

На правах рукописи



НЕЧАЕВА АЛЁНА ВЛАДИМИРОВНА

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ
БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ
В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Специальность: 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Благовещенск – 2023

Работа выполнена на кафедре общего земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»

Научный руководитель **Жаркова Сталина Владимировна**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»

Официальные оппоненты: **Логинов Юрий Павлович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве

Келер Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», директор института агроэкологических технологий

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Защита состоится 23 ноября 2023 г. в 11 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 35.2.013.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», по адресу: 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, корпус 1, ауд. 115, телефон/факс +7 (4162) 99-99-98, e-mail: dis35201302@dalgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» www.dalgau.ru.

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Муратов Алексей Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Культуры растений зерновой группы – это наиболее распространённые и востребованные человечеством сельскохозяйственные культуры в мире, в России в том числе. Пшеница наиболее распространённая зерновая культура в мировом сообществе. Это зерновая культура России, которая считается стратегической продовольственной и для большей части человечества является основной в пищевом плане.

В Алтайском крае яровая пшеница занимает ведущее место по объёмам выращивания в группе зерновых культур. Площадь, задействованная под возделывание культуры, ежегодно составляет 1700-2000 тыс. га. Это 6-я часть площади, занимаемой зерновыми культурами в Сибирском федеральном округе (Ведров, 2005; Жаркова и др., 2019).

Почвенно-климатические условия края дают возможность сельхозпроизводителям выращивать многие культуры не только для производства продукции, но и для получения высококачественных семян (Максимова и др., 2016; Шмидт и др., 2016; Ротанова и др., 2018).

Абиотические факторы окружающей среды по многим параметрам воздействуют на рост и развитие яровой пшеницы, урожайность и качественные показатели семенного материала. Производители в свою очередь контролируют все негативные явления, применяя различные технологические приёмы, которые сглаживают или совсем убирают это воздействие.

Для более полной реализации биологического потенциала, заложенного как в культуре, так и непосредственно в каждом сорте в используемой агротехнологии, применяют отдельные элементы, способствующие более эффективному развитию растений. В настоящее время разработаны и активно используются в сельскохозяйственной практике биологические препараты. Такие препараты улучшают рост и развитие растений, снижают негативное влияние на окружающую среду (Шаманин, 2006; Трубникова, 2009; Лихенко и др., 2015; Попов и др., 2016).

В последние годы большой интерес у производителей вызывает использование переработанных отходов растительного сырья (биомасса). Состав и строение биомассы сами по себе уникальны. Основные компоненты, входящие в состав растительной биомассы, это высокомолекулярные соединения – гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин. Для более эффективного использования биомассы такой состав необходимо делигнифицировать, провести гидролиз полисахаров, повысить реакционную способность (Гравитис, 1987).

В связи с этим изучение влияния предпосевной обработки семян биологическими препаратами и их последствия на формирование урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы сорта Ирень, выявление наиболее эффективного биопрепарата особенно актуально для раскрытия потенциала высокоурожайного сорта и повышения качества продукции.

Степень разработанности. Вопросы производства высококачественного зерна и использования для увеличения эффективности биологических препаратов представлены во многих научных публикациях: В.С. Болтовский (2021);

В.С. Валежанин и др. (2012); А.Н. Власенко и др. (2014, 2015); Л.Д. Гришечкина и др. (1917); Л.М. Державин (2011, 2012); А.Ю. Еговцева (2018); М.В. Ефанов и др. (2019); А.А. Ефремов и др. (1999); С.В. Жаркова и др. (2021); А.А. Жученко (2004, 2009); В.А. Зыкин и др. (1982, 2000); Е.Д. Казаков и др. (2005); А.В. Конарев и др. (2000); В.В. Коньшин и др. (2016, 2020); Ю.В. Колмаков и др. (2000); И.Е. Лихенко (2015); Н.З. Милащенко и др. (2015); И.В. Никитина и др.(2021); В.С. Рубец и др. (2021); Л.Н. Трубникова (2009); Н.В. Калинина и др. (2014); Ю.Г. Скворцова и др.(2021); В.П. Шаманин и др. (2006, 2021); S.S. Shepelev et al., (2021); И.Р. Ахметшин (2003); Я.А. Гравитис (1987); Н.Г. Ведров (2005); Р.Р. Галеев и др. (2006, 2010, 2017); О.И. Бундина (2021); S.N. Singh (2010); V.S. Rubets et al. (2021), А.А. Слободчиков (2022).

Цель исследований. Оценить влияние предпосевной обработки биологическими препаратами и их последствие на формирование урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Приобья Алтайского края.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние предпосевной обработки семян биологическими препаратами и их последствие на состояние густоты посевов яровой мягкой пшеницы, формирование элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна.

2. Дать оценку микологической устойчивости семян яровой мягкой пшеницы после предпосевной обработки семян биологическими препаратами.

3. Определить влияние биологических препаратов на величину массы белка в зерне яровой пшеницы.

4. Дать оценку экономической эффективности применения предпосевной обработки семян биологическими препаратами и её последствие при производстве зерна яровой мягкой пшеницы.

Научная новизна работы. Впервые в условиях лесостепи Приобья Алтайского края выявлены наиболее эффективные биологические препараты, в том числе полученные методом взрывного автогидролиза (ВАГ) из отходов сельскохозяйственного производства и деревообработки, при предпосевной обработке семян яровой мягкой пшеницы и влиянии их последствие. Изучено влияние предпосевной обработки семян и её последствие на формирование структуры урожая, урожайность, качество зерна яровой мягкой пшеницы. Дана оценка микологической устойчивости семян яровой мягкой пшеницы после предпосевной обработки семян биологическими препаратами. Определено влияние биологических препаратов на массу белка в зерне.

Теоретическая и практическая значимость. В резко континентальных условиях зоны исследования выявлены наиболее эффективные биологические препараты, в том числе препараты, полученные методом взрывного автогидролиза из отходов переработки растительного сырья и деревообработки для предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы и её последствие.

В качестве энергосберегающего агроприёма сельскохозяйственному производству предложена обработка семян биологическими препаратами перед посевом и её последствие. Такой прием способствует повышению устойчивости

растений к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, обеспечивает формирование урожайных посевов и получение высококачественного зерна.

Внедрение в практику разработанных элементов технологии позволит увеличить продуктивность на посевах яровой мягкой пшеницы на 100 % и выше при хорошем качестве зерна.

Представленные в работе результаты и методы их получения используются при выполнении рабочих программ дисциплин: «Растениеводство», «Семеноведение», «Семеноводство полевых культур» в учебном процессе ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ.

Внедрение результатов исследования в процесс производства зерна яровой мягкой пшеницы проводили в специализированном хозяйстве по производству продукции полевых культур в 2021-2022 гг. в к(ф)х Корнева А.Г. Ключевского района Алтайского края. Хозяйство расположено в степной зоне Алтайского края. Суммарная площадь внедрения 20 га.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на анализе научной литературы по изучаемой проблеме отечественных и зарубежных авторов, постановке цели, задач и составлении программы исследований. Методы исследований: полевые опыты, наблюдения, лабораторные анализы, статистическая, математическая обработка результатов опытов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- закономерности роста, развития, формирование густоты стояния растений на посевах яровой мягкой пшеницы, образование элементов структуры урожая, урожайности, качества зерна при предпосевной обработке семян биологическими препаратами и последствия обработки в условиях лесостепи Приобья Алтайского края;

- для увеличения производства высококачественного зерна яровой мягкой пшеницы предложен агротехнологический приём – предпосевная обработка семян биологическими препаратами и её последствие;

- оценка экономической эффективности применения биологических препаратов путём предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы и её последствие.

