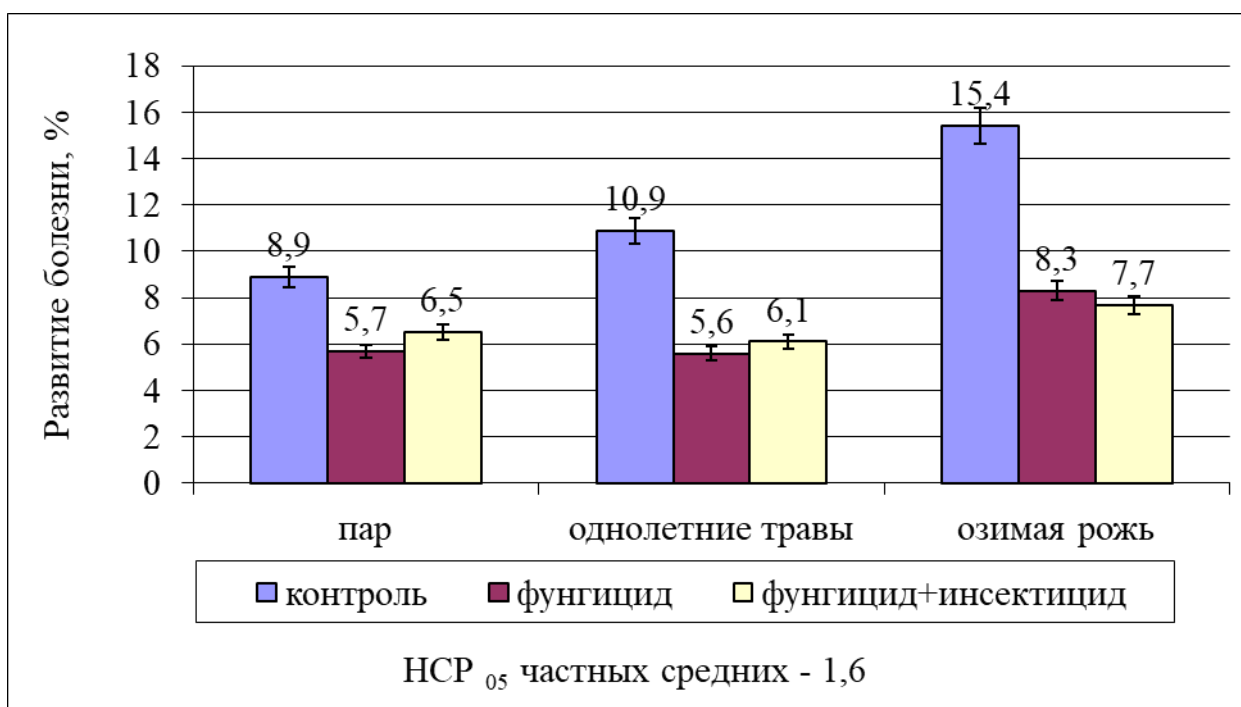


Рисунок 3.15 – Развитие корневых гнилей яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян в фазу всходов в 2022 году, %

Протравливание семян незначительно сказалось на развитии болезни взрослых растений в фазу полной (твердой) спелости в 2022 году (рисунок 3.16).

Наибольшее снижение в абсолютных значениях отмечено по однолетним травам – 9,8 %. Эффективность протравливания в конце вегетации была на уровне 3,1...27,2 %.

Сила влияния фактора «предшественник» на развитие корневых гнилей в конце вегетации составила 75,9 %, фактора «протравливание» – 15,6 %. Следовательно, влияние предшественников на развитие корневых гнилей в течение вегетации 2022 года возросло в 2,2 раза, а влияние протравливания семян снизилось так же в 2,2 раз. Закономерности, выявленные в предыдущем году, действовали, хоть и с меньшей интенсивностью.

Предпосевная обработка семян в начале 2023 года позволила снизить пораженность всходов яровой пшеницы корневыми гнилями: снижение составило от 5,0 % по паровому предшественнику до 6,5 % по озимой ржи (рисунок 3.17). Эффективностью протравливания при этом была на уровне 42,7...47,1 %.

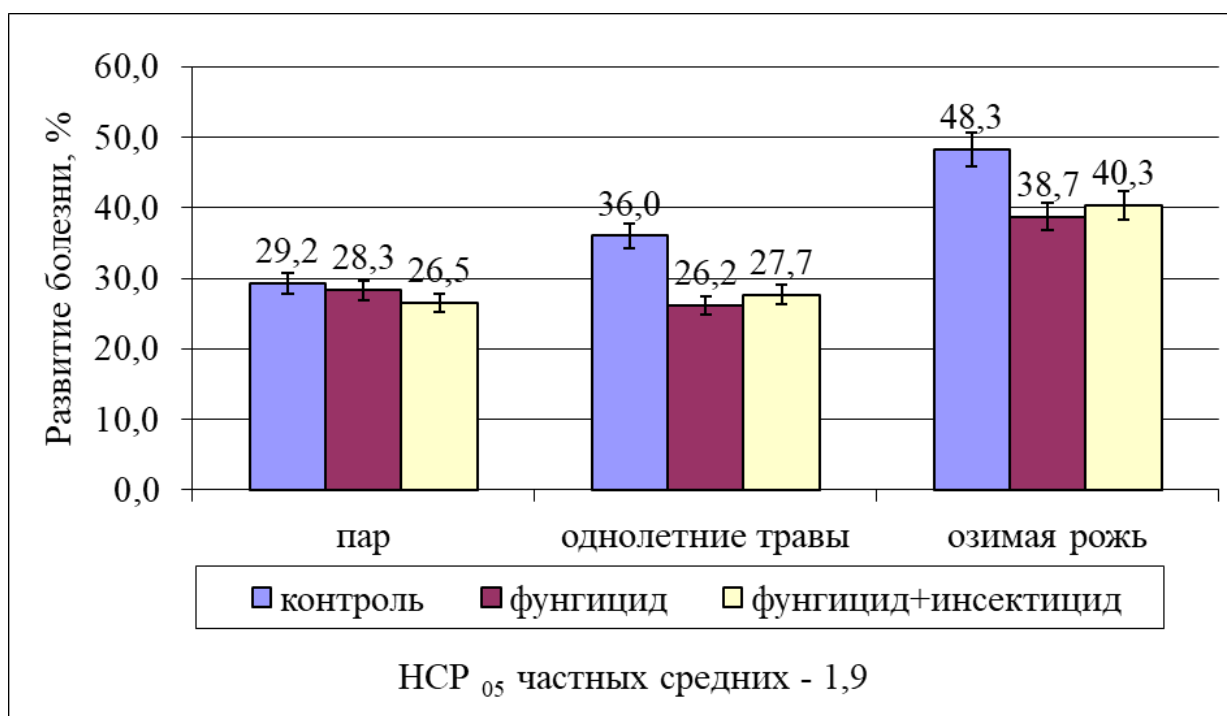


Рисунок 3.16 – Развитие корневых гнилей яровой пшеницы в зависимости от предшественников и предпосевной обработки семян в фазу полной спелости в 2022 году, %

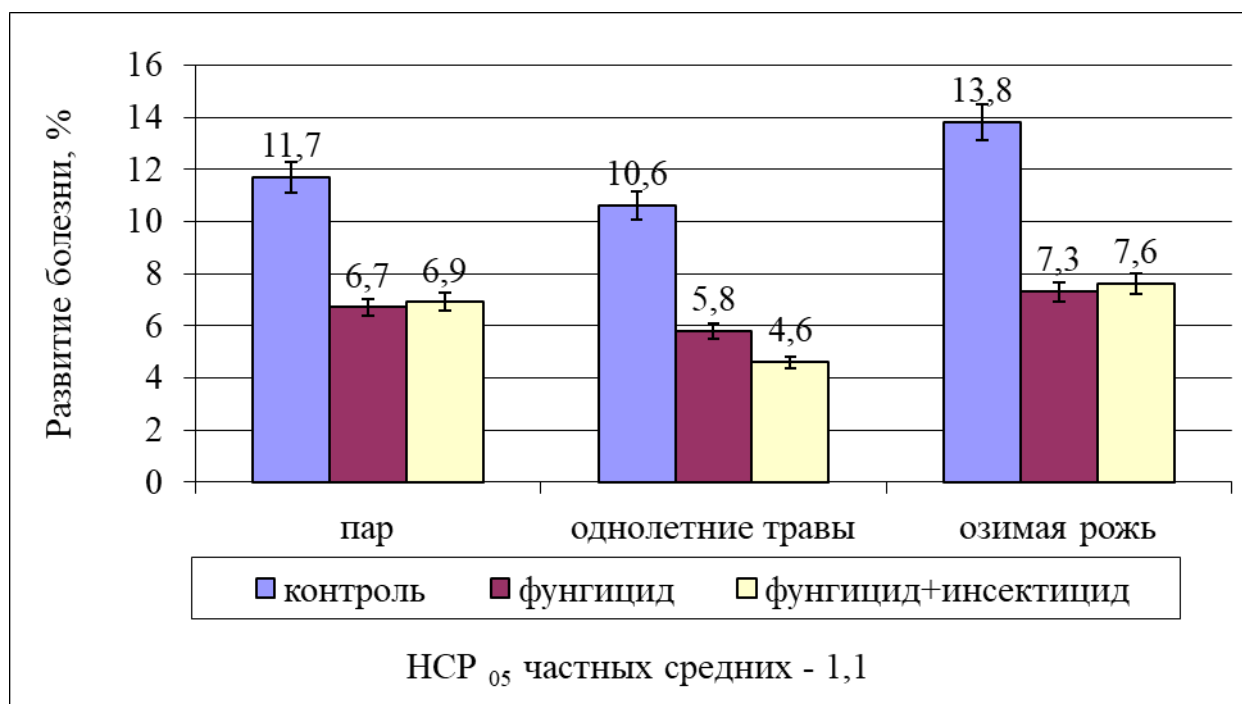


Рисунок 3.17 – Развитие корневых гнилей яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян в фазу всходов в 2023 году, %

По данным дисперсионного анализа выявлено, что сила влияния фактора «протравливание» на развитие корневых гнилей всходов составила 84,3 %, а фактора «предшественник» – 12,7 %.

Протравливание семян незначительно сказалось на развитии корневых гнилей у взрослых растений (рисунок 3.18). Наибольшее снижение в абсолютных значениях отмечено по пару – 5,8 %. Эффективность протравливания в конце вегетации была на уровне 8,3...15,3 %.

Сила влияния фактора «предшественник» на развитие корневых гнилей в конце вегетации составила 84,3 %, фактора «протравливание» – 12,7 %. Следовательно, влияние предшественников на развитие корневых гнилей в течение вегетации снова возросло в 6,6 раза, а влияние протравливания семян снизилось в 9,7 раза. Закономерности, выявленные в предыдущие годы, снова подтвердились.

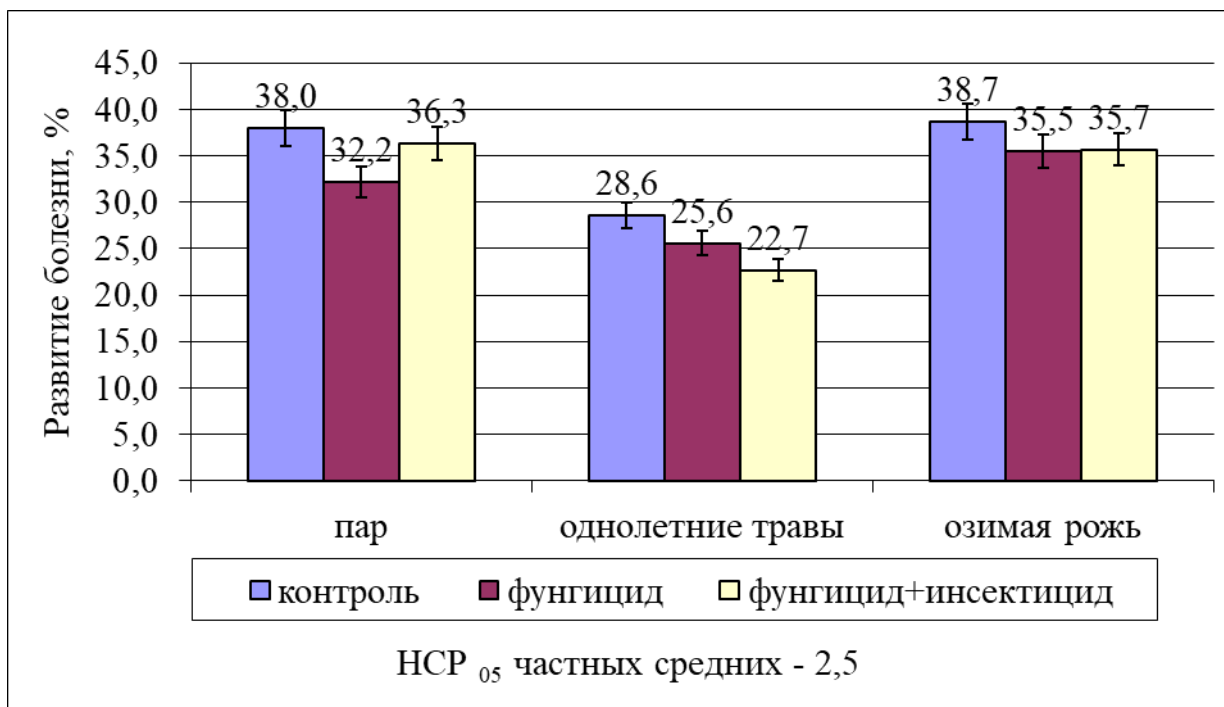


Рисунок 3.18 – Развитие корневых гнилей яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян в фазу полной спелости в 2023 году, %

Сводные данные по эффективности протравливания семян по предшественникам и фазам вегетации приведены в таблице 3.25.

Данные таблицы свидетельствуют, что в среднем за 3 года наибольшая эффективность предпосевного протравливания против корневых гнилей в

Таблица 3.25 – Биологическая эффективность протравливания семян яровой пшеницы Новосибирская 31 от корневых гнилей по предшественникам, фазам вегетации и годам, %

Предшественник	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	всходы	спелость	всходы	спелость	всходы	спелость	всходы	спелость
Озимая рожь	47,2	-8,0	46,1	19,9	47,1	8,3	46,8	6,7
Пар	70,3	7,3	36,0	3,1	42,7	15,3	49,7	8,6
Однолетние травы	76,2	7,2	48,6	27,2	45,3	10,5	56,7	15,0
Среднее по предшественникам	64,6	2,2	43,6	16,7	45,0	11,4	51,1	10,1

Таблица 3.26 – Сила влияния агроэкологических факторов на развитие корневых гнилей яровой пшеницы по годам и фазам вегетации, %

Фактор	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	всходы	спелость	всходы	спелость	всходы	спелость	всходы	спелость
Предшественник	16,3	58,9	34,3	75,9	12,7	84,3	21,1	73,0
Протравливание	80,3	7,5	34,4	15,6	84,3	12,7	66,3	11,9
Среднее по факторам	48,3	33,2	34,4	45,8	48,5	48,5	43,7	42,5

фазу всходов была по однолетним травам – 56,7 %, что больше, чем по пару и озимой ржи на 7,0 и 9,9 % соответственно. В фазу полной спелости эта закономерность сохранилась, эффективность протравливания по однолетним травам составила 15,0 %, что больше, чем по паровому и зерновому предшественникам на 6,4 и 8,3 % соответственно.

Сводные данные дисперсионного анализа приведены в таблице 3.26. В среднем за 3 года в фазу всходов сила влияния фактора «протравливание» на развитие корневых гнилей составила 66,3 %, а фактора «предшественник» – 21,1 %, то есть было в 3 раза ниже. В фазу твердой спелости ситуация изменилась на противоположную: сила влияния фактора «протравливание» составила 11,9 %, а фактора «предшественник» – 73,0 %, то есть в 6,1 раз ниже. Влияние предшественников на развитие корневых гнилей в течении вегетации возросло в среднем по годам в 3,5 раза, а влияние протравливания семян снизилось в 5,6 раза. Это свидетельствует о необходимости комплексного применения для контроля корневых гнилей яровой пшеницы и протравливания (оперативный метод) и фитосанитарных предшественников (агротехнический метод) в системе интегрированной защиты растений.

3.2.2.2. Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против вредителей всходов в зависимости от предшественников

Всходы яровой пшеницы ежегодно повреждались вредителями на уровне, превышающем ЭПВ (см раздел 3.1.1).

В 2021 году (рисунок 3.19) повреждение листовой поверхности всходов яровой пшеницы было близким к ЭПВ (15%).

По пару и однолетним травам было на 9,7 и 6,1 % ниже в абсолютных значениях, чем по озимой ржи, то есть биологическая эффективность фитосанитарных предшественников составила 61,0 и 38,4 % относительно зернового предшественника соответственно. Предпосевная обработка семян фунгицидным протравителем несколько увеличила повреждение листьев хлебной блошкой, что может быть связано с большей привлекательностью

таких растений в связи с освобождением листовой поверхности от болезней и лучшим развитием всходов яровой пшеницы.

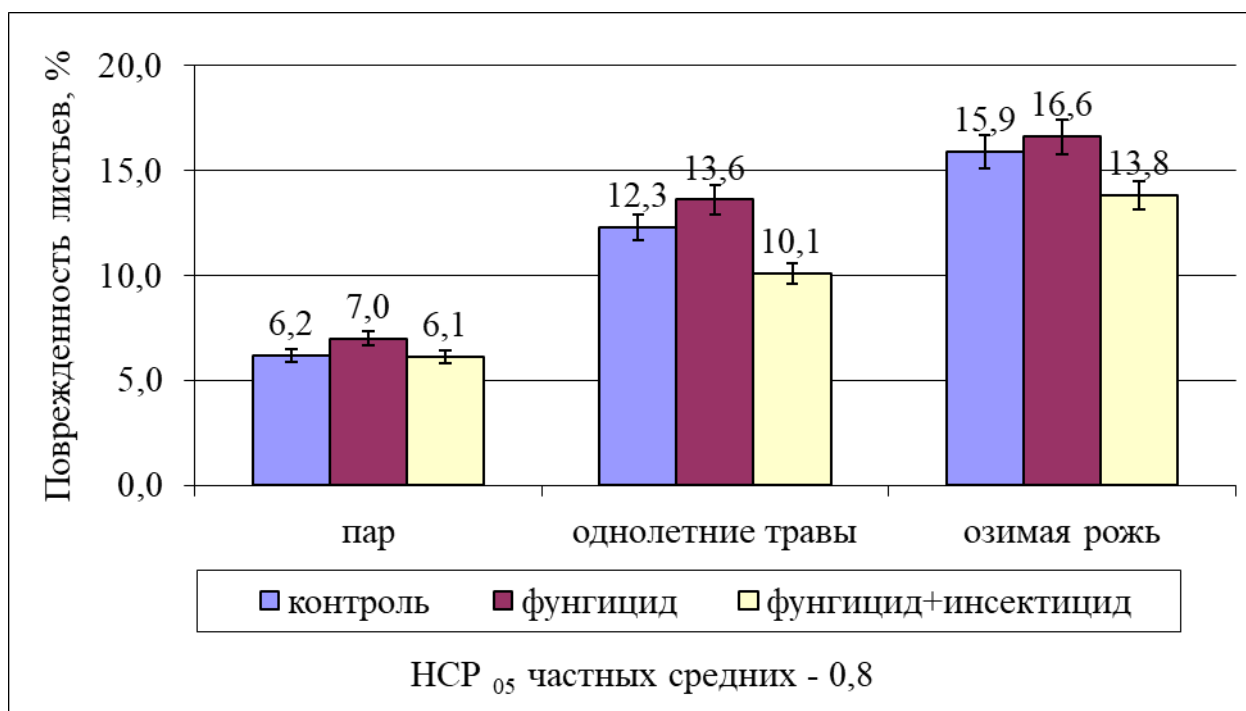


Рисунок 3.19 – Поврежденность листьев яровой пшеницы в фазу всходов хлебной полосатой блошкой в 2021 году, %

Применение инсектицидного протравителя позволило по всем предшественникам незначительно снизить численность вредителя, а, следовательно, и поврежденность ими листьев пшеницы. Максимальная в опыте биологическая эффективность протравливания семян отмечена по однолетним травам – 17,9 % (на 4,7 и 16,3 % больше, чем по пару и озимой ржи соответственно).

Повреждение стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами (яровая, ячменная шведская) в фазу кущения культуры в 2021 году по всем предшественникам была на уровне ЭПВ (6-10 %) (рисунок 3.20).

Протравливание инсектицидным препаратом показало достоверно значимое снижение повреждения злаковыми мухами только по озимой ржи: на 1,9 %, при биологической эффективности 19,8 %.

Необходимо отметить, что в 2021 году сложилась экстремальная для зоны исследований ситуация, при которой развитие корневых гнилей всходов достигло 9 и более ПВ, что привело к сильному угнетению растений.

Ослабленные всходы ограничили трофическую активность как хлебной полосатой блошки, так и злаковых мух, что редко наблюдается в зоне исследований, как и показали дальнейшие исследования.

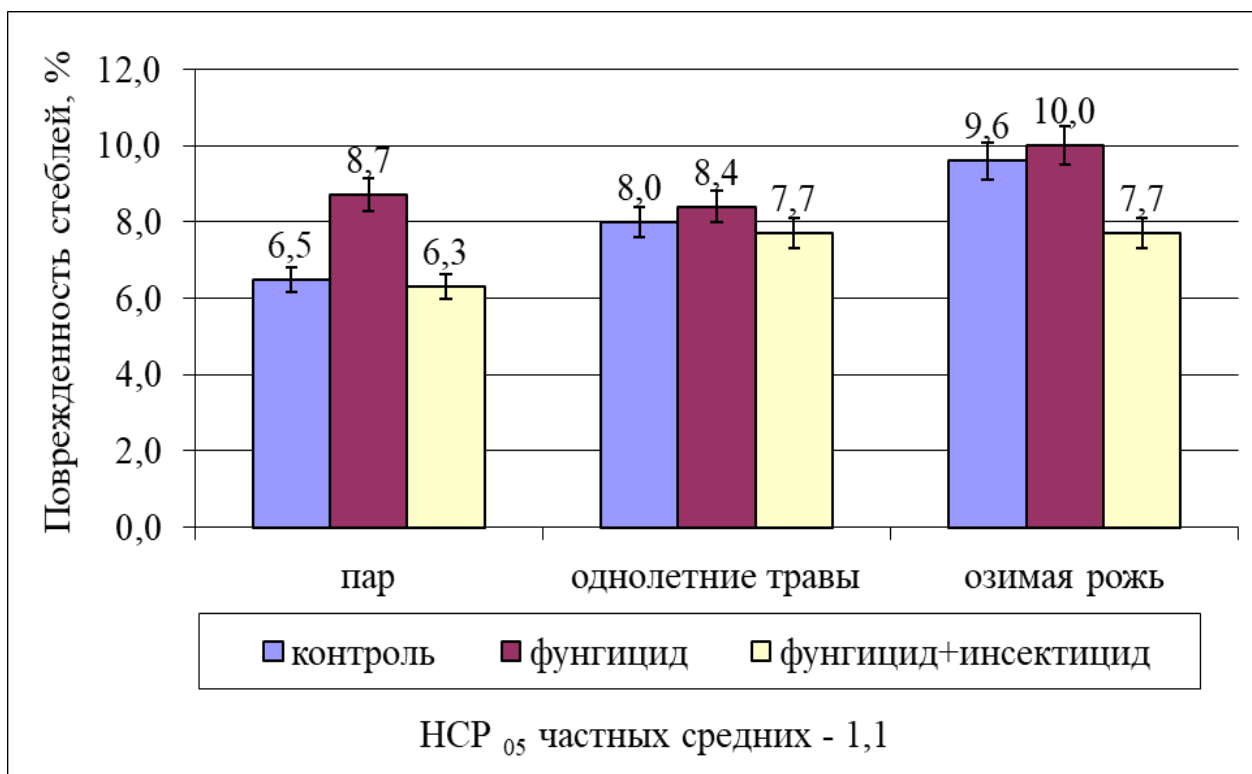


Рисунок 3.20 – Поврежденность стеблей яровой пшеницы в фазу кущения злаковыми мухами в 2021 году, %

Дисперсионным анализом выявлено, что сила влияния фактора «предшественник» на поврежденность листьев хлебной блошкой составила 91,8 %, а фактор «протравитель» не оказал достоверного влияния в 2021 году. Сила влияния фактора «предшественник» на поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами составила 40,6 %, а фактора «протравитель» – 34,1 %, то есть даже в экстремальных условиях проявилась достоверная эффективность инсектицидного протравителя против внутрестеблевых вредителей.

В 2022 году повреждение листовой поверхности всходов яровой пшеницы контрольных вариантов хлебной полосатой блошкой было значительно выше, чем в 2021 году и достигло 3,5 ЭПВ (рисунок 3.21). Применение фунгицидного препарата для предпосевной обработки семян не имело какого-либо статистически достоверного влияния на повреждение

листьев полосатой блошкой. Применение инсектицидного протравителя позволило по всем предшественникам значительно снизить численность вредителя.

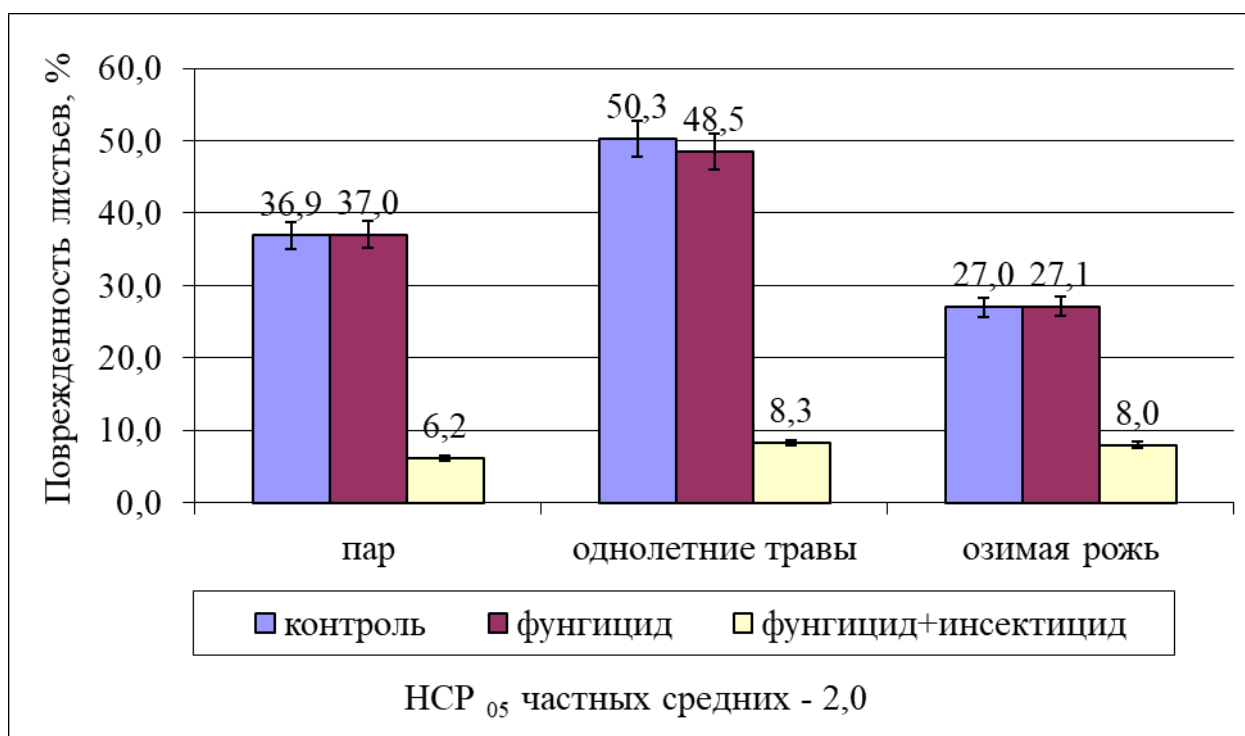


Рисунок 3.21 – Поврежденность листьев всходов яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой в 2022 году, %

Поврежденность листьев хлебной блошкой снизилась на 19,0...42,0 %, при биологической эффективности приема 70,4...83,5 %.

Поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами в 2022 году по всем предшественникам была на уровне 1,5 ЭПВ (рисунок 3.22). Протравливание инсектицидным препаратом показало достоверно значимое снижение повреждения растений яровой пшеницы злаковыми мухами по всем предшественникам: от 7,5 % по озимой ржи до 4,9 % по однолетним травам, при биологической эффективности приема на уровне 44,5...60,5 %.

По данным дисперсионного анализа, сила влияния фактора «предшественник» на поврежденность листьев хлебной блошкой в 2022 году составила 11,5 %, а фактора «протравливание» – 77,7 %.

Сила влияния фактора «протравливание» на поврежденность стеблей злаковыми мухами составила 94,9 %, а фактор «предшественник» не оказал достоверного влияния.

