

На правах рукописи

Лагутина Анастасия Ивановна

**ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРЕДПОСЕВНОЙ
ОБРАБОТКИ СЕМЯН В ЗАЩИТЕ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
ОТ БОЛЕЗНЕЙ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

06.01.07 – защита растений

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Новосибирск 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: **Каплин Владимир Григорьевич**
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Порсев Игорь Николаевич**,
доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО «Курганская государственная
сельскохозяйственная академия», профессор
кафедры землеустройства, земледелия,
агрохимии и почвоведения

Тимофеев Вячеслав Николаевич
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Северного Зауралья»,
главный научный сотрудник лаборатории
защиты растений

Ведущая организация: ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»

Защита состоится 20 января 2017 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д 999.108.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» по адресу: 630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, зал заседаний ученого совета. Тел./факс: 8 (383) 267-05-10; e-mail: d_sovet@nsau.edu.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ и на официальном сайте [www. nsau.edu.ru](http://www.nsau.edu.ru)

Автореферат разослан « » декабря 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Шпатова Татьяна Владимировна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Увеличение производства высококачественного зерна яровой пшеницы является одной из важнейших задач агропромышленного комплекса Среднего Поволжья [Девликамов, 2007].

В системе защиты зерновых культур от вредных объектов значительную роль играет предпосевное протравливание семян химическими препаратами.

В настоящее время в современных технологиях производства сельскохозяйственной продукции немаловажное значение отводится различным экологически безопасным приемам предпосевной обработки семян, способствующим повышению их посевных качеств, урожайности и качества зерна [Бородин, 2008; Санин, 2010]. Это достигается благодаря обработке семян биопрепаратами, регуляторами роста, физическими приемами.

В этой связи использование биопрепаратов и физических методов обработки семян яровой пшеницы требует оценки их эффективности в сравнении с химическими препаратами и в зависимости от устойчивости растений к возбудителям заболеваний [Девликамов, 2007].

Степень разработанности темы. Среди физических методов широкое распространение получила обработка семян магнитным полем, электромагнитным излучением СВЧ- и КВЧ-диапазона [Плеханов, 1990; Девятков, Голант, Бецкий, 1991; Петров, 1991; Нижарадзе, 2004], совместно с биологическими препаратами (КВЧ+Агат-25К) [Штерншис и др., 2000; Кошелева, Нижарадзе, 2008; Прокофьева, 1999; Задорожная, 2003], что способствует снижению пестицидной нагрузки на почву, повышает урожайность возделываемых культур, способствует получению качественной и экологически безопасной продукции [Бородин, 2008; Нижарадзе, 2010; Меньшова 2010].

Недостаточно изучена эффективность физического воздействия на семена и растения импульсного магнитного поля, комбинированного воздействия физических приемов, биопрепаратов, пестицидов, сравнительная оценка их воздействия на устойчивость культур к вредным организмам, их продуктивность [Стаканов, Бурдужан, 1985; Савостин, 1998; Чирков, Богун, 2002; Сидорцов, 2008 и др.].

Цель исследования – определить эффективность физических методов предпосевной обработки семян в сравнении с химическими и биологическими препаратами в защите от корневых гнилей и листо-стеблевых инфекций и повышении урожайности мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Задачи исследования:

1. Изучить распространенность и развитие основных возбудителей корневых гнилей и листо-стеблевых инфекций яровой пшеницы, а также влияние изучаемых приемов на устойчивость к ним растений.

2. Определить эффективность воздействия физических методов предпосевной обработки семян в сравнении с биологическими и химическими приемами в защите яровой пшеницы от болезней.

3. Установить роль изучаемых обработок семян и вегетирующих растений яровой пшеницы в формировании урожайности и качества зерна.