Степень достоверности. Достоверность полученных результатов подтверждается многолетним периодом исследований, использованием общепринятых методик и ГОСТов, применяемых в семеноводстве, методами математической и статистической обработки данных. Выводы и результаты, выносимые на защиту, обоснованы и подтверждены экспериментальными данными.

Апробация работы. Результаты исследований данной диссертационной работы, её основные положения были заслушаны и получили положительную оценку на заседаниях кафедры общего земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (2019-2022 гг.), а также на конференциях различного уровня: VIII Международной дистанционной научно-практической конференции молодых учёных «Перспективные технологии в области производства, хранения и переработки продукции растениеводства» (Краснодар, 2018); XIV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул,

2019, 2021, 2023); Международной научно-практической онлайн-конференции «Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса» (Новосибирск, 2020); II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием «Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК» (Курган, 2021); XVIII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Краснообск, 2021); XXII городской научно-практической конференции молодых учёных «Молодёжь-Барнаулу» (Барнаул, 2020); XXXXI Международной научно-практической конференции «Современные научно-исследовательские решения в условиях технологических и цифровых новаций» (Ростов-на-Дону, 2021); XIX Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (Горки, 2022); XIX Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Краснообск, 2022).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90014/20.

Личный вклад соискателя: автор данной диссертационной работы является ответственным исполнителем исследований. При его непосредственном участии разработана программа исследований, осуществлялся сбор базы данных, обработка полученных материалов и их анализ, формулировка научных положений и выводов, подготовка научных публикаций, написание и оформление текста диссертации.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 16 статьях. Объем публикаций составляет 8,37 п. л., в том числе доля автора 6,35 п. л.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 195 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 23 таблицы, 28 рисунков, заключения, принятых сокращений, библиографического списка, включающего 272 наименования, в том числе 52 – на иностранном языке и 25 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор литературы

В главе сделан обзор литературы по теме диссертационной работы. Представлено народно-хозяйственное значение и ботанико-биологические особенности яровой мягкой пшеницы. Дана характеристика элементам агротехнологии, используемым при возделывании яровой пшеницы для получения высококачественного зерна. Показано использование метода взрывного автогидролиза при переработке растительной биомассы. Дан анализ современного состояния качественных показателей зерна яровой пшеницы.

2. Условия и методика проведения исследований

Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» в 2019-2022 гг. Лабораторные эксперименты провели в

лаборатории кафедры общего земледелия, растениеводства и защиты растений и биотехнологической лаборатории ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, испытательной лаборатории по агрохимическому обслуживанию Филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Алтайскому краю и Республики Алтай. Опыты в полевых условиях закладывали на поле Барнаульского комплексного Государственного сортоучастка Филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Алтайскому краю и Республике Алтай, который находится на территории ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробiotехнологий», расположенном в Приобской лесостепи Алтайского края.

Объект исследования – сорт яровой мягкой пшеницы Ирень.

Предмет исследований – отзывчивость яровой пшеницы на обработку семян биологическими препаратами перед посевом, их влияние на развитие растений в процессе формирования зерна.

Опыт 1. Определение эффективных концентраций препаратов, полученных методом ВАГ (взрывной автогидролиз).

Опыт 2. Определение действия предпосевной обработки семян биологическими препаратами на рост, развитие, продуктивность и посевные качества семян яровой мягкой пшеницы (табл. 1).

Опыт 3. Определение последствий предпосевной обработки семян биологическими препаратами на рост, развитие, продуктивность и посевные качества семян яровой мягкой пшеницы.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Концентрация, %	Норма расхода		
		препарата	воды	
1. контроль	контроль	обработка дистиллированной водой		
2. препарат, полученный методом ВАГ на основе хвои сосны	ХС 22, 0,5 %	0,5	0,05 кг/т	10 л/т
3. препарат, полученный методом ВАГ на основе лужги подсолнечника	ЛП 4, 0,5 %	0,5	0,05 кг/т	10 л/т
4. препарат, полученный методом ВАГ на основе половы овса	ПО 3, 0,3 %	0,3	0,03 кг/т	10 л/т
5. препарат, полученный методом ВАГ на основе верхового торфа	ВТ 12, 0,3 %	0,3	0,03 кг/т	10 л/т
6. Теллура Био	Теллура Био	0,25	0,25 л/т	10 л/т
7. Гумат +7	Гумат +7	0,5	0,5 л/т	10 л/т
8. Цитогумат	Цитогумат	0,4	4 мл/л	10 л/т
9. Лигногумат	Лигногумат	0,1	0,4 л/т	10 л/т
10. Ризоплан	Ризоплан	0,5	0,5 л/т	10 л/т

Опыт 4. Оценка белкового комплекса семян методом электрофореза.

Для проведения данного исследования была использована методика Остерман Л.А. (1981) «Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование».

Опыт 5. Фитопатологическая экспертиза семян яровой мягкой пшеницы.

Микологический анализ семян проводили по ГОСТ 12044-93 «рулонным методом».

Определение действия и последствий предпосевной обработки семян биологическими препаратами на рост, развитие, продуктивность и посевные качества семян яровой мягкой пшеницы провели, опираясь на указания методических рекомендаций: Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989, 2019); Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы (1973); Методика полевого опыта (Доспехов, 1985), Биохимия зерна и продуктов его переработки (Казаков и др., 1980, 2005).

Норма высева семян – 5 млн всхожих семян на 1 га. Учётная площадь делянки 10 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок систематическое. Препаратами обрабатывали семена непосредственно перед посевом.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике Снедекор Д.У. (1961), с помощью программ Microsoft Office 2010, SNEDECOR и SPSS версии PASW Statistics 20.

3. Влияние биологических препаратов на формирование признаков продуктивности, урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы

Определение эффективной концентрации препаратов, полученных методом ВАГ, при прорастании семян яровой пшеницы. В среднем по опыту семена максимально реализовывали свой биологический потенциал на вариантах: ПО 3 с концентрацией 0,3 % (длина проростка – 155 мм, длина корневой системы – 83 мм, количество корней – 13 шт./зерно) и ХС 22 с концентрацией 0,5 % (длина проростка – 164 мм, длина корневой системы – 70 мм, количество корней – 14 шт./зерно).

Показатели прорастания семян при предпосевной обработке биологическими препаратами. Наибольшее увеличение показателя энергии прорастания проявилось на вариантах с обработкой препаратами, полученными методом ВАГ: ХС 22, 0,5 % – 93,7 %, ЛП 4, 0,5 % – 94,6 %, ПО 3, 0,3 % – 94,9 %, ВТ 12, 0,3 % – 94,3 %, контроль – 88,4 %. Значения всхожести увеличились на всех вариантах опыта. Всхожесть 100 % получили на вариантах ЛП 4 и ПО 3, чуть ниже показатели на вариантах ХС 22 – 99,9 % и ВТ 12 – 98,9 %.

При определении величины энергии длина проростка варьировала от 27 мм на варианте Теллура Био до 52 мм на варианте ХС 22, 0,5 %. Показатель на варианте контроль составил 31 мм. На варианте ХС 22, 0,5 % была получена на данный период (3-и сутки после обработки) максимальная длина корневой системы – 36 мм. При замере через 7 суток (срок определения всхожести) показатели всех признаков увеличились. Величина длины проростка на варианте ХС 22, 0,5 % (164 мм) максимальная в опыте. Максимальная длина корневой системы образовалась на варианте ПО 3, 0,3 % – 83 мм, что на 16 мм превышает показатель на контроле – 67 мм.

Развитие яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян биологическими препаратами. Продолжительность вегетационного периода различалась по годам исследования незначительно – на 1,4 суток. Наивысший показатель сложился в 2019 году – 81,2 суток, в 2020 году – 79,8 суток.