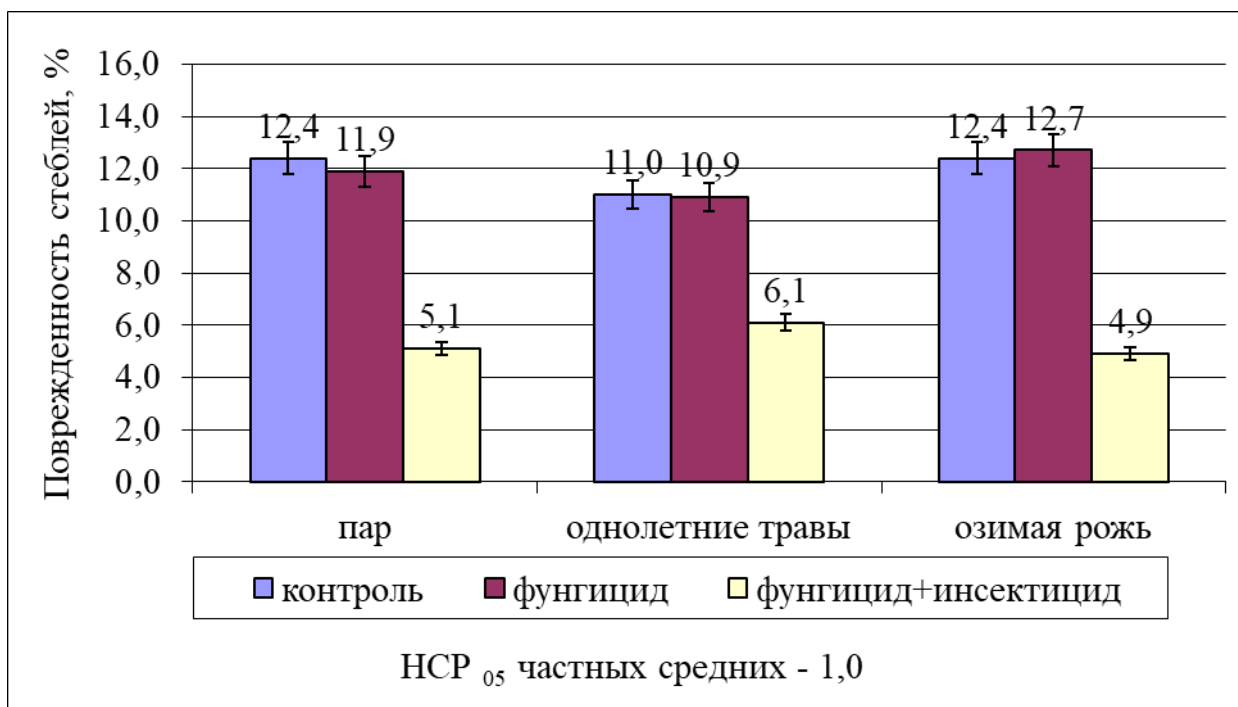


Рисунок 3.22 – Поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами в 2022 году, %

По сравнению с предшествующим 2021 годом, влияние фактора «предшественник» на заселение всходов яровой пшеницы снизилось в 11,4 раза, а фактора «протравливание», наоборот, увеличилось в 4,3 раза. Это свидетельствует об обоснованности применения инсектицидного протравителя в условиях превышения вредителями ЭПВ, когда они преодолевают фитосанитарное действие предшественников.

В 2023 году повреждение листовой поверхности яровой пшеницы контрольных вариантов хлебной полосатой блошкой было максимальным за годы исследования (рисунок 3.23).

Этому способствовали острозасушливые условия начала вегетации. Применение фунгицидного препарата для предпосевной обработки семян не имело какого-либо статистически достоверного эффекта. Применение инсектицидного протравителя, напротив, позволило по всем предшественникам достоверно снизить поврежденность всходов вредителем:

от 44,0 % по озимой ржи до 27,1 % по пару, при биологической эффективности препарата 61,5...75,1 %.

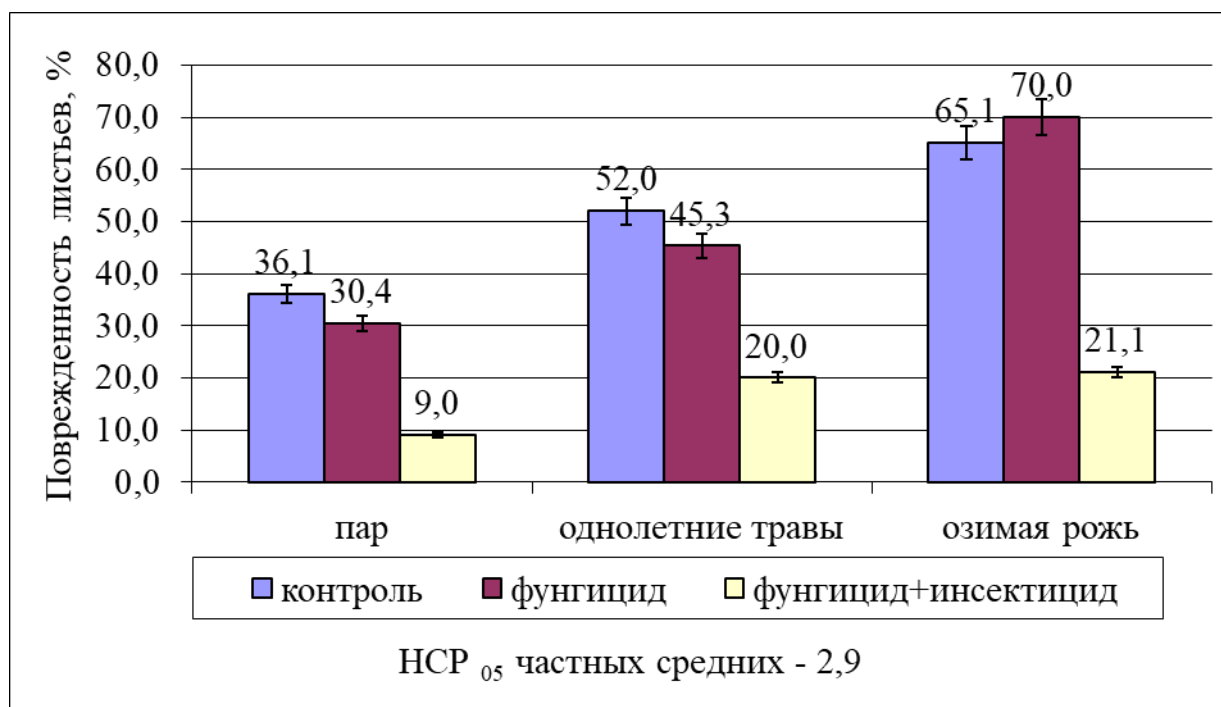


Рисунок 3.23 – Поврежденность листьев всходов яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой в 2023 году, %

Повреждение стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами в 2023 году по всем предшественникам была на уровне ЭПВ, кроме озимой ржи (рисунок 3.24).

Протравливание инсектицидным препаратом обеспечило снижение повреждения яровой пшеницы злаковыми мухами по всем предшественникам: от 5,7 % по зерновому предшественнику до 3,7 % по паровому предшественнику, при биологической эффективности 41,8...45,1 %.

По данным дисперсионного анализа, сила влияния фактора «предшественник» на поврежденность листьев хлебной полосатой блошкой составила в 2023 году 28,6 %, а фактора «протравливание» – 61,4 %.

Сила влияния фактора «предшественник» на поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами составила 42,3 %, а фактора «протравливание» – 54,5 %.

Таким образом, ситуация в начале вегетации 2023 года была похожа на 2022 год, когда сила влияния инсектицидного протравителя на поврежденность яровой пшеницы вредителями была до 2 и более раз выше, чем сила влияния предшественников на эти показатели.

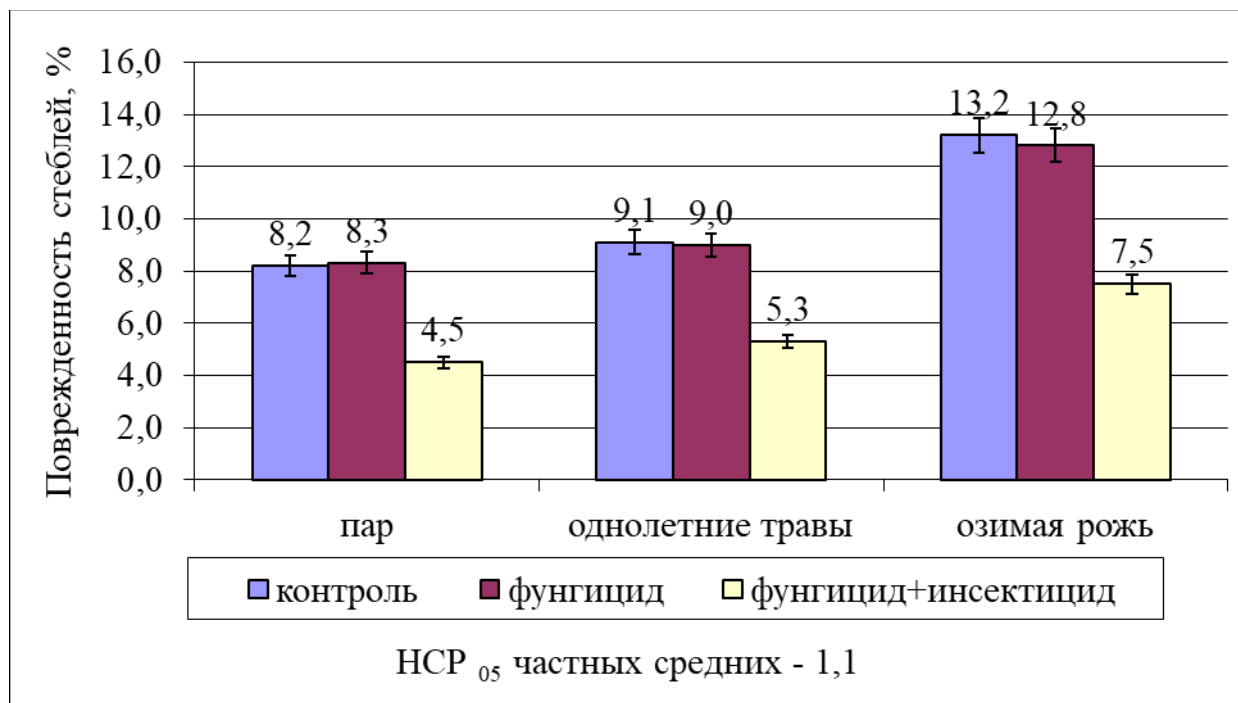


Рисунок 3.24 – Поврежденность стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами в 2023 году, %

Сводные данные по эффективности протравливания семян яровой пшеницы против вредителей всходов по годам приведены в таблице 3.27.

В среднем за 3 года наибольшая эффективность предпосевного протравливания против хлебной полосатой блошки была по паровому предшественнику – 57,2 %, что больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 2,9 и 10,7 % соответственно. Наибольшая эффективность предпосевного протравливания против злаковых мух в среднем за 3 года была по зерновому предшественнику – 41,2 %, что больше, чем по пару и однолетним травам на 5,5 и 11,2 % соответственно. Это свидетельствует, что применение инсектицидного протравителя более обосновано, когда вредители достигают и превышают ЭПВ. Коэффициент корреляции между поврежденностью всходов яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой и

Таблица 3.27 – Биологическая эффективность протравливания семян яровой пшеницы Новосибирская 31 от вредителей всходов по предшественникам и годам, %

Предшественник	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	блошки	мухи	блошки	мухи	блошки	мухи	блошки	мухи
Озимая рожь	1,6	19,8	70,4	60,5	67,6	43,2	46,5	41,2
Пар	13,2	3,1	83,2	58,9	75,1	45,1	57,2	35,7
Однолетние травы	17,9	3,8	83,5	44,5	61,5	41,8	54,3	30,0
Среднее по предшественникам	10,9	8,9	79,0	54,6	68,1	43,4	52,7	35,6

Таблица 3.28 – Сила влияния технологических факторов на поврежденность яровой пшеницы вредителями всходов по годам, %

Фактор	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	блошки	мухи	блошки	мухи	блошки	мухи	блошки	мухи
Предшественник	91,8	40,6	11,5	3,6	28,6	42,3	44,0	28,8
Протравливание	3,6	34,1	77,7	94,9	61,4	54,5	47,6	61,2
Среднее по факторам	47,7	37,4	44,6	49,3	45,0	48,4	45,8	45,0

эффективностью инсектицидного протравителя составил $0,764 \pm 0,145$ ($p < 0,05$), то есть была выявлена сильная зависимость.

Сводные данные дисперсионного анализа экспериментальных данных приведены в таблице 3.28.

В среднем за 3 года в фазу всходов сила влияния фактора «протравливание» на повреждение листьев яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой составила 47,6 %, а фактора «предшественник» – 44,0 %, то есть влияние технологических приемов было примерно равным, несмотря на многократные, до 25,5 раз различия по годам. В неблагоприятные для трофической активности хлебной полосатой блошки годы, выше было влияние предшественников (2021 год), а в условиях превышения вредителями ЭПВ (2022 и 2023 годы), достоверное защитное действие от блошек оказывал инсектицидный протравитель семян.

На трофическую активность хлебной полосатой блошки, помимо условий года, достоверное влияние оказывали фузариозно-гельминтоспориозные корневые гнили: коэффициент корреляции между развитием корневых гнилей всходов яровой пшеницы и поврежденностью растений хлебной полосатой блошкой составил $-0,786 \pm 0,122$ ($p < 0,05$), то есть была выявлена сильная отрицательная зависимость.

Что касается повреждения стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами, то сила влияния фактора «протравливание» на этот показатель в среднем по годам составила 61,2 %, а фактора «предшественник» – 28,8 %. Это свидетельствует об обоснованности применения инсектицидного протравителя для защиты яровой пшеницы от злаковых мух во все годы исследований.

3.2.2.3. Биологическая эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы против темно-бурой пятнистости в зависимости от предшественников

Возбудитель обыкновенной корневой гнили зерновых культур микромицет *Bipolaris sorokiniana* при наличии в воздушной среде капельной

влаги реализует дополнительную экологическую нишу в листьях растений-хозяев, вызывая темно-бурую пятнистость [Торопова и др., 2022].

Болезнь интенсивно развивается начиная с фазы всходов зерновых культур, что определяется пространственной близостью листьев растений к основному фактору передачи фитопатогена – почве.

Результаты учетов темно- бурой пятнистости (гельминтоспориоза) яровой пшеницы в фазу кущения в 2021 году показаны на рисунке 3.25.

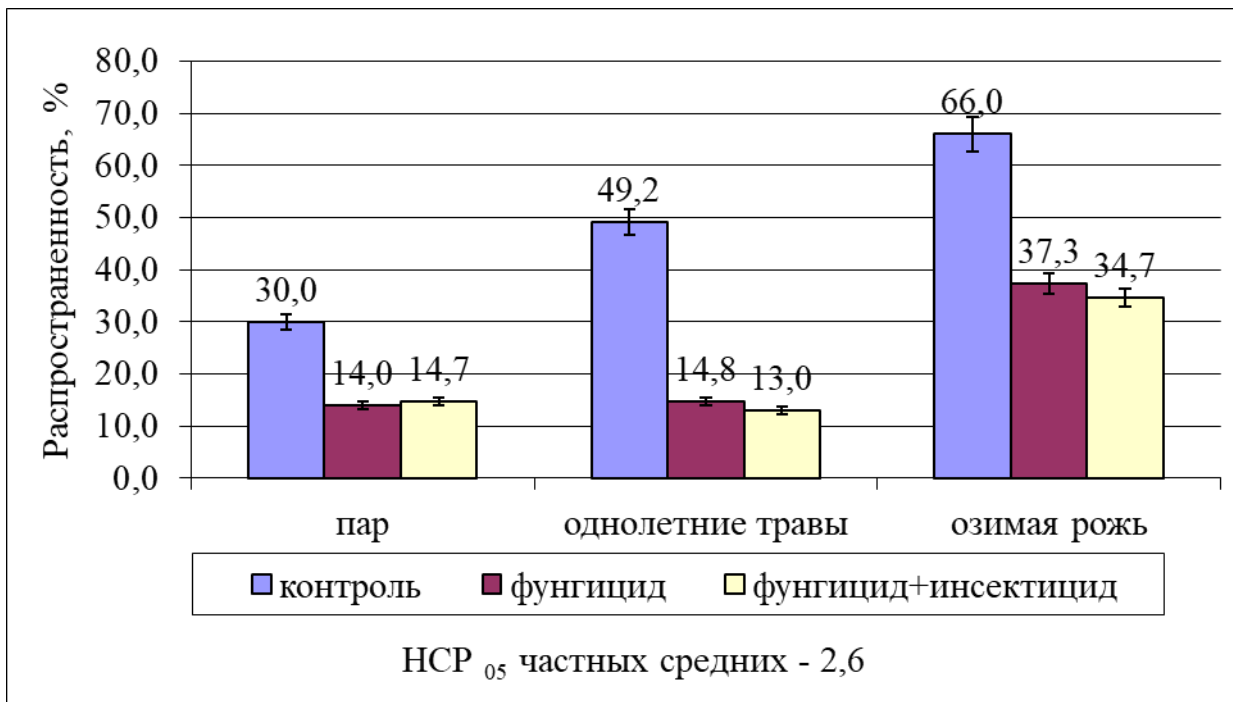


Рисунок 3.25 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу кущения в 2021 году, %

Анализ рисунка свидетельствует о значительном распространении темно- бурой пятнистости листьев по контрольным вариантам, выше ЭПВ (20 %). Протравливание семян перед посевом фунгицидным препаратом системного действия позволило снизить распространенность симптомов болезни по всем предшественникам. Наибольшая биологическая эффективность в 2021 году была отмечена по однолетним травам – 69,9 %, наименьшая – по озимой ржи – 43,5 %.

В фазу колошения яровой пшеницы распространенность темно- бурой пятнистости было наибольшим по зерновому предшественнику – 45,0 % (рисунок 3.26). Протравливание семян перед посевом фунгицидным

протравителем позволило снизить распространенность темно- бурой пятнистости по пару и озимой ржи на 3,7 % и 3,0 % соответственно (при биологической эффективности 8,8 % и 6,3 %), а по однолетним травам – не оказало достоверного влияния на распространенность инфекции.

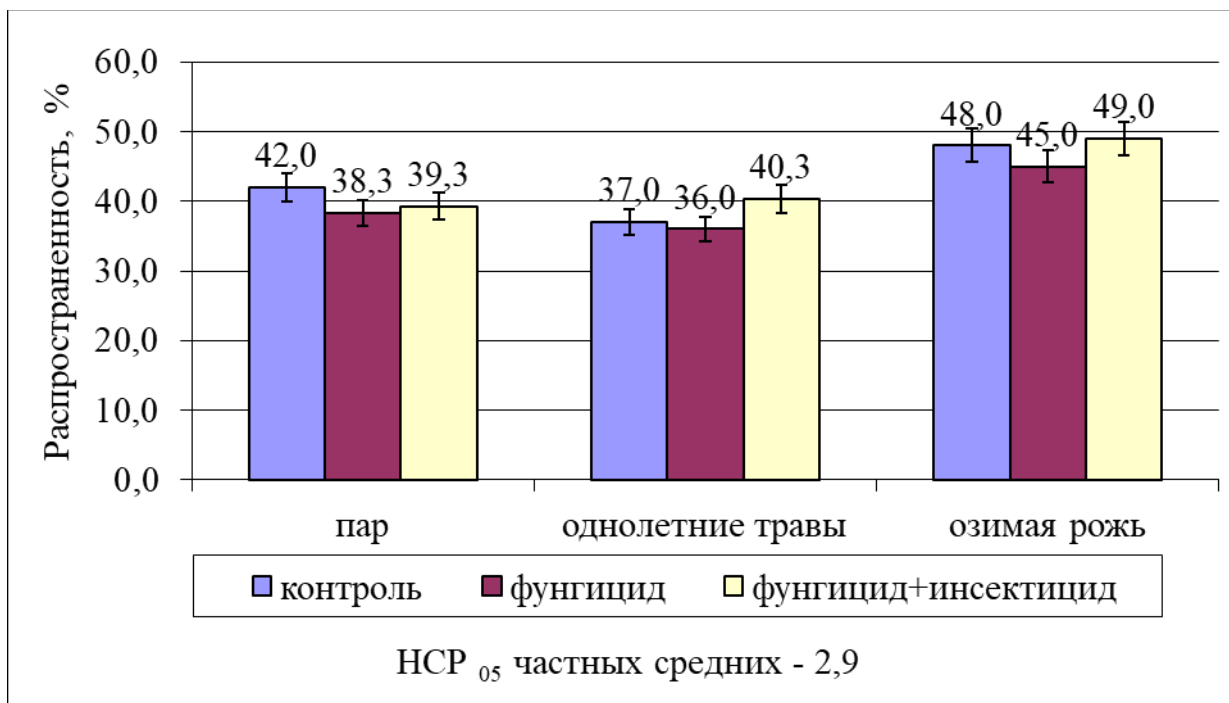


Рисунок 3.26 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу начала колошения в 2021 году, %

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на распространенность темно- бурой пятнистости в фазу кущения составил 53,0 %, в фазу колошения – 84,9 %; сила влияния фактора «протравливание» в фазу кущения – 32,8 %, а в фазу колошения протравливание уже не оказывало достоверного влияния на распространенность инфекции. Следовательно, сила влияния протравливания семян на распространенность темно- бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в течение вегетации снижалась в 4,9 раза, а влияние предшественника, напротив, возросло в 1,6 раза.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную зависимость ($r=0,618\pm0,182$) между распространением темно- бурой пятнистости листьев в фазу кущения и в фазу начала колошения ($p<0,05$).

В 2022 году распространенность темно- бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу кушения доходило до 100 % (рисунок 3.27).

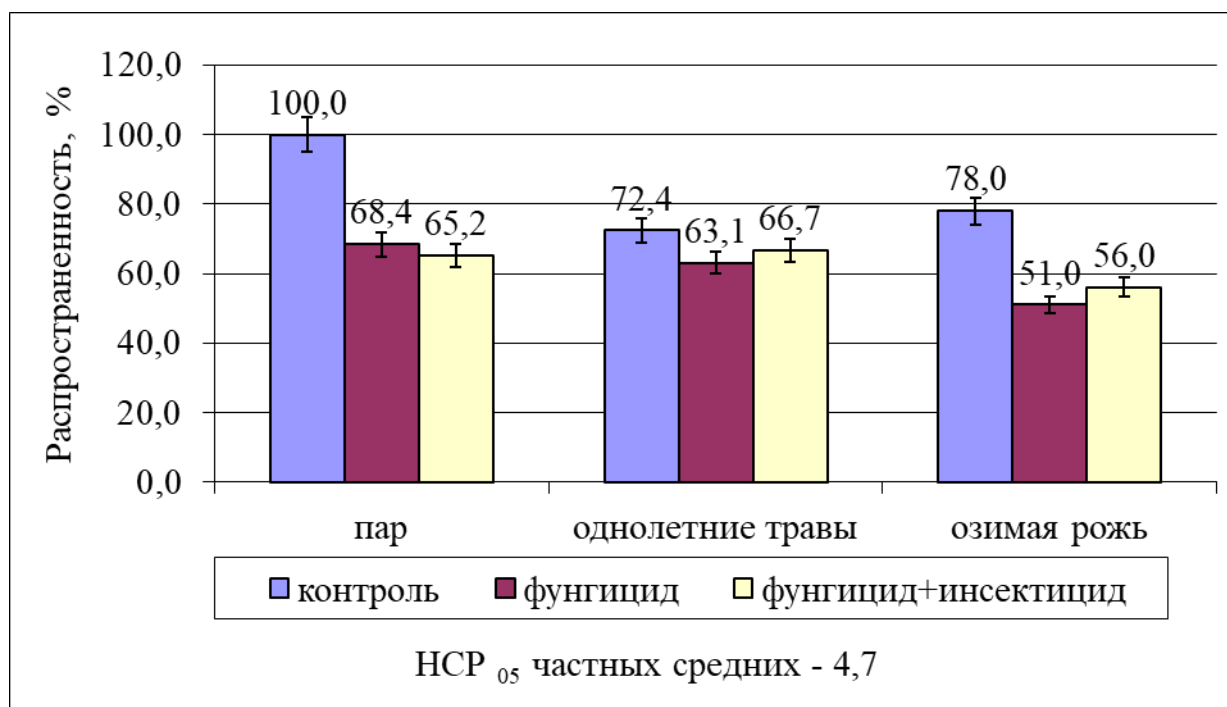


Рисунок 3.27 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу кушения в 2022 году, %

Протравливание семян перед посевом фунгицидным протравителем позволило снизить распространенность темно- бурой пятнистости по всем предшественникам: по пару – на 31,6 %, по однолетним травам – на 9,3 %, по озимой ржи – на 27,0 %; биологическая эффективность при этом составляла 34,8, 12,8 и 34,6 % соответственно.

В фазу колошения яровой пшеницы самая большая распространенность темно- бурой пятнистости была отмечена по зерновому предшественнику – 100 % (рисунок 3.28).

Протравливание семян перед посевом фунгицидным препаратом снизило распространенность темно- бурой пятнистости по всем предшественникам, сильнее всего по озимой ржи – 52,0 %.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на распространенность темно- бурой пятнистости в фазу кушения составила 19,0 %, в фазу колошения – 47,1 %.

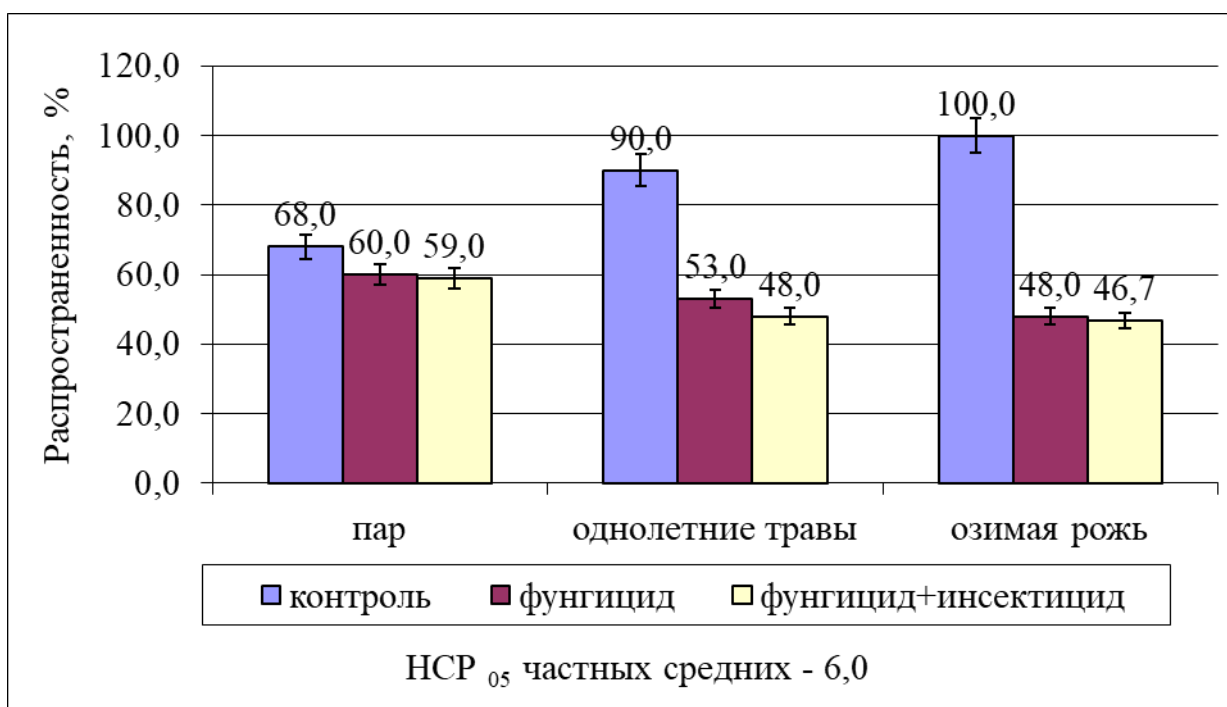


Рисунок 3.28 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу начала колошения в 2022 году, %

Сила влияния фактора «протравливание» в фазу кущения была 35,0 %, а в фазу колошения – 29,2 %. Следовательно, сила влияния протравливания семян на распространенность темно- бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в течение вегетации 2022 года снизилась в 1,2 раза, а влияние предшественника, напротив, возросло в 2,5 раза.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,721\pm0,139$) между распространением темно- бурой пятнистости листьев в фазу кущения и в фазу начала колошения ($p<0,05$).

В 2023 году распространенность темно- бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу кущения была самой большой по зерновому предшественнику – 95,1 % (рисунок 3.29).

Протравливание семян перед посевом фунгицидным протравителем позволило снизить распространенность болезни по всем предшественникам: по пару – на 15,9 %, по однолетним травам – на 17,8 %, по озимой ржи – на 24,4 %; биологическая эффективность при этом составляла от 19,7 до 25,7 %.

В фазу колошения яровой пшеницы в 2023 году распространенность темно- бурой пятнистости была наибольшей по паровому предшественнику – 94,9 (рисунок 3.30).