Научная новизна. Впервые в лесостепи Среднего Поволжья проведены исследования по сравнительному определению эффективности предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы физическими, химическими, биологическими и комбинированными методами для улучшения их посевных качеств, показателей роста и развития, непосредственно влияющих на формирование урожайности. Впервые выявлены и испытаны эффективные методы предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы импульсным магнитным полем (ИМП) с энергией импульса (W) – 4,7 кДж, числом импульсов (n) – 5, при длительности импульса – 15-20 мкс; комбинированный прием: ИМП + Агат-25К; сочетание физических приемов предпосевной обработки семян с опрыскиванием посевов фунгицидом Амистар Экстра, повышающих устойчивость к болезням, урожайность и качество зерна пшеницы.

Теоретическая и практическая значимость. Применен физический метод воздействия на семена импульсным магнитным полем (ИМП); электромагнитным излучением КВЧ-диапазона, комбинированным методом ИМП+Агат-25К в сочетании с опрыскиванием растений в период вегетации фунгицидом Амистар Экстра. Дана сравнительная оценка экономической эффективности предпосевной обработки семян пшеницы.

Результаты исследования дают основания считать, что физические методы и комбинированный метод предпосевной обработки семян яровой пшеницы импульсным магнитным полем (ИМП), воздействием КВЧ-излучения, ИМП+Агат-25К по эффективности не уступают химическим приемам, но являются экологически безопасными и экономически менее затратными.

Методология и методы исследования. Методология исследований основывается на синтезе и анализе изучаемых процессов в защите яровой пшеницы от болезней и повышении её урожайности путем предпосевной обработки семян физическими, биологическими, комбинированными и химическими методами. Основу составлял научный эксперимент, в котором использовались общепринятые методики закладки и проведения полевых и лабораторных опытов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Способы стимулирования роста и устойчивости яровой пшеницы к абиотическим стрессам и инфекционным болезням на основе предпосевной обработки семян импульсным магнитным полем (ИМП) и электромагнитным излучением КВЧ – диапазона.
2. Эффективные технологические приемы предпосевной обработки семян яровой пшеницы импульсным магнитным полем и электромагнитным излучением КВЧ – диапазона для защиты яровой пшеницы от болезней, повышения урожая и его качества.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов обоснована применением общепринятых методик полевых и лабораторных исследований, статистических методов обработки полученных данных и испытанием результатов исследований в производственных условиях.

Материалы исследований были доложены на областной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки» (Самара,

2001); Международной научно-практической конференции «Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2002); научных конференциях профессорско-преподавательского состава и на заседаниях кафедры «Химия и защита растений» Самарской государственной сельскохозяйственной академии (Кинель, 2008, 2009, 2010, 2011); Международном микологическом форуме (Москва, 2009, 2010); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 145-летию РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва, 2010) 3-м съезде микологов России (Москва, 2012).

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 172 страницах компьютерной верстки, иллюстрирована 4 рисунками и 40 таблицами, состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, приложений. Библиографический список включает 288 источника, в том числе 35 – на иностранных языках.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 статей, из них 4 статьи – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личное участие автора. Диссертация содержит фактический материал, полученный автором в течение 2008–2010 гг. Помощь в проведении структурного анализа элементов продуктивности пшеницы оказали сотрудники и студенты кафедры «Химии и защиты растений» Самарской ГСХА, обработка и анализ собранного материала выполнены автором самостоятельно.

Исследования проводили совместно с кандидатом биологических наук, доцентом Нижарадзе Т.С. и старшим преподавателем Меньшовой Е.А. кафедры физики, математики, информационных технологий ФГБОУ ВО Самарская ГСХА [Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2012; Нижарадзе, Кошелев, Кошелева, Позднякова (Лагутина) [и др.], 2001; Нижарадзе, Кошелева, Позднякова (Лагутина), 2002; Меньшова, Соколова (Лагутина), Фирсов, Нижарадзе, 2010; Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2011; Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2012].

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении диссертации обоснована актуальность работы, отмечена ее практическая значимость, сформулированы цель и задачи исследований.