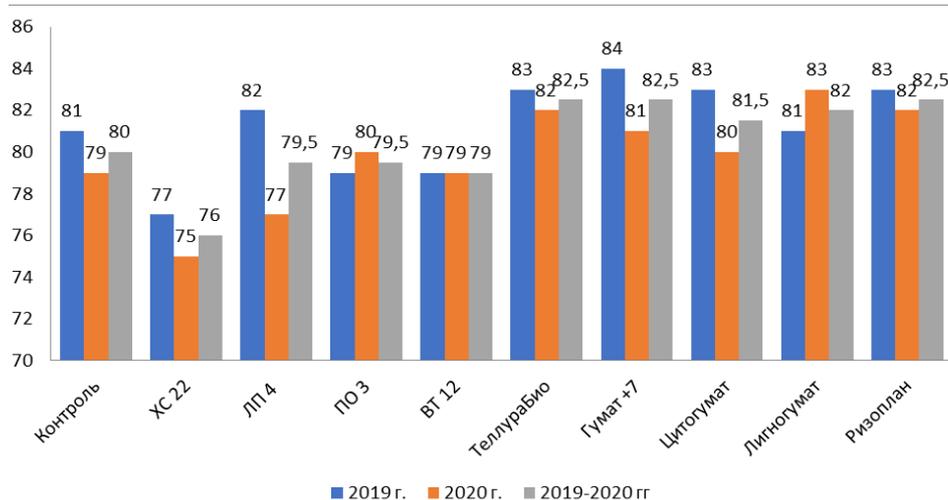


Рисунок 1 – Вегетационный период, сутки

Самые раннеспелые в 2019 году были растения на варианте ХС 22, 0,5 % – 77 суток (рис. 1). В 2020 году показатель на данном варианте также был минимальный – 75 суток. Максимально ниже контроля на 4 суток продолжительность вегетационного периода на варианте ХС 22, 0,5 %

Формирование густоты стояния растений в зависимости от предпосевной обработки. Использование предпосевной обработки семян биологическими препаратами при выращивании яровой мягкой пшеницы дало возможность получить количество взошедших растений в пределах 443-465 шт./м² (табл. 2). Максимальное количество взошедших растений отметили на варианте контроль – 465 шт./м².

Таблица 2 – Действие предпосевной обработки семян биологическими препаратами на состояние густоты стояния растений, 2019-2020 гг.

Вариант	Количество на 1 м ² , шт.		Полевая всхожесть, %	Сохранившихся растений к уборке		Выживаемость, %
	высеянных всхожих семян	взошедших семян		на 1 м ² , шт.	%	
1. Контроль	500	465	93,0	261	56,1	52,2
2. ХС, 0,5 %	500	440	87,9	262	59,6	52,4
3. ЛП 4, 0,5 %	500	455	91,0	253	55,6	50,6
4. ПО 3, 0,3 %	500	443	88,6	256	57,8	51,2
5. ВТ 12, 0,3 %	500	445	89,0	260	58,4	52,0
6. Теллура Био	500	459	91,7	257	56,1	51,4
7. Гумат +7	500	447	89,4	257	57,5	51,4
8. Цитогумат	500	459	91,9	253	55,1	50,6
9. Лигногумат	500	458	91,6	258	56,3	51,6
10. Ризоплан	500	446	89,2	258	57,9	51,6
среднее	-	451,7	-	257,4	-	-
НСР ₀₅	-	3,6	-	6,9	-	-

В дальнейшем рост и развитие растений проходили в условиях недостаточного увлажнения (ГТК = 1,03-1,18), слабой и средней засухи, в данных условиях сработали биопрепараты. В среднем процент сохранившихся расте-

ний к уборке варьировал от 55,1 % (Цитогумат) до 59,6 % (ХС 22, 0,5 %), контроль – 56,1 %.

Отзывчивость на последствие предпосевной обработки была не достаточно эффективной в формировании густоты стояния растений (табл. 3). Полевая всхожесть колебалась в среднем по опыту от 88,3 % (ВТ 12, 0,3 %) до 91,3 % (ПО 3, 0,3 %), контроль – 90,1 %. Наивысшее количество сохранившихся растений к уборке получено на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 224 шт./м², превышение контроля – 12,0 %; ЛП 4, 0,5 % и Гумат + 7 – 220 шт./м², превышение контроля – 10,0 %. На варианте ХС 22, 0,5 % получена максимальная выживаемость растений в опыте – 50,7 %.

Таблица 3 – Последствие предпосевной обработки семян биологическими препаратами на густоту стояния растений, 2020-2021 гг.

Вариант	Количество на 1 м ² , шт.		Полевая всхожесть, %	Сохранившихся растений к уборке		Выживаемость, %
	высеянных всхожих семян	взошедших семян		на 1 м ² , шт.	%	
1. Контроль	500	451	90,1	200	40,0	44,4
2. ХС 22, 0,5 %	500	442	88,4	224	44,8	50,7
3. ЛП 4, 0,5 %	500	457	91,4	220	44,0	48,2
4. ПО 3, 0,3 %	500	457	91,3	217	43,4	47,5
5. ВТ 12, 0,3 %	500	441	88,3	204	40,8	46,2
6. Теллура Био	500	447	89,3	200	40,0	44,8
7. Гумат + 7	500	447	89,5	220	44,0	49,2
8. Цитогумат	500	445	89,0	217	43,4	48,8
9. Лигногумат	500	444	88,9	209	41,8	47,0
10. Ризоплан	500	450	90,0	209	41,8	46,5
среднее	-	448,2	-	211,8	-	-
НСР ₀₅	-	3,9	-	4,7	-	-

Влияние предпосевной обработки семян биологическими препаратами на формирование элементов структуры урожая. В среднем за два года исследований в опыте 2 – предпосевная обработка семян количество продуктивных стеблей на вариантах варьировало от 296 шт./м² на варианте 10 (обработка Ризопланом) до 322 шт./м² на варианте ХС 22, 0,5 %, на контроле получили 300 шт./м² (табл. 4). Количество образовавшихся продуктивных стеблей на всех вариантах опыта, за исключением варианта Ризоплан, превысило показатель контроля на 1,3-7,3 %.

Максимальная продуктивная кустистость была получена на варианте ХС 22, 0,5 % – 1,23 шт./раст. Высота растений на вариантах 9-10 превысила показатель контроля на 2,0 и 1,3 %. Величина озернённости колоса колебалась в пределах 21-24 шт./колос. Максимальное количество зёрен образовалось в колосе на варианте ХС 22, 0,5 % – 23,4 шт./колос, контроль – 22,3 шт./колос. Масса зерна в колосе, превысившая показатель контроля, – 0,82 г/колос, была получена на вариантах 2, 4, 5 и 9, соответственно, 0,88; 0,83; 0,84; 0,87 г/колос. Увеличение массы 1000 зёрен относительно контроля – 36,44 г было отмечено

на вариантах: ХС 22, 0,5 % (37,24 г), ПО 3, 0,3 % (36,89 г), ВТ 12, 0,3 % (36,52 г) и Лигногумат (37,02 г). Максимальный показатель крупности зерна отмечен на варианте ХС 22, 0,5 % – 37,24 г, что на 0,8 г превышает показатель контроля.

Таблица 4 – Структура урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от действия предпосевной обработки семян биологическими препаратами, 2019-2020 гг.