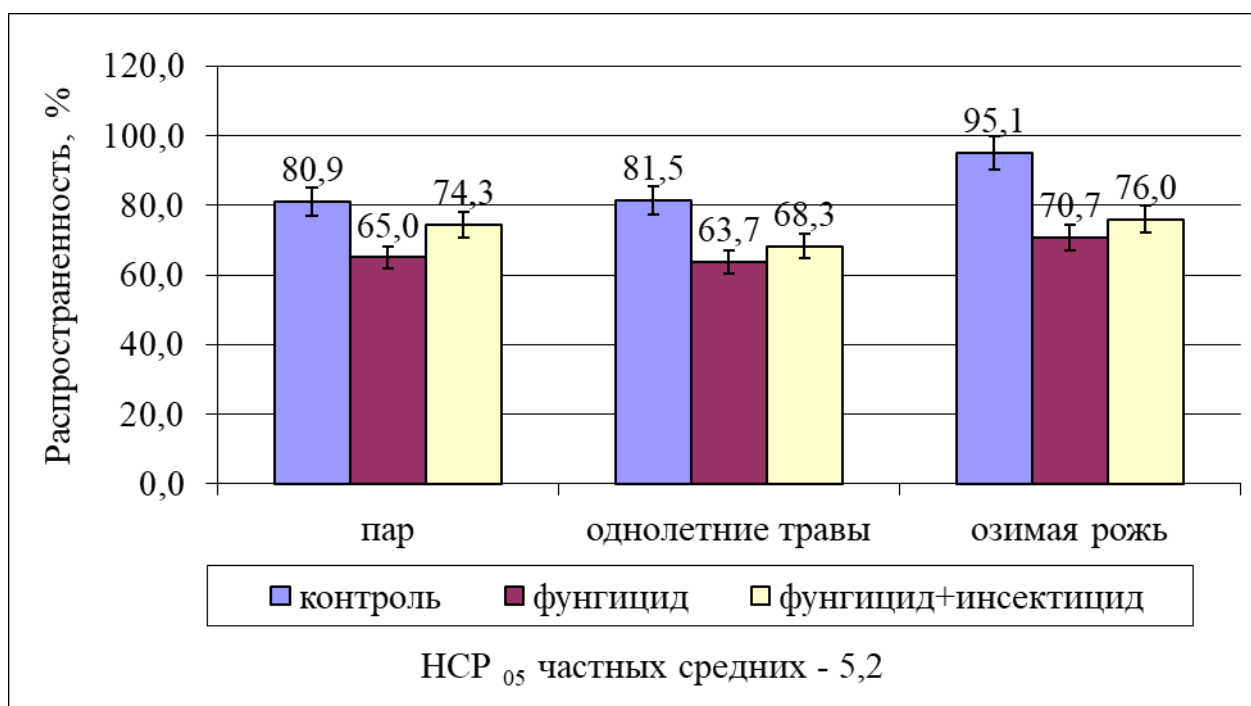


Рисунок 3.29 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу кущения в 2023 году, %

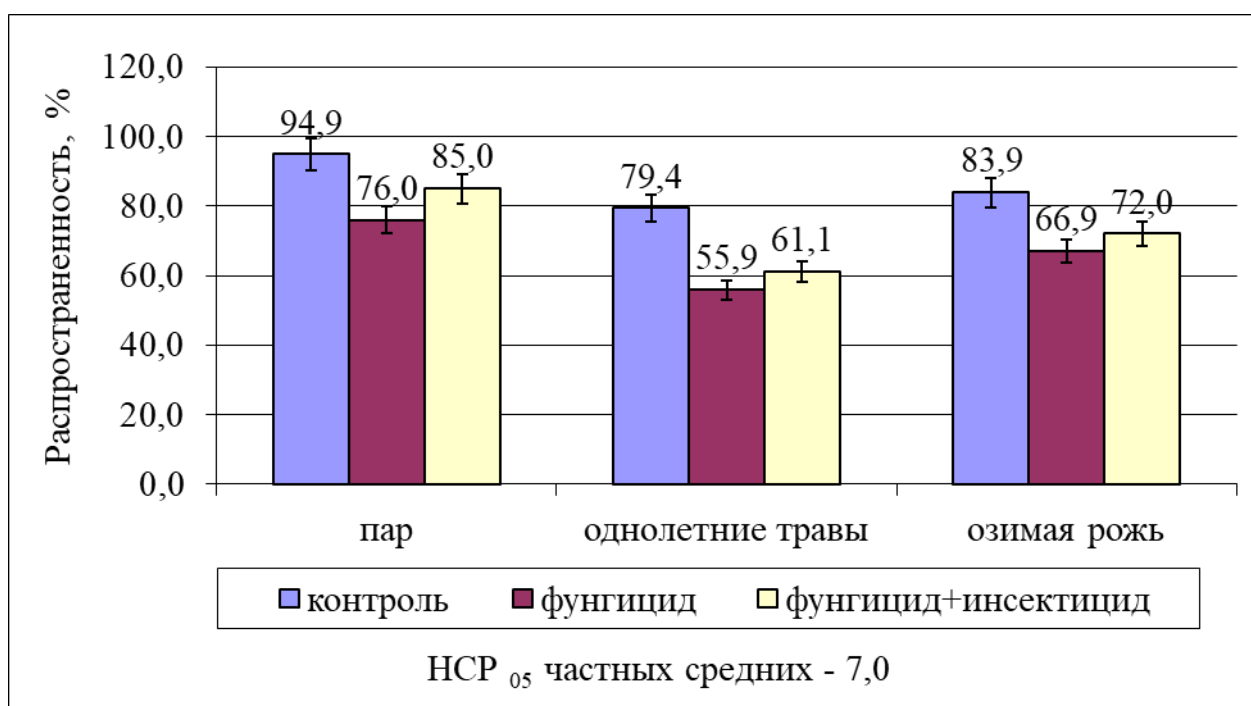


Рисунок 3.30 – Распространенность темно-бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в фазу начала колошения в 2023 году, %

Протравливание семян перед посевом фунгицидным препаратом обеспечило снижение распространенности болезни по всем предшественникам, причем наибольшее снижение было отмечено по однолетним травам – 23,5 % при биологической эффективности 29,6 %.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на распространенность темно- бурой пятнистости в фазу кущения составила 16,5 %, в фазу колошения – 47,7 %; сила влияния фактора «протравливание» в фазу кущения – 74,8 %, а в фазу колошения – 49,4 %. Следовательно, сила влияния протравливания семян на распространенность темно- бурой пятнистости листьев яровой пшеницы в течение вегетации снижалась в 1,5 раза, а влияние предшественников, напротив, возросло в 2,9 раза.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную зависимость ($r=0,678\pm0,147$) между распространенностью темно- бурой пятнистости листьев в фазы кущения и начала колошения ($p<0,05$).

Сводные данные по эффективности протравливания семян яровой пшеницы против темно- бурой пятнистости по годам, предшественникам и фазам развития приведены в таблице 3.29.

В среднем за 3 года эффективность предпосевной обработки семян против темно- бурой пятнистости в фазу кущения яровой пшеницы по всем предшественникам была на одном уровне – 34,6...34,9 %. К фазе колошения яровой пшеницы эффективность предпосевного протравливания против темно- бурой пятнистости в среднем за 3 года снижалась по всем предшественникам от 1,3 раз (озимая рожь) до 2,6 раз (пар).

По трехлетним данным в фазу кущения сила влияния фактора «протравливание» на распространенность в посевах яровой пшеницы темно- бурой пятнистости составила 47,5 %, а фактора «предшественник» – 29,5% (таблица 3.30).

В фазу колошения яровой пшеницы сила влияния фактора «протравливание» на распространенность в посевах темно- бурой

Таблица 3.29 – Биологическая эффективность протравливания семян яровой пшеницы Новосибирская 31 от темно-бурой пятнистости по предшественникам, фазам вегетации и годам, %

Предшественник	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	всходы	колошение	всходы	колошение	всходы	колошение	всходы	колошение
Озимая рожь	43,5	6,3	34,6	52,0	25,7	20,3	34,6	26,2
Пар	53,3	8,8	31,6	11,7	19,7	19,9	34,9	13,5
Однолетние травы	69,9	2,7	12,8	41,1	21,8	29,6	34,8	24,5
Среднее по предшественникам	55,6	5,9	26,3	34,9	22,4	23,3	34,8	21,4

Таблица 3.30 – Сила влияния агроэкологических факторов на развитие темно-бурой пятнистости яровой пшеницы по годам и фазам вегетации, %

Фактор	2021		2022		2023		Среднее по годам	
	всходы	колошение	всходы	колошение	всходы	колошение	всходы	колошение
Предшественник	53,0	84,9	19,0	47,1	16,5	47,7	29,5	59,9
Протравливание	32,8	6,7	35,0	29,2	74,8	49,4	47,5	28,4
Среднее по факторам	42,9	45,8	27,0	38,2	45,7	48,6	38,5	44,2

пятнистости составила 28,4 %, а фактора «предшественник» – 59,9 %. Следовательно, влияние предшественников на распространенность темно-бурой пятнистости в течение вегетации яровой пшеницы возросло в 2 раза, а влияние протравливания семян закономерно снизилось в 1,7 раза.

3.2.3. Влияние протравителей семян на фитосанитарное состояние зерна нового урожая

Фитосанитарное состояние материнского растения оказывало существенное влияние на посевные качества и фитосанитарное состояние семян яровой пшеницы нового урожая.

Анализ семян урожая 2021 года (таблица 3.31) позволяет сделать вывод, что всхожесть нового урожая сильно зависела от условий, в которых росло и развивалось материнское растение.

Таблица 3.31 – Влияние предпосевного протравливания на посевные качества семян нового урожая, 2021 г.

Предшест- венник	Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
			корень	колеоптиле	росток
Пар	контроль	96,0	8,1	7,2	7,7
	фунгицид	98,0	8,1	7,1	8,2
	фунгицид +инсектицид	100,0	8,0	7,1	8,3
Однолетние травы	контроль	98,0	7,4	7,3	8,1
	фунгицид	99,0	7,0	7,1	8,4
	фунгицид +инсектицид	100,0	8,3	7,0	8,8
Озимая рожь	контроль	93,0	8,8	7,4	10,6
	фунгицид	98,0	8,4	7,0	10,6
	фунгицид +инсектицид	100,0	8,3	7,1	10,7
НСР ₀₅		1,4	0,5	0,3	0,2

Так, всхожесть семян нового урожая без протравливания была минимальной по озимой ржи – 93 %, что меньше, чем по пару и однолетним травам на 3,0 и 5,0 %. Предпосевное протравливание семян, из которых были получены материнские растения достоверно увеличило всхожесть по всем

предшественникам на 2,0...7,0 %. Наибольший рост всхожести отмечен на яровой пшенице по озимой ржи: + 7,0 %, она достигла 100 %.

Протравливание семян материнского растения не оказало достоверного влияние на ростовые процессы подземных органов семян нового урожая, но позволило существенно улучшить их фитосанитарное состояние (таблица 3.32). По контрольным вариантам (пар и однолетние травы) проявление корневых гнилей на проростках из семян нового урожая снизилось на 16-18 % по сравнению с озимой рожью при биологической эффективности предшественников 28,6...32,1 %.

Таблица 3.32 – Биологическая эффективность протравителей на зерне нового урожая, 2021 г., %

Предшест- венник	Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	БЭ*	<i>Alternaria spp.</i>	БЭ*
Пар	контроль	56,0	–	56,0	–
	фунгицид	42,0	25,0	44,0	21,4
	фунгицид +инсектицид	44,0	21,4	50,0	10,7
Однолетние травы	контроль	74,0	–	50,0	–
	фунгицид	64,0	13,5	43,0	14,0
	фунгицид +инсектицид	58,0	21,6	41,0	18,0
Озимая рожь	контроль	72,0	–	56,0	–
	фунгицид	60,0	16,7	42,0	25,0
	фунгицид +инсектицид	59,0	18,1	40,0	28,6
НСР ₀₅		2,2	–	3,2	–

*биологическая эффективность

Качественные показатели семян урожая 2022 года приведены в таблице 3.33.

После предпосевного протравливания семян снижение доли проростков с симптомами корневых гнилей составило 10...16 % в абсолютных значениях, при биологической эффективности приема

13,5...25,0 %. Представленность альтернариоза на зерне снизилась на 6...16 % (биологическая эффективность составила 10,7...28,6 %).

Таблица 3.33 – Влияние протравливания на посевные качества семян нового урожая, 2022 г.

Предшест- венник	Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
			корень	колеоптиле	росток
Пар	контроль	97,0	8,4	7,2	8,1
	фунгицид	98,0	8,6	7,0	8,6
	фунгицид +инсектицид	97,0	8,5	7,2	8,3
Однолетние травы	контроль	96,0	8,0	7,0	8,0
	фунгицид	98,0	8,1	7,0	8,2
	фунгицид +инсектицид	98,0	8,0	6,9	8,0
Озимая рожь	контроль	92,0	8,2	7,4	7,9
	фунгицид	98,0	8,5	7,2	8,1
	фунгицид +инсектицид	99,0	8,2	7,0	8,3
НСР ₀₅		1,9	0,5	0,3	0,2

Дисперсионным анализом выявлено, что фактор «предшественник» в 2021 году оказал существенное влияние на длину проростков и первичных корней – 96,2 и 42,3 % соответственно, на наличие симптомов корневых гнилей – 62,6 %. Сила влияния фактора «протравливание» на показатель всхожести семян нового урожая составила 65,2 %, длину их колеоптиле – 66,7 %, на распространенность симптомов корневых гнилей и грибов рода *Alternaria* – 34,8 и 70,6 % соответственно.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,720\pm0,160$) между показателями развития корневых гнилей маточных растений в фазу полной спелости и распространенностью симптомов корневых гнилей проростков из семян нового урожая ($p<0,05$).

Всхожесть семян нового урожая на контрольных вариантах была, как и в 2021 году, минимальной по озимой ржи – 92 %, что меньше, чем по пару и однолетним травам на 5 и 4 %. Предпосевное протравливание семян при

выращивании материнских растений достоверно увеличило всхожесть нового урожая по однолетним травам и озимой ржи: на 2 и 7 % соответственно. Предшественники не оказали достоверного влияния на ростовые процессы зародышевых органов проростков из семян нового урожая.

Фитосанитарное состояние семян урожая 2022 года представлено в таблице 3.34.

Таблица 3.34 – Биологическая эффективность протравливания на семенах нового урожая, 2022 г., %

Предшест- венник	Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	БЭ*	<i>Alternaria spp.</i>	БЭ*
Пар	контроль	58,0	–	50,0	–
	фунгицид	52,0	10,3	32,0	36,0
	фунгицид +инсектицид	50,0	13,8	37,0	26,0
Однолетние травы	контроль	70,0	–	47,0	–
	фунгицид	60,0	14,3	40,0	17,5
	фунгицид +инсектицид	56,0	20,0	41,0	15,0
Озимая рожь	контроль	78,0	–	49,0	–
	фунгицид	70,0	10,3	39,0	20,4
	фунгицид +инсектицид	69,0	11,5	40,0	18,4
НСР ₀₅		1,7	–	2,9	–

*биологическая эффективность

Предшественники оказали значительное влияние на развитие корневых гнилей на проростках из семян нового урожая. Так, по фитосанитарным предшественникам снижение распространенности корневых гнилей составило 12...20 % в абсолютных значениях, при биологической эффективности 20,7...34,5 %. Обработка семян перед выращиванием материнских растений фунгицидными препаратами существенно улучшило фитосанитарное состояние семян нового урожая. Так, проявление корневых

гнилей снизилось на 6...14 % при биологической эффективности 10,3...20,0 %. Распространенность альтернариоза снизилась на 6...18 %, а биологическая эффективность предпосевного протравливания составила 15,0...36,0 %. Пораженность семян видами рода *Fusarium* и *B. sorokiniana* была незначительной, но снизилась на семенах нового урожая по большинству вариантов.

Дисперсионным анализом выявлено, что фактор «предшественник» в 2022 году оказал существенное влияние на длину первичных корней, coleoptиле и проростков – 78,7, 32,0 и 25,5 % соответственно, на распространенность на семенах нового урожая симптомов корневых гнилей – 74,2 %.

Сила влияния фактора «протравливание» на показатель всхожести семян нового урожая составила 34,4 %, на длину ростка – 29,8 %, на распространенность симптомов корневых гнилей и грибов рода *Alternaria* – 23,6 и 80,5 % соответственно.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,927\pm0,021$) между показателями развития корневых гнилей маточных растений в фазу полной спелости и распространенностью симптомов корневых гнилей на семенах нового урожая ($p<0,05$).

Качественные показатели семян урожая 2023 года приведены в таблице 3.35.

Экстремальные погодные условия вегетационного периода 2023 года, особенно периода уборки (ГТК августа – 2,18), привели к тому, что всхожесть семян урожая 2023 года была минимальной за годы исследования. Наблюдалась большая полеглость посевов и прорастание зерна «в колосе» (рисунок 3.31). Наименьший параметр всхожести семян был отмечен по зерновому предшественнику – 88 %, что на 4 и 2 % меньше, чем по пару и однолетним травам соответственно.

Длина зародышевых органов контрольных вариантов достоверно не различалась по предшественникам.

Таблица 3.35 – Влияние протравливания на посевные качества семян нового урожая, 2023 г.

Предшест- венник	Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
			корень	колеоптиле	росток
Пар	контроль	92,0	8,7	6,7	8,7
	фунгицид	94,0	8,2	6,5	8,9
	фунгицид +инсектицид	92,0	8,7	6,8	8,7
Однолетние травы	контроль	90,0	8,4	6,5	7,9
	фунгицид	93,0	8,3	6,6	8,4
	фунгицид +инсектицид	94,0	8,4	6,4	8,1
Озимая рожь	контроль	88,0	8,6	6,9	8,3
	фунгицид	93,0	8,3	6,5	8,5
	фунгицид +инсектицид	94,0	8,4	6,7	8,5
НСР ₀₅		2,5	0,2	0,2	0,3



Рисунок 3.31 – Прорастание зерна в колосе в 2023 году

Исключение составила только длина ростков после возделывания пшеницы по пару – превышение аналогичного параметра у семян, полученных по однолетним травам и озимой ржи на 0,8 и 0,4 см соответственно. Протравливание семян материнского растения достоверно увеличило показатель всхожести только у яровой пшеницы, выращенной по однолетним травам (+ 4,0 %), но уменьшило рассматриваемый параметр у пшеницы по озимой ржи (- 5,0 %).

Фитосанитарное состояние семян урожая 2023 года представлено в таблице 3.36.

Таблица 3.36 – Биологическая эффективность препаратов на зерне нового урожая, 2023 г., %

Предшест- венник	Вариант	Распростра- ненность симптомов корневых гнилей	БЭ*	<i>Alternaria spp.</i>	БЭ*
Пар	контроль	61,0	–	71,0	–
	фунгицид	50,0	18,0	64,0	9,9
	фунгицид +инсектицид	43,0	29,5	60,0	15,5
Однолетние травы	контроль	57,0	–	68,0	–
	фунгицид	52,0	8,8	58,0	14,7
	фунгицид +инсектицид	51,0	10,5	61,0	10,3
Озимая рожь	контроль	60,0	–	64,0	–
	фунгицид	51,0	15,0	60,0	6,3
	фунгицид +инсектицид	48,0	20,0	62,0	3,1
НСР ₀₅		3,0	–	2,7	–

*биологическая эффективность

Показатель распространенности корневых гнилей на проростках из семян нового урожая не имел достоверных различий по разным предшественникам. Протравливание семян материнских растений фунгицидным протравителем снизило рассматриваемый параметр по всем предшественникам на 5...18 % при биологической эффективности приема

8,8...29,5 %. Распространенность альтернариоза на семенах нового урожая снизилась в результате предпосевного протравливания на 2...11 % (биологическая эффективность 3,1...15,5 %).

Показатели пораженности семян грибами родов *Fusarium* и *Penicillium* были в 2023 году максимальными за годы исследования из-за обильного увлажнения в период налива зерна и уборки урожая (рисунок 3.32, таблица 3.37).

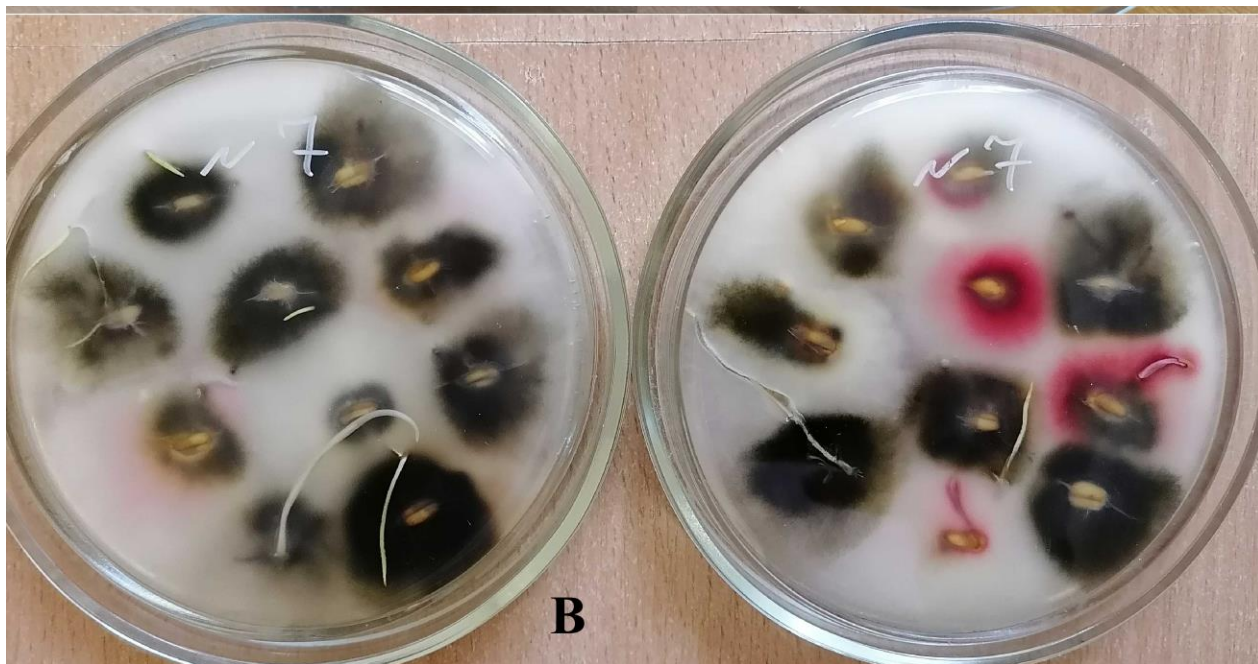


Рисунок 3.32 – Колонии микромицетов на семенах яровой пшеницы урожая 2022 г. (слева) и 2023 г. (справа)

На рисунке видны пигментированные красным колонии грибов рода *Fusarium*, выделенные из семян яровой пшеницы в 2023 году.

Максимальное инфицирование семян нового урожая грибами рода *Fusarium* было выявлено по зерновому предшественнику. Однолетние травы и пар позволили снизить инфицированность семян фузариями с биологической эффективностью 90 и 30 % соответственно.

Протравливание семян перед возделыванием материнских растений снизило распространенность фузариоза на семенах нового урожая по пару и озимой ржи (на 10,0...60,0 %), но увеличило по однолетним травам, что было

связано с увлажненными условиями в августе 2023 года, благоприятными для воздушно-капельной передачи фитопатогенов на колос.

Таблица 3.37 – Биологическая эффективность (БЭ) препаратов на зерне нового урожая против грибов родов *Fusarium* и *Penicillium*, 2023 г., %

Предшест- венник	Вариант	<i>Fusarium spp.</i>	БЭ	<i>Penicillium spp.</i>	БЭ
Пар	контроль	7,0	–	10,0	–
	фунгицид	3,0	57,1	4,0	60,0
	фунгицид +инсектицид	5,0	28,6	3,0	70,0
Однолетние травы	контроль	1,0	–	11,0	–
	фунгицид	6,0	-	8,0	27,3
	фунгицид +инсектицид	4,0	-	6,0	45,5
Озимая рожь	контроль	10,0	–	10,0	–
	фунгицид	9,0	10,0	6,0	40,0
	фунгицид +инсектицид	4,0	60,0	7,0	30,0
НСР ₀₅		2,7	–	1,2	–

Распространенность возбудителей плесневения семян на контрольных вариантах по всем предшественникам была умеренной, учитывая увлажненность вегетации. Протравливание семян перед посевом материнских растений фунгицидным препаратом снизило распространенность возбудителей плесневения по всем предшественникам с биологической эффективностью 27,3...70,0 %.

Дисперсионным анализом выявлено, что фактор «предшественник» в 2023 году оказал существенное влияние на длину проростков – 76,3 %, на распространенность на семенах грибов родов *Fusarium* и *Penicillium* – 13,0 и 14,8 % соответственно.

Сила влияния фактора «протравливание» на длину первичных корней составила в 2023 году 50 %, на распространенность симптомов корневых

гнилей – 79,2 %, на распространенность грибов рода *Alternaria* – 63,5 %, грибов рода *Penicillium* – 70,5 %.

Таблица 3.38 – Сила влияния агроэкологических факторов на посевные и фитосанитарные качества семян нового урожая яровой пшеницы по годам, %

Показатель	Предшественник			Протравливание		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Всхожесть	6,1	0,0	0,3	65,2**	34,4*	0,0
Длина корней	42,3*	78,7**	2,9	0,5	14,8*	50,0*
Длина coleoptиле	4,1	32,0*	9,6	66,7**	8,0	0,0
Длина ростка	96,2**	25,5*	76,3**	2,2	29,8*	14,9*
Распространенность корневых гнилей	62,6**	74,2**	0,0	34,8*	23,6*	79,2**
<i>Alternaria spp.</i>	8,8	0,5	1,3	70,6**	80,5**	63,5**
<i>Fusarium spp.</i>	58,2*	1,0	13,0	11,1	46,5*	0,0
<i>Penicillium spp.</i>	29,2*	5,7	14,8*	7,7	90,2**	70,5**
Достоверно на: * 5%; ** 1% уровне значимости						

Корреляционный анализ в 2023 году не показал достоверной зависимости между показателями развития корневых гнилей материнских растений в фазу полной спелости и симптомами корневых гнилей на проростках из семян нового урожая, что связано с доминирующим влиянием экстремальных погодных условий в период созревания семян.

Сводные данные двухфакторного дисперсионного анализа посевных и фитосанитарных качеств семян приведены в таблице 3.38.

Данные таблицы свидетельствуют, что предшественники стабильно по годам влияли на длину ростка семян нового урожая, а протравитель – на распространенность симптомов корневых гнилей и альтернариоза проростков.

Качественные показатели семян нового урожая яровой пшеницы в среднем за 3 года приведены в таблице 3.39.

Всхожесть на контрольных вариантах не имела статистически достоверных различий по предшественникам. Предпосевное протравливание семян материнских растений достоверно увеличило всхожесть семян по всем предшественникам: от 1,3 % по пару до 3,4 % по озимой ржи.

Предшественники оказали небольшое влияния на ростовые процессы проростков из семян нового урожая. Так, длина зародышевых корней была минимальной на семенах, полученных по однолетним травам – 7,9 см, что меньше, чем по пару и озимой ржи на 0,5 и 0,6 см соответственно. Длина coleoptile и ростка была максимальной по озимой ржи – 7,2 и 8,9 см соответственно. Предпосевное протравливание семян материнского растения достоверно повлияло только на один показатель ростовых процессов семян нового урожая – длину ростка.

Таблица 3.39 – Влияние протравливания на посевные качества семян нового урожая (среднее за 2021-2023 гг.)

Предшест- венник	Вариант	Всхожесть, %	Длина, см		
			корень	coleoptile	росток
Пар	контроль	95,0	8,4	7,0	8,2
	фунгицид	96,7	8,3	6,9	8,6
	фунгицид +инсектицид	96,3	8,4	7,0	8,4
Однолетние травы	контроль	94,7	7,9	6,9	8,0
	фунгицид	96,7	7,8	6,9	8,2
	фунгицид +инсектицид	97,3	8,2	6,8	8,3
Озимая рожь	контроль	94,3	8,5	7,2	8,9
	фунгицид	96,3	8,4	6,9	9,1
	фунгицид +инсектицид	97,7	8,3	6,9	9,2
НСР ₀₅		0,6	0,3	0,2	0,2

Фитосанитарное состояние семян нового урожая яровой пшеницы в среднем за 3 года представлено в таблице 3.40.

Данные таблицы свидетельствуют, что показатель распространенности корневых гнилей на проростках из семян нового урожая был минимальным на яровой пшенице, возделываемой по пару – 58,3 %, что меньше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 8,7 и 11,7 % соответственно при биологической эффективности предшественников 13,0 и 16,7 %. Обработка семян материнских растений перед посевом фунгицидным препаратом

Таблица 3.40 – Биологическая эффективность (БЭ) предшественников и протравителей против фитопатогенов на зерне нового урожая (среднее за 2021–2023 гг.), %

Предшественник	Вариант	Распростра- ненность корневых гнилей	БЭ	<i>Alternaria spp.</i>	БЭ	<i>Fusarium spp.</i>	БЭ	<i>Penicillium spp.</i>	БЭ
Пар	контроль	58,3	–	59,0	–	5,0	–	7,0	–
	фунгицид	48,0	17,7	46,7	20,8	3,0	40,0	4,0	42,9
	фунгицид +инсектицид	45,7	21,6	49,0	16,9	4,3	14,0	1,7	75,7
Однолетние травы	контроль	67,0	–	55,0	–	5,3	–	6,7	–
	фунгицид	58,7	12,4	47,0	14,5	6,7	-26,4	4,3	35,8
	фунгицид +инсектицид	55,0	17,9	47,7	13,3	5,0	5,7	3,0	55,2
Озимая рожь	контроль	70,0	–	56,3	–	8,0	–	6,3	–
	фунгицид	60,3	13,9	47,0	16,5	7,3	8,8	4,0	36,5
	фунгицид +инсектицид	58,7	16,1	47,3	16,0	5,7	28,8	3,3	47,6
НСР ₀₅ частных средних		2,7	–	3,3	–	2,2	–	1,2	–

достоверно снизила распространенность корневых гнилей на семенах, полученных по всем предшественникам на 8,3...12,6 % при биологической эффективности приема 12,4...21,6 %.

Максимальное инфицирование семян нового урожая грибами рода *Fusarium* выявлено по зерновому предшественнику. Однолетние травы и пар позволили снизить данный параметр на 2,7 и 3,0 %. Протравливание семян перед возделыванием материнских растений не привело к достоверному изменению рассматриваемого параметра. Распространенность на семенах возбудителей плесневения семян на контрольных вариантах по всем предшественникам была на уровне 6,3...7,0 %. Протравливание семян материнских растений фунгицидным препаратом снизило распространенность возбудителей плесневения семян по всем предшественникам с биологической эффективностью 27,3...70,0 %.

Результаты трехфакторного анализа посевных и фитосанитарных качеств семян нового урожая приведены в таблице 3.41.

Таблица 3.41 – Сила влияния агроэкологических факторов на качества семян яровой пшеницы нового урожая, %

Показатель	Год получения семян	Предшественник	Протравливание
Всхожесть	79,7**	2,1*	12,4**
Длина корней	16,8*	23,9*	0,0
Длина coleoptile	72,4**	4,8*	7,4**
Длина ростка	17,1**	16,8**	2,0*
Распространенность корневых гнилей	17,4**	28,9**	27,5**
<i>Alternaria spp.</i>	75,2**	0,0	17,1**
<i>Fusarium spp.</i>	2,0	19,0*	0,0
<i>Penicillium spp.</i>	43,7**	0,0	29,1**
Достоверно на: * 5%; ** 1% уровне значимости			

Трехфакторным дисперсионным анализом выявлено, что фактор «год» оказал существенное влияние на всхожесть семян нового урожая, распространенность альтернариоза и длину coleoptile проростков. Фактор «протравливание» достоверно повлиял на распространенность корневых

гнилей на проростках семян нового урожая, фактор «предшественник» – на длину зародышевых корней и распространенность корневых гнилей.