1. Грибные болезни яровой пшеницы и методы борьбы с ними (обзор литературы)

В первой главе диссертации выполнен обзор работ по распространению, биологическим особенностям, вредоносности грибной микрофлоры яровой пшеницы; современному состоянию исследований по применению в защите растений от болезней физических, химических и биологических методов предпосевной обработки семян; влиянию предпосевной обработки семян на водный режим больных растений.

2. Природные условия Самарской области и района исследований

Рассмотрены рельеф, климат, почвы, растительность, метеоусловия в годы исследований. В период полевых исследований (2008-2010 гг.) условия тепло- и влагообеспеченности 2008 г. были сравнительно благоприятными для развития пшеницы, но низкое количество осадков в первых декадах мая и июня способствовали снижению урожайности сельскохозяйственных культур; 2009 г. был засушливым и 2010 г. – острозасушливым.

3. Условия, материалы и методы исследований

Схема опыта 1 разрабатывалась совместно с Т.С. Нижарадзе и Е.А. Меньшовой под руководством д.б.н. Каплина В.Г. Предпосевную обработку семян закладывали на одинаковых установках по одинаковой общепринятой методике.

Полевые опыты проводили на опытных полях Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова в окрестностях п. Усть-Кинельский. Почвенный покров опытного поля типичный для юга лесостепи Среднего Поволжья, представлен чернозёмом обыкновенным среднегумусным, среднемощным, тяжелосуглинистым с содержанием 7-8% гумуса.

Район проведения исследований относится к области пониженного увлажнения, ГТК – 0,8-0,7. В отдельные годы в течение вегетационного периода наблюдаются недостаток влаги как в почве, так и в воздухе и значительное количество суховейных дней.

В исследованиях применялись два однофакторных опыта:

Опыт 1: предпосевная обработка семян физическим, биологическим, химическим и комбинированным методами:

1. Контроль (10л/т H₂O)
2. КВЧ-излучение ($\lambda = 7,1$ мм, $f = 42194 \pm 10$ МГц, $t = 30'$) (10л/т H₂O)
3. Импульсное магнитное поле (ИМП, $W=4,7$ кДж, $n=5$) (10 л/т H₂O)
4. Агат 25К (40 мл/т + 10л/т H₂O)
5. Дивиденд Стар (0,75 л/т + 10л/т H₂O)
6. ИМП + Агат 25К (40 мл/т + 10л/т H₂O)

Опыт 2: опыт 1 + опрыскивание растений фунгицидом Амистар Экстра, СК (0,5 л/га) в период вегетации.

Воздействия на семена осуществлялись путем обработки их физическими методами: электромагнитным излучением аппарата КВЧ–терапии «Явь - 1» (с длиной волны $\lambda=7,1$ мм в течение 30 мин); импульсным магнитным полем (ИМП) на магнитно-импульсной установке типа МИУ – 30/20 КП (с энергией импульса $W=4,7$ кДж и числом импульсов $n=5$, при длительности импульса – 15-20 мкс) в Самарском государственном аэрокосмическом университете; биологическим (биофунгицидом Агат-25К) и химическим (фунгицидом системного действия Дивиденд Стар) методами в лаборатории кафедры химии и защиты растений СГСХА. В схему опыта была включена комбинированная обработка (ИМП+Агат-25К). Перед посевом семена увлажняли во всех вариантах опытов (10л/т H₂O).

Растения яровой пшеницы в опыте 2 (кроме контрольного варианта) были обработаны 09 июня 2008 г. - в фазу трубкования; 19 июля 2009 г., 1 июля 2010 г. - в фазы колошения, молочной спелости фунгицидом Амистар Экстра, СК ручным опрыскивателем с нормой расхода препарата 0,5 л/га и расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Посев осуществлялся сеялкой ССФК-7. Варианты опыта размещались систематическим методом в 4-х кратной повторности по методике ГОССОРТОСЕ-ТИ. Учетная площадь делянок 26 м². Предпосевная обработка семян препаратами, а также их облучение проводились в недельный срок перед началом посевных работ.