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в 1 колосе, шт.	Масса зерна в 1 колосе, г	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль	300	1,15	94,3	9,5	22,3	0,82	36,44
2. ХС 22, 0,5 %	322	1,23	93,7	9,4	23,4	0,88	37,24
3. ЛП 4, 0,5 %	306	1,21	94,2	9,0	22,3	0,75	35,84
4. ПО 3, 0,3 %	312	1,22	93,3	9,3	21,4	0,83	36,89
5. ВТ 12, 0,3 %	314	1,21	92,1	9,1	22,0	0,84	36,52
6. Теллура Био	308	1,20	93,6	9,4	21,6	0,76	32,83
7. Гумат + 7	314	1,22	95,6	9,1	22,1	0,75	31,91
8. Цитогумат	304	1,20	95,5	9,2	22,6	0,78	33,73
9. Лигногумат	308	1,19	96,5	9,2	22,4	0,87	37,02
10. Ризоплан	296	1,15	95,5	9,1	22,8	0,75	31,70
среднее	308	1,20	94,4	9,2	22,3	0,80	35,0
НСР ₀₅	13,2	0,03	3,62	0,49	1,79	0,05	0,99

Количество продуктивных стеблей на вариантах опыта 2, 3, 4, 8 достоверно превысило показатель контроля (277 шт./м²) (табл. 5). Максимальное количество продуктивных стеблей получили, как и в опыте с обработкой семян, на варианте ХС 22, 0,5 % – 320 шт./м².

Таблица 5 – Структура урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от последствия обработки семян биологическими препаратами, 2020-2021 гг.

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в 1 колосе, шт.	Масса зерна в 1 колосе, г.	Масса 1000 зерен, г
1. Контроль	277	1,39	88,7	9,0	33,8	1,10	36,24
2. ХС 22, 0,5 %	320	1,43	94,1	10,1	36,5	1,58	39,32
3. ЛП 4, 0,5 %	311	1,41	92,0	9,8	38,3	1,52	38,67
4. ПО 3, 0,3 %	303	1,40	89,6	10,6	36,8	1,46	38,07
5. ВТ 12, 0,3 %	288	1,41	88,6	8,5	33,3	1,32	37,07
6. Теллура Био	301	1,51	87,5	8,7	30,5	1,36	37,45
7. Гумат + 7	300	1,36	89,3	8,7	38,3	1,42	37,71
8. Цитогумат	299	1,38	88,9	8,8	32,5	1,46	37,79
9. Лигногумат	285	1,36	88,9	10,5	36,5	1,39	37,91
10. Ризоплан	289	1,38	88,2	9,3	33,3	1,25	38,10
среднее	297,3	1,4	89,6	9,4	34,9	1,4	37,8
НСР ₀₅	13,4	0,08	1,27	0,96	3,78	0,20	1,66

При формировании продуктивной кустистости выделился вариант 6 Теллура Био с показателем 1,51. Высота растений на всех вариантах в среднем была на уровне 90 см. Длина колоса при последствии обработки колебалась от 8,7 см (варианты 6 и 7) до 10,6 см (вариант 4). Наивысшую массу зерна в колосе отметили на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 1,58 г/колос и ЛП 4, 0,5 % – 1,52 г/колос.

Зерно на вариантах опыта 3 с последствием препаратов сформировалось выполненное и крупнее, чем на вариантах опыта 2, – 35,0 г. В результате масса 1000 зёрен в среднем на вариантах опыта 3 составила 37,8 г, что на 2,8 г больше данного показателя на вариантах опыта 2 с предпосевной обработкой – 35,0 г.

Полученные в результате проведённых исследований данные показали, что исследуемые в опытах 2 (обработка биопрепаратами) и 3 (последствие обработки) биологические препараты для предпосевной обработки семян положительно влияют на формирование элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы сорта Ирень в условиях лесостепи Приобья Алтайского края.

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки биологическими препаратами. В опыте 2 средняя урожайность в 2019 году превысила урожайность 2020 года на 2,0 % и составила, соответственно, 2,51 и 2,46 т/га (табл. 6). В 2019 году высокую урожайность получили на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 2,82 т/га, ВТ 12, 0,3 % – 2,74 т/га, Лигногумат – 2,69 т/га.

Достоверное превышение урожайности контроля получили на варианте ХС 22, 0,5 % – 2,82 т/га. В 2020 году максимальная урожайность получена на варианте ХС 22, 0,5 % – 2,81 т/га, контроль – 2,48 т/га – это достоверное превышение уровня урожайности контроля.

Таблица 6 – Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от действия предпосевной обработки семян биологическими препаратами, 2019-2020 гг., т/га

Вариант	2019 г. ГТК – 0,75	Отклонения от контроля		Cv	2020 г. ГТК – 0,87	Отклонения от контроля		Cv	2019-2020 гг.	Отклонения от контроля		Cv
		т/га	%			т/га	%			т/га	%	
Контроль	2,40	-	-	3,3	2,48	-	-	2,2	2,44	-	-	2,8
ХС 22, 0,5 %	2,82	0,42	16,5	0,8	2,81	0,33	12,2	5,9	2,81	0,35	14,4	3,4
ЛП 4, 0,5 %	2,32	-0,08	-4,0	12,7	2,28	-0,20	-8,9	4,5	2,30	-0,16	-6,5	6,9
ПО 3, 0,3 %	2,51	0,11	3,8	2,4	2,65	0,17	6,1	2,7	2,58	0,12	4,9	1,7
ВТ 12, 0,3 %	2,74	0,35	13,4	4,8	2,52	0,04	0,8	5,4	2,63	0,17	7,0	4,7
Теллура Био	2,35	-0,05	-3,0	3,8	2,33	-0,15	-7,0	6,9	2,34	-0,12	-5,0	4,8
Гумат + 7	2,41	0,01	-0,4	2,5	2,32	-0,16	-7,4	5,1	2,36	-0,10	-4,0	1,5
Цитогумат	2,46	0,06	1,5	15,4	2,26	-0,22	-9,7	4,9	2,36	-0,10	-4,3	10,0
Лигногумат	2,69	0,29	11,0	23,2	2,70	0,22	8,1	2,7	2,69	0,23	9,4	10,6
Ризоплан	2,38	-0,02	-1,6	7,2	2,24	-0,24	-10,3	7,4	2,31	-0,15	-6,1	6,8
среднее	2,51	-	-	-	2,46	-	-	-	2,48	-	-	-
НСР ₀₅ , т/га	0,37	-	-	-	0,20	-	-	-	0,20	-	-	-

В среднем за два года результаты испытаний показали, что величина урожайности варьировала по вариантам опыта от 2,30 т/га (ЛП 4, 0,5 %) до

2,81 т/га (ХС 22, 0,5 %), контроль – 2,44 т/га. Достоверное превышение уровня урожайности контроля было получено на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 2,81 т/га и Лигногумат – 2,69 т/га.

Наибольшая стабильность отмечена на вариантах ПО 3, 0,3 % и Гумат + 7 с $Cv = 1,7$ и $1,5$.

В опыте 3 урожайность в 2020-2021 гг. сформировалась выше на всех вариантах опыта в сравнении с вариантами опыта 2 и средним по годам исследования (табл. 7). В среднем по годам урожайность 2021 года составила 4,82 т/га, что на 27,8 % превышает урожайность 2020 года – 3,48 т/га. Максимальная урожайность получена на варианте ХС 22, 0,5 % – 4,73 т/га, что превысило урожайность контроля на 2,43 т/га, или на 105,7 %. В 2021 году максимальная урожайность отмечена на варианте Цитогумат – 5,61 т/га. В среднем, по вариантам с последствием влияния предпосевной обработки семян биологическими препаратами получена урожайность 4,13 т/га, превышающая показатели на вариантах с предпосевной обработкой семян биологическими препаратами 2,48 т/га. Наибольший эффект получен на вариантах: ХС 22, 0,5 %, ЛП 4, 0,5 %, ПО 3, 0,3 %, соответственно 5,06; 4,73 и 4,42 т/га.