По трехлетним данным установлена достоверная положительная зависимость ($r=0,678\pm0,129$) между показателями развития корневых гнилей маточных растений в фазу полной спелости и распространенностью корневых гнилей на проростках семян нового урожая ($p<0,05$).

Микологический анализ семян нового урожая (рисунок 3.33) показал, что в период исследований таксономический состав фитопатогенных микромицетов на зерне яровой пшеницы нового урожая был типичным для зоны и представлен *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, грибами рода *Alternaria* (*A. alternate* (Fr.) Keissl и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire) и грибами рода *Fusarium* (таблица 3.42).



Рисунок 3.33 – Колонии фитопатогенов на зерне яровой пшеницы: А – 2021 год, Б – 2022 год

В 2022 году максимальное число видов микромицетов было выявлено на семенах, полученных по пару – 6 видов, по однолетним травам и озимой ржи выявлено меньше на 1 и 2 вида соответственно. В экстремальном по погодным условиям 2023 году на семенах яровой пшеницы было выявлено самое большое число видов фитопатогенов: по однолетним травам – 9 видов, по озимой ржи – 7 видов, по пару – 6 видов. Таким образом, во влажных

условиях созревания семян яровой пшеницы биологическое разнообразие влаголюбивых видов фитопатогенов из рода *Fusarium* возрастало в 2-3 раза.

Таблица 3.42 – Биологическое разнообразие микромицетов в патогенных комплексах зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 31, 2021-2023 гг.

Вид	Предшественник								
	пар			однолетние травы			озимая рожь		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>F. poae</i>	-	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>F. equiseti</i>	+	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>F. solani</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>F. sporotrichioides</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>F. avenacium</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>F. culmorum</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+
<i>F. langsethiae</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Alternaria alternata</i>	+	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>A. tenuissima</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Количественное соотношение выявленных на семенах микромицетов приведено в таблице 3.43.

Данные таблицы показывают, что в относительно засушливом 2021 году по всем предшественникам доминирующие позиции занимали грибы рода *Alternaria*. По пару они составляли подавляющую часть патогенного комплекса – до 82 %. По однолетним травам и озимой ржи они хотя и доминировали по распространенности, но уже в меньшей степени – 50,0...67,0 % от всех микромицетов.

В экстремальном по погодным условиям влажном 2023 году таксономический состав микромицетов на семенах яровой пшеницы существенно отличался от предыдущих лет. На яровой пшенице по пару половину всех видов составляли грибы рода *Alternaria*, но грибы рода *Fusarium* и *B. sorokiniana* имели распространенность по 25 %.

Таблица 3.43 – Таксономический состав микоценоза семян яровой пшеницы в зависимости от предшественников по годам, %

Предшест- венник	2021			2022			2023		
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Пар	9,0	82,0	9,0	10,0	78,0	12,0	25,0	50,0	25,0
Однолетние травы	26,0	50,0	24,0	22,0	54,0	24,0	29,0	14,0	57,0
Озимая рожь	14,0	67,0	19,0	28,0	40,0	32,0	30,0	10,0	60,0

На пшенице по однолетним травам доминирующие позиции заняли грибы рода *Fusarium* – до 57,0 % микоценоза семян, отмечена высокая численность *B. sorokiniana* – до 29,0 %, грибы рода *Alternaria* заняли третью позицию. Аналогичная ситуация в конце 2023 года была выявлена на семенах яровой пшеницы, возделываемой по озимой ржи: доминирование грибов рода *Fusarium* (до 60 %), высокая численность *B. sorokiniana* (до 30 %). Таким образом, в 2023 году на семенах яровой пшеницы доминировали высоко патогенные возбудители корневых гнилей, распространенность которых превышала ЭПВ (10-15%) до 9 раз! Причиной такого катастрофического положения были влажные погодные условия, обеспечившие возбудителям корневых гнилей успешную реализацию дополнительной экологической ниши в генеративных органах яровой пшеницы [Торопова и др., 2023в; 2024а].

Корреляционный анализ выявил сильную зависимость между ГТК августа в год получения семян и распространенностью групп микромицетов на семенах нового урожая (таблица 3.44).

Таблица 3.44 – Коэффициенты корреляции распространенности микромицетов на семенах яровой пшеницы с ГТК августа в год получения семян по предшественникам

Предшественник	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Пар	0,997	– 0,995	0,909
Однолетние травы	0,738	– 0,974	0,991
Озимая рожь	0,667	– 0,936	0,984

Данные таблицы показывают, что независимо от предшественников получена сильная положительная зависимость распространенности на семенах яровой пшеницы грибов рода *Fusarium*. Связь распространенности *B. sorokiniana* в микоценозах семян с ГТК августа была от средней до сильной и зависела от предшественников, достигая максимума по пару. Напротив, связь между распространенностью на зерне нового урожая грибов рода *Alternaria* с ГТК августа была сильной и отрицательной по всем

предшественникам. Эти данные подтверждают ранее полученные результаты [Торопова и др., 2023б; 2024а].

Данные дисперсионного анализа таксономического состава микромицетов на семенах яровой пшеницы представлены в таблице 3.45.

Таблица 3.45 – Сила влияния агроэкологических факторов на таксономический состав микоценоза семян яровой пшеницы, %

Фактор	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Предшественник	30,6*	35,2*	30,1*
Год получения семян	31,2*	55,1**	57,2**
Достоверно на: * 5%; ** 1% уровне значимости			

Данные оценки влияния агроэкологических факторов на таксономический состав микоценоза семян яровой пшеницы в среднем за 3 года показали, что фактор «предшественник» оказывал примерно равное влияние на группы микромицетов, а фактор «год» сильнее влиял на распространенность грибов родов *Fusarium* и *Alternaria*. Грибы рода *Fusarium* доминировали на семенах, созревающих во влажных условиях, а грибы рода *Alternaria* - в относительно сухих.

Коэффициенты общности видового состава фитопатогенных микромицетов на семенах яровой пшеницы по предшественникам и годам показаны в таблице 3.46.

Данные таблицы свидетельствуют, что коэффициенты общности Жаккара видового состава микромицетов на зерне яровой пшеницы были от низких до высоких.

Таблица 3.46 - Коэффициенты общности видового состава микромицетов на зерне яровой пшеницы по предшественникам и годам

Год	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
2021		0,83	0,38		0,43	0,40		0,57	0,56
2022	0,83		0,50	0,43		0,56	0,57		0,57
2023	0,38	0,50		0,40	0,56		0,56	0,57	

Наибольшее сходство отмечено между видовым составом микромицетов на семенах нового урожая при возделывании яровой пшеницы по пару в 2021 и 2022 годах – 0,83, наименьшее – между видовым составом 2021 и 2023 годов по тому же предшественнику – 0,38. По остальным предшественникам отмечено среднее сходство таксономического состава микоценозов семян яровой пшеницы нового урожая по годам

Заключение по разделу 3.2.

Распространенность симптомов корневых гнилей проростков яровой пшеницы Новосибирская 31 в лабораторных условиях составила в среднем по годам 56,7 %, в 3,8 раза выше ЭПВ, отрицательно влияя на лабораторной всхожесть, $r = -0,992 \pm 0,051 (p < 0,01)$, основными возбудителями болезни были грибы рода *Alternaria* Nees. $r = 0,882 \pm 0,115 (p < 0,05)$.

Биологическая эффективность протравливания против корневых гнилей составила 82,0...83,8 %, против возбудителей альтернариоза – 75,0...75,5 %. Протравливание семян достоверно увеличило длину корней на 7,9...11,2 % (сила влияния 46,8 %), укоротив coleoptile проростков на 9,9...11,3 % (сила влияния 42,4 %).

В полевых условиях выявлено достоверное влияние протравливания (сила влияния 66,3 %) и предшественников (сила влияния 21,1 %) на развитие корневых гнилей яровой пшеницы в фазу всходов, к концу вегетации влияние предшественников возросло в 3,5 раза, а протравливания семян – снизилось в 5,6 раза.

Сила влияния предшественников на поврежденность всходов яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой составило 44 %, протравливания семян инсектицидным препаратом – 47,6 %, максимальная биологическая эффективность протравителя (57,2 %) была по пару. Выявлена зависимость $r = 0,764 \pm 0,145 (p < 0,05)$ между эффективностью инсектицидного протравителя и поврежденностью пшеницы фитофагом.

Влияние предшественников и протравливания семян на повреждение стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами составило 28,8 и 61,2 %

соответственно. Наибольшая эффективность предпосевного протравливания против злаковых мух была по зерновому предшественнику – 41,2 %.

Биологическая эффективность предпосевной обработки семян против темно- бурой пятнистости в фазу кущения яровой пшеницы составила 34,6-34,9 % вне зависимости от предшественника и снижалась к фазе колошения от 1,3 (озимая рожь) до 2,6 раз (пар), влияние предшественников на распространенность темно- бурой пятнистости в течение вегетации возросло в 2 раза, а протравливания – снизилось в 1,7 раза.

Условия года оказали достоверное влияние на всхожесть семян нового урожая (сила влияния 79,7 %), распространенность альтернариоза (75,2 %), длину coleoptиле проростков (72,4 %); предшественники повлияли на длину зародышевых корней (23,9 %), а на распространенность корневых гнилей проростков – протравливание (27,5 %) и предшественники (28,9 %).

Установлена достоверная положительная связь ($r=0,678\pm 0,129$) между показателями развития корневых гнилей маточных растений в фазу полной спелости и распространенностью корневых гнилей на проростках семян нового урожая ($p<0,05$).

Выявлена сильная положительная зависимость ($r=0,909\ldots 0,991$) с ГТК августа распространенности на семенах яровой пшеницы нового урожая грибов рода *Fusarium* Link. и сильная отрицательная связь – распространенности грибов рода *Alternaria* Nees. ($r=-0,936\ldots -0,995$) по всем предшественникам. Грибы рода *Alternaria* доминировали (до 82 %) на семенах нового урожая в относительно сухих условиях, грибы рода *Fusarium* (до 60 %) – во влажных, их биологическое разнообразие возрастало в 2-3 раза.

3.3. Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы

3.3.1. Влияние протравливания семян и предшественников яровой пшеницы на структуру урожайности культуры

Наличие к концу вегетации яровой пшеницы 450...550 продуктивных стеблей на м², не менее 20 зерен в одном колосе, а также массы тысячи зерен 35...45 г, позволяет получать биологическую урожайность на уровне 3,5...4 т/га [Торопова и др., 2023 а, в]. Анализ элементов структуры урожайности яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 свидетельствует, что в годы исследований они были близки к оптимальным для зоны параметрам [Коробова и др., 2017; Николаев и др., 2019; Шарков и др., 2023б; Бобровский и др., 2025].

Так, в 2021 году (таблица 3.47) густота продуктивного стеблестоя яровой пшеницы на контрольных вариантах была самой высокой по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 113,0 и 117,0 шт./м² (или 22,3 и 23,3 %) соответственно.

Таблица 3.47 – Структура урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в 2021 г.

Предшест- венник	Обработка семян	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Хозяйственная эффективность, %
Пар	контроль	619,0	17,4	32,6	3,51	-
	фунгицид	614,7	18,9	33,1	3,85	9,7
	фунгицид+ инсектицид	690,7	19,9	32,1	4,41	25,6
Однолетние травы	контроль	506,0	16,4	32,4	2,69	-
	фунгицид	523,0	17,1	32,9	2,94	9,3
	фунгицид+ инсектицид	597,0	18,0	30,1	3,23	20,1
Озимая рожь	контроль	502,0	14,5	30,1	2,19	-
	фунгицид	534,7	15,0	30,5	2,45	11,9
	фунгицид+ инсектицид	553,3	15,1	29,2	2,44	11,4
НСР ₀₅ частных средних		17,2	0,5	0,6	0,18	-

Предпосевная обработка семян фунгицидным препаратом позволила получить достоверное увеличение числа колосьев с единицы площади только по зерновому предшественнику: + 32,0 шт./м², или + 6,4 %. Протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило достоверное увеличение числа продуктивных стеблей на 51,3...91,0 шт./м² (или на 10,2...18,0 %) в зависимости от предшественника. Максимальное число продуктивных стеблей с полной схемой предпосевной обработки семян в 2021 году было получено по паровому предшественнику – 690,7 шт./м².

Озерненность колоса по всем вариантам опыта в 2021 году была ниже оптимума на 0,5...27,5 %. Снижение озерненности могло быть связано с закладкой укороченного колоса в фазу кущения из-за недостатка влаги и элементов питания, поражения растений корневыми гнилями и повреждения их вредителями.

На контрольных вариантах наименьшее число зерен в колосе отмечено по зерновому предшественнику, меньше, чем по однолетним травам и пару на 1,9 и 2,9 шт. (или 13,1 и 20,0 %) соответственно.

Обработка семян фунгицидным протравителем дала достоверное увеличение параметра по всем предшественникам: от + 0,5 зерен (или + 3,4 %) по озимой ржи до + 1,5 зерен (или + 8,6 %) по пару. Введение в схему защиты инсектицидного компонента для предпосевной обработки семян позволило дополнительно увеличить озерненность колоса. Максимальное в опыте число зерен в колосе было получено по пару.

Масса 1000 зерен в 2021 году формировалась на уровне ниже оптимального для зоны показателя. Наибольшая масса 1000 зерен по контрольным вариантам выявлена по паровому предшественнику. Предпосевная обработка семян фунгицидом не дала статистически достоверных различий обсуждаемого показателя ни по одному из предшественников. В вариантах с предпосевной обработкой баковой смесью

препаратов показатель массы 1000 зерен достоверно уменьшился по однолетним травам (на 2,3 г, или 7,1%) и озимой ржи (0,9 г, или 3,0 %).

Максимальная биологическая урожайность яровой пшеницы контрольных вариантов без протравливания семян была получена по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 0,82 и 1,32 т/га соответственно. Хозяйственная эффективность пара и однолетних трав в 2021 году (по сравнению с озимой рожью) составила 60,3 и 22,8 % соответственно.

Протравливание семян фунгицидным протравителем обеспечило сохранение урожайности в среднем по предшественникам на уровне 0,25...0,34 т/га с хозяйственной эффективностью 9,3...11,9 %. Предпосевное протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило увеличение биологической урожайности. Наименьшая биологическая урожайность по данному варианту была получена при возделывании яровой пшеницы по озимой ржи (+ 0,25 т/га по сравнению с контролем) с хозяйственной эффективностью приема 11,4 %. Максимальная в опыте урожайность была получена при возделывании яровой пшеницы по пару (+ 0,9 т/га) с хозяйственной эффективностью 25,6 %.

Дисперсионный анализ элементов урожайности показал, что сила влияния фактора «предшественник» на густоту продуктивного стеблестоя в 2021 году составила 69,7 %, на озерненность колоса – 82,4 %, на массу 1000 зерен – 65,4 %, на показатель биологической урожайности – 85,1 %. Сила влияния фактора «протравливание» на число продуктивных стеблей составила 25,1 %, на озерненность колоса – 12,0 %, на массу 1000 зерен – 24,7 %, на биологическую урожайность – 10,1 %.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,935\pm0,091$) между показателями густоты продуктивного стеблестоя и биологической урожайностью, средние положительные зависимости

($r=0,654\pm0,197$) и ($r=0,581\pm0,212$) между показателями озерненности колоса и массой 1000 зерен с биологической урожайностью соответственно ($p<0,05$).

Показатели структуры урожайности яровой пшеницы по вариантам в 2022 году представлены в таблице 3.48.

Таблица 3.48 – Структура урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в 2022 г.

Предшест- венник	Обработка семян	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Хозяйственная эффективность, %
Пар	контроль	539,0	19,8	30,5	3,26	-
	фунгицид	542,0	18,5	35,3	3,54	8,6
	фунгицид+ инсектицид	574,0	19,3	34,9	3,87	18,7
Однолетние травы	контроль	501,0	17,6	31,4	2,77	-
	фунгицид	502,0	16,1	35,5	2,87	3,6
	фунгицид+ инсектицид	532,0	18,5	31,0	3,05	10,1
Озимая рожь	контроль	460,0	16,0	33,8	2,49	-
	фунгицид	483,0	17,0	34,6	2,84	14,1
	фунгицид+ инсектицид	512,0	17,3	34,2	3,03	21,7
НСР ₀₅ частных средних		16,8	0,8	1,7	0,1	-

Густота продуктивного стеблестоя в 2022 году на контрольных вариантах была максимальной по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 38,0 и 79,0 шт./м² (или 7,6 и 17,2 %) соответственно.

Как и в предыдущем 2021 году, предпосевная обработка семян фунгицидным препаратом позволила получить достоверное увеличение числа колосьев с единицы площади только по зерновому предшественнику: + 23,0 шт./м², или + 5,0 %. Протравливание семян баковой смесью

фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило достоверное увеличение числа продуктивных стеблей на 31,0...52,0 шт./м² (или на 6,2...11,3 %) в зависимости от предшественника. Наибольшее число продуктивных стеблей в варианте с баковой смесью получено по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 42,0 и 62,0 шт./м² (или 7,9 и 13,5 %) соответственно.

Озерненность колоса по всем вариантам в 2022 году была, как и в 2021 году, ниже оптимума по всем вариантам эксперимента. На контрольных вариантах самое большое число зерен в колосе было получено по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и пару на 2,2 и 3,8 шт. (или 12,5 и 23,8 %) соответственно.

Обработка семян перед посевом фунгицидным препаратом дала в 2022 году различные результаты по вариантам. Так, по пару и однолетним травам показатель озерненности колоса уменьшился на 1,3 и 1,5 зерна (или 6,6 и 8,5 %) соответственно. По зерновому предшественнику был получен противоположный результат – число зерен в колосе увеличилось на 6,3 %. Обработка семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов привела к достоверному (по сравнению с контролем) росту показателя озерненности колоса по однолетним травам и озимой ржи: + 0,9 и 1,3 зерна (или + 5,1 и 8,1 %) соответственно.

Масса 1000 зерен контрольных вариантов сформировалась в 2022 году на уровне ниже оптимального для зоны показателя. Наибольшая масса 1000 зерен на контрольных вариантах была по зерновому предшественнику. Предпосевная обработка семян фунгицидом достоверно увеличила обсуждаемый параметр по пару (+ 4,8 г, или 15,7 %) и однолетним травам (+ 4,1 г, или 13,1 %). В вариантах с предпосевной обработкой баковой смесью препаратов показатель массы 1000 зерен, по сравнению с контролем достоверно изменился только по паровому предшественнику: + 4,4 г, или 14,4 %.

Максимальная биологическая урожайность яровой пшеницы на контрольных вариантах без протравливания семян была получена по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 0,49 и 0,77 т/га соответственно. Хозяйственная эффективность пара и однолетних трав в 2022 году (по сравнению с озимой рожью) составила 30,9 и 11,2 % соответственно, что почти в 2 раза меньше, чем в 2021 году, что обусловлено неблагоприятными погодными условиями.

Протравливание семян фунгицидным протравителем обеспечило сохранение урожайности в среднем по предшественникам на уровне 0,10...0,28 т/га с хозяйственной эффективностью 3,6...14,1 %. Предпосевное протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило достоверное увеличение биологической урожайности яровой пшеницы. Максимальная биологическая урожайность по данному варианту выявлена по пару, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 0,82 и 0,84 т/га соответственно. Хозяйственная эффективность комплексной обработки семян составила в 2022 году от 10,1 % по однолетним травам до 21,7 % по пару.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на густоту продуктивного стеблестоя составила 70,4 %, на озерненность колоса – 63,1 %, на показатель биологической урожайности – 73,0 %. Сила влияния фактора «протравливание» на число продуктивных стеблей составила 26,1 %, на массу 1000 зерен – 37,9 %, на биологическую урожайность – 23,2 %.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,953\pm0,073$) между показателями густоты продуктивного стеблестоя и биологической урожайностью, сильную положительную зависимость ($r=0,788\pm0,200$) между показателями озерненности колоса и биологической урожайностью, а между показателями массы 1000 зерен и биологической урожайностью в 2022 году достоверной зависимости выявлено не было.

Показатели структуры урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в 2023 году представлены в таблице 3.49.

Таблица 3.49 – Структура урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в 2023 г.

Предшест- венник	Обработка семян	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Хозяйственная эффективность, %
Пар	контроль	408,0	15,0	29,8	1,82	-
	фунгицид	425,3	17,7	31,0	2,33	28,0
	фунгицид+ инсектицид	445,3	19,0	31,8	2,69	47,8
Однолетние травы	контроль	421,0	15,0	27,2	1,72	-
	фунгицид	435,3	15,7	28,8	1,97	14,5
	фунгицид+ инсектицид	448,3	16,7	30,2	2,26	31,4
Озимая рожь	контроль	410,0	16,0	28,0	1,84	-
	фунгицид	414,0	15,3	27,3	1,73	– 6,0
	фунгицид+ инсектицид	435,7	16,3	26,5	1,88	2,2
НСР ₀₅ частных средних		14,3	1,0	1,2	0,22	-

Экстремальные погодные условия вегетации яровой пшеницы в 2023 году привели к тому, что густота продуктивного стеблестоя на контрольных вариантах была самой низкой за годы исследований и не имела статистически достоверных различий между предшественниками. В отличие от предыдущих лет, предпосевная обработка семян фунгицидным препаратом позволила получить достоверную прибавку числа колосьев по пару и однолетним травам: + 17,3 и 14,3 шт./м² (или + 4,2 и 3,4 %) соответственно. Протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило достоверное увеличение числа продуктивных стеблей (относительно контроля) по всем предшественникам.

Различия между предшественниками по показателю продуктивного стеблестоя в данном варианте были статистически недостоверны.

Озерненность колоса по всем вариантам опыта в 2023 году была ниже оптимума на 20,0...25,0 %. На контрольных вариантах самое большое число зерен в колосе отмечено по зерновому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и пару на 6,7 %. Обработка семян фунгицидом достоверно увеличила число зерен в колосе только по паровому предшественнику: + 2,7 зерен, или на 18,0 %. Обработка семян баковой смесью препаратов привела к достоверному (по сравнению с контролем) росту показателя озерненности колоса по пару и однолетним травам: + 4,0 и 1,7 зерна (или + 26,7 и 11,3 %) соответственно.

Наибольшая масса 1000 зерен на контрольных вариантах в 2023 году была получена по паровому предшественнику. Предпосевная обработка семян фунгицидом привела к росту рассматриваемого показателя по пару и однолетним травам: + 1,2 и 1,6 г (или на 4,0 и 5,9 %) соответственно. Обработка семян баковой смесью препаратов привела к достоверному (по сравнению с контролем) росту показателя массы 1000 семян пшеницы по однолетним травам и пару: + 3,0 и 2,0 г (или на 6,7 и 11 %) соответственно, но уменьшению по озимой ржи на 1,5 г.

Биологическая урожайность яровой пшеницы на контрольных вариантах без протравливания семян была по всем предшественникам примерно одинакова на уровне 1,72...1,82 т/га. Хозяйственная эффективность пара и однолетних трав в 2023 году (по сравнению с озимой рожью) впервые за годы исследований была отрицательной -1,1 % по пару и - 6,5 % по однолетним травам. Протравливание семян фунгицидным протравителем обеспечило сохранение урожая по пару и однолетним травам: 0,51 и 0,25 т/га соответственно с хозяйственной эффективностью 28,0 и 14,5 %. Предпосевное протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов обеспечило достоверное увеличение биологической урожайности и по пару, и по однолетним травам. Самая

большая биологическая урожайность яровой пшеницы и хозяйственная эффективность протравливания по данному варианту была получена в 2023 году по пару.

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на густоту продуктивного стеблестоя в 2023 году составила всего 17,7 %, на озерненность колоса – 14,2 %, на массу 1000 зерен – 66,9 %, на показатель биологической урожайности – 30,5 %. Сила влияния фактора «протравливание» на число продуктивных стеблей составила 77,1 %, на озерненность колоса – 32,8 %, на биологическую урожайность – 33,6 %.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную зависимость ($r=0,695\pm0,155$) между показателями густоты продуктивного стеблестоя и биологической урожайностью, сильную положительную зависимость ($r=0,952\pm0,087$) между показателями озерненности колоса и биологической урожайностью, и также сильную положительную зависимость ($r=0,861\pm0,198$) между показателями массы 1000 зерен и биологической урожайностью ($p<0,05$).

Данные статистических показателей свидетельствуют, что впервые за годы исследования дефицит увлажнения начала вегетации не дал реализовать потенциал продуктивной кустистости в начале вегетации яровой пшеницы, однако выпавшие в дальнейшем осадки позволили растениям компенсировать этот элемент урожайности за счет озерненности колоса и массы 1000 зерен.

Результаты учетов элементов структуры урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31, ее биологической урожайности, а также хозяйственной эффективности предшественников и вариантов предпосевного протравливания семян в среднем за 3 года представлены в таблице 3.50.

Данные таблицы свидетельствуют, что в среднем за 3 года максимальное число продуктивных стеблей на контрольных вариантах формировалось по пару, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 46,0 и 64,7 шт./м² или на 8,8 и 12,4 % соответственно.

Таблица 3.50 – Структура урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в среднем за 2021-2023 гг.

Предшест- венник	Обработка семян	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Хозяйственная эффективность, %
Пар	контроль	522,0	17,4	31,0	2,86	-
	фунгицид	527,3	18,4	33,1	3,24	13,2
	фунгицид+ инсектицид	570,0	19,4	32,9	3,66	27,7
Однолетние травы	контроль	476,0	16,3	30,3	2,39	-
	фунгицид	486,8	16,3	32,4	2,59	8,4
	фунгицид+ инсектицид	525,8	17,7	30,4	2,85	18,9
Озимая рожь	контроль	457,3	15,5	30,6	2,17	-
	фунгицид	477,2	15,8	30,8	2,34	7,7
	фунгицид+ инсектицид	500,3	16,2	30,0	2,45	12,7
НСР ₀₅ частных средних		12,3	0,9	1,1	0,13	-

Обработка семян фунгицидным протравителем достоверно увеличило число колосьев на единице площади только по озимой ржи: + 19,9 шт./м² (или на 4,4 %). Предпосевная обработка семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов достоверно увеличила число продуктивных стеблей по всем предшественникам на 43,0...49,8 шт./м².

Число зерен в колосе на контрольных вариантах было максимальным тоже по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 1,1 и 1,9 шт., или на 6,3 и 10,9 % соответственно.

Обработка фунгицидным препаратом достоверно увеличивала число зерен в колосе только по пару, а применение баковой смеси препаратов обеспечило достоверный рост числа зерен в колосе по пару и однолетним травам на 2 и 1,4 шт., или на 11,5 и 8,6 % соответственно.

Биологическая урожайность на контрольных вариантах в среднем за 3 года исследований была максимальной по пару, выше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 0,47 и 0,69 т/га, или на 10,1 и 31,8 % соответственно. Предпосевная обработка семян препаратом с фунгицидным действием показала достоверный рост биологической урожайности по всем предшественникам на 0,17...0,38 т/га при хозяйственной эффективности 7,7...13,2 %. Предпосевное протравливание семян баковой смесью фунгицидного и инсектицидного препаратов позволило получить максимальную среднюю за годы исследований урожайность яровой пшеницы по пару с хозяйственной эффективностью 27,7 %. Это было обусловлено комплексным фитосанитарным и продукционным действием пара в совокупности с протравителями семян.

Сила влияния агроэкологических факторов на формирование урожайности яровой пшеницы по результатам трехфакторного дисперсионного анализа показана в таблице 3.51.

Таблица 3.51 – Сила влияния агроэкологических факторов на элементы урожайности яровой пшеницы Новосибирская 31, %

Показатель	Предшественник	Протравливание	Условия года
Число продуктивных стеблей на м ²	12,1**	7,2*	66,5**
Число зерен в колосе	45,2**	11,9*	13,6*
Масса 1000 зерен	8,4*	4,5	53,1**
Биологическая урожайность	29,7**	9,2*	47,9**
Среднее	23,9	8,2	45,3
Уровень значимости: * 0,05; ** 0,01			

Данные таблицы свидетельствуют, что все исследуемые агроэкологические факторы оказывали достоверное влияние на формирование урожайности яровой пшеницы. Условия года были наиболее значимым фактором, они сильнее всего влияли на число продуктивных стеблей, массу 1000 зерен и общую биологическую урожайность.

Предшественники сильнее других факторов определяли наименее реализуемый элемент урожайности – число зерен в колосе, влияние

протравливания семян на элементы структуры урожайности яровой пшеницы было в среднем ниже, чем предшественников в 2,9 раз, а условий года – в 5,5 раз. Это отражает нестабильность сельскохозяйственного производства в зоне рискованного земледелия, а также свидетельствует о резервах роста урожайности яровой пшеницы за счет введения фитосанитарных предшественников и оптимизации предпосевной подготовки семян.

3.3.2. Влияние протравливания семян и предшественников яровой пшеницы на качество зерна

Качество зерна яровой пшеницы сильно варьировало по годам и вариантам. Показатели качества зерна за 2021 год показаны в таблице 3.52.

Таблица 3.52 – Показатели качества зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 урожая 2021 года по вариантам опыта

Предшест- венник	Обработка семян	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина		Класс зерна
					%	ИДК-1, ед. прибора	
Пар	контроль	801,0	55,0	14,4	26,9	59,0	III
	фунгицид	768,0	56,0	15,0	26,7	60,0	III
	фунгицид+ инсектицид	775,0	55,0	15,1	28,3	61,0	III
Однолетние травы	контроль	745,0	51,0	15,4	24,3	58,0	III
	фунгицид	780,0	57,0	15,9	24,7	59,0	III
	фунгицид+ инсектицид	764,0	54,0	15,2	25,6	59,0	III
Озимая рожь	контроль	743,0	54,0	13,4	21,3	50,0	IV
	фунгицид	767,0	51,0	13,9	22,7	54,0	IV
	фунгицид+ инсектицид	789,0	53,0	14,1	24,1	56,0	III
НСР ₀₅ частных средних		22,4	2,8	0,3	0,5	1,4	-

Показатель натуры зерна достоверно различался по вариантам опыта. В 2021 году на контрольных вариантах самая низкая натура зерна была

отмечена по озимой ржи и однолетним травам, меньше, чем по пару на 58,0 и 56,0 г/л, или на 7,2 и 7,0 % соответственно.