Опыты сопровождалось следующими лабораторно-полевыми наблюдениями, учетами и анализами, в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [1985; 1979], Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [1971], П.Г. Найдина [1969] и Л.Л. Балашева [1968] и др.:

- Энергию прорастания и всхожесть семян определяли по ГОСТу – 12038-84 [1991].

- Биологическую эффективность изучаемых методов обработок семян определяли с помощью синтетической среды Чапека, применяемой для культивирования грибов. Видовой состав возбудителей определялся микроскопическим методом [Наумова, 1970].

- Густота всходов и сохранность растений к уборке подсчитывалась на закрепленных учетных площадках площадью 0,25 м², в четырехкратной повторности на каждой делянке [Майсурия, 1970; Митрофанов, Новоселов, Харьков, 1971].

- Фенологические наблюдения проводились по фазам развития растений на двух несмежных повторностях опыта в соответствии с методикой ГСУ [Балакшева и др., 1971].

- Пораженность опытных растений болезнями учитывалась в течении всей вегетации, руководствуясь рекомендациями Г.П. Шуровенкова и А.Ф. Ченкина [1984]. Степень поражения листьев септриозом пшеницы (*Septoria tritici*) и мучнистой росой (*Blumeria graminis*) определяли по шестибалльной шкале Т.И. Захаровой [1978]. Пораженность листьев пшеницы бурой ржавчиной (*Puccinia recondita*) учитывали по шкале Р.Ф. Петерсона [1948]. В течение вегетации проводили два учета пораженности опытных растений корневыми гнилями (*Fusarium graminearum*, *Bipolaris sorokiniana* (*Helminthosporium sativum*)) в фазы всходов-кущения и восковой-полной спелости зерна по общепринятой методике [Косов, Поляков, 1958; Эльчибаев, 1981].

- Наблюдения за динамикой линейного роста растений проводили два раза за вегетацию – перед фазой колошения растений и уборкой.

- Структуру урожайности определяли путем разбора снопов, отобранных перед уборкой урожая с пробных площадок, на которых определялась густота всходов [Майсурия, 1970]. Масса 1000 зерен определялась в соответствии с ГОСТом 12042-84.

- Урожайность учитывалась методом прямого комбайнирования малогабаритным самоходным комбайном «Sampro-130», с определением его влажности для дальнейшего пересчета на 14% влажность.

- Определение содержания сырого протеина, сырой клетчатки и аминокислот в зерне проводили по ГОСТ Р 50817-95 на аппарате ИК-4500.
- Экономическая эффективность рассчитывалась по методике С.И. Несмеянова и Н.Н. Мосиной [2000] в сопоставимых ценах.
- Статистическая обработка полученных данных осуществлялась дисперсионным методом [Доспехов, 1985].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4. Влияние методов предпосевной обработки семян на рост и развитие растений, пораженность болезнями и урожайность яровой пшеницы

Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести, густоты стояния растений, урожайности мягкой яровой пшеницы (подразделы 4.1.1; 4.5.1 и 4.5.3) проводили совместно с кандидатом биологических наук, доцентом Т.С. Нижарадзе и старшим преподавателем Е.А. Меньшовой кафедры физики, математики, информационных технологий ФГБОУ ВО Самарская ГСХА [Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2012; Нижарадзе, Кошелев, Кошелева, Позднякова (Соколова) [и др.], 2001; Нижарадзе, Кошелева, Позднякова (Соколова), 2002; Меньшова, Соколова (Лагутина), Фирсов, Нижарадзе, 2010; Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2011; Меньшова, Соколова (Лагутина), Нижарадзе, 2012].

Влияние предпосевной обработки семян на посевные качества, рост и развитие растений. Оценка влияния 8 режимов предпосевной обработки семян импульсным магнитным полем (ИМП) на их посевные качества, позволила выявить оптимальный вариант с энергией импульса (W) – 4,7 кДж, числом импульсов (n) – 5, при длительности импульса – 15–20 мкс, где энергия прорастания семян была на 1,6, а лабораторная всхожесть – на 3,0% выше, чем в контроле. В целом наибольшее положительное влияние на энергию прорастания семян яровой пшеницы оказали ИМП+Агат-25К, КВЧ-излучение и ИМП, а на их лабораторную всхожесть – ИМП+Агат-25К и Дивиденд Стар (табл. 1, 2).