Таблица 7 – Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от последствия предпосевной обработки семян биологическими препаратами, 2020-2021 гг., т/га

Вариант	2020 г. ГТК – 0,87	Отклонения от контроля		Cv^*	2021 г. ГТК – 0,77	Отклонения от контроля		Cv^*	2020-2021 гг.	Отклонения от контроля		Cv^* , %
		т/га	%			т/га	%			т/га		
Контроль	2,30	-	-	2,5	3,86	-	-	2,3	3,05	2,30	-	-
ХС 22, 0,5 %	4,73	+2,43	105,7	1,8	5,40	+1,54	39,8	1,4	5,06	4,73	+2,43	105,7
ЛП 4, 0,5 %	4,17	+1,87	81,3	2,6	5,31	+1,45	37,6	1,8	4,73	4,17	+1,87	81,3
ПО 3, 0,3 %	4,08	+1,78	77,4	1,3	4,73	+0,87	22,5	1,6	4,42	4,08	+1,78	77,4
ВТ 12, 0,3 %	2,97	+0,67	29,1	2,9	4,70	+0,84	21,7	1,7	3,80	2,97	+0,67	29,1
Теллура Био	3,47	+1,17	50,9	2,7	4,69	+0,83	21,6	1,6	4,09	3,47	+1,17	50,9
Гумат + 7	3,47	+1,17	50,9	2,5	5,10	+1,24	32,1	1,9	4,26	3,47	+1,17	50,9
Цитогумат	3,23	+0,93	40,4	2,0	5,61	+1,75	45,4	1,6	4,37	3,23	+0,93	40,4
Лигногумат	3,37	+1,07	46,5	2,4	4,53	+0,67	17,3	1,9	3,96	3,37	+1,07	46,5
Ризоплан	2,99	+0,69	30,0	2,5	4,24	+0,38	10,0	2,2	3,61	2,99	+0,69	30,0
среднее	3,48	-	-	-	4,82	-	-	-	4,13	3,48	-	-
НСР ₀₅ , т/га	0,12	-	-	-	0,13	-	-	-	0,76	0,12	-	-

Выявлено, что максимальное положительное влияние на формирование урожайности оказали при предпосевной обработке семян препараты: полученные методом ВАГ: ХС 22, 0,5 %, ПО 3,0,3 %, ВТ 12, 0,3 % и Лигногумат. Отмечено положительное влияние последствия применения биологических препаратов на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы.

Зависимость величины урожайности от показателей элементов структуры урожая. В наших исследованиях для определения силы таких связей было взято семь признаков: продуктивная кустистость, высота растения, длина колоса, число зерен в 1 колосе, натура зерна, масса 1000 зёрен, урожайность. Анализ взаимосвязей показал высокую положительную корреляцию ($r > 0,7$)

между признаками: урожайность и масса 1000 зёрен ($r = 0,7222$), масса зерна в колосе и масса 1000 зерен ($r = 0,8352$), урожайность и масса зерна в колосе ($r = 0,9497$). Значительный уровень зависимости выявлен у признаков число зерен в 1 колосе и урожайность ($r = 0,5129$), однако этот показатели ниже порога достоверности $R = 0,6319$ и не может применяться как обязательная зависимость.

Влияние применения биологических препаратов на формирование качественных показателей яровой пшеницы. В зависимости от применяемых биологических препаратов содержание белка варьировало в опыте 2 с обработкой биопрепаратами от 14,5 % (ЛП 4, 0,5 %) до 16,6 % (ХС 22, 0,5 %) (табл. 8, 9). Наибольшее содержание белка отмечено на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 16,6 %, Лигногумат – 16,5 % и Ризоплан – 16,2 %. В опыте с последствием препаратов содержание белка превысило данный показатель на вариантах опыта 2. Колебания отмечены от 15,1 % (вариант ВТ 12, 0,3 %) до 17,0 % на варианте ХС 22, 0,5 % – это максимальный показатель в опыте.

Наибольшее влияние на содержание сырой клейковины в зерне в опыте с обработкой биопрепаратами оказало применение Цитогумата – 40,6 %, Лигногумата и Ризоплана – 40,2 и 40,7 %.

Таблица 8 – Действие биологических препаратов на показатели качества зерна яровой пшеницы, 2019-2020 гг.

Вариант	Натура, г	Влажность, %	Белок, %	Стекловидность, %	Клейковина, %
1. Контроль	722	10,2	16,1	71	38,1
2. ХС 22, 0,5 %	735	10,2	16,6	76	38,8
3. ЛП 4, 0,5 %	716	10,3	14,5	68	37,7
4. ПО 3, 0,3 %	714	10,1	15,2	77	38,3
5. ВТ 12, 0,3 %	710	10,8	14,4	78	39,0
6. Теллура Био	708	10,7	15,8	66	36,8
7. Гумат + 7	713	10,7	15,7	74	39,3
8. Цитогумат	717	10,9	15,5	77	40,6
9. Лигногумат	722	10,9	16,5	75	40,2
10. Ризоплан	718	10,6	16,2	77	40,7
среднее	717,6	10,5	15,6	73,5	38,9
НСР ₀₅	3,2	0,3	0,3	2,7	0,33

Максимальный показатель клейковины в опыте с последствием биопрепаратов получили на варианте ХС 22, 0,5 %, – 41,8 %, контроль – 40,6 %.

Максимальная стекловидность в опыте 2 – 78 %, что на 7 % превышает стекловидность на контроле – 71 %, получена на варианте ВТ 12, 0,5 %. В опыте 3 с последствием на варианте ХС 22, 0,5 % также получен максимальный показатель – 80 %. В целом стекловидность зерна у вариантов с последствием препаратов на 1-2 % выше, чем у вариантов с обработкой биопрепаратами.

В нашем исследовании более высокий уровень натуры зерна получен на вариантах опыта 3 – последствие (табл. 9). Зерно на вариантах: контроль, ЛП 4, 0,5 %, Цитогумат, Лигногумат с натурой зерна выше 750 г следует отнести к 1-му классу.

Таблица 9 – Последействие биологических препаратов на показатели качества зерна яровой пшеницы, 2020-2021 гг.

Вариант	Натура, г	Влажность, %	Белок, %	Стекловидность, %	Клейковина, %
1. Контроль	750	10,0	16,5	75	40,6
2. ХС 22, 0,5 %	765	10,2	17,0	80	41,8
3. ЛП 4, 0,5 %	752	10,1	16,0	69	40,0
4. ПО 3, 0,3 %	749	10,0	15,5	77	39,8
5. ВТ 12, 0,3 %	744	10,3	15,1	79	39,8
6. Теллура Био	742	10,6	16,2	66	38,4
7. Гумат + 7	744	10,2	15,9	75	39,8
8. Цитогумат	750	10,5	16,3	79	40,4
9. Лигногумат	751	10,7	16,6	77	40,0
10. Ризоплан	749	10,4	16,1	78	40,8
среднее	749,7	10,3	16,1	75,1	40,0
НСР ₀₅	3,0	0,36	0,31	2,6	0,36

Анализ результатов исследования показал, что последействие предпосевной обработки семян биологическими препаратами оказывает более действенное положительное влияние на формирование качественных показателей зерна яровой пшеницы.

Посевные показатели зерна в зависимости от действия и последействия биопрепаратов. Семена с лучшими показателями посевных качеств, при предпосевной обработке, сформировались на варианте ХС 22, 0,5 %, где масса 1000 зёрен достигла 37,24 г, энергия прорастания – 93,3 %, лабораторная всхожесть – 98,1 %, превышение контроля – соответственно, на 0,8 г, 5,6 %, 5,3 % (табл. 10). Наивысшие показатели в опыте с последействием препаратов получены на варианте с последействием обработки препаратом ХС 22, 0,5 %. Масса 1000 зёрен составила на данном варианте 39,32 г, что на 3,08 г выше, чем на контроле. Энергия прорастания семян 92,7 % превысила контроль на 5,6 %, лабораторная всхожесть 98,0 % – на 6,4 %.