Протравливание семян фунгицидным препаратом обеспечило достоверное увеличение показателя на зерне пшеницы, выращенной по озимой ржи (+24,0 г/л, или + 3,2 % относительно контроля) и однолетним травам (+35,0 г/л, или + 4,7 %), но привело к снижению показателя по пару (– 33,0 г/л, или – 4,1 %). Использование для предпосевной обработки семян баковой смеси препаратов увеличило показатель натуры зерна яровой пшеницы по озимой ржи (+ 46,0 г/л, или + 6,2 % по сравнению с контролем), но снизило показатель по пару (– 26,0 г/л, или – 3,2 %). Таким образом, в 2021 году однозначного влияния технологических приемов на показатель натуры зерна выявлено не было.

Стекловидность зерна в 2021 году по всем вариантам опыта соответствовала зерну III класса и была в пределах 51...57 единиц, вне зависимости от предшественников и протравливания.

Самое большое содержание сырой клейковины в зерне с контрольным вариантом (без протравливания) отмечено по паровому предшественнику, оно превышало данный показатель по однолетним травам и озимой ржи на 2,6 и 5,6 % соответственно в абсолютных значениях, или на 9,7 и 20,8 % относительно пара. Протравливание семян фунгицидным препаратом увеличило содержание клейковины в зерне, полученном по озимой ржи и однолетним травам на 1,4 и 0,4 % соответственно (или на 6,6 и 1,6 % относительно контроля), незначительно (– 0,2 %, или – 0,7 % относительно контроля) понизив данный показатель по пару. Введение в баковую смесь инсектицидного компонента обеспечило увеличение содержания клейковины по всем предшественникам на 1,3...2,8 % в абсолютных значениях, или на 5,3...13,1 % относительно контроля.

Самое низкое содержание белка в зерне контрольных вариантов было по зерновому предшественнику, на 1,0 и 2,0 % меньше, чем по пару и однолетним травам соответственно (или на 6,5 и 13,0 % в относительных

значениях). Протравливание фунгицидным препаратом повысило содержание белка по всем вариантам на 0,5...0,6 % (или на 3,2...4,2 % относительно контроля). Протравливание семян баковой смесью фунгицида и инсектицида оказало различное действие на содержание белка в зерне по предшественникам: по паровому и зерновому предшественникам содержание белка по сравнению с контрольным вариантом достоверно выросло на 0,7 % (или на 4,9 и 5,2 % относительно контроля), а по однолетним травам содержание белка было статистически неотличимо от контроля.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную зависимость ($r=0,561\pm0,195$) между содержанием в зерне белка и сырой клейковины ($p<0,05$).

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на показатель содержания сырой клейковины составила 83,2 %, а на содержание белка в зерне – 84,0 %. Фактор «протравливание» оказал достоверно значимое влияние только на показатель содержания сырой клейковины в зерне – 22,4 %.

По комплексу показателей все партии зерна, полученные по вариантам опыта в 2021 году, относились к зерну III класса. Исключение составило зерно яровой пшеницы, выращенной по зерновому предшественнику, без предпосевной обработки семян и с обработкой фунгицидным препаратом. Эти партии относились к IV классу.

Таким образом, в 2021 году было выявлено положительное влияние фитосанитарных предшественников (пар, однолетние травы) и предпосевного протравливания семян на показатели качества зерна яровой пшеницы Новосибирская 31.

Качественные показатели зерна, полученного в 2022 году, приведены в таблице 3.53.

Показатель натуры зерна на контрольных вариантах в 2022 году, как и в 2021 году, был максимальным по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 36,0 и 60,0 г/л соответственно, или на

4,4 и 7,3 %. Предпосевная обработка семян фунгицидным препаратом привела к достоверному изменению показателя только по однолетним травам: + 48,0 г/л (или + 6,1 %), а обработка баковой смесью препаратов: только по озимой ржи: + 52,0 г/л (или + 6,8 %).

Таблица 3.53 – Показатели качества зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 урожая 2022 года по вариантам опыта

Предшест- венник	Обработка семян	Нагура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина		Класс зерна
					%	ИДК-1, ед. прибора	
Пар	контроль	822,0	57,0	14,9	26,3	57,0	III
	фунгицид	810,0	58,0	15,6	28,7	57,0	III
	фунгицид+ инсектицид	814,0	56,0	15,8	29,3	58,0	III
Однолетние травы	контроль	786,0	52,0	15,7	27,8	60,0	III
	фунгицид	834,0	61,0	16,3	29,7	60,0	II
	фунгицид+ инсектицид	778,0	58,0	15,4	27,6	65,0	III
Озимая рожь	контроль	762,0	50,0	13,9	22,3	55,0	IV
	фунгицид	784,0	52,0	14,5	24,1	57,0	III
	фунгицид+ инсектицид	814,0	56,0	14,7	26,3	65,0	III
НСР ₀₅ частных средних		26,0	2,9	0,4	1,3	2,4	-

Показатель стекловидности зерна по большинству вариантов опыта снова, как и в 2021 году, соответствовал зерну III класса и был в пределах 50...61 единиц. Наибольшая стекловидность отмечена по однолетним травам, и соответствовал зерну I-II классов.

Минимальный в опыте уровень содержания в зерне пшеницы сырой клейковины отмечен по зерновому предшественнику, он меньше, чем по пару и однолетним травам на 4,0 и 5,5 % соответственно в абсолютных значениях, или на 15,2 и 19,8 %. Предпосевная обработка фунгицидным протравителем по всем предшественникам дала достоверную прибавку

содержания сырой клейковины на 1,8...2,4 % (или на 6,5...17,9 % относительно контроля). Введение в протравливание инсектицидного компонента увеличило данный показатель по пару и озимой ржи на 3,0 и 4,0 % (или на 11,4 и 17,9 % относительно контроля).

Самое большое содержание сырой клейковины на контрольных вариантах отмечено в зерне, полученном по однолетним травам, оно было больше, чем по пару и озимой ржи на 0,8 и 1,8 % соответственно (или на 5,4 и 12,9 %). Применение фунгицидного протравителя достоверно увеличило содержание белка в зерне по всем предшественникам на 0,6...0,7 % по сравнению с контролем (или на 3,8...4,7 % относительно него). Предпосевная обработка семян баковой смесью препаратов увеличила данный показатель по зерновому и паровому предшественникам на 0,8 и 0,9 % соответственно (или на 5,8 и 6,0 % относительно контроля), а по однолетним травам не привела к существенному изменению показателя.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,967\pm0,060$) между содержанием в зерне белка и сырой клейковины ($p<0,05$).

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на содержания белка в зерне составил 71,9 %, на содержание сырой клейковины – 64,5 %, а на показатель стекловидности зерна – 26,9 %. Фактор «протравливание» оказал достоверно значимое влияние на показатели содержания сырой клейковины в зерне – 23,1 % и стекловидности зерна – 18,9 %.

По комплексу показателей единственный раз за годы исследований в 2022 году было получено зерно II класса – посевы яровой пшеницы по однолетним травам с предпосевной обработкой семян фунгицидным препаратом. Все остальные партии зерна, полученные по вариантам опыта, относились к III классу. Исключение снова составило зерно яровой пшеницы, выращенной по зерновому предшественнику, без предпосевной обработки семян партия относилась к IV классу.

Таким образом, результаты оценки качественных характеристик зерна яровой пшеницы в 2022 году подтвердили положительное влияние фитосанитарных предшественников и предпосевного протравливания семян яровой пшеницы на большинство показателей.

Показатели качества зерна в 2023 году приведены в таблице 3.54.

Таблица 3.54 – Показатели качества зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 урожая 2023 года по вариантам опыта

Предшест- венник	Обработка семян	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина		Класс зерна
					%	ИДК-1, ед. прибора	
Пар	контроль	761,0	56,0	16,7	29,4	73,9	III
	фунгицид	753,0	59,0	17,7	31,9	70,8	III
	фунгицид+ инсектицид	752,0	54,0	16,7	30,0	65,7	III
Однолетние травы	контроль	729,0	57,0	15,2	27,3	86,2	IV
	фунгицид	749,0	59,0	17,1	31,2	79,3	III
	фунгицид+ инсектицид	712,0	57,0	14,1	25,0	70,1	IV
Озимая рожь	контроль	655,0	55,0	14,7	22,2	75,1	IV
	фунгицид	649,0	57,0	14,3	22,8	65,5	IV
	фунгицид+ инсектицид	688,0	58,0	14,2	25,1	69,5	IV
НСР ₀₅ частных средних		20,0	1,6	0,8	2,1	3,8	-

Показатель натуры зерна в 2023 году на контрольных вариантах был максимальным по паровому предшественнику, он был выше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 32 и 106 (!) г/л соответственно, или на 4,2 и 13,9 %. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы привела к достоверному изменению показателя в двух случаях: применение фунгицидного протравителя увеличило показатель натуры зерна по однолетним травам на 20,0 г/л (или на 2,7 %), а применение баковой смеси

протравителей увеличило показатель по озимой ржи на 33,0 г/л (или на 5,0 %).

Показатель стекловидности зерна по всем вариантам опыта снова соответствовал зерну III класса и был в пределах 54...59 единиц.

Наибольший уровень содержания белка в зерне отмечен по паровому предшественнику, больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 1,5 и 2,0 % соответственно (или на 9,0 и 12,0 % в относительных значениях). Применение для предпосевной обработки семян фунгицидного протравителя позволило увеличить содержание белка в зерне по пару и однолетним травам на 1,0 и 1,9 % соответственно (или на 6,0 и 12,5 % относительно контроля). Добавление инсектицида в баковую смесь протравителей привело к достоверному изменению показателя только в одном случае: содержание белка в зерне яровой пшеницы по однолетним травам уменьшилось на 1,1 % (или на 7,2 % относительно контроля).

Максимальный по вариантам опыта уровень сырой клейковины в зерне отмечен по пару, он был выше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 2,1 и 7,2 % (или на 7,1 и 24,5 % относительно пара). Фунгицидный препарат для предпосевной обработки семян позволил увеличить данный показатель по пару и однолетним травам на 2,5 и 3,9 % соответственно по сравнению с контролем (или на 8,5 и 14,3 % относительно него). Протравливание семян баковой смесью фунгицида и инсектицида оказало различное действие на содержание сырой клейковины в зерне по предшественникам: по зерновому предшественнику показатель по сравнению с контрольным вариантом достоверно увеличился на 2,9 % (или 13,1 % относительно контроля), по однолетним травам уменьшился на 2,3 % (или на 8,4 % относительно контроля), а по пару содержание сырой клейковины было статистически неотличимо от контроля.

Корреляционный анализ показал сильную положительную зависимость ($r=0,925\pm0,090$) между содержанием в зерне белка и сырой клейковины ($p<0,05$).

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния фактора «предшественник» на показатель натуры зерна составила 84,2 %, на содержание сырой клейковины – 71,5 %, а на содержания белка в зерне – 61,0 %. Фактор «протравливание» оказал достоверно значимое влияние только на показатель стекловидности зерна – 28,7 %.

В связи с неблагоприятными погодными условиями вегетационного периода 2023 года по комплексу показателей партии зерна по разным вариантам опыта относились к разным классам. Так, все варианты возделывания яровой пшеницы по паровому предшественнику, а также зерно пшеницы по однолетним травам с фунгицидной защитой семян, относилось к III классу. Все остальные партии зерна относились к IV классу.

Качественные показатели зерна яровой пшеницы по вариантам опыта в среднем за 3 года представлены в таблице 3.55.

По трехлетним данным максимальный показатель натуры зерна в контрольных вариантах был по пару, он неизменно по годам был больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 41,4 и 74,7 г/л соответственно (или на 5,2 и 9,4 %). Предпосевное протравливание семян фунгицидным компонентом увеличило рассматриваемый параметр по однолетним травам (+ 34,4 г/л, или + 4,6 %) и озимой ржи (+ 13,3 г/л, или + 1,8 %), но уменьшило по пару (- 17,7 г/л, или - 2,2 %). Применение баковой смеси препаратов для предпосевной обработки семян в среднем за 3 года показало разнонаправленное влияние на показатель натуры зерна в зависимости от предшественника: по озимой ржи показатель увеличился на 43,7 г/л (или на 6,1 % относительно контроля), по пару – уменьшился на 14,4 г/л (или на 1,8 %), а по однолетним травам – остался без изменений.

Показатель стекловидности зерна по всем предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян соответствовал зерну III класса и был самым большим на зерне, полученном по однолетним травам с фунгицидной защитой семян.

Таблица 3.55 – Показатели качества зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта, в среднем за 3 года

Предшест- венник	Обработка семян	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина		Класс зерна
					%	ИДК-1, ед. прибора	
Пар	контроль	794,7	56,0	15,3	27,5	63,3	III
	фунгицид	777,0	57,7	16,1	29,1	62,6	III
	фунгицид+ инсектицид	780,3	55,0	15,9	29,2	61,6	III
Однолетние травы	контроль	753,3	53,3	15,4	26,5	68,1	III
	фунгицид	787,7	59,0	16,4	28,5	66,1	III
	фунгицид+ инсектицид	751,3	56,3	14,9	26,1	64,7	III
Озимая рожь	контроль	720,0	53,0	14,0	21,9	60,0	IV
	фунгицид	733,3	53,3	14,2	23,2	58,8	III
	фунгицид+ инсектицид	763,7	55,7	14,3	25,2	63,5	III
НСР ₀₅ частных средних		10,2	1,7	0,4	1,1	2,3	—

Содержание белка в зерне с контрольных вариантов по фитосанитарным предшественникам было на одном уровне: 15,3...15,4 %, что превышало рассматриваемый параметр по зерновому предшественнику на 1,3...1,4 %. Протравливание семян фунгицидным препаратом увеличило содержание белка в зерне по пару (+ 0,8 % в абсолютных значениях, или + 5,2 % относительно контроля) и однолетним травам (+ 1,0 %, или + 6,4 % относительно контроля), а в зерне по озимой ржи не привело к достоверным изменениям показателя. Протравливание семян баковой смесью препаратов увеличило содержание белка в зерне (по сравнению с контролем) в пшенице по пару (+ 0,6 %, или + 3,9 % относительно контроля), но уменьшило в зерне по однолетним травам (- 0,5 %, или - 3,2 % относительно контроля).

Самое большое содержание в зерне сырой клейковины контрольных вариантов отмечено в пшенице по пару, оно было больше, чем по однолетним травам и озимой ржи на 1,0 и 5,6 % соответственно в абсолютных значениях, или на 3,6 и 20,4 % относительно него. Предпосевное протравливание семян увеличило данный показатель по всем вариантам. Наибольшее содержание сырой клейковины в зерне отмечено у пшеницы, выращенной по пару, с максимальной из представленных схем защиты семян.

По трехлетним данным, зерно яровой пшеницы по комплексу показателей по всем предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян соответствовало зерну III класса, исключение составляло только зерно, полученное по озимой ржи без предпосевной обработки семян, оно соответствовало зерну IV класса, а также зерно, полученное по однолетним травам в 2022 году на варианте с предпосевной обработкой семян фунгицидным препаратом, оно соответствовало II классу. Это отражает ограниченность агроэкологических ресурсов в зоне рискованного земледелия, а также ежегодное воздействие на яровую пшеницу комплекса абиотических и биотических стрессов,

Результаты дисперсионного анализа влияния агроэкологических факторов на показатели качества зерна представлены в таблице 3.56.

Таблица 3.56 – Сила влияния агроэкологических факторов на показатели качества зерна яровой пшеницы, %

Показатель	Предшественник	Протравливание	Условия года
Натура	15,0**	0,6	54,4**
Стекловидность	12,4*	12,4*	16,6*
Белок	41,0**	6,3**	11,1**
Клейковина	56,1**	5,7*	11,1**
ИДК-1	6,8**	0,0	65,3**
Класс зерна	28,9**	5,2*	17,0**
Среднее по показателям	26,7	5,0	29,3
Уровень значимости: * 0,05; ** 0,01			

Данные таблицы свидетельствуют, что основными факторами, определяющими показатели качества зерна яровой пшеницы, были условия

года и предшественники. Предшественники оказали решающее влияние на содержание белка (41 %) и клейковины (56,1%), а условия года – на массу зерна (54,4%) и ИДК-1 (65,3%).

Совокупное влияние протравливания семян на показатели качества зерна были в 5-5,5 раз ниже, чем влияние условий года и предшественников.

Зависимости продукционных и фитосанитарных показателей яровой пшеницы представлены в таблицах 3.57. Данные таблицы свидетельствуют, что поражение подземных органов в течение вегетации яровой пшеницы фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями отрицательно воздействовало практически на все показатели качества зерна, что отмечали исследователи и ранее [Торопова, 2005; Спиридонов и др., 2019; Скороходов и др., 2023]. На формирование элементов урожайности яровой пшеницы отрицательно влияло повреждение листьев фитофагами, в частности, хлебной полосатой блошкой, а темно-бурая пятнистость снижала число продуктивных стеблей и биологическую урожайность по обоим учетным фазам вегетации.

3.3.3. Экономическая эффективность элементов технологии возделывания яровой пшеницы

Расчет экономической эффективности возделывания яровой пшеницы по предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян за 2021 год приведены в таблице 3.58.

После анализа таблицы можно сделать вывод, что на контрольных вариантах самые низкие затраты на возделывание яровой пшеницы на зерно были сделаны по озимой ржи, меньше, чем по однолетним травам и пару на 1023 руб./га и 6474 руб./га (или на 5,2 и 25,6 %) соответственно. При этом себестоимость единицы продукции, в связи с отличием продуктивности посевов по разным предшественникам, а также разной ценой реализации готовой продукции, зависящей от качества полученного зерна, была меньше по пару и однолетним травам.

Таблица 3.57 – Статистически достоверные коэффициенты корреляции фитосанитарных и продукционных параметров агроценозов яровой пшеницы (2021-2023 гг.)

Продукционный показатель	Развитие корневых гнилей		Повреждение фитофагами		Распространенность темно-бурой пятнистости	
	всходы	зрелость	блошки	мухи	всходы	колошение
Число продуктивных стеблей на м ²	-	-	-0,633**	-	-0,722**	-0,677**
Число зерен в колосе	-0,384*	-0,352*	-0,402**	-	-	-
Масса 1000 зерен	-	-	-0,383*	-	-	-
Биологическая урожайность	-	-	-0,583**	-	-0,544**	-0,515**
Натура	-	-	-0,425*	-	-	-
Стекловидность	-0,538**	-0,725**	-	-	-	-
Белок	-0,432*	-0,358*	-	-	-	-
Клейковина, %	-0,495**	-0,560**	-	-0,374*	-	-
Клейковина, ИДК-1, ед. прибора	-0,436*	-	0,462*	-	0,394*	0,423*

Коэффициенты достоверны на уровне значимости: * – 5 %; ** – 1 %

Самая высокая рентабельность производства на контрольных вариантах получена по паровому предшественнику, что больше на 0,3 и 36,2 %, чем по однолетним травам и озимой ржи соответственно. Наибольшая прибыль так же была достигнута по паровому предшественнику, на 5709 и 13521 рублей (или на 27,8 и 106,5 %) с гектара больше, чем по однолетним травам и озимой ржи соответственно.

Таблица 3.58 – Экономические результаты возделывания яровой пшеницы
Новосибирская 31 в 2021 году по вариантам опыта

Показатель	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	к*	ф.	и	к	ф	и	к	ф	и
Урожайность, т/га	3,32	3,67	4,28	2,6	2,93	3,23	2,17	2,29	2,4
Затраты на производство 1 га, руб.	25240	26292	27542	19789	20138	20468	18766	19418	19878
Себестоимость 1 т продукции, руб.	7602	7164	6435	7611	6873	6337	8648	8479	8283
Цена реализации 1 т продукции, руб.	15500	15500	15500	15500	15500	15500	14500	14500	15500
Стоимость продукции по ценам реализации, руб.	51460	56885	66340	40300	45415	50065	31465	33205	37200
Прибыль/убыток, руб.	26220	30593	38798	20511	25277	29597	12699	13787	17322
Уровень рентабельности, %	103,9	116,4	140,9	103,6	125,5	144,6	67,7	71,0	87,1

*к – контроль, ф – фунгицидный протравитель, и – баковая смесь протравителей

Предпосевное протравливание семян по всем вариантам обеспечило увеличение как рентабельности производства, так и прибыли с гектара. Так, обработка семян препаратом с фунгицидным действием способствовала росту рентабельности производства от + 3,3 % по озимой ржи до + 21,9 % по однолетним травам. Введение в технологию возделывания яровой пшеницы обработки семян баковой смесью препаратов с разным спектром действия позволило получить наибольшую рентабельность производства и прибыль с единицы площади по всем предшественникам. Наибольшая рентабельность

на этом варианте получена по однолетним травам, а максимальная прибыль в денежном выражении – по паровому предшественнику.

Данные расчета экономической эффективности возделывания яровой пшеницы по предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян за 2022 год приведены в таблице 3.59.

Таблица 3.59 – Экономические результаты возделывания яровой пшеницы
Новосибирская 31 в 2022 году по вариантам опыта

Показатель	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	к*	ф	и	к	ф	и	к	ф	и
Урожайность, т/га	3,18	3,50	3,79	2,71	2,79	2,96	2,43	2,79	3,00
Затраты на производство 1 га, руб.	27666	30327	31700	22893	23652	24126	22125	23188	24192
Себестоимость 1 т продукции, руб.	8700	8665	8364	8448	8477	8151	9105	8311	8064
Цена реализации 1 т продукции, руб.	12100	12100	12100	12100	12100	12100	10800	12100	12100
Стоимость продукции по ценам реализации, руб.	38478	42350	45859	32791	33759	35816	26244	33759	36300
Прибыль/убыток, руб.	10812	12023	14159	9898	10107	11690	4119	10571	12108
Уровень рентабельности, %	39,1	39,6	44,7	43,2	42,7	48,5	18,6	45,6	50,0

*к – контроль, ф – фунгицидный протравитель, и – баковая смесь протравителей

Из таблицы видно, что в связи со снижением закупочных цен на продукцию растениеводства (с 15500 руб./т зерна пшеницы 3 класса в 2021 году до 12100 руб./т аналогичного качества зерна в 2022 году) рентабельность контрольных вариантов посевов яровой пшеницы по всем предшественникам снизилась в 2 и более раз. Наибольший уровень рентабельности отмечен по однолетним травам, больше, чем по пару и озимой ржи на 4,1 и 24,6 % соответственно. Наибольшая прибыль получена по пару, что превышает данный показатель возделывания яровой пшеницы

по однолетним травам и озимой ржи на 914 и 6693 руб./га (или на 9,2 и 162,5 %) соответственно.

Предпосевное протравливание семян фунгицидным протравителем обеспечило рост рентабельности производства зерна по озимой ржи и пару, а по однолетним травам наблюдалось снижение данного показателя на 0,5 %. Максимальный в опыте рост рентабельности производства в результате протравливания семян отмечен по озимой ржи: + 27,0 %, что может быть связано с большим прессингом фитопатогенов по зерновому предшественнику. При этом прибыль с 1 гектара посевов выросла по всем предшественникам, рост составил от 209 руб./га по однолетним травам до 6452 руб./га по озимой ржи, или на 2,1 % и 156,6 % соответственно.

Введение в систему предпосевной обработки семян инсектицидного компонента привело к увеличению рентабельности производства на всех вариантах опыта. Наибольший рост рентабельности от протравливания семян баковой смесью отмечен по озимой ржи: + 31,4 % по сравнению с контролем. На данном предшественнике так же отмечена максимальная в 2022 году величина данного показателя, больше, чем по однолетним травам и пару на 1,5 и 5,3 % соответственно. Наибольший чистый доход с единицы площади наблюдался по пару, больше, чем по озимой ржи и однолетним травам на 2051 и 2469 руб./га (или на 16,9 и 21,1 %) соответственно.

Неблагоприятные условия вегетационного периода 2023 года, которые привели к значительному снижению как выхода товарной продукции с гектара, так и качественных показателей полученного зерна, привели к значительному снижению экономических показателей возделывания яровой пшеницы (таблица 3.60).

Самые большие затраты на возделывание яровой пшеницы контрольных вариантов были сделаны по паровому предшественнику, больше, чем по озимой ржи и однолетним травам на 7645 и 6997 руб./га (или на 35,2 и 31,3 %) соответственно. Впервые за годы исследования были получены прямые убытки от возделывания яровой пшеницы по всем

предшественникам. Самый значительный убыток был получен по пару, минимальный в опыте – по озимой ржи.

Таблица 3.60 – Экономические результаты возделывания яровой пшеницы
Новосибирская 31 в 2023 году по вариантам опыта

Показатель	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	к*	ф	и	к	ф	и	к	ф	и
Урожайность, т/га	1,80	2,34	2,66	1,74	1,90	2,25	1,83	1,71	1,87
Затраты на производство 1 га, руб.	29361	29983	31282	22364	23108	23679	21716	22658	23521
Себестоимость 1 т продукции, руб.	16312	12813	11760	12853	12162	10524	11867	13250	12578
Цена реализации 1 т продукции, руб.	13500	13500	13500	11800	13500	11800	11800	11800	11800
Стоимость продукции по ценам реализации, руб.	24300	31590	35910	20532	25650	26550	21594	20178	22066
Прибыль/убыток, руб.	–5061	1607	4628	–1832	2542	2871	–122	–2480	–1455
Уровень рентабельности, %	–17,2	5,4	14,8	–8,2	11,0	12,1	–0,6	–10,9	–6,2

*к – контроль, ф – фунгицидный протравитель, и – баковая смесь протравителей

Применение препаратов для предпосевной обработки семян позволило по пару и однолетним травам получить положительную рентабельность. Самая высокая рентабельность была получена по паровому предшественнику – до 14,8 %, что 2,7 и 21,0 % больше, чем по однолетним травам и ржи соответственно. Прибыль по пару была тоже выше, чем по однолетним травам и ржи на 61,2 и 131,4 % соответственно. Самые низкие экономические показатели возделывания яровой пшеницы в 2023 году были по озимой ржи.

Экономические результаты 2023 года свидетельствуют, что даже в период с неблагоприятными погодными условиями и неблагоприятной ценовой конъюнктурой на продукцию растениеводства, повышение уровня интенсификации возделывания яровой пшеницы (в частности использование

фитосанитарных предшественников и инсектицидно-фунгицидных протравителей семян) способствует росту рентабельности производства.

Экономические показатели возделывания яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта в среднем за 3 года представлены в таблице 3.61.

Таблица 3.61 – Экономические результаты возделывания яровой пшеницы Новосибирская 31 по вариантам опыта, 2021-2023 гг.

Показатель	Пар			Однолетние травы			Озимая рожь		
	к*	ф.	и	к	ф	и	к	ф	и
Урожайность, т/га	2,77	3,17	3,58	2,35	2,54	2,81	2,14	2,26	2,42
Затраты на производство 1 га, руб.	27422	28867	30175	21682	22299	22758	20869	21755	22530
Себестоимость 1 т продукции, руб.	9912	9106	8437	9226	8779	8089	9737	9612	9297
Цена реализации 1 т продукции, руб.	13700	13700	13700	13133	13700	13133	12367	12800	13133
Стоимость продукции по ценам реализации, руб.	37903	43429	49046	30863	34798	36948	26506	28971	31826
Прибыль/убыток, руб.	10481	14562	18871	9181	12499	14191	5637	7216	9296
Уровень рентабельности, %	38,2	50,4	62,5	42,3	56,0	62,4	27,0	33,2	41,3

*к – контроль, ф – фунгицидный протравитель, и – баковая смесь протравителей

В среднем за 3 года самый большой положительный экономический результат возделывания яровой пшеницы на контрольных вариантах без протравливания семян отмечен по пару. Применение фунгицидной защиты семян по всем предшественникам увеличило прибыльность возделывания яровой пшеницы на 1579...4081 руб./га (или на 28,0...38,9 %) с увеличением рентабельности производства на 6,2...13,7 %. Интенсификация предпосевной обработки семян за счет применения баковой смеси фунгицидного и инсектицидного препаратов позволила увеличить доходность возделывания яровой пшеницы, особенно по пару.

Результаты трехфакторного дисперсионного анализа основных экономических показателей приведены в таблице 3.62.

Таблица 3.62 – Сила влияния агроэкологических факторов на экономическую эффективность технологии возделывания яровой пшеницы, %

Фактор	Прибыль/убыток в расчете на 1 га	Уровень рентабельности производства	Среднее
Предшественник	7,4*	3,9*	5,7
Протравливание	4,2*	2,8*	3,5
Условия года	76,3**	85,8**	81,1

Данные таблицы свидетельствуют, что основным фактором, определяющим прибыль и рентабельность производства зерна яровой пшеницы, были «условия года», которые включали как контрастные погодные факторы, так и изменение закупочных цен на зерно. Такой результат закономерно отражает сложности функционирования аграрного сектора экономики в зоне рискованного земледелия в условиях экономической нестабильности. Следует, однако, отметить, что факторы «предшественник» и «протравливание» тоже оказывали достоверное влияние на основные экономические показатели производства зерна, что доказывает обоснованность использования приемов и средств защиты растений в технологии возделывания яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья.

Заключение к разделу 3.3.

Биологическая урожайность на вариантах без протравливания семян по трехлетним данным была максимальной по пару (2,86 т/га), а предпосевная обработка семян Дивидендом Стар, КС – 0,85 л/т показала достоверный рост биологической урожайности по всем предшественникам с хозяйственной эффективностью 7,7...13,2 %.

Протравливание семян баковой смесью Дивиденд Стар, 0,85 л/т с Контадором Макси, 0,5 л/т позволило получить урожайность яровой

пшеницы по пару 3,66 т/га с хозяйственной эффективностью 27,7 % по сравнению с зерновым предшественником.