Таблица 1- Влияние приемов предпосевной обработки семян яровой пшеницы на их энергию прорастания

№ п/п	Вариант опыта	Годы наблюдений							
		2008		2009		2010		среднее	
		%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %
1	Контроль	95,7	—	76,0	—	75,3	—	82,3	—
2	КВЧ-излучение	98,0	2,4	74,0	–2,6	79,3	5,3	83,7	1,7
3	ИМП	97,3	1,7	73,3	–3,6	80,1	6,4	83,5	1,5
4	Агат-25К	96,3	0,6	73,9	–2,8	77,3	2,7	82,5	0,2
5	Дивиденд Стар	95,3	–0,4	76,7	0,9	75,9	0,8	82,6	0,4
6	ИМП+ Агат-25К	96,0	0,3	80,3	5,7	81,7	8,5	86,3	4,8
	НСР ₀₅	0,3		0,6		0,5			

Высокая эффективность предпосевной обработки семян физическим (КВЧ и ИМП), биологическим (Агат-25К) и комбинированным (ИМП+Агат-25К) методом сохраняется в течение двух-трех, а Дивидендом Стар – трех-четырех месяцев.

Наибольшее увеличение полноты всходов в полевых условиях отмечено в опыте с КВЧ-излучением (на 3,3%) ИМП+Агат-25К (2,8%) и Агат-25К (2,6%). Обработка семян КВЧ-излучением, ИМП, ИМП+Агат-25К способствовали более раннему (в среднем на один день) появлению всходов.

Таблица 2- Влияние приемов предпосевной обработки семян яровой пшеницы на их лабораторную всхожесть

№ п/ п	Вариант опыта	Годы наблюдений							
		2008		2009		2010		среднее	
		%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %	%	биологическая эффективность, %
1	Контроль	97,0	—	93,0	—	96,0	—	95,3	—
2	КВЧ-излучение	98,7	1,8	91,7	–1,4	96,0	0,0	95,5	0,2
3	ИМП	97,7	0,7	93,7	0,8	98,0	2,1	96,5	1,3
4	Агат-25К	97,3	0,3	93,3	0,3	98,7	2,8	96,4	1,2
5	Дивиденд Стар	97,3	0,3	96,3	3,5	98,7	2,8	97,4	2,2
6	ИМП+ Агат-25К	97,3	0,3	97,7	5,1	96,7	0,7	97,2	2,0
НСР ₀₅		0,4		0,3		0,3			

Обработка посевов фунгицидом Амистар Экстра увеличила период вегетации растений на 3–5 дней в во влажном 2008 г. и умеренно засушливом 2009 г. и на 2–3 дня в острозасушливом 2010 г. Предпосевная обработка семян ИМП и Агатом-25К увеличивала высоту растений, соответственно на 2,4 и 1,4% в середине и на 2,7 и 2,3% – в конце вегетационного периода, по сравнению с контрольным вариантом.

Влияние методов предпосевной обработки семян на пораженность растений основными болезнями. Среди листовых болезней яровой пшеницы отмечены мучнистая роса, бурая листовая ржавчина, септориоз; стеблей и корней – корневые гнили, зерна – «чернота зародыша».

Мучнистая роса (*Blumeria graminis*) развивалась во влажном 2008 г. и умеренно засушливом 2009 г. со средней интенсивностью развития и распространенностью заболевания, соответственно 0,5–0,6% и 10,0%. Устойчивость к заболеванию в наибольшей степени повышала предпосевная обработка семян КВЧ-излучением, регулятором роста с фунгицидным действием Агат-25К, ИМП+Агат-25К, протравителем Дивиденд Стар и опрыскивание посевов фунгицидом Амистар Экстра.