Таблица 10 – Посевные качества семян яровой пшеницы в зависимости от обработки биологическими препаратами

Вариант	Действие, 2019-2020 гг.			Последействие, 2020-2021 гг.		
	масса 1000 зерен, г	энергия прорастания, %	всхожесть, %	масса 1000 зерен, г	энергия прорастания, %	всхожесть, %
1. Контроль	36,44	87,7	92,8	36,24	87,1	91,6
2. ХС 22, 0,5 %	37,24	93,3	98,1	39,32	92,7	98,0
3. ЛП 4, 0,5 %	35,84	93,0	96,8	38,67	92,3	97,3
4. ПО 3, 0,3 %	36,89	94,1	98,5	38,07	92,1	97,4
5. ВТ 12, 0,3 %	36,52	92,8	97,0	37,07	91,6	96,1
6. Теллура Био	32,83	90,5	94,8	37,45	88,7	94,1
7. Гумат + 7	31,91	91,2	93,5	37,71	90,2	92,7
8. Цитогумат	33,74	91,2	94,8	37,79	90,8	93,5
9. Лигногумат	37,02	89,8	95,2	37,91	87,4	93,4
10. Ризоплан	31,70	90,7	94,8	38,10	88,1	92,8
Среднее	35,0	91,4	95,6	37,83	90,1	94,7
НСР ₀₅	0,17	0,38	0,26	0,48	0,36	0,18

Выявлено, что обработка семян яровой мягкой пшеницы биологическими препаратами перед посевом и её последствие влияют на увеличение показателей посевных признаков семян. Максимальное воздействие оказывают препараты, полученные методом ВАГ ХС 22, 0,5 % , ЛП 4, 0,5 % , ПО 3, 0,3 %.

Оценка микологической устойчивости семян яровой пшеницы после предпосевной обработки семян биологическими препаратами.

Результаты лабораторных исследований микологической устойчивости семян яровой пшеницы показали различия по вариантам опыта по наличию патогенов альтернариоза, гельминтоспориоза, фузариоза, а также плесневения и пятен (табл. 12).

Альтернариоз (*Alternaria*) отмечен у 6,5 % исследованных проростков. Гельминтоспориоз (*Bipolaris sorokiniana*) – у 5,1 % исследованных образцов. Не отмечено поражение семян в оба года исследования на варианте Лигногумат.

Таблица 12 – Результаты микологического анализа семян пшеницы

№	Вариант	Обнаруженные патогены, %			Плесневения и пятна, %	Здоровые семена, %
		альтернариоз, %	гельминтоспориоз, %	фузариоз, %		
Год урожая 2019						
1	Контроль	16,0	4,0	4,0	4,0	72,0
2	ХС 22, 0,5 %	0,0	13,0	8,7	34,8	43,5
3	ЛП 4, 0,5 %	13,0	4,3	4,3	8,7	69,6
4	ПО 3, 0,3 %	12,5	0,0	4,2	12,5	70,8
5	ВТ 12, 0,3 %	12,0	0,0	4,0	16,0	68,0
6	Теллура Био	4,3	4,3	0,0	13,0	78,3
7	Гумат + 7	4,2	0,0	0,0	29,2	66,7
8	Цитогумат	0,0	4,0	4,0	68,0	24,0
9	Лигногумат	15,0	0,0	15,0	35,0	35,0
10	Ризоплан	0,0	13,6	18,2	27,3	40,9
Год урожая 2020						
1	Контроль	8,0	4,0	4,0	0,0	84,0
2	ХС 22, 0,5 %	8,0	4,0	0,0	24,0	64,0
3	ЛП 4, 0,5 %	16,0	20,0	0,0	4,0	60,0
4	ПО 3, 0,3 %	0,0	4,0	0,0	16,0	80,0
5	ВТ 12, 0,3 %	0,0	4,0	0,0	64,0	32,0
6	Теллура Био	12,0	4,0	0,0	0,0	84,0
7	Гумат + 7	0,0	4,0	0,0	64,0	32,0
8	Цитогумат	0,0	13,6	9,1	22,7	54,5
9	Лигногумат	8,3	0,0	0,0	4,2	87,5
10	Ризоплан	0,0	0,0	0,0	56,0	44,0

Выявлены случаи поражения фузариозом (*Fusarium* sp.), что составило 3,8 % исследованных семян. Более устойчивы к фузариозу семена, обработанные Гумат + 7 и Лигногумат.

На контроле в 2019 году здоровые семена составили 72,0 %. На варианте Теллура Био процент здоровых семян был выше – 78,3 %, чем на контроле.

Остальные образцы имели процент здоровых семян ниже контрольного варианта: ПО 3, 0,3 % (70,8 %), ЛП 4, 0,5 % (69,6 %) и ВТ 12, 0,3 % (68,0 %).

У контроля в 2020 году процент здоровых и всхожих семян составил 84,0 % (рис. 2). На варианте Теллура Био был зафиксирован такой же процент здоровых и всхожих семян. Вариант Лигногумат показал при анализе здоровых семян процент выше, чем у контроля, – 87,5 %.

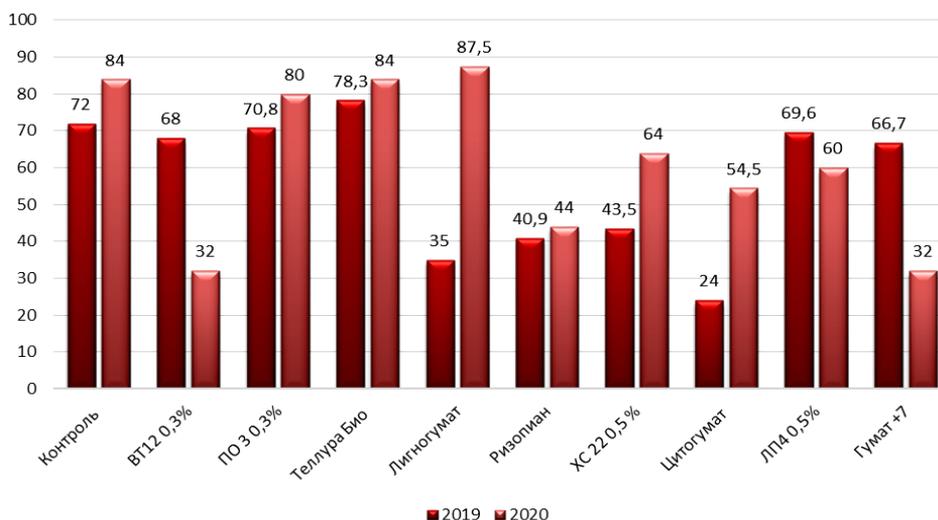


Рисунок 2 – Доля неинфицированных семян, %, 2019, 2020 г.

Полученные результаты оценки процента здоровых семян показали, что обработка семян биологическими препаратами Теллура Био, ПО 3, 0,3 % оказывает положительный эффект на данный показатель. При обработке веществом Теллура Био наблюдается повышение процента здоровых семян, что было установлено при проведении микологического анализа.

Оценка величины массы белка в зерне пшеницы методом электрофоретического фракционирования. Для определения величины массы белка в зерне пшеницы, полученного в 2019 и 2020 гг. в опыте предпосевной обработкой семян, было приготовлено 5 полиакриламидных гелей.

Исследовали 18 вариантов семян пшеницы. Установлено, что зерно каждого варианта содержало 16 белков с молекулярной массой в диапазоне от 250 до 10 kDa (табл. 13). По визуальной оценке образцы полностью однородны. Количество белковых компонентов во всех треках одинаково, треки абсолютно идентичны. Индекс однородности был подсчитан для каждого трека, среднее значение индекса для каждого геля варьирует в пределах от 0,186 до 0,189.