Зерно яровой пшеницы Новосибирская 31 по комплексу показателей по всем предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян соответствовало III классу, по однолетним травам в сочетании с протравливанием семян в 2022 году было получено зерно II класса.

Предшественники оказали решающее влияние на содержание белка (41 %) и клейковины (56,1 %), условия года – на массу зерна (54,4 %) и ИДК-1 (65,3 %).

Поражение яровой пшеницы фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями снижало качество зерна ($r = -0,358 \dots -0,725$) ($p < 0,05$), повреждение хлебной полосатой блошкой ухудшало формирование элементов урожайности ($r = -0,383 \dots -0,633$) ($p < 0,05$), а темно-бурая пятнистость снижала число продуктивных стеблей ($r = -0,677 \dots -0,722$) и биологическую урожайность ($-0,515 \dots -0,544$) ($p < 0,05$).

В годы исследований прибыль от производства зерна яровой пшеницы значительно колебалась от – 5061 руб./га до 26220 руб./га и была максимальной при возделывании культуры по паровому предшественнику. Применение Дивиденда Стар, 0,85 л/т для защиты семян увеличивало прибыль на 28,0... 38,9 %, рентабельность производства – на 6,2...13,7 %.

Использование баковой смеси Дивиденда Стар, 0,85 л/т с Контадором Макси, 0,5 л/т позволило получить дополнительную прибыль 3659...8390 руб./га и увеличить рентабельность производства зерна на 14,3...24,3 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг (2021-2023 гг.) вредных организмов яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья показал высокую стабильность деструктивного сообщества, коэффициенты общности таксономического состава по годам и предшественникам составили 0,83-1, фитосанитарные предшественники (пар, однолетние травы) обеспечивали смену доминирующих видов.

Целевые объекты протравливания семян яровой пшеницы ежегодно превышали ЭПВ: фузариозно-гельминтоспориозные корневые гнили до 9,6 раз, темно-бурая пятнистость – до 5 раз, комплекс злаковых мух – до 2 раз, хлебная полосатая блошка – до 4,3 раз.

Сила влияния фактора «предшественник» в фазы всходов-кущения на развитие корневых гнилей составила 58,4 %, на распространенность темно-бурой пятнистости – 12,9 %, на поврежденность листьев полосатой хлебной блошкой – 27,1 %, на поврежденность стеблей злаковыми мухами – 28,3 %.

Биологическая эффективность однолетних трав (без протравливания семян) против корневых гнилей в фазу всходов яровой пшеницы по сравнению с озимой рожью составила 20,4 %, пара – 27,8 %, в фазу твердой спелости – 34,3 % и 34,9 % по предшественникам соответственно.

Видовой состав возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы был представлен семью видами рода *Fusarium* Link. и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, с коэффициентами Жаккара по годам 0,75-1, в течение вегетации происходило смещение соотношения фитопатогенов в пользу *B. sorokiniana* при сохранении доминирования фузариевых микромицетов.

Заселенность почвы конидиями *B. sorokiniana* перед посевом яровой пшеницы была до 4,1 раз выше ПВ, сила влияния фактора «предшественник» на численность составила 39,1 %, на жизнеспособность – 74,2 % при 1 % уровне значимости, пар снижал численность конидий с биологической эффективностью 49,6 %, пар и однолетние травы подавляли выживание конидий в 1,8-2 раза по сравнению с озимой рожью.

Выявлен достоверный ($p \leq 0,05$) рост супрессивности почвы к *B. sorokiniana* и *F. oxysporum* после возделывания пара и однолетних трав и сильная положительная корреляция супрессивности почвы к *B. sorokiniana* с долей деградированных конидий по предшественникам: $r = 0,796 \pm 0,232$ ($p < 0,05$).

Распространенность симптомов корневых гнилей проростков яровой пшеницы Новосибирская 31 в лабораторных условиях составила в среднем

по годам 56,7 %, в 3,8 раза выше ЭПВ, отрицательно влияя на лабораторной всхожесть, $r = -0,992 \pm 0,051$ ($p < 0,01$), основными возбудителями болезни были грибы рода *Alternaria* Nees. $r = 0,882 \pm 0,115$ ($p < 0,05$).

В полевых условиях выявлено достоверное влияние протравливания (сила влияния 66,3 %) и предшественников (сила влияния 21,1 %) на развитие корневых гнилей яровой пшеницы в фазу всходов, к концу вегетации влияние предшественников возросло в 3,5 раза, а протравливания семян – снизилось в 5,6 раза.

Сила влияния предшественников на поврежденность всходов яровой пшеницы хлебной полосатой блошкой составило 44,0 %, протравливания семян инсектицидным препаратом – 47,6 %, максимальная биологическая эффективность протравителя (57,2 %) была по паре. Выявлена зависимость $r = 0,764 \pm 0,145$ ($p < 0,05$) между эффективностью инсектицидного протравителя и поврежденностью пшеницы фитофагом.

Влияние предшественников и протравливания семян на повреждение стеблей яровой пшеницы злаковыми мухами составило 28,8 и 61,2 % соответственно. Наибольшая эффективность предпосевного протравливания против злаковых мух была по зерновому предшественнику – 41,2 %.

Биологическая эффективность предпосевной обработки семян против темно- бурой пятнистости в фазу кущения яровой пшеницы составила 34,6...34,9 % вне зависимости от предшественника и снижалась к фазе колошения от 1,3 (озимая рожь) до 2,6 раз (пар), влияние предшественников на распространенность темно- бурой пятнистости в течение вегетации возросло в 2 раза, а протравливания – снизилось в 1,7 раза.

Сила влияния протравливания на распространенность корневых гнилей проростков семян нового урожая составила 27,5 %, предшественников – 28,9 %, установлена положительная связь ($r = 0,678 \pm 0,129$) между развитием корневых гнилей маточных растений в фазу полной спелости и распространенностью корневых гнилей на проростках семян нового урожая ($p < 0,05$).

Выявлена сильная положительная зависимость распространенности на семенах яровой пшеницы нового урожая грибов рода *Fusarium* Link. ($r=0,909... 0,991$) с ГТК августа и сильная отрицательная связь – распространенности грибов рода *Alternaria* Nees. ($r=-0,936... -0,995$) по всем предшественникам. Грибы рода *Alternaria* доминировали (до 82 %) на семенах нового урожая в относительно сухих условиях, грибы рода *Fusarium* (до 60 %) – во влажных, их биологическое разнообразие возрастало в 2-3 раза.

Биологическая урожайность на вариантах без протравливания семян по трехлетним данным была максимальной по пару (2,86 т/га), а предпосевная обработка семян Дивидендом Стар, КС – 0,85 л/т показала достоверный рост биологической урожайности по всем предшественникам с хозяйственной эффективностью 7,7...13,2 %.

Протравливание семян баковой смесью Дивиденд Стар, 0,85 л/т с Контадором Макси, 0,5 л/т позволило получить урожайность яровой пшеницы по пару 3,66 т/га с хозяйственной эффективностью 27,7 % по сравнению с зерновым предшественником.

Зерно яровой пшеницы Новосибирская 31 по комплексу показателей по предшественникам и вариантам предпосевной обработки семян в большинстве случаев соответствовало III классу, по однолетним травам в сочетании с протравливанием семян в 2022 году было получено зерно II класса. Предшественники оказали решающее влияние на содержание белка (41 %) и клейковины (56,1%), условия года – на натуру зерна (54,4%) и ИДК-1 (65,3%).

Поражение яровой пшеницы фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями снижало качество зерна ($r=-0,358...-0,725$) ($p<0,05$), повреждение хлебной полосатой блошкой ухудшало формирование элементов урожайности ($r=-0,383...-0,633$) ($p<0,05$), а темно-бурая пятнистость снижала число продуктивных стеблей ($r=-0,677...-0,722$) и биологическую урожайность ($-0,515...-0,544$) ($p<0,05$).

В годы исследований прибыль от производства зерна яровой пшеницы колебалась от -5061 руб./га до 26220 руб./га и была максимальной при возделывании культуры по паровому предшественнику. Применение Дивиденда Стар, 0,85 л/т для защиты семян увеличивало прибыль на 28,0...38,9 %, рентабельность производства – на 6,2...13,7 %. Использование баковой смеси Дивиденда Стар, 0,85 л/т с Контадором Макси, 0,5 л/т позволило получить дополнительную прибыль 3659...8390 руб./га и увеличить рентабельность производства зерна на 14,3...24,3 %.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для улучшения фитосанитарного состояния, повышения урожайности, качества зерна и рентабельности возделывания яровой пшеницы, целесообразно в условиях северной лесостепи Новосибирского Приобья возделывать культуру по фитосанитарным предшественникам – однолетним травам (вико-овсяная смесь в соотношении 1:5) и раннему чистому пару в с обязательным предпосевным протравливанием семян баковой смесью Дивиденда Стар, 0,85 л/т с Контадором Макси, 0,5 л/т.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области: Справочник [Текст] / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Зап.-сиб. упр. гидрометеорол. службы. Новоси�. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
2. Акчурин Р.Л. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от применения средств защиты растений [Текст] / Р.Л. Акчурин, Р.С. Кираев, А.А. Низаева // Агрохимический вестник. – 2024. – № 3. – С. 78-82. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-3-014.
3. Аллахвердян, В.В. Перспективные штаммы бактерий рода *Bacillus* в защите растений от возбудителей фузариоза и контаминации микотоксинами [Текст] / В.В. Аллахвердян, Т.М. Сидорова, А.М. Асатурова

// Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т.17. – № 2. – С. 91-101. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-91-101.

4. Альберт, М.А. Инновационные подходы к применению элементов точного земледелия в лесостепи Западной Сибири [Текст] / М.А. Альберт, Р.Р. Галеев, Е.А. Ковалев // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 1(35). – С. 33-40. DOI: 10.31677/2311-0651-2022-35-1-33-40.

5. Амиров, М.Ф. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования минеральных удобрений, микроэлементов и гербицидов в условиях Республики Татарстан [Текст] / М.Ф. Амиров, Д.И. Толокнов // Плодородие. – 2020. – № 3 (114). – С. 6-9. DOI: 10.25680/S19948603.2020.114.01.

6. Амиров, М.Ф. Интенсивность формирования полевых культур в зависимости от технологий возделывания в условиях Республики Татарстан [Текст] / М.Ф. Амиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3 (63). – С.14-18.

7. Амиров, М.Ф. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан [Текст] / М.Ф. Амиров, Д.И. Толокнов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17. – № 2(66). – С. 8-13. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-6-11.

8. Амунова, О.С. Влияние метеоусловий превегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы [Текст] / О.С. Амунова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 5. – С. 437-446. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446.

9. Андреева, Е.И. Системные фунгициды – ингибиторы биосинтеза эргостерона [Текст] / Е.И. Андреева, В.А. Зинченко // АгроXXI. – 2002. – № 4. – С. 14-15.

10. Апаева, Н.Н. Влияние приемов обработки почвы на развитие корневых гнилей и урожайность яровой пшеницы [Текст] / Н.Н. Апаева,

С.Г. Манишкин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 11(65) – С. 99-102. DOI: 10.23670/IRJ.2017.65.132.

11. Асякина, Л.К. Исследование потенциала естественной микробиоты яровой мягкой пшеницы в повышении урожайности [Текст] / Л.К. Асякина, G.Mudgal, С.Л. Тихонов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т.37. – № 11. – С. 12-17. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_11_12.

12. Бахвалова, С.А. Сидераты и урожайность яровой пшеницы [Текст] / С.А. Бахвалова, А.В. Федорова // Плодородие. – 2021. – № 2(119). – С. 36-38. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.09.

13. Бахчевников, О.Н. Перспективные физические методы стимулирования прорастания семян (обзор) [Текст] / О.Н. Бахчевников, А.В. Брагинцев, К.Ш. Нозимов // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 7. – С. 56-66. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_7_56.

14. Белобров, В.П. Влияние технологий земледелия на морфометрические признаки черноземов [Текст] / В.П. Белобров, В.К. Дридигер, С.А. Юдин // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2020. – Вып. 102. – С. 125-142. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-102-125-142.

15. Билтуев, А.С. Урожайность культур и баланс элементов питания в зернопаровом севообороте в условиях Сухой степи Бурятии [Текст] / А.С. Билтуев, Л.З.В. Будажапов, А.К. Уланов // Агрохимия. – 2023. – № 12. – С. 85-91. DOI: 10.31857/S0002188123110030.

16. Бобровский, А.В. Влияние применения гербицидов на урожайность и технологические качества зерна яровой пшеницы [Текст] / А.В. Бобровский, Н.С. Козулина, А.В. Василенко и др. // Земледелие. – 2025. – № 7. – С. 27-30. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-7-27-30.

17. Богдан, П.М. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края [Текст]

/ П.М.Богдан, И.В. Коновалова, А.Г. Клыков // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 1. – С. 16-20. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10103.

18. Бойко, С.В. Роль неоникотиноидных протравителей семян в защите всходов зерновых колосовых культур от личинок щелкунов и шведских мух в условиях Беларуси [Текст] / С.В. Бойко, Ю.И. Мехтиева, Л.П. Василевская // Вестник Национальной академии наук Белоруссии. Серия Аграрные науки. – 2022а. – Т.60. – № 2. – С. 195-212.

19. Бойко, С.В. Обработка семян и посевов зерновых культур препаратами на основе ацетамиприда – эффективный способ защиты от вредителей [Текст] / С.В. Бойко, М.Г. Немкевич // Защита растений. – 2022б. – № 46. – С. 164-179. DOI: 10.47612/0135-3705-2022-46-164-179.

20. Бойко, Т.В. Токсикологическая характеристика неоникотиноидов [Текст] / Т.В. Бойко, Л.К. Герунова, В.И. Герунов, М.Н. Гонохова // Вестник Омского ГАУ. – 2015. – № 4(20). – С. 49-54.

21. Борин, А.А. Влияние систем обработки при длительном применении в севообороте на плодородие почвы, развитие растений и урожайность [Текст] / А.А. Борин, А.Э. Лощинина // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2021. – Т. 36. – № 3. – С. 5-11. DOI: 10.35523/23075872-2021-36-3-5-11.

22. Брагинец, А.В. Влияние физических и химических способов предпосевной обработки семян озимой пшеницы на ее вегетацию, урожайность и химический состав зерна [Текст] / А.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, П.А. Хоменко // Таврический вестник аграрной науки. – 2024. – № 1(37). – С. 8-20. DOI: 10.5281/zenodo.10925091.

23. Буга, С.Ф. Развитие исследований в лаборатории фитопатологии в 1971-2021 гг. [Текст] / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Н.А. Крупенько // Защита растений. – 2022. – № 45. – С. 104-115. DOI: 10.47612/0135-3705-2021-45-104-115.

24. Будажапов, Л.В. Плодородие и азотминерализующий потенциал почв: статистики, модели диагностики и кинетика процесса [Текст] /

Л.В. Будажапов, А.К. Уланов, А.С. Билтуев // Плодородие. – 2022. – № 6(129). – С. 46-49. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.12.

25. Валецкая, Т.И. Влияние специализации сельскохозяйственного производства Алтайского края на рынок зерна в регионе [Текст] / Т.И. Валецкая // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 1-1. – С. 17-22. DOI: 10.17513/vaael.934.

26. Видякин, А.В. Статистический прогноз развития зернового производства в Кемеровской области [Текст] / А.В. Видякин, В.А. Лебедь // Аграрная наука. – 2023. – Т. 374. – № 9. – С. 196-200. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-374-9-196-200.

27. Власенко, Н.Г. Вредители и болезни в посевах яровой пшеницы, выращиваемой по технологии No-till [Текст] / Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков, Н.А. Коротких, О.В. Кулагин // Вестник защиты растений. – 2014. – № 3. – С. 21-24.

28. Власенко, Н.Г. Защита мягкой яровой пшеницы Новосибирская 18, Сибирская 17 и Обская 2 от сорняков, болезней и вредителей в лесостепи Западной Сибири [Текст] / Н.Г. Власенко, А.Н. Власенко, О.В. Кулагин, П.И. Кудашкин и др. – Н.: ООО «Междуречье», 2018. – 60 с.

29. Власенко, Н.Г. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на линейные размеры и геометрические характеристики зерна [Текст] / Н.Г. Власенко, С.В. Бурлакова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 18-24. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-2.

30. Власова, Л.М., Инсекто- фунгицидные композиции для обработки семян зерновых культур [Текст] / Л.М. Власова, О.В. Попова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 8. – С. 15-17.

31. Власова, Л.М. Баковые смеси инсектицидов, фунгицидов и микроудобрений в посевах зерновых культур [Текст] / Л.М. Власова, О.В. Попова // Защита и карантин растений. – 2023. – № 5. – С. 13-15. DOI: 10.47528/1026-8634_2023_5_13.

32. Власова, Л.М. Эффективность инсектофунгицидных протравителей семян озимой пшеницы [Текст] / Л.М. Власова, О.В. Попова // Защита и карантин растений. – 2024. – № 7. – С. 22-23. DOI: 10.47528/1026-8634_2024_7_22.

33. Волкова, Г.В. Эффективность протравителей Виталон, КС и Клад, КС на озимой пшенице против семенной и почвенной инфекции [Текст] / Г.В. Волкова, Е.В. Гладкова, Ю.С. Ким и др. // Рисоводство. – 2020. – № 4(49). – С. 49-56. DOI: 10.33775/1684-2464-2020-49-4-49-56.

34. Воробьева, И.Г. Экологическая ниша *Fusarium poae* (Peck.) Wollenw. в Западной Сибири [Текст] / И.Г. Воробьева, Е.Ю. Торопова // Сибирский экологический журнал. – 2022. – № 4. – С. 476-485. DOI: 10.15372/SEJ20220408.

35. Воронин, А.Н. Действие агротехнических приемов на распространенность ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур [Текст] / А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, С.В. Щукин // Известия ТСХА. – 2021. – № 4. – С. 41-50. DOI: 10.26897/0021-342.

36. Гаврилова, Ю.П. Разнообразие грибов рода *Fusarium* и их микотоксинов в зерне из азиатской части России [Текст] / Ю.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева, А.С. Орина и др. // Микология и фитопатология. – 2022. – Т. 56. – № 3. – С. 194-206. DOI: 10.31857/S0026364822030035.

37. Гагкаева, Т.Ю. Фузариоз зерновых культур [Текст] / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Приложение к журналу Защита и карантин растений. – 2011. – № 5. – С. 70-120.

38. Гагкаева, Т.Ю. Сравнение методов выявления в зерне токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* [Текст] / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, А.С. Орина и др. // Микология и фитопатология. – 2017. – Т. 51. – № 5. – С. 292-298.

39. Галеева, Л.П. Азотный режим черноземов выщелоченных Новосибирского Приобья при внесении минеральных удобрений в зерновом

севообороте [Текст] / Л.П. Галеева // Вестник НГАУ. – 2020. – № 3(56). – С. 18-28. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-56-3-18-28.

40. Галеева, Л.П. Влияние минеральных удобрений на фосфатный фонд черноземов выщелоченных и продуктивность зерновых культур [Текст] / Л.П. Галеева // Вестник НГАУ. – 2024. – № 2(71). – С. 25-36. DOI: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-25-36.

41. Гамзиков, Г.П. Состав гумуса основных пахотных почв Западной Сибири [Текст] / Г.П. Гамзиков, П.С. Широких // Почвоведение. – 1977. – № 8. – С. 64-69.

42. Гамзиков, Г.П. Влияние биомассы растений на азотный режим серой лесной почвы и продуктивность полевых культур [Текст] / Г.П. Гамзиков, С.З. Сулейменов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 32-36. DOI: 10.31857/S2500262720040080.

43. Гамзиков, Г.П. Система No-till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы [Текст] / Г.П. Гамзиков // Земледелие. – 2024. – № 3. – С. 10-17. DOI: 10.24412/0044-3913-2024-3-10-17.

44. Ганнибал, Ф.Б. Виды рода *Alternaria*, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях [Текст] / Ф.Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – № 6. – С. 374-385.

45. Ганнибал, Ф.Б. Ассоциированные с пшеницей микромицеты и их значимость как возбудителей болезней в России [Текст] / Ф.Б. Ганнибал, Т.Ю. Гагкаева, М.М. Гомжина и др. // Вестник защиты растений. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 164-180. DOI: 10.31993/2308-6459-2022-105-4-15508.

46. Глинушкин, А.П. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве [Текст] / А.П. Глинушкин, М.С. Соколов, Е.Ю. Торопова. – М.: «Издательство Агрорус», 2016. – 288 с.

47. Горьковенко, В.С. Распространение грибов рода *Pythium* Pringsh. в агроценозе яровой пшеницы [Текст] / В.С. Горьковенко // Защита и карантин растений. – 2011. – № 4. – С. 51-54.

48. Горянников, Ю.В. Сравнительный анализ воздействия протравливания семян сортов пшеницы мягкой озимой на ход конкурсного испытания [Текст] / Ю.В. Горянников, А.А. Плоткина // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 4. – С. 7-13. DOI: 10.17513/use.37802.
49. Горянин, О.И. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье [Текст] / О.И. Горянин, Е.В. Щербинина // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 6. – С. 11-14. DOI: 10.28983/asj.y2020i6pp11-14.
50. Горянин, О.И. Влияние элементов технологий на эффективность возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья [Текст] / О.И. Горянин, Л.В. Пронович // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 6. – С. 11-15. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_6_11.
51. ГОСТ 9353–2016 «Пшеница. Технические условия». – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
52. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 2 декабря 2024 года) [Электронное издание] URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-dep-rast-gos-ysl-agrohim-arh-2024-god/> (дата обращения: 28.12.2024).
53. Грехова, И.В. Реакция яровой пшеницы на применение регуляторов и микроудобрения при протравливании семян [Текст] / И.В. Грехова, Н.В. Матвеева // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1. – С. 6–8.
54. Гришечкина, Л.Д. Фунгициды для защиты пшеницы яровой от семенной и почвенной инфекции [Текст] / Л.Д. Гришечкина // Защита и карантин растений. – 2022. – № 3. – С. 13-17. DOI: 10.47528/1026-8634_2022_3_13.

55. Гришечкина, Л.Д. Предпосевная обработка семян зерновых культур [Текст] / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко, Г.И. Сухорученко и др. // Приложение к журналу Защита и карантин растений. – 2023. – № 1. – С. 33(1)-80(48).

56. Гультяева, Е.И. Расширение генетического разнообразия сорта яровой мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине в Нижнем Поволжье [Текст] / Е.И. Гультяева, С.Н. Сибикеев, А.Е. Дружин и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – № 1. – С. 27-44. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.27rus.

57. Гультяева, Е.И. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листостебельным болезням на Южном Урале [Текст] / Е.И. Гультяева, В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер и др. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – №1. – С. 8-12. DOI: 10.31857/S2500262721010026.

58. Гулянов, Ю.А. Эффективность использования природно-климатических ресурсов в земледелии постцелинных степных регионов Урала и Сибири [Текст] / Ю.А. Гулянов // Вопросы степеведения. – 2024а. – № 1. – С. 101-113. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-1-101-113.

59. Гулянов, Ю.А. Природные и антропогенные факторы дестабилизации зернового производства в приграничных с Республикой Казахстан регионах Урала и Сибири [Текст] / Ю.А. Гулянов // Таврический вестник аграрной науки. – 2024б. – № 2(38). – С. 31-43. DOI: 10.5281/zenodo.12177624.

60. Давидянц, Э.С. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне ранневесенней азотной подкормки [Текст] / Э.С. Давидянц // Агрохимия. – 2022. – № 6. – С. 45-50. DOI: 10.31857/S0002188122060047.

61. Дерябин, В.Л. Влияние дикотицидов на засоренность яровой пшеницы в условиях Зауралья [Текст] / В.Л. Дерябин, В.В. Немченко,

А.Ю. Кекало // Защита и карантин растений. – 2023. – № 7. – С. 19-21.
DOI: 10.47528/1026-8634_2023_7_19.

62. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса (научно- методическое пособие) [Текст] / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – 475 с.

63. Динасилов, А.С. Мероприятия по контролю численности гессенской мухи в условиях Северного Казахстана [Текст] / А.С. Динасилов, Ш.М. Турбекова, Е.В. Ковалева и др. // Известия Ошского технологического университета. – 2023. – № 2-1. – С. 140-150.

64. Добротворская, Н.И. Влияние гидротермических условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Новосибирского Приобья [Текст] / Н.И. Добротворская, В.К. Каличкин, О.Л. Сорокина // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – № 12. – С. 16-18.

65. Долженко, В.И. Современный ассортимент средств защиты растений: биологическая эффективность и безопасность [Текст] / В.И. Долженко, А.Б.Лаптиев // Плодородие. – 2021а. – № 3. – С. 71-75. DOI: 10.25680/S 19948603.2021.120.13.

66. Долженко, В.И. Развитие химического метода защиты растений в России [Текст] / В.И. Долженко, Г.И. Сухорученко, А.Б. Лаптиев // Защита и карантин растений. – 2021б. – № 4. – С. 3-13. DOI: 10.47528/1026-8634_2021_4_3.

67. Долженко, Т.В. Инсектициды на основе энтомопатогенных вирусов [Текст] / Т.В. Долженко, В.И. Долженко // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 26-33.

68. Долматова, Л.С. Обработка семян – эффективный способ борьбы с личинками шведских мух в посевах яровой мягкой пшеницы [Текст] / Л.С. Долматова, Г.Г. Садовников // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 7(177). – С.22-27.

69. Доронин, В.Г. Препараты для предпосевной обработки семян ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири [Текст] / В.Г. Доронин,

Е.Н. Ледовский, С.В. Кривошеева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2019. – № 2(55). – С. 20-28. DOI: 10.34655/bgsha.2019.55.2.003.

70. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

71. Дробышев, А.П. Влияние предшественников на эффективность способов основной обработки почвы под яровую пшеницу [Текст] / А.П. Дробышев // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 6 (80). – С. 13-15.

72. Дымина, Е.В. Факторы, влияющие на биоресурсный потенциал яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья [Текст] / Е.В. Дымина, С.Х. Вышегуров // Вестник НГАУ. – 2012. – № 1-2(22). – С. 9-12.

73. Дурынина, Е.П. Почвенные фитопатогенные грибы [Текст] / Е.П. Дурынина, Л.Л. Великанов. – Москва: Изд-во МГУ, 1984. – 107 с.

74. Евсеев, В.В. Пиренофороз пшеницы в лесостепи Южного Зауралья [Текст] / В.В. Евсеев. – Белгород: Эпицентр, 2018. – 146 с.

75. Евсенина, М.В. Оценка состава помольных смесей на выходе и качества пшеничной хлебопекарной муки [Текст] / М.В. Евсенина, Д.В. Виноградов, Е.И. Лупова, А.А. Пеньшин // Известия Дагестанского ГАУ. – 2020. – № 4(8). – С. 16-20.

76. Ефремова, Т.Т. Стадии роста и развития пшеницы и их значение в формировании элементов продуктивности [Текст] / Т.Т. Ефремова, Е.В. Чуманова // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – № 9(2). – С. 54-80. DOI:10.18699/LettersVJ-2023-9-09.

77. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи [Текст] / П.М. Жуковский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1964. – 751 с.

78. Завалин, А.А. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур [Текст] / А.А. Завалин, А.А. Алферов, Л.С. Чернова // Агрохимия. – 2019. – №8. – С. 83-96.

79. Зайцев, Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике [Текст] / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

80. Замятин, С.А. Влияние культур севооборота на среднегодовое поступление растительных остатков за ротацию севооборотов [Текст] / С.А. Замятин, В.М. Измestьев // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 1(5). – С. 18-24.

81. Зезин, Н.Н. Формирование и налив зерна с урожаем яровой пшеницы в различных метеоусловиях [Текст] / Н.Н. Зенин, П.А. Постников // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 1(73). – С. 57-62. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-57-62.

82. Ивенин, А.В. Экономическая эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от систем обработки почвы и применения удобрений [Текст] / А.В. Ивенин, Ю.А. Богомолова, А.П. Саков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 1 (61). – С. 22-27. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-22-27.

83. Ионова, Е.В. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) [Текст] / Е.В. Ионова, В.А. Лиховидова, И.А. Лобунская // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 6. – С. 18-22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.

84. Исаичев, В.В. Защита растений от вредителей [Текст] / В.В. Исаичев. – М.: Мир, 2003. – 468 с.

85. Казак, А.А. Урожайность и хлебопекарные сорта яровой мягкой пшеницы сибирской селекции в северной лесостепи Тюменской области [Текст] / А.А. Казак, Ю.П. Логинов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2 (59). – С. 6 - 14. DOI: 10.34655/bgsha.2020.59.2.001.

86. Каипов, Я.З. Влияние биологизированных севооборотов на органическое вещество и агрофизические свойства почвы в засушливой

степи Южного Урала [Текст] / Я.З. Каипов, З.Р. Султангазин, Р.Л. Акчурин // Аграрная наука. – 2023. – № 7. – С. 63-68. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-63-68.

87. Калашникова, А.А. Эффективность предпосевной обработки семян озимой пшеницы физиологическими активными препаратами [Текст] / А.А. Калашникова, Т.В. Симатин, Ф.В. Ерошенко и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. – № 9. – С. 18-23. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_9_18.

88. Каракотов, С.Д. Влияние химических и биологических протравителей на формирование проростков пшеницы [Текст] / С.Д. Каракотов, Н.В. Аршава, К.Н. Божко и др. // Защита и карантин растений. – 2019. – № 8. – С. 11-14.

89. Кашутина, Е.В. Оценка эффективности ряда современных инсектицидов в отношении некоторых растительоядных инвазивных вредителей-фитофагов [Текст] / Е.В. Кашутина, Л.Н. Бугаева, Т.Н. Игнатьева и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 7. – С. 67-72. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_7_67.

90. Кекало, А.Ю. Защита зерновых культур от болезней [Текст] / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш: Куртамышская типография, 2017. – 172 с.