Заболевание растений яровой пшеницы бурой листовой ржавчиной (*Puccinia recondita*) отмечалось только в сравнительно влажном и прохладном 2008 г. с распространенностью 67–73%, интенсивностью развития – 1,1–1,2%. Развитие ржавчины сдерживали предпосевная обработка семян Дивидендом Стар, ИМП+Агат-25К и особенно опрыскивание посевов фунгицидом Амистар Экстра.

Септориоз (*Mycosphaerella graminicola* (= *Septoria tritici*) отмечался на яровой пшенице во все годы наблюдений со средней распространенностью 54–73%,

интенсивностью развития 10–12%. Корневые гнили (*Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* sp.) поражали яровую пшеницу во все годы наблюдений с распространенностью 26–55% и интенсивностью развития 8–20% с максимальным поражением в засушливые годы (табл. 3, 4).

Таблица 3- Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на интенсивность развития септориоза (%) (средние данные учетов в 2008–2010 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Фаза колошения		Фаза цветения	
		%	Б	%	Б
1	Контроль	12,0	–	10,3	–
2	КВЧ-излучение	10,0	17,0	8,8	14,3
3	ИМП	10,3	14,3	7,1	30,8
4	Агат-25К	10,8	9,9	8,9	13,5
5	Дивиденд Стар	7,5	37,9	5,8	43,6
6	ИМП+ Агат-25К	8,1	32,8	7,6	26,0

Б – биологическая эффективность, %.

Таблица 4- Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на распространенность и развитие корневых гнилей (средние данные учетов в 2008–2010 гг.)

№ п/п	Варианты опыта	Интенсивность развития, %				Распространенность, %			
		Фаза всходов		Фаза восковой спелости		Фаза всходов		Фаза восковой спелости	
		%	Б	%	Б	%	Б	%	Б
1	Контроль	13,3	–	13,1	–	31,5	–	36,9	–
2	КВЧ-излучение	10,5	22,4	10,9	16,5	28,4	12,9	32,9	10,8
3	ИМП	10,6	21,5	11,0	15,8	27,5	11,1	33,6	8,9
4	Агат 25К	9,9	29,3	10,1	23,1	21,9	32,6	32,5	12,0
5	Дивиденд Стар	5,5	60,7	7,2	44,8	16,9	49,7	23,2	37,1
6	ИМП+Агат 25К	8,3	38,9	11,3	13,8	23,5	27,0	33,3	9,8

Б – биологическая эффективность, %.

Грибы рода *Alternaria* вызывали развитие «черноты зародыша» зерна. Распространенность «черноты зародыша» зерна составляла 8–24%, а интенсивность ее развития – 4–6% с максимальным поражением во влажные (2008 г.) и минимальным в острозасушливые (2010 г.) годы (табл. 5). В среднем наибольшая эффективность предпосевной обработкой семян против септориоза, корневых гнилей и «черноты зародыша» отмечена в опытах с Дивидендом Стар и ИМП+Агат-25К.

Корреляционный анализ между болезнями яровой пшеницы и гидротермическими условиями (сумма осадков, температура воздуха) показал, что распространенность и развитие мучнистой росы были тем выше, чем больше осадков было в апреле и чем меньше была температура воздуха в период вегетации с коэффициентами корреляции, соответственно 0,83–0,98 и до –0,90.

Развитие бурой листовой ржавчины было тесно положительно связано с количеством осадков в период вегетации (май-июль) (коэффициент корреляции 0,82–0,99) и температурой воздуха в апреле (коэффициент корреляции 0,88) и отрицательно – с температурой воздуха в мае-июле (коэффициент корреляции до –0,99).