Внедрение полученных результатов в производство. Результаты научно-исследовательской работы и рекомендации автора были использованы и внедрены в производство в 2021-2022 гг. в к(ф)х Корнева А.Г. Ключевского района Алтайского края. Хозяйство расположено в степной зоне Алтайского края. Получено увеличение урожайности на вариантах с предпосевной обработкой семян на 0,4-0,6 т/га. Максимальная урожайность отмечена в 2022 г. на варианте с применением препарата XC 22, 0,5 % – 2,0 т/га, что на 30,0 % превысил показатель урожайности на контроле (1,4 т/га, без обработки).

Таблица 13 – Результаты электрофореза для оценки белков пшеницы

Гель №	Вариант	Год урожая	Количество компонентов по трекам		Дорожки с одинаковым распределением компонентов, шт.	Расстояние от кармана пластины, мм		Индекс однородности I	Среднее
			1	2		первый компонент	последний компонент		
1	Контроль	2019	16		1	10,1	53,6	0,188	0,189
	ВТ 12, 0,3 %	2019	16	16	2	10,2	53,5	0,191	
	ПО 3, 0,3 %	2019	16	16	2	10,1	53,6	0,188	
	Теллура Био	2019	16	16	2	10,2	53,4	0,191	
	Лигногумат	2019	16	16	2	10,1	53,5	0,189	
2	Контроль	2019	16		1	8,9	48,5	0,184	0,187
	Ризоплан	2019	16	16	2	9,1	48,4	0,188	
	ХС 22, 0,5 %	2019	16	16	2	9,2	48,3	0,190	
	Цитогумат	2019	16	16	2	9,1	48,6	0,187	
	ЛП 4, 0,5 %	2019	16	16	2	9	48,6	0,185	
3	Контроль	2020	16		1	9,3	50	0,186	0,187
	ВТ 12, 0,3 %	2020	16	16	2	9,4	50	0,188	
	ПО 3, 0,3 %	2020	16	16	2	9,3	50,1	0,186	
	Теллура Био	2020	16	16	2	9,4	50,2	0,187	
	Лигногумат	2020	16	16	2	9,3	50,1	0,186	
4	Контроль	2020	16		1	9,7	51,8	0,187	0,186
	Ризоплан	2020	16	16	2	9,7	51,5	0,188	
	ХС 22, 0,5 %	2020	16	16	2	9,6	51,6	0,186	
	Цитогумат	2020	16	16	2	9,5	51,6	0,184	
	ЛП 4, 0,5 %	2020	16	16	2	9,5	51,7	0,184	
5	Контроль	2019	16		1	10,4	55,2	0,188	0,188
	Гумат + 7	2019	16	16	2	10,3	55,1	0,187	
	Контроль	2020	16		2	10,4	55,3	0,188	
	Гумат + 7	2020	16	16	2	10,4	55,2	0,188	

4. Экономическая эффективность предпосевной обработки семян биологическими препаратами и их последствия при возделывании яровой мягкой пшеницы

Предпосевная обработка семян биологическими препаратами при производстве семенного материала яровой пшеницы рентабельна. Максимальная рентабельность получена на вариантах ХС 22, 0,5 % – 303,5 %, ВТ 12, 0,3 % – 280,6 %, ПО 3, 0,3 % – 274,8 % и препарата Лигногумат – 288,2 %, контроль – 260,1 %.

Уровень рентабельности на всех вариантах опыта 3 последствия биологических препаратов превысил рентабельность на контроле – 172,1 %. Максимальный уровень рентабельности получен на варианте ХС 22, 0,5 % – 308,6 %.

Таким образом, расчёты экономической эффективности показали, что предпосевная обработка семян яровой мягкой пшеницы биологическими препаратами и её последствия экономически выгодны.

Заключение

Проведённые нами исследования (2019-2022 гг.) в условиях лесостепи Приобья Алтайского края и внедрение в производство научных разработок позволяют сформулировать следующее:

1. Статистически установлено, что влияния биологических препаратов на формирование урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы сорта

Ирень показали значительные отличия по вариантам в зависимости от действия и последействия препаратов. Были выявлены препараты и их концентрации наиболее эффективные для предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы.

2. Выявлено положительное влияние действия предпосевной обработки семян на формирование густоты стояния растений. Количество сохранившихся растений к уборке на вариантах опыта 2 превышало показатель контроля. Превышение контроля на варианте ХС 22, 0,5 % было максимальным в опыте и составило 6,2 %. В среднем процент сохранившихся растений к уборке варьировал от 55,1 % (Цитогумат) до 59,6 % (ХС 22,0,5 %), контроль – 56,1 %.

Эффект от последействия предпосевной обработки был большим в сравнении с её действием относительно показателя контроля в опыте 3. Наивысшее количество сохранившихся растений к уборке получено на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 224 шт./м², превышение контроля – 12,0 %; ЛП 4, 0,5 % и Гумат + 7 – 220 шт./м², превышение контроля – 10,0 %. На варианте ХС 22, 0,5 % получена максимальная выживаемость растений в опыте – 50,7 %.

3. Доказано, что наибольший эффект при формировании элементов структуры урожая получен при действии биопрепаратов ХС 22, 0,5 % и Лигногумат; при последействии биопрепаратов ХС 22, 0,5 %, ЛП 4, 0,5 %.

Предпосевная обработка положительно повлияла на продуктивную кустистость – превышение контроля на всех вариантах составило 1,3-7,3 %; на варианте ХС 22, 0,5 % получена максимальная продуктивная кустистость – 1,23 шт./раст. и крупность зерна – 37,24 г, что на 2,1 % превышает показатель контроля.

При последействии обработки количество продуктивных стеблей относительно контроля увеличилось на вариантах: ХС 22, 0,5 % на 15,5 %, ЛП 4, 0,5 % на 12,3 %. Достоверное превышение контроля (33,8 г) по числу зёрен в колосе отмечено на вариантах: ЛП 4, 0,5 % (38,3 г) и Гумат + 7 (38,3 г). Масса зерна в колосе на всех вариантах опыта достоверно превзошла показатель контроля. Наивысшую массу отметили на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 1,58 г/колос и ЛП 4, 0,5 % – 1,52 г/колос. Высокая масса 1000 зёрен получена на вариантах ХС 22, 0,5 % – 39,32 г; ЛП 4, 0,5 % – 38,67; Ризоплан – 38,10, что превысило контроль, соответственно, на 8,4; 6,7 и 5,1 %.

4. В аспекте повышения урожайности обработка семян биопрепаратами увеличила урожайность на вариантах ЛП 4, 0,5 %, ВТ 12, 0,3 %, Лигногумат относительно контроля, соответственно, на 14,4; 7,0 и 9,4 %. Урожайность на варианте с ХС 22, 0,5 % (2,81 т/га) и с обработкой Лигногуматом (2,69 т/га) достоверно превысила урожайность на контроле.

В среднем, по вариантам с последействием обработки получена урожайность 4,13 т/га, превышающая показатели на вариантах с предпосевной обработкой семян биологическими препаратами – 2,48 т/га на 39,9 %. Достоверное превышение показателя контроля получено на всех вариантах опыта. Наибольшая урожайность сформировалась на вариантах: ХС 22, 0,5 %, ЛП 4, 0,5 %, ПО 3, 0,3 %, превышение контроля составило, соответственно, 65,9; 55,1 и 44,9 %.

Выявлена высокая положительная корреляция ($r > 0,7$) между признаками: урожайность и масса 1000 зёрен ($r = 0,7222$), масса зерна в колосе и масса 1000 зерен ($r = 0,8352$), урожайность и масса зерна в колосе ($r = 0,9497$).

5. Доказано положительное влияние действия и последействия биологических препаратов на качество зерна. Наибольшее содержание белка отмечено на вариантах: ХС 22, 0,5 % – 16,6 %, Лигногумат – 16,5 % и Ризоплан – 16,2 %, превышение показателя контроля – 16,1 % составило, соответственно, 0,5; 0,4 и 0,1 %. Максимальное содержание белка при последействии получено на варианте ХС 22, 0,5 % – 17,0 %.