91. Кекало, А.Ю. Фитосанитарные проблемы пшеничного поля и эффективность мер защиты от болезней [Текст] / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, А.С. Филиппов // Агрохимия. – 2020. – № 10. – С. 45-50. DOI: 10.31857/S0002188120100038.

92. Кекало, А.Ю. Распространение фитопатогенов на зерновых яровых культурах в Уральском регионе [Текст] / А.Ю. Кекало, Н.Ю. Заргарян, В.В. Немченко // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 11 (226). – С. 14-24. DOI:10.32417/1997-4868-2022-226-11-14-24.

93. Кекало, А.Ю. Комбинированные триазольные протравители и их влияние на рост и развитие проростков яровой пшеницы [Текст] /

А.Ю. Кекало, С.С. Халиков, М.М. Ильин и др. // Агрохимия. – 2023. – № 10. – С. 45-52. DOI: 10.31857/S0002188123100071.

94. Кекало, А.Ю. Корневая гниль яровой пшеницы в условиях Зауралья, варианты оперативной защиты [Текст] / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. – № 8. – С. 981-993. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-08-981-993.

95. Келер, В.В. Сортовая характеристика восприимчивости пшеницы к семенной инфекции в Красноярском крае [Текст] / В.В. Келер, С.В. Овсянкина, Д.М. Щеклеин и др. // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 8 (173). – С. 3-10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-8-3-10.

96. Келер, В.В. Влияние средств интенсификации предшественника на численность и таксономический состав вредителей яровой пшеницы [Текст] / В.В. Келер, С.В. Хижняк, С.В. Овсянкина и др. // Вестник КрасГау. – 2023. – № 3 (192). – С. 3-11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-3-11.

97. Кизимова, Т.А. Изменения в круговороте азота в почве при прямом посеве яровой пшеницы и внесении азотных удобрений [Текст] / Т.А. Кизимова, Л.Н. Коробова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2023. – № 4. – С. 4-9. DOI: 10.26178/AE.2023.50.38.001.

98. Кириченко, А.А. Биологические особенности популяции грибов рода *Alternaria* [Текст] / А.А. Кириченко, Е.Ю. Торопова // Вестник НГАУ. – 2013. – № 1(26). – С. 21-26.

99. Козич, И.А. Эффективность защиты яровых зерновых культур от комплекса доминантных вредителей [Текст] / И.А. Козич // Защита растений. – 2017. – № 41. – С. 245-254.

100. Койшибаев, М. Болезни пшеницы [Текст] / М. Койшибаев. – Анкара, 2018. – 365 с.

101. Коломиец, Т.М. Сорта пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции GRIN (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу [Текст] / Т.М. Коломиец, Т.М. Панкратова, Е.В. Пахолкова //

Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 3. – С. 561-569. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.561rus.

102. Комарова, А.С. Динамика разложения ацетамиприда в ягодах и соке винограда [Текст] / А.С. Комарова, В.В. Человечкова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 1. – С. 26-28.

103. Коробова, Л.Н. Особенности развития и антагонистического контроля *Fusarium culmorum* при разных способах обработки почвы [Текст] / Л.Н. Коробова // Вестник НГАУ. – 2016. – № 1(38). – С. 52-57.

104. Коробова, Л.Н. Влияние обработки почвы на развитие корневой гнили яровой пшеницы в Приобье [Текст] / Л.Н. Коробова, А.Н. Мармулев, А.А. Лях // Защита и карантин растений. – 2017. – № 10. – С. 45-46.

105. Корчагина, И.А. Особенности развития корневой гнили в агрофитоценозе пшеницы яровой при различных агротехнологиях в лесостепи Западной Сибири [Текст] / И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Том 14. – № 6. – С. 90-96. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-90-96.

106. Костерина, Н.А. Анализ современного состояния проблемы фузариоза колоса и зерна пшеницы в Российской Федерации [Текст] / Н.А. Костерина // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 5(234). – С. 49-60. – DOI:10.32417/1997-4868-2023-234-05-49-60.

107. Кручинина, Ю.В. Систематика рода *Triticum* L.: история изучения и вектор развития [Текст] / Ю.В. Кручинина // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – 9(3). – С. 162-171. DOI:10.18699/LettersVJ-2023-9-18.

108. Куликович, С.Н. Диагностика стадий развития озимой пшеницы по шкале ВВСН: методическое пособие [Текст] / С.Н. Куликович, Е.Н. Куликович. – Минск: Наша идея, 2014. – 32 с.

109. Кураченко, Н.Л. Влияние обработки почвы на структурное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи [Текст] / Н.Л. Кураченко,

А.С. Колесников // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 9 (198). – С. 47-52. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-47-5.

110. Лазарев, В.И. Яровая пшеница – технология возделывания в условиях Курской области [Текст] / В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, Б.С. Ильин и др. – Курск: Курский ФАНЦ, 2021. – 205 с.

111. Ленточкин, А.М. Реализация потенциала продуктивности и качества зерна сортами яровой пшеницы разных групп спелости [Текст] / А.М. Ленточкин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2023. – № 3(41). – С. 134-143. DOI: 10.31677/2311-0651-2023-41-3-134-143.

112. Литовченко, Ж.И. Влияние сроков посева зерновых культур по предшественникам [Текст] / Ж.И. Литовченко, Н.В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 6-13.

113. Лосева, В.А. Результаты полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений в коллекцию ВИР в условиях Центрально-Черноземного региона РФ [Текст] / В.А. Лосева, С.К. Темирбекова, Л.Ю. Новикова // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – №5. – С. 4-10. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/4-10.

114. Лучицкая, И.О. Климат Новосибирска и его изменения [Текст] / И.О. Лучицкая, Н.И. Белая, С.А. Арбузов; под. ред. Р.А. Ягудина. – Новосибирск: Издательства СО РАН, 2014. – 224 с.

115. Малюга, А.А. Влияние предшественников и предпосадочного протравливания семенных клубней на численность возбудителя ризоктониоза картофеля в почве [Текст] / А.А. Малюга, Н.Н. Енина, О.В. Щеглова, Н.С. Чуликова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 3. – С. 64-68. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10312.

116. Мамиев, Д.М. Роль травопольного севооборота в предгорьях Республики Северная Осетия-Алания [Текст] / Д.М. Мамиев // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 10. – С. 55-61. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-55-61.

117. Матвеева, И.П. Оценка биологической и хозяйственной эффективности современных малоопасных химических фунгицидов против желтой ржавчины в условиях Краснодарского края [Текст] / И.П. Матвеева, Ю.С. Ким, О.О. Мирошниченко и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 3-1 (93). – С. 95-99. DOI: 10.23670/IRJ.2020.93.3.014.

118. Миникаев, Р.В. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан [Текст] / Р.В. Миникаев, Д.А. Фатихов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 1(55). – С. 74-79. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-74-79.

119. Морозов, Н.А. Влагообеспеченность и урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в сухостепной зоне Восточного Предкавказья [Текст] / Н.А. Морозов, Н.А. Ходжаева, И.В. Прохорова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. – № 10. – С. 5-9. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_10_5.

120. Немченко, В.В. Защита яровой пшеницы от болезней в Зауралье [Текст] / В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, Н.Ю. Заргарян и др. // Вестник НГАУ. – 2014. – № 3 (32). – С. 42-48.

121. Николаев, С.В. Системный подход к моделированию развития листостебельных грибных инфекций пшеницы [Текст] / С.В. Николаев, У.С. Зубаирова, Е.С. Сколотнева, Е.А. Орлова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 100-109. DOI: 10.18699/VJ19.468.

122. Огородников, П.И. Оптимизация структуры посевов – основа формирования затрат на производство зерна в регионе [Текст] / П.И. Огородников, Н.В. Спешилова // Друкеровский вестник. – 2021. – № 1(39). – С. 198-209. DOI: 10.17213/2312-6469-2021-1-198-209.

123. Орина, А.С. Микромицеты *Alternaria* spp. и *Bipolaris sorokiniana* и микотоксины в зерне, выращенном в Уральском Федеральном Округе

[Текст] / А.С. Орина, О.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева и др. // Микология и фитопатология. – 2020. – № 54 (5). – С. 365-377. DOI: 10.31857/S0026364820050086.

124. Орина, А.С. Проблема контаминации зерна микотоксинами грибов *Alternaria* [Текст] / А.С. Орина, О.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева, Н.Н. Гогина // Успехи медицинской микологии. – 2023. – Т. 24. – С. 355-359.

125. Павлова, О.И. Супрессивность почв и ее регулирование [Текст] / О.И. Павлова // Защита сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей в Сибири: сборник научных трудов РАСХН. Сиб. отд. СибНИИЗХим. – Новосибирск: РПО СО ВАСХНИЛ, 1992. – С. 23-34.

126. Павлюк, Н.Т. Влияние протравителей на посевные качества семян зерновых культур [Текст] / Н.Т. Павлюк, Г.Д. Шенцев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 21-25.

127. Павлюшин, В.А. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор) [Текст] / В.А. Павлюшин, И.И. Новикова, И.В. Бойкова // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – № 3. – С. 421-438. DOI: 10.15389/agrobiology2020.3.42/rus.

128. Пегова, Н.А. Урожайность и фитосанитарное состояние последних культур севооборота яровой пшеницы и ячменя [Текст] / Н.А. Пегова // Известия ТСХА. – 2022. – № 1. – С. 61-70. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-1-61-70.

129. Пешков, С.А. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность озимой пшеницы в лесостепи Приобья Алтайского края [Текст] / С.А. Пешков, Г.Г. Садовников, Л.С. Долматова // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 9. – С. 42-48. DOI: 10.28983/asj.y2024i9pp42-48.

130. Пилипенко, Н.Г. Анализ предпосевной обработки семян на развитие болезней и плодovitость зерновых культур [Текст] /

Н.Г. Пилипенко, О.Т. Андреева, Л.П. Сидорова, Н.Ю. Харченко // Кормопроизводство. – 2022. – № 1. – С. 37-42.

131. Полосина, В.А. Влияние систем основной обработки на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи [Текст] / В.А. Полосина, В.К. Ивченко, А.А. Васильев и др. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 3 (192). – С. 72-79. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-72-79.

132. Порсев, И.Н. Значение сортов и протравителей в фитосанитарной технологии возделывания яровой пшеницы в Зауралье [Текст] / И.Н. Порсев, В.В. Половникова, В.В. Черткова и др. // АПК России. – 2024. – № 1. – С. 24-31. DOI:10.55934/2587-8824-2024-31-1-24-31.

133. Посаженников, С.Н. Фитосанитарное и экономическое обоснование возделывания донника желтого в южной лесостепи Новосибирской области [Текст] / С.Н. Посаженников, Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова // Вестник НГАУ. – 2018. – № 4 (49). – С. 43-49.

134. Пospelов, С.М. Защита растений [Текст] / С.М. Пospelов, М.В. Арсеньева, Г.С. Груздев. – Ленинград: Колос, 1979. – 432 с.

135. Постовалов, А.А. Эффективность предпосевной обработки семян ярового ячменя фунгицидами [Текст] / А.А. Постовалов, С.Ф. Суханова // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(55) – С. 42-49. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-42-49.

136. Постовалов, А.А. Роль минеральных удобрений в повышении супрессивности почвы и ограничении развития корневой гнили [Текст] // А.А. Постовалов, С.Ф. Суханова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – № 58(3). – С. 9-16.

137. Почвенно – климатический атлас Новосибирской области [Карты] / Академия наук СССР. Сиб. Отд-ние; Ин-т почвоведения и агрохимии; отв. ред. А.П. Сляднев. – Новосибирск: «Наука», Сиб. Отд-ние, 1978. – 1 атл. (121 с.)

138. Почвы Новосибирской области / Р.В. Ковалев, С.Н. Селяков, И.М. Гаджиев [и др.]. – Новосибирск: Новосибирское отделение издательства "Наука", 1966. – 422 с.

139. Пушня, М.В. Влияние способов обработки почвы на развитие насекомых – фитофагов и энтомофагов при возделывании сельскохозяйственных культур (обзор) [Текст] / М.В. Пушня, О.Ю. Кремнева, А.В. Пономарев и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37. – № 5. – С. 51-57. DOI: 10.53859/02352451_2023_37_5_51.

140. Разина, А.А. Корневая гниль на новых сортах яровой пшеницы при разных сроках посева [Текст] / А.А. Разина, Ф.С. Султанов, О.Г. Дятлова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 50(2). – С. 39-46. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-5.

141. Разина, А.А. Корневые гнили и урожайность яровой пшеницы в полевых севооборотах в зависимости от предшественников, приемов обработки почвы и удобрений [Текст] / А.А. Разина, В.И. Солодун, А.М. Зайцев и др. // Земледелие. – 2021. – № 1. – С. 3-6. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10101.

142. Риксен, В.С. Влияние севооборота с донником на биологические и физико-химические свойства подсолонцового горизонта солонца мелкого [Текст] / В.С. Риксен, Л.Н. Коробова, Т.Г. Ломова // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 1. – С. 4-9. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_1_4.

143. Романов, В.Н. Применение показателей активности ферментов для оперативной диагностики экологического состояния агрогенных почв [Текст] / В.Н. Романов, А.В. Заушинцена, Н.В. Кожевников // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 44-47. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10711.

144. Романов, В.Н. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур в Красноярской лесостепи [Текст] / В.Н. Романов, Н.С. Козулина, А.В. Василенко и др. // Достижения науки и

техники АПК. – 2024. – Т. 38. – № 4. – С. 28-33. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_4_28.

145. Сабитов, М.М. Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Текст] / М.М. Сабитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18. – № 4 (72). – С. 38-45. DOI: 10.12737/2073-0462-2023-38-45.

146. Садохина, Т.А. Тенденции климатических изменений в лесостепной зоне Западной Сибири [Текст] / Т.А. Садохина // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: сборник региональной научно- практической конференции, посвященной 55-летию СибНИИ кормов (Новосибирск, 28-29.04.2025 г.) / Новосибирск, 2025. – С. 98-101.

147. Сандухадзе, Б.И. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты [Текст] / Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов, М.С. Крахмалева и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 367-373. DOI: 10.18699/VJ21.53-о.

148. Санеева, Е.А. Исследование фитотоксического действия тебуконазола, протиоконазола, флудиоксанила и препаратов на их основе на энергию прорастания и рост проростков пшеницы и горчицы белой [Текст] / Е.А. Санеева, О.В. Зорькина, Е.Э. Нефедьева // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2022. – Т. 14. – № 5. – С. 166-186. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-166-186.

149. Санин, С.С. Интенсификация производства зерна пшеницы, фитосанитария и защита растений в Центральном районе России [Текст] / С.С. Санин, Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов и др. // Агрохимия. – 2020. – № 10. – С. 36–44. DOI: 10.31857/S0002188120100105.

150. Селюк, М.П. Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян сорняков в ресурсосберегающих технологиях [Текст] / М.П. Селюк,

Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, А.Ф. Захаров // RJOAS, 7(55), July 2016. С.35-39.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-07.05>.

151. Семендяева, Н.В. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование: учебное пособие [Текст] / Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев. – Новосибирск: Из-во НГАУ, 2010. – 187 с.

152. Семенов, А.М. Органическое земледелие и здоровье почвенной экосистемы [Текст] / А.М. Семенов, А.П. Глинушкин, М.С. Соколов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 8. – С. 5-8.

153. Сержанов, И.М. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан [Текст] / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.Р. Сержанова и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 2 (53). – С. 52-57. DOI: 10.12737/article_5d3e15bde73a94.15332321.

154. Скороходов, В.Ю. Особенности влияния парового поля на формирование агроценоза и продуктивность яровой пшеницы в полевых севооборотах региона с неустойчивым увлажнением [Текст] / В.Ю. Скороходов, А.А. Зоров // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – №5. – С. 3-8. DOI: 10.31857/S250026272105001X.

155. Скороходов, В.Ю. Качество зерна яровой мягкой и твёрдой пшеницы в севооборотах Оренбургского Предуралья [Текст] / В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, А.А. Зоров и др. // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 4. – С. 260-272. DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-260.

156. Слободчиков, А.А. Эффективность защиты сортов яровой пшеницы от вредных организмов [Текст] / А.А. Слободчиков // Земледелие. – 2019. – № 2. – С. 45-48. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10213.

157. Слободчиков, А.А. Роль агрохимических средств в формировании продуктивности сортов яровой пшеницы Сибирская 21 и Новосибирская 41 [Текст] / А.А. Слободчиков // Достижения науки и техники

АПК. – 2022. – Т. 36. – № 1. – С. 22-27. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_1_22.

158. Соколенко, Н.И. Источники высокого качества зерна в селекции мягкой озимой пшеницы и тритикале [Текст] / Н.И. Соколенко, Н.М. Комаров, Н.А.Галушко и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 11. – С. 33-36. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11108.

159. Соколов, А.А. Роль защитных мероприятий и мониторинг в агроценозах озимых зерновых культур в борьбе со злаковыми мухами [Текст] / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов, Е.М. Дедова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2023. – Т. 15. – № 4. – С. 68-76. DOI: 10.36508/RSATU.2023.38.48.010.

160. Соколов, М.С. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор ее супрессивности [Текст] / М.С. Соколов, Ю.Я. Спиридонов, А.П. Глинушкин, Е.Ю. Торопова // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Том 32. – № 1. – С. 4-12. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10101.

161. Соколов, М.С. Здоровая почва – условие устойчивости и развития агро- и социосфер (проблемно-аналитический обзор). [Текст] / М.С. Соколов, А.М. Семенов, Ю.Я. Спиридонов и др. // Известия РАН. Серия биологическая. – 2020. – № 1. – С. 1-10.

162. Соколов, С.Л. Развитие экспорта зерна в Сибири [Текст] / С.Л. Соколов, Я.В. Леонова, Е.И. Калягина и др. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – 269 с.

163. Сорокин, И.Б. Влияние многолетнего внесения соломы и зеленого удобрения на урожайность зерновых культур в зернопаровом севообороте [Текст] / И.Б. Сорокин, Н.Ю. Николаева, Е.А. Валетова, Ю.В. Чудинова // Вестник НГАУ. – 2021. – № 3(60). – С. 65-72. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-60-3-65-72.

164. Спиридонов, Ю.Я. Интегрированная защита озимой пшеницы от комплекса вредных объектов в условиях Европейского Нечерноземья РФ

[Текст] / Ю.Я. Спиридонов, А.Т. Калимуллин, Л.Д. Протасова и др. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49. – № 6. – С. 34-43. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-4.

165. Степанов, А.Ф. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия [Текст] / А.Ф. Степанов, С.П. Чибис, В.В. Христич и др. // Земледелие. – 2023. – №1. – С. 18-22. DOI: 10.24412/0044-3913- 2023-1-18-22.

166. Степанчева, Е.А. Эколого – биологические взаимодействия грибов рода *Fusarium* и фитофагов злаковых культур [Текст] / Е.А. Степанчева // Евразийский энтомологический журнал. – 2016. – № 6. – С. 530-537.

167. Стригун, А.А. Злаковые мухи – вредители зерновых колосовых культур и системы защиты [Текст] / А.А. Стригун // Защита и карантин растений. – 2015. – № 10. – С. 34-36.

168. Султанов, Ф.С. Эффективность предпосевной обработки семян новых сортов яровой пшеницы биологическими препаратами и химическими протравителями [Текст] / Ф.С. Султанов, А.А. Разина, О.Б. Габдрахимов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 3. – С. 33-38. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10306.

169. Тимофеев, В.Н. Эффективность элементов защиты яровой пшеницы от почвенной инфекции в условиях Тюменской области [Текст] / В.Н. Тимофеев // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2023. – № 1(27). – С. 107-114. DOI: 10.24888/2541-7835-2023-27-107-114.

170. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней [Текст] / Е.Ю. Торопова; под ред. Чулкиной В.А. – Новосибирск: Из-во НГАУ, 2005. – 371 с.

171. Торопова, Е.Ю. Фитосанитарная диагностика семян – основа экологизации технологий возделывания зерновых культур в Западной Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, Д.В. Архипцев // Вестник

Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им В.Р. Филиппова. – 2011а. – № 2(23). – С. 76-81.

172. Торопова, Е.Ю. Эпифитотиология [Текст] / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, В.А. Чулкина; под редакцией Соколова М.С., Чулкиной В.А. – Учебное пособие с грифом МСХ РФ. – Новосибирск, 2011б. – 711 с.

173. Торопова, Е.Ю. Роль донника желтого в повышении биологического разнообразия агроценозов южной лесостепи Новосибирской области [Текст] / Е.Ю. Торопова, С.Н. Посаженников, Е.Ю. Мармулева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 39. – С. 223-227.

174. Торопова, Е.Ю. Индукция супрессивности почвы – важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций [Текст] / Е.Ю. Торопова, М.С. Соколов, А.П. Глинушкин // Агрохимия. – 2016. – № 8. – С. 44-55.

175. Торопова, Е.Ю. Предпосевная подготовка семян яровой пшеницы в условиях ресурсосберегающих технологий [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.Ф. Захаров // Защита и карантин растений. – 2017. – № 3. – С. 28-31.

176. Торопова, Е.Ю. Факторы индукции супрессивности почвы [Текст] / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, М.П. Селюк и др. // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 58-71.

177. Торопова Е.Ю. Влияние культурных растений на сапротрофные микроорганизмы и супрессивность почвы [Текст] / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, С.Н. Посаженников // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – №7. – С.17-20. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10704.

178. Торопова, Е.Ю. Предпосевное протравливание семян (методические аспекты) [Текст] / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов // Защита и карантин растений. – 2018. – № 2. – С. 3-7.

179. Торопова, Е.Ю. Мониторинг грибов рода *Fusarium* Link. и их микотоксинов на зерне пшеницы в Западной Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, М.А. Мустафина, М.П. Селюк // Агрохимия. – 2019. – № 5. – С. 76-82. DOI: 10.1134/S0002188119050119.

180. Торопова, Е.Ю. Протравливание семян зерновых и зернобобовых культур [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.Ф. Захаров, Г.Я. Стецов и др. // Приложение к журналу Защита и карантин растений. – 2020а. – № 1. – С. 37(1)-72(36).
181. Торопова, Е.Ю. Фактологические критерии оценки здоровья Сибирских почв [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.Е. Кудрявцев, Г.Я. Стецов, М.П. Селюк // Агрохимия. – 2020б. – № 5. – С. 3–11. DOI: 10.31857/S0002188120050166.
182. Торопова, Е.Ю. Экологические ниши грибов рода *Fusarium* Link. на растениях разных сортов яровой пшеницы в Западной Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, В.В. Пискарев, Р.И. Трунов // Агрохимия. – 2021а. – № 10. – С. 53-61. DOI: 10.31857/S0002188121100161.
183. Торопова, Е.Ю. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы [Текст] / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, Г.Я. Стецов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2021б. – Т. 35. – № 6. – С. 25–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10605.
184. Торопова, Е.Ю. Системный подход к оценке устойчивости сортов яровой пшеницы к корневым гнилям [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.А. Кириченко, И.Г. Воробьева, В.В. Пискарев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – № 5 (92). – 2021в. – С. 165- 171. DOI: 10.21515/1999-1703-92-165-171.
185. Торопова, Е.Ю. Паразитирование *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. в системе органов сортов яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья [Текст] / Е.Ю. Торопова, В.Ю. Сухомлинов, А.А. Кириченко и др. // Вестник НГАУ. – 2022. – № 1 (62). – С. 76-87. DOI:10.31677/2072-6724-2022-62-1-76-87.
186. Торопова, Е.Ю. Защита всходов яровой пшеницы в Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.А. Кириченко, Г.Я. Стецов // Защита и карантин растений. – 2023а. – №2. – С. 20-28. DOI 10.47528/ 1026-8634_2023_2_20.

187. Торопова, Е.Ю. Колонизация почвенными фитопатогенами колосьев яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, Г.Я. Стецов, Р.И. Трунов // Вестник НГАУ. – 2023б. – № 3(68). – С. 120-128. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-120-128.
188. Торопова, Е.Ю. Как повысить озерненность колоса и массу 1000 зерен яровой пшеницы [Текст] / Е.Ю. Торопова, А.А. Кириченко, Г.Я. Стецов // Защита и карантин растений. – 2023в. – № 3. – С. 16-25. DOI: 10.47528/1026-8634_2023_3_16.
189. Торопова, Е.Ю. Основные и дополнительные экологические ниши почвенных фитопатогенов на сортах яровой пшеницы в Западной Сибири [Текст] / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, И.Г. Воробьева, Р.И. Трунов // Агрохимия. – 2024а. – № 2. – С. 60-69. DOI: 10.31857/S0002188124020075.
190. Торопова, Е.Ю. Факторы совместного паразитирования *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium oxysporum* на яровой пшенице в северной лесостепи Приобья [Текст] / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, И.Г. Воробьева и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2024б. – Т.38. – № 1. – С. 28-34. DOI: 10.53859/02352451_2024_38_1_28.
191. Трунов, Р.И. Влияние фунгицидных протравителей семян яровой пшеницы на рост колоний возбудителей корневых гнилей / Р.И. Трунов, Е.Ю. Торопова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025а. – №4. – С. 46-54. DOI: 10.26898/0370-8799-2025-4-5.
192. Трунов, Р.И. Фузариозно-гельминтоспориозные инфекции на сортах яровой пшеницы в условиях лесостепи Новосибирского Приобья: Автореф...дис.канд.с.-х. наук. – Новосибирск: 2025б. – 21 с.
193. Уалиева, Р.М. Мониторинг видового состава вредителей яровой пшеницы на северо – востоке Казахстана [Текст] / Р.М. Уалиева, М.М. Каверина // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. – 2023. – № 2(143). – С. 39-53. DOI: 10.32523/2616-7034-2023-143-2-39-53.

194. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем: учебно - практическое пособие [Текст] / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов и др. – Барнаул: ГРАФИКС, 2017. – 210 с.
195. Хазиев, А.З. Роль протравливания семян в регионе с корневыми гнилями [Текст] / А.З. Хазиев, Т.В. Зайцева, Ф.М. Хакимуллина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 20-23
196. Халиков, С.С. Исследование препаративных форм тебуконазола на фитосанитарное состояние обработанных семян, рост и развитие проростков яровой мягкой пшеницы [Текст] / С.С. Халиков, О.И. Теплякова, Н.Г. Власенко // Агрохимия. – 2022. – № 2. – С. 45-55. DOI: 10.31857/S0002188122020065.
197. Хижняк, С.В. Эффективность протравителя семян Ламадор на примере мягкой яровой пшеницы [Текст] / С.В. Хижняк, В.В. Келер, С.В. Овсянкина и др. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 2(191). – С. 29-39. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-29-39.
198. Хмелев, В.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования / В.А. Хмелев, А.А. Танасиенко // – Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2009. – 349 с.
199. Цховребов, В.С. Эффективность применения технологии No-till на чернозёмах обыкновенных Ставропольского края [Текст] / В.С. Цховребов, А.Б. Тетенищев, В.И. Фаизова и др. // Земледелие. – 2021. – № 3. – С. 15-18. DOI: 10.24411/0044-3913-202110303.
200. Чернов, Т.И. Управление почвенными микробными сообществами: возможности и перспективы (обзор) [Текст] / Т.И. Чернов, М.В. Семенов // Почвоведение. – 2021. – № 12. – С. 1506-1522. DOI: 10.31857/S0032180X21120029.
201. Чибис, В.В. Совершенствование технологии производства зерна в севооборотах лесостепи Западной Сибири [Текст] / В.В. Чибис // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 1(45). – С. 45-52. DOI 10.48136/2222-0364_2022_1_45.

202. Чибис, С.П. Результаты исследований влияния химических соединений на проростки пшеницы сорта Павлоградка [Текст] / С.П. Чибис, Л.А. Кротова, Я.В. Мухина // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 1(33). – С. 61-68.
203. Чулкина, В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири [Текст] / В.А. Чулкина. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1985. – 322 с.
204. Чулкина, В.А. Агротехнический метод защиты растений: Учебное пособие [Текст] / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин, Г.Я. Стецов; под ред. Академика РАСХН А.Н. Каштанова. – М.: ИВЦ «Маркетинг», ЮКЭА, 2000 – 336 с.
205. Чулкина, В.А. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем в Западной Сибири [Текст] / В.А. Чулкина, В.М. Медведчиков, Е.Ю. Торопова и др. // Защита и карантин растений. – 2007. – № 1. – С. 14-19.
206. Чулкина, В.А. Экологические ниши фитофагов, их мониторинг и ограничение [Текст] / В.А. Чулкина, Г.Я. Стецов, Е.Ю. Торопова и др. – Барнаул, 2019. – 639 с.
207. Шабатуков, А.Х. Видовой состав и частота встречаемости фитопатогенов на посевах озимой пшеницы [Текст] / А.Х. Шабатуков, Л.М. Хромова, Д.А. Кимова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 4 (108). – С. 74-83. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-4-108-74-83.
208. Шарапов, И.И. Открытоживущие фитофаги и энтомофаги агроценоза озимой мягкой пшеницы в лесостепи Самарской области [Текст] / И.И. Шарапов, Ю.А. Шарапова // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 9. – С. 59-65. DOI: 10.28983/asj.y2023i9pp59-65.
209. Шарков, И.Н. Влияние минимизации обработки на баланс углерода в почве в лесостепи Новосибирского Приобья [Текст] / И.Н. Шарков, В.А. Андроханов, Л.М. Самохвалова, П.В. Антипина // Вестник

НГАУ. – 2023а. – № 1(66). – С. 99-106. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-66-1-99-106.

210. Шарков, И.Н. Возможности интенсификации технологии выращивания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири [Текст] / И.Н. Шарков, С.А. Колбин, Н.В. Васильева // Агрохимия. – 2023б. – № 6. – С. 3-11. DOI: 10.31857/S0002188123060108.

211. Шаталина, Л.П. Ассоциации сорных растений в агрофитоценозах яровой пшеницы [Текст] / Л.П. Шаталина, Ю.П. Анисимов, Е.Л. Калюжина // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – №2. – С. 25-29. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-2-25-29.

212. Шелепов, В.В. Пшеница: история, морфология, биология, селекция: монография [Текст] / В.В. Шелепов, Н.Н. Чебаков, В.А. Вергунов, В.С. Кочмарский. – Мировка: Мировская типография, 2009. – 576 с.