Таблица 5- Распространенность и развитие «черного зародыша» на яровой пшенице (средние данные учетов в 2008–2010 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Интенсивность развития				Распространенность			
		Опыт 1*		Опыт 2**		Опыт 1*		Опыт 2**	
		%	Б***	%	Б	%	Б	%	Б
1	Контроль	4,1	–	4,2	–	14,5	–	12,9	–
2	КВЧ-излучение	3,1	24,8	2,4	42,5	8,9	38,7	7,5	41,9
3	ИМП	2,9	30,3	2,5	40,6	10,1	30,6	7,2	44,5
4	Агат-25К	2,9	29,7	2,6	38,4	9,2	36,4	7,7	40,5
5	Дивиденд Стар	2,3	44,8	2,0	52,9	7,2	50,1	4,4	66,0
6	ИМП+ Агат-25К	3,0	27,5	2,6	38,6	7,5	48,4	6,0	53,3

*опыт 1 – предпосевная обработка семян; ** опыт 2 – предпосевная обработка семян + опрыскивание в период вегетации (09 июня 2008 г. – в фазу трубкования; 19 июля 2009 г. – в фазу молочной спелости; 1 июля 2010 г. – в фазу молочной спелости) фунгицидом Амистар Экстра; Б*** – биологическая эффективность, %.

Увеличение количества осадков в период вегетации способствовало возрастанию распространенности, но снижению интенсивности развития септориоза с коэффициентами корреляции –0,97––0,98. При этом в период вегетации (май-июль) повышенные температуры воздуха ограничивали распространенность, но способствовали усилению развития септориоза с коэффициентами корреляции, соответственно –0,81– –0,99 и 0,95.

Возбудители корневых гнилей в Среднем Поволжье наиболее вредоносны для всходов пшеницы, вызывая их гибель. Усилению их развития способствуют уменьшение осадков в апреле – мае, более прохладные условия в апреле и теплые в мае. Пораженность зерна пшеницы «чернотой зародыша» возрастает в более влажные и прохладные в период вегетации годы.

Влияние методов предпосевной обработки семян на водный режим в листьях больных растений яровой пшеницы. К факторам устойчивости к засушливым условиям можно отнести увеличение общей оводненности и водоудерживающей способности тканей растений при увеличении содержания связанной и снижении в них подвижной влаги.

У здоровых растений яровой пшеницы в сравнительно засушливом 2009 г., когда в мае и июне количество осадков было в 2,2 раза ниже среднемноголетних значений, в фазу кушения наилучшие показатели водного режима растений получены в опытах с предпосевной обработкой семян Дивидендом Стар и ИМП, где водоудерживающая способность растений возросла, соответственно на 22 и 8%, а содержание подвижной влаги снижалось на 1 и 9% по сравнению с контролем. В фазу трубкования в засушливых условиях июня оптимальные показатели водного режима отмечены в опыте с КВЧ-излучением, где общая оводненность возросла на 5, водоудерживающая способность – на 36, а содержание подвижной влаги уменьшилось на 17%. В фазу молочной спелости увеличение общей оводненности

и водоудерживающей наблюдались в опытах с КВЧ-излучением и Дивидендом Стар. В острозасушливом 2010 г. в фазу кущения общая оводненность незначительно (на 0,1–2%) уменьшалась во всех вариантах с предпосевной обработкой семян; водоудерживающая способность увеличивалась на 14–17, содержание подвижной влаги уменьшалось на 16–18% в опытах с Дивидендом Стар и ИМП+Агат-25К, по сравнению с контролем. В фазу трубкования эта тенденция сохранилась, при увеличении общей оводненности на 4–11%. В фазу молочной спелости оптимальный водный режим растений складывался в опыте с ИМП+Агат-25К с увеличением общей оводненности на 3, водоудерживающей способности на 17, при снижении содержания подвижной влаги на 7%. Иными словами, наибольшее положительное влияние на водный режим здоровых растений оказала предпосевная обработка семян ИМП+Агат-25К и Дивидендом Стар.

У растений, пораженных септориозом, происходило уменьшение общей оводненности и водоудерживающей способности и увеличение содержания подвижной влаги на 3–4%, что говорит об ухудшении водного режима больных растений. Предпосевная обработка семян увеличивала водоудерживающую способность листьев больных растений на 0,2–7,7%, по сравнению с контролем без обработки (табл. 6).