Содержание клейковины в зерне на вариантах действия и последействия препаратов сформировалось выше 32 %, что соответствует 1-му классу. Максимальное содержание клейковины в зерне получено при последействии на варианте ХС 22, 0,5 % – 41,8 %.

Стекловидность зерна на всех вариантах действия и последействия выше 60 %, что позволяет отнести зерно к 1-му классу. Более высокий уровень натуры зерна получен на вариантах с последействием препаратов. Зерно на вариантах последействия: контроль, ЛП 4, 0,5 %, Цитогумат, Лигногумат с натурой зерна выше 750 г следует отнести к 1-му классу.

Анализ результатов исследования показал, что последействие предпосевной обработки семян биологическими препаратами оказывает более действенное положительное влияние на формирование качественных показателей зерна яровой пшеницы.

6. Выявлено, что Цитогумат, Ризплан, ВТ 12, 0,3 % и ХС 22, 0,5 % не способствуют оздоровлению семенного материала. Положительный эффект получили при обработке семян биологическими препаратами Теллура Био, ПО 3, 0,3 %. Доля неинфицированных семян на данных вариантах в зависимости от года составила 70,8-84,0 %.

7. Установлено, что предпосевная обработка биологическими препаратами не влияет на однородность белка в зерне. Каждый из исследуемых образцов содержал 16 белков с молекулярной массой в диапазоне от 250 до 10 kDa. Количество белковых компонентов во всех треках одинаково, треки абсолютно идентичны. Индекс однородности был подсчитан для каждого трека, среднее значение индекса для каждого геля варьирует в пределах от 0,186 до 0,189.

8. Расчёты экономической эффективности показали, что использование предпосевной обработки семян яровой мягкой пшеницы биологическими препаратами при посеве и пересев посевного материала с эффектом последействия препаратов экономически выгодны.

Максимальная рентабельность в опыте с обработкой получена на вариантах с использованием препаратов, полученных методом ВАГ ХС 22, 0,5 % – 303,5 %, ВТ 12, 0,3 % – 280,6 %, ПО 3, 0,3 % – 274,8 %, и препарата Лигногумат – 288,2 %, контроль – 260,1 %. Уровень рентабельности на всех вариантах при последействии биологических препаратов превысил рентабельность на контроле – 172,1 %. Максимальный уровень рентабельности получен на варианте ХС 22, 0,5 % – 308,6 %.

Практические рекомендации

1. Для повышения эффективности возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Приобья Алтайского края рекомендуем использовать биологические препараты при проведении предпосевной обработки семян: ХС 22, 0,5 % (норма расхода препарата 0,05 кг/т на 10 л/т), ВТ 12, 0,3 % (норма расхода препарата 0,03 кг/т на 10 л/т), ПО 3, 0,3 % (норма расхода препарата 0,03 кг/т на 10 л/т), Лигногумат 0,1 % (норма расхода 0,4 л/т на 10 л/т).

2. Рекомендуем в учебном процессе сельскохозяйственных вузов по дисциплинам: «Растениеводство», «Общая селекция и семеноводство», «Семеноведение полевых культур», «Земледелие», «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений» при подготовке бакалавров по направлению 35.03.04 – Агрономия; магистрантов по направлению 35.04.04 Агрономия (направленность «Адаптивные системы земледелия»; аспирантов по направлениям: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений, 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство использовать полученные нами материалы по применению биопрепаратов при возделывании яровой мягкой пшеницы, отзывчивости растений на предпосевную обработку семян биологическими препаратами при формировании урожайности и качественных показателей зерна.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ

1. Дворникова, Е. И. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий возделывания / Е. И. Дворникова, С. В. Жаркова, А. В. Нечаева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного университета. – 2019. – № 6 (176). – С. 5-10.

2. Жаркова, С. В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и её структура в зависимости от обработки семян биологическими препаратами / С. В. Жаркова, А. В. Нечаева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного университета. – 2021. – № 7 (201). – С. 51-56.

3. Нечаева, А. В. Влияние применения биологических препаратов на формирование качественных показателей зерна яровой пшеницы / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: электронный // Овощи России. – 2023. – (3). – С. 93-97. – URL: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-93-97>.

Публикации в изданиях, включенных в наукометрическую базу SCPI (Web of Science, Scopus)

1. Zharkova, S. Producing high-quality seeding material of russian spring soft wheat varieties in Priobskaya zone of Altay forest steppes / S. Zharkova, A. Nechaeva, N. Kiyani, I. Gefke // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Modern Problems of Ecology, Transport and Agricultural Technologies". – 2020. – 941 (1). – 012037.

2. Zharkova, S. V. The influence of biological preparations presowing seed treatment on the spring soft wheat yield formation in conditions of Altai Krai Ob region IOP Conference Series / S. V. Zharkova, A.V Nechaeva., V. N. Nikolaeva, L. V. Sokolova, O. V. Manylova // Earth and Environmental Science. – 2022. – 1010 (1). – 012143.

Публикации в сборниках и материалах конференций

1. Нечаева, А. В. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы и ее изменчивость в условиях Приобья Алтайского края / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса: сборник трудов Международной научно-практической онлайн-конференции (г. Новосибирск, 13 октября 2020 г.). – С. 104-108.

2. Нечаева, А. В. Влияние биологических препаратов на структуру урожайности яровой мягкой пшеницы / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции: в 2 книгах. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2021. – Кн. 1 – С. 191-192.

3. Нечаева, А. В. Структура семенной продуктивности яровой мягкой пшеницы при обработке посевного материала биологическими препаратами / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (18 февраля 2021 г.). – Курган: Изд-во КСХА им. Т. С. Мальцева, 2021. – С. 177-181.

4. Нечаева, А. В. Яровая пшеница. Отзывчивость растений на обработку семян биологическими препаратами / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Научно-практический журнал «Заметки ученого». – 2021. – № 6-1. – С. 538-542.

5. Нечаева, А. В. Отзывчивость яровой мягкой пшеницы на предпосевную обработку семян / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Пища. Экология. Качество: труды XVIII Международной научно-практической конференции (г. Краснообск, 18-19 ноября 2021 г.) / СФНЦА РФ. – Краснообск, 2021. – С. 433-436.

6. Нечаева, А. В. Формирование массы 1000 семян у сортов яровой мягкой пшеницы среднеранней группы в зависимости от экологических условий / А. В. Нечаева. – Текст: непосредственный // Молодёжь – Барнаулу: материалы XXII городской научно-практической конференции молодых учёных – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2020. – С. 32.

7. Нечаева, А. В. Результаты использования биологических препаратов при предпосевной обработке семян пшеницы / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей XVII Международной научно-практической конференции: в 2 книгах. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – Кн. 1 – С. 266-268.

8. Нечаева, А. В. Применение биологических препаратов в технологии возделывания пшеницы / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции (г. Горки, 26-27 января 2022 г.). – С. 167-170.

9. Нечаева, А. В. Сопряжённость показателей продуктивности яровой пшеницы сорта Ирень в условиях юга Западной Сибири / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 9 (72) – С. 45-48. – DOI 10.24412/2500-1000-2022-9-1-45-48.

10. Нечаева, А. В. Показатели прорастания семян в зависимости от предпосевной обработки биологическими препаратами / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Пища. Экология. Качество: труды XIX Международной научно-практической конференции (г. Новосибирск, 8-9 ноября 2022 г.). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2022. – С. 363-367.

11. Нечаева, А. В. Оценка влияния предпосевной обработки семян пшеницы на посевные показатели / А. В. Нечаева, С. В. Жаркова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVIII Международная научно-практическая конференция (9-10 февраля 2023 г.), приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – С. 266-268.