213. Шипилова, Н.П. Систематика и диагностика грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах / Н.П. Шипилова, В.Г. Иващенко. – СПб, 2008. – 84 с.

214. Шишов, Л.Л. Классификация и диагностика почв России [Текст] / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

215. Шорохов, М.Н. Современные средства защиты зерновых культур от злаковых мух [Текст] / М.Н. Шорохов, В.А. Хилевский, А.Н. Мартынушкин и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 4. – С. 52-55. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/52-55.

216. Шпаар, Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) [Текст]/ Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2008. – 656 с.

217. Щур, А.В. Экологические последствия развития интенсивного земледелия в Республике Беларусь [Текст] / А.В. Щур, В.П. Валько, Д.В. Виноградов // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 3. – С. 36-40.

218. Юшкевич, Л.В. Агротехническая оценка зернобобового предшественника в плодосменном севообороте южной лесостепи Западной Сибири [Текст] / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, Д.Н. Ющенко, С.П. Кашинская // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 9. – С. 87-94. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-87-94.

219. Юшкевич, Л.В. Сравнительная агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы в лесостепи Омской области [Текст] / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, Д.Н. Ющенко, А.С. Бутко // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6(195). – С 41-47. – DOI:10.36718/1819-4036-2023-6-41-47.

220. Якименко, В.Н. Диагностика калийного состояния почв лесостепи Западной Сибири [Текст] / В.Н. Якименко, В.С. Бойко // Почвы и окружающая среда. – 2019. – Т. 2 – № 2. – С. 1-9. DOI: 10.31251/pos.v2i2.74.

221. Ященко, С.Н. Влияние многокомпонентных протравителей на зараженность фитопатогенами сортов яровой пшеницы [Текст] / С.Н. Ященко, Ю.П. Логинов, А.А. Казак // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 32-38.

222. Agha S.I. Biocontrol rhizobacteria enhances growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*) under field conditions against *Fusarium oxysporum* / S.I. Agha, M. Ullah, A. Khan // Bioengineered. – 2023 – 14(1). DOI: 10.1080/21655979.2023.2260923.

223. Aiello D. *Fusarium nirenbergiae* (*Fusarium oxysporum* species complex) causing the wilting of passion fruit in Italy / D. Aiello, A. Fiorenza, G.R. Leonardi, et al. // Plants. – 2021. – Vol. 10. – No. 10. – Article 2011. URL: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/10/2011> (дата обращения: 21.12.2024). DOI: 10.3390/plants10102011.

224. Alexander J. Scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food / J. Alexander, D. Benford, A. Boobis, et al. // EFSA Journal. – 2011. – Vol. 9(10) – P. 2407-2504. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.2407.

225. Araujo S.D.S. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology / S.D.S. Araujo, S. Paparella, D. Dondi, et al. // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. Art. No. 646. DOI: 10.3389/fpls.2016.00646.

226. Bankina B. Effects of soil tillage and crop rotation on the development of wheat stem base diseases / B. Bankina, G. Bimsteine, L. Paulovska, et al. // Canadian Journal of Plant Pathology. – 2019. – Vol. 41. – No. 3. – P. 435-442. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/?journalCode=tcjp20> (дата обращения: 20.12.2024). DOI: 10.1080/07060661.2019.1605409.

227. Barnhart A. Influence of agronomic and climatic factors on *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination of cereals in Norway / A. Barnhart, M. Torp, P.E. Clasen, et al. // Food Addit. Contamin. – 2012. – Part A. – P. 1-12.

228. Burlakoti R.R. Effect of natural seed-borne inoculum of *Bipolaris sorokiniana* on the seedling emergence and vigour, and early establishment of foliar blight in spring wheat / R.R. Burlakoti, S.M. Shrestha, R.C. Sharma // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2014. – Vol. 47. – № 7. – P. 812–820.

229. Cai G. Zearalenone and deoxynivalenol reduced Th1 - cellular immune response after *Listeria monocytogenes* infection by inhibiting CD 4+ Tcell activation and differentiation / G. Cai, S. Xia, F. Zhong, et al. // Env. Pollution. – 2021. – Vol. 284. – Article 117514. (датаобращения: 13.12.2024). DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117514.

230. Carrera-Castano G. An Updated Overview on the Regulation of Seed Germination / G. Carrera-Castano, J. Calleja-Cabrera, M. Pernas, et al. // Plants. – 2020. – Vol. 9(6). – Art. No. 703. DOI: 10.3390/plants9060703.

231. Chandran H. Plant growth-promoting rhizobacteria as a green alternative for sustainable agriculture / H. Chandran, M. Meena, P. Swapnil // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – No. 9. – Article 10986. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/10986> (датаобращения: 12.12.2024). DOI: 10.3390/su131910986.

232. Cherry R. Effect of tillage practices on soil insect pests of Florida sugarcane / R. Cherry, H. Sandhu // Journal of Entomological Science. – 2020. – No. 55. – Article 295. (дата обращения: 16.12.2024). DOI: 10.18474/0749-8004-55.2.295.

233. Dehghanpour-Farashah S. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp., the causal agent of wheat crown and root rot in Iran / S. Dehghanpour-Farashah, P. Taheri, M. Falahati-Rastegar // Journal of Plant Pathology. – 2020. – Vol. 102. – No. 1. – P. 143-154. doi: 10.1007/s42161-019-00400-9.

234. Del Ponte E.M. *Fusarium graminearum* species complex: a bibliographic analysis and web-accessible database for global mapping of species and trichothecene toxin chemotypes / E.M. Del Ponte, G.M. Moriera, T.J. Ward, et al. // Phytopathology. – 2022. – Vol. 112. – P. 741-751. DOI: 10.1094/PHYTO-06-21-0277-RVW.

235. Derpsch R. Current status of no-till farming in the world and some of its main benefits / R. Derpsch, T. Friedrich, A. Kassam, et al. // International Journal of Agriculture and Biology. – 2010. – Vol. 3. – No. 1. – P. 1-25. (датаобращения: 20.12.2024). DOI: 10.3965/j.issn.1934-6344.2010.01.001-025.

236. Duffeck M. R. Modeling yield losses and fungicide profitability for managing *Fusarium* head blight in Brazilian spring wheat / M.R. Duffeck, K.S. Alves, F.J. Machado, et al. // Phytopathology. – 2020. – Vol. 110. – P. 370-378.

237. Elliott J. Characterizing agricultural impacts of recent large-scale US droughts and changing technology and management / J. Elliott, M. Glotter, A.C. Ruane, et al. // Agricultural Systems. – 2018. – Vol. 159. – P. 275-281.

238. Eroshenko F.V. Using physiologically active substances into the technology for winter wheat cultivation in the zone of unstable moistening of the Stavropol region / F.V. Eroshenko, T.V. Simatin, E.I. Godunova, et al. // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2018. – Vol. 9. – No. 5. – P. 2121-2128. DOI: 10.25930/gwmr-ad54.

239. Figueroa M. A review of wheat diseases-a field perspective / M. Figueroa, K.E. Hammond-Kosack, P.S. Solomon // *Molecular Plant Pathology*. – 2018. – Vol. 19. – No. 6. – P. 1523-1536.
240. Fraeyman S. Emerging *Fusarium* and *Alternaria* mycotoxins: occurrence, toxicity and toxicokinetics / S. Fraeyman, S. Croubels, M. Devreese, G. Antonissen // *Toxins*. – 2017. – Vol. 9. – P. 220-228. DOI: 10.3390/toxins9070228.
241. Gannibal Ph.B. Revision of *Alternaria* sections *Pseudoulocladium* and *Ulocladioides*: Assessment of species boundaries, determination of mating-type loci, and identification of Russian strains / Ph.B. Gannibal, M.M. Gomzhina // *Mycologia*. – 2024. – Vol. 116. – № 5. – P. 744-763. DOI: 10.1080/00275514.2024.2363152.
242. Garmendia G. Species composition, toxigenic potential and aggressiveness of *Fusarium* isolates causing Head Blight of barley in Uruguay / G. Garmendia, L. Pattarino, C. Negrin, et al. // *Food Microbiol.* – 2018. – Vol. 76. – P. 426-433.
243. Gerlach W. The genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas / W. Gerlach, H. Nirenberg // *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw., Berlin-Dahlem*, 1982. – 406 p. <https://doi.org/10.5073/20210624-131350>.
244. Glinushkin A.P. Fungicidal activity of seed disinfectants against root rot of wheat in various types of soils / A.P. Glinushkin, T.A. Akimov, O.I. Beloshapkina, et. al. // *Entomology and Applied Science Letters*. – 2018. – T. 5. – No. 2. – P. 101-107. DOI 10.1088/1755-1315/390/1/012015.
245. Goncharov A.A. Climate change expected to increase yield of spring cereals and reduce yield of winter cereals in the Western Siberian grain belt / A.A. Goncharov, T.A. Safonov, A.M. Malko, et al. // *Field Crops Research*. – 2023. – Vol. 302. – Art. No. 109038. DOI: 10.1016/j.fcr.2023.109038.
246. Goncharov N.P. Genus *Triticum* L. taxonomy: the present and the future / N.P. Goncharov // *Plant Systematics and Evolution*. – 2011. – Vol. 295. – P. 1-11. DOI 10.1007/s00606-011-0480-9.

247. Gordillo-Delgado F. Photoacoustic evaluation of *Musa acuminata* plants (Musaceae) infected with the fungus *Fusarium oxysporum* (Nectriaceae) / F. Gordillo-Delgado, M. Botero-Zuluaga // *Fisicas y Naturales*. – 2020. – Vol. 44. – No. 173. – P. 1073-1082.
248. Goryanin O.I. Agrotechnological fundamentals of direct sowing of grain crops in Russia's arid conditions / O.I. Goryanin, S.N. Zudilin, I.F. Medvedev, et al. // *Revistageintec-gestaoinovacao e tecnologias*. – 2021. – Vol. 11. – No. 2. – P. 204-215.
249. Hysek J. Cultivation intensity in combination with other ecological factors as limiting ones for the abundance of phytopathogenic fungi on wheat / J. Hysek, R. Vavera, P. Ruzek // *Microbial Ecology*. – 2019. – Vol. 78. – P. 565-574. DOI: 10.1007/s00248-019-01337.
250. Hussain D. Insect pests of economic importance attacking wheat crop (*Triticum aestivum* L.) in Punjab, Pakistan / D. Hussain, M. Asrar, B. Khalid // *International Journal of Tropical Insect Science*. – 2022. – Vol. 42. – PP. 9-20. DOI: 10.1007/s42690-021-00574-9.
251. Jaiswal S. Bioremediation and bioscavenging for elimination of organophosphorus threats: An approach using enzymatic advancements / S. Jaiswal, B. Singh, I. Dhingra, et al. // *Environmental Research*. – 2024. – Vol. 252. – No. 2. – Article 118888. DOI: 10.1016/j.envres.2024.118888.
252. Jalli M. Effects of crop rotation on spring wheat yield and pest occurrence in different tillage systems: A multi-year experiment in Finnish growing conditions / M. Jalli, E. Huusela, H. Jalli, et al. // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2021. – No. 5. – Article 647335. URL: <https://www.frontiersin.org/articles//full> (дата обращения: 13.12.2024). DOI: 10.3389/fsufs.2021.647335.
253. Jambagi S.R. Novel insecticides for the management of shoot fly, *Atherigona approximata* Malloch (Diptera: Muscidae): an emerging insect pest of wheat in India / S.R. Jambagi, D.N. Kambrekar, C.P. Mallapur, et al. // *Int J Trop Insect Sci*. – 2023. – Vol. 43, – P. 989-998. DOI: 10.1007/s42690-023-01005-7.

254. Jasrotia P. Tillage intensity influences insect-pest and predator dynamics of wheat crop grown under different conservation agriculture practices in rice-wheat cropping system of Indo-Gangetic plain / P. Jasrotia, A. Bhardwaj, S. Katare, et al. // *Agronomy*. – 2021. – No. 11. – Article 1087. DOI: 10.3390/agronomy11061087.

255. Jasrotia P. Biology and Management Strategies of Major Insect-Pests of Wheat / P. Jasrotia, B. Singh, M. Nagpal, et al. // *New Horizons in Wheat and Barley Research*. Springer, Singapore. – 2022. DOI :10.1007/978-981-16-4134-3_9.

256. Jimenez-Jimenez S. Enantiomeric analysis of pyrethroids and organophosphorus insecticides / S. Jimenez-Jimenez, N. Casado, M.A. Garcia, et al. // *Journal of Chromatography*. – 2019. – Vol. 1605. – Article 360345. (дата обращения: 03.01.2025). DOI: 10.1016/j.chroma.2019.06.066.

257. Johansson E. Genotypic and environmental effects on wheat technological and nutritional quality / E. Johansson, G. Branlard, M. Cuniberti, et al. // Springer, 2020. P. 171-204. URL: <https://link.springer.com/chapter/> (дата обращения: 12.12.2024). DOI: 10.1007/978-3-030-34163-3_8.

258. Kaplin V.G. Influence of the russian wheat aphid diuraphisnoxia (Kurdjumov) (Homoptera, Aphididae) on productive qualities of spring bread wheat and barley grown from the seeds from aphid-infested spikes / V.G. Kaplin, Y.A. Sharapova // *Entomological review*. – 2017. – No. 4. – P. 415-424. DOI: 10.1134/S0013873817040030.

259. Katare S. Influence of sowing time and weather factors on seasonal dynamics of aphids in three wheats growing zones of India / S. Katare, P. Jasrotia, S.D. Patil, et al. // *Agrometeorol.* – 2018. – Vol. 20. – P. 134-138. DOI: 10.54386/jam.v20i2.525.

260. Kheirodin A. Crop diversity increases predator abundance but not predation on cereal leaf beetles in agricultural landscapes / A. Kheirodin, H.A. Carcamo, B.J. Sharanowski // *Journal of Pest Science*. – 2022. – Vol. 95. – P. 1091-1110. DOI: 10.1007/s10340-021-01454-4.

261. Ksenofontov M.Y. Food security and grain market regulation in Russia / M.Y. Ksenofontov, D.A. Polzikov, A.V. Urus // Studies on Russian Economic Development. – 2019. – Vol. 30. – No. 6. – P. 606-613. DOI: 10.1134/S1075700719060078.
262. Lofgren L.A. *Fusarium graminearum*: Pathogen or endophyte of North American grasses? / L.A. Lofgren, N.R. Le Blanc, A.K. Certano, et al. // New Phytol. – 2018. – Vol. 217. – P. 1203-1212.
263. Lori M. Organic farming enhances soil microbial abundance and activity – a meta-analysis and meta-regression / M. Lori, S. Symnaczik, P. Mäder, et al. // PLoS One. – 2017. – V. 12. – P. 18-42. DOI: 10.1371/journal.pone.0180442.
264. Los A. Current and Future Technologies for Microbiological Decontamination of Cereal Grains / A. Los, D. Ziuzina, P. Bourke // J Food Sci. – 2018. – Vol. 83(6). – P. 1484-1493. DOI: 10.1111/1750-3841.14181.
265. Lou J. Metabolites from *Alternaria* fungi and their bioactivities / J. Lou, Y. Peng, L. Zhou. // Molecules – 2013. – Vol.18. – P. 5891–5935. DOI: 10.3390/molecules18055891.
266. Ludwig R.L. Action specificity of chemical treatment and inoculation with *Azospirillumbrasilense* in wheat seed on the crop initial growth / R.L. Ludwig, T.N. Martin, J.D.L. Stecca, et al. // Revista Ceres. – 2018. – Vol. 65. – No. 5. – P. 407-414. DOI:10.1590/0034-737x201865050005.
267. Ma Q. Prediction of the Current and Future Distributions of the Hessian Fly, *Mayetiola destructor* (Say), under Climatic Change in China / Q. Ma // Insects. – 2022. – T. 13. – №. 11. – C. 1052. DOI: 10.3390/insects13111052.
268. Martínez-García L.B. Organic management and cover crop species steer soil microbial community structure and functionality along with soil organic matter properties / L.B. Martínez-García, G. Korthals, L. Brussaard, et al. // Agric. Ecosyst. Environ. – 2018. – V. 263. – P. 7-17. DOI: 10.1016/j.agee.2018.04.018

269. Marvel K. Twentieth-century hydro climate changes consistent with human influence / K. Marvel, B. Cook, C. Bonfils, et al. // *Nature*. – 2019. – Vol. 569. – No. 7754. – P. 59-65. DOI: 10.1038/s41586-019-1149-8.
270. Mondal S. Impact of micronutrient seed priming on germination, growth, development, nutritional status and yield aspects of plants / S. Mondal, B. Bose // *Journal of Plant Nutrition*. – 2019. – Vol. 42. – P. 1-23. DOI:10.1080/01904167.2019.1655032.
271. Muller P. Tillage effects on ground beetles in temperate climates: a review / P. Muller, D. Neuhoﬀ, M. Nabel, et al. // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2022. – Vol. 42. – P. 65-72. DOI: 10.1007/s13593-022-00803-6.
272. Mustarin K.E. Surveillance and monitoring of some major diseases of wheat in Bangladesh with special emphasis on wheat blast- a new disease in Bangladesh / K.E. Mustarin, K.K. Roy, M.E. Rahman // *Journal of Plant Pathology*. – 2021. – Vol. 103. – P. 473-481. DOI: 10.1007/s42161-021-00745-0.
273. Nalwa C. Physiology of seed dormancy and germination - A review / C. Nalwa, M. Seth // *Journal of Pharmaceutical Research International*. – 2021. – Vol. 33. – No. 58. – P. 557-562. DOI: 10.9734/jpri/2021/v33i58A34151.
274. Paidi M.K. Mitigation of organophosphorus insecticides from environment: Residual detoxification by bioweapon catalytic scavengers / M.K. Paidi, P. Satapute, M.S. Haider, et al. // *Environmental Research*. – 2021. – Vol. 200. – Article 111368. (дата обращения: 09.01.2025). DOI: 10.1016/j.envres.2021.111368.
275. Paranjape K. The pesticide encyclopedia / K. Paranjape, V. Gowariker, V.N. Krishnamurthy, S. Gowariker. – CABI, 2014. – 725 p.
276. Pellan L. Commercial biocontrol agents reveal contrasting components against two mycotoxigenic fungi in cereals: *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* / L. Pellan, N. Durand, V. Martinez, et al. // *Toxins*. – 2020. – Vol. 12. – No. 3. – Article 152. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6651/12/3/152> (дата обращения: 9.12.2024). DOI: 10.3390/toxins12030152.

277. Ponomarev A. Influence of tillage methods on the development of wheat diseases Aestivum and Fontum / A. Ponomarev, O. Kremneva, K. Gasiyan, et al. // South of Russia: ecology, development. – 2022. – Vol. 17. – P. 174-181. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-174-181.

278. Pouralibaba H.R. Genetic diversity and structure of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* isolates from Iran, Syria and Algeria / H.R. Pouralibaba, Z. Satovic, M.J. Cobos, et al. // European Journal of Plant Pathology. – 2019. – Vol. 153. – No. 4. – P. 1019-1029.

279. Reed R.C. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate / R.C. Reed, K.J. Bradford, I. Khanday // Heredity. – 2022. – Vol. 128(6). – P. 450-459. DOI: 10.1038/s41437-022-00497-2.

280. Rifna E.J. Emerging technology applications for improving seed germination / E.J. Rifna, K. Ratish Ramanan, R. Mahendran // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – Vol. 86. – P. 95-108. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.029.

281. Rowen E. Is tillage beneficial or detrimental for insect and slug management? A meta-analysis / E. Rowen, K. Regan, M. Barbercheck, et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2020. – No. 294. – Article 106849. (дата обращения: 20.12.2024). DOI: 10.1016/j.agee.2020.106849.

282. Sabluk W.T. Effect of various agriculture systems on pest entomofauna diversity / W.T. Sabluk, V.M. Sinchenko, O.M. Grischenko, et al. // Ukrainian Journal of Ecology. – 2021. – Vol. 11. – No. 2. – P. 8-12. DOI: 10.15421/2021_69.

283. Saska P. Leaf structural traits rather than drought resistance determine aphid performance on spring wheat / P. Saska, J. Skuhrovec // Journal of Pest Science. – 2021. – Vol. 94. – P. 423-434. DOI: 10.1007/s10340-020-01253-3.

284. Schmid R. Landscape effects on Hessian fly *Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae), distribution within six Kansas commercial wheat fields / R. Schmid, T. Hefley, R. Lollato, et al. // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2019. – Vol. 274. – P. 52-61. DOI: 10.1016/j.agee.2018.12.018.

285. Sharma A. Impact of granular carriers to improve the efficacy of entomopathogenic fungi against wireworms in spring wheat / A. Sharma, S. Jaronski, G.V.P. Reddy // *Journal of Pest Science*. – 2020. – Vol. 93. – P. 275-290. DOI: 10.1007/s10340-019-01161-1.

286. Singh G. Crop rotation and residue management effects on soil enzyme activities, glomalin and aggregate stability under zero tillage in the Indo-Gangetic Plains / G. Singh, R. Bhattacharyya, T.K. Das, et al. // *Soil and Tillage Research*. – 2018. – Vol. 184. – P. 291-300.

287. Singh B. Impact of insecticide and tillage methods in wheat on the populations of aphid and their coccinellid predators in rice-wheat cropping system of India / B. Singh, H. Ram, R. Kaur // *Agricultural Research Journal*. – 2020. – Vol. 57. – Article 707. (дата обращения: 29.12.2024). DOI: 10.5958/2395-146X.2020.00104.0.

288. Sokolov M.S. Healthy Soil – Condition for Sustainability and Development of the Argo and Socio spheres (Problem-Analytical Review) / M.S. Sokolov, A.M. Semenov, Yu.Ya. Spiridonov et al. // *Biology Bulletin*. – 2020. – Vol. 47. – № 1. – P. 18-26.

289. Toropova E.Yu. Development of soil-borne infections in spring wheat and barley as influenced by hydrothermal stress in the forest-steppe conditions of Western Siberia and the Urals / E.Yu. Toropova, A.P. Glinushkin, M.P. Selyuk, et al. // *Russian Agricultural Sciences*. – 2018. – Vol. 44. – P. 241-244. DOI: 10.3103/S1068367418030163.

290. Toporova E.Yu. A New Approach to Assessing the Interspecific Relationships of Micromycetes from the Genus *Fusarium* Link. With *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem / E.Yu. Toropova, I.G. Vorob'ova, O.A. Kazakova // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2023. – Vol. 16. – No. 3. – P. 330–338. doi: doi.org/10.1134/S1995425523030125.

291. Tralamazza S.M. Toxigenic *Alternaria* species: impact in cereals worldwide / S.M. Tralamazza, K.C. Piacentini, C.H.T. Iwase, et al. // *Curr Opin Food Sci*. – 2018. – Vol 23. – P. 39-58. DOI: 10.1016/j.cofs.2018.05.002.

292. Urruty N. Variability of winter wheat yield in France under average and unfavorable weather conditions / N. Urruty, H. Guyomard, D. Tailliez-Lefebvre, et al. // *Field Crops Research*. – 2017. – Vol. 213. – P. 29-37.
293. Vakhide N. Lethal and sublethal effects of direct exposure to acetamiprid on reproduction and survival of the greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) / N. Vakhide // *Archives of phytopathology and plant protection*. – 2014. – Vol. 47. – P. 339-348. DOI: 10.1080/03235408.2013.809898.
294. Venter Z.S. The impact of crop rotation on soil microbial diversity: A meta-analysis / Z.S. Venter, K. Jacobs, H.J. Hawkins // *Pedobiologia*. – 2016. – V. 59. – № 4. – P. 215–223. DOI: 10.1016/j.pedobi.2016.04.001.
295. Vorobyeva I.G. On the Issue of Ecological Niches of Plant Pathogens in Western Siberia / I.G. Vorobyeva, E.Yu. Toropova // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2019. – Vol. 12. – No. 6. – pp. 667-674. DOI: 10.1134/S1995425519060155.
296. Wuletaw T. Wheat Breeding for Resistance to Major Insect Pests / T. Wuletaw // *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*. – 2021. – Vol. 25. – No. 5. – P. 1-11. DOI:10.19080/ARTOAJ.2021.25.556321.
297. Wulff B.B. The long road to engineering durable disease resistance in wheat / B.B. Wulff, S.G. Krattinger // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2022. – Vol. 73. – P. 270–275. doi: 10.1016/j.copbio.2021.09.002.
298. Xu F. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the north China plain and its relationship with climate variables / F. Xu, G. Yang, J. Wang, et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. – Vol. 9. – No. 5. – Article 1054. URL: <https://www.frontiersin.org/articles//full> (дата обращения 12.12.2024). DOI: 10.3389/fmicb.2018.01054.
299. Yahya M. Effect of leaf rust disease on photosynthetic rate, chlorophyll contents and grain yield of wheat / M. Yahya, N. Saeed, S. Nadeem, et al. // *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. – 2020. – Vol. 53. – No. 9-10. – P. 425-439. DOI: 10.1080/03235408.2020.1748369.

300. Zuriegat Q. Current progress on pathogenicity-related transcription factors in *Fusarium oxysporum* /Q. Zuriegat, Y. Zheng, Z. Wang, et al. // *Molecular Plant Pathology*. – 2021. – Vol. 22. – No. 7. – P. 882-895. DOI: 10.1111/mpp.13068.

301. Федеральная служба государственной статистики. - [Электронный ресурс]: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 13.01.2024).

302. Характеристика сорта Новосибирская 31. [Электронный ресурс] <https://sibniirs.ru/catalog-sortov/> (дата обращения 23.12.2024).

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Университет
биотехнологий

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Сибирский
государственный университет инженерии
и биотехнологий»

Добролюбова ул., д. 160, Новосибирск, 630039,
тел.: +7 (383) 267-38-11,
e-mail: rector@edubiotech.ru

исх. № 123 ЗР
от «20» 02 2026г.

Акт

о внедрении результатов диссертационной работы Фещенко Е.С. «Роль предшественников и обработки семян в оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов яровой пшеницы в условиях лесостепи Приобья» в учебный процесс Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий

Настоящим актом удостоверяем, что результаты диссертационной работы Фещенко Е.С. «Роль предшественников и обработки семян в оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов яровой пшеницы в условиях лесостепи Приобья» используются при проведении следующих учебных курсов: «Эпифитотиология», «Интегрированная защита растений», «Агротехнический метод защиты растений», «Экологический фитосанитарный мониторинг» для студентов Института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий ФГБОУ ВО Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий, обучающихся по направлениям 35.03.04 Агрономия профиль Защита растений (уровень бакалавриата) и 35.04.04 Агрономия профиль Защита растений (уровень магистратуры).

Проректор по учебной работе

Директор Института фундаментальных и
прикладных агробиотехнологий



Бабин В.Н.

Петров А.Ф.

МЯСОМОЛОЧНАЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ
«АЛЬВА-фарм» (ООО)

633552, НСО, Черепановский район,
 д. Нововоскресенка, тел./факс 8 (383-45) 67-232.
 ОГРН 1055462013914, ИНН 5440113117

Акт

о внедрении результатов диссертационной работы Фещенко Е.С. «Роль предшественников и обработки семян в оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов яровой пшеницы в условиях лесостепи Приобья» в технологию производства яровой пшеницы в сельскохозяйственном предприятии МЖК «Альва-фарм» (ООО)

В 2024-2025 гг. в МЖК «Альва-фарм» (ООО) (РФ, Новосибирская область, Черепановский район) в технологию производства яровой пшеницы внедрены агрооперации, рассматриваемые соискателем Фещенко Е.С. в своей диссертационной работе. Так, яровая пшеница сорта Новосибирская 31 перед посевом подверглась обработке семян баковой смесью препаратов на основе имидаклоприда, дифенокназола и ципроконазола. Посев обработанных данной смесью семян производился по чистому пару на площади 754 га в 2024 году и 895 га в 2025 году. Сравнение производилось с традиционной технологией предприятия на площади 1094 га в 2024 году и 790 га в 2025 году.

В результате проведенных производственных испытаний получены следующие результаты:

– в 2024 году урожайность яровой пшеницы опытного участка составила 32,6 ц/га, что превысило урожайность участка с технологией предприятия на 3,8 ц/га. Рентабельность производства составила 28,0 % (против 18,6 % по технологии предприятия), а чистый доход 7.100 руб./га (против 4.500 руб./га). Со всей площади получен дополнительный доход в размере 1.960.400 руб.

– в 2025 году урожайность яровой пшеницы опытного участка составила 42,7 ц/га, что превысило урожайность участка с технологией предприятия на 7,1 ц/га. Рентабельность производства составила 44,6 % (против 27,8 % по технологии предприятия), а чистый доход 17.110 руб./га (против 10.080 руб./га). Со всей площади получен дополнительный доход в размере 6.291.850 руб.

Следовательно, применение в технологии возделывания яровой пшеницы агроопераций, предложенных Фещенко Е.С., является высокоэффективным и высокорентабельным.

Ген. директор МЖК «Альва-фарм» (ООО) _____ Руднев А.А.

25.12.2025 г.



Акт

о внедрении результатов диссертационной работы Фещенко Е.С. «Роль предшественников и обработки семян в оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов яровой пшеницы в условиях лесостепи Приобья» в технологию производства яровой пшеницы в сельскохозяйственном предприятии ООО СПК «Агротех»

В 2025 г. в ООО СПК «Агротех» (РФ, Новосибирская область, Черепановский район) в процессе совершенствования технологии возделывания яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 соискателем ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ Фещенко Е.С. предложена схема защиты семян препаратами на основе имидаклоприда, дифеноконазола и ципроконазола.

Применение системы защитных мероприятий всходов яровой пшеницы от комплекса вредных организмов, рекомендованных Фещенко Е.С., позволило повысить экономическую эффективность производства яровой пшеницы на 8,2 % по сравнению с традиционной схемой, принятой на предприятии. В результате внедрения разработок на площади 489 га получен экономический эффект 2.455.758 рублей.

Директор ООО СПК «Агротех»



Плотников Р.М.

24.10.2025 г.