Таблица 6- Влияние септориоза на водный режим листьев яровой пшеницы, в фазу молочной спелости

Вариант опыта	20.07.2009			29.06.2010			среднее		
	О.О.	В.С.	П.В.	О.О.	В.С.	П.В.	О.О.	В.С.	П.В.
Листья здоровых растений яровой пшеницы									
Контроль, %	65,9	21,1	42,9	62,0	33,4	28,6	64,0	27,3	35,8
Предпосевная обработка семян, % (среднее)	70,2	20,3	47,9	63,0	33,1	31,1	66,6	26,7	39,6
Биологическая эффективность, %	6,5	-3,9	-11,7	1,6	-0,8	-8,8	4,0	-2,1	-10,5
Пораженные септориозом листья яровой пшеницы									
Контроль, %	64,1	18,5	47,5	57,4	28,4	29,0	60,8	23,5	38,3
Предпосевная обработка семян, % (среднее)	68,3	19,9	50,4	64,7	28,5	36,3	66,5	24,2	43,3
Биологическая эффективность, %	6,6	7,7	-6,0	12,7	0,2	-25,0	9,4	3,0	-13,1

О.О. – общая оводненность; В.С. – водоудерживающая способность; П.В. – подвижная влага.

Влияние предпосевной обработки семян на биохимический состав зерна яровой пшеницы. Массовая доля белка и сырой клейковины в сухом веществе зерна в засушливые 2009 и 2010 гг. составляла, соответственно 14,3–16,6 и 32,4–34,4%, а во влажном 2008 г. эти показатели снижались до 13,6 и 26,4%. ИДК составляло в 2008 г. 100, 2009–2010 гг. – 82–90 у.е., а стекловидность, соответственно 71 и 79–85%. Наилучшим было качество зерна в 2009 г., когда по всем показателям, за исключением ИДК зерно относилось к первому классу, а наихудшим – во влажном 2008 г. (2-3 класс). Под влиянием предпосевной обработки семян массовая доля белка в зерне возрастала на 2–8, сырой клейковины – на 4–6, стекловидность – на 1–6%, по сравнению с контролем, достигая максимума в опытах с КВЧ-излучением, ИМП (массовая доля белка, сырой клейковины), Агат-25К

(стекловидность). Качество сырой клейковины в большинстве вариантов опытов, за исключением КВЧ-излучения, ухудшалось.

Содержание в зерне большинства аминокислот, за исключением триптофана, было максимальным также в 2009 г. Минимальное содержание лизина, аспарагиновой, глютаминовой аминокислот, пролина и глицина отмечено во влажном 2008 г., а метионина, цистина, треонина, серина, аланина – в острозасушливом 2010 г. В опытах с предпосевной обработкой семян в среднем содержание в зерне цистина возрастало на 32, триптофана – на 11, лизина, метионина и аспарагиновой кислоты – на 5–7, серина и пролина – на 2–4, треонина, глютаминовой кислоты и аланина – на 1–1,5%, лишь содержание глицина снижалось на 1,4%, по сравнению с контролем.

Содержание в зерне метионина, цистина, триптофана, аспарагиновой кислоты, треонина, глютаминовой кислоты, пролина и аланина в наибольшей степени возрастало в опыте с КВЧ-излучением, соответственно на 9, 69, 25, 8, 4, 2, 7, и 2%, по сравнению с контролем. По сравнению с контролем, максимальное увеличение содержания в зерне лизина (на 11%) отмечено в опыте с Агатом, серина (4%) – ИМП, глицина (на 6%) – ИМП+Агат-25К. Иными словами, в улучшении аминокислотного состава зерна, увеличении содержания в зерне большинства аминокислот, наибольшую роль играет предпосевная обработка семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона, о чем убедительно свидетельствуют полученные данные.

Влияние метеоусловий года и предпосевной обработки семян на показатели продуктивности пшеницы. Во влажном 2008 г., когда сложились благоприятные условия в начальный период развития растений, наибольшее положительное влияние на густоту стояния растений оказала предпосевная обработка семян Дивидендом Стар, их сохранность – Агатом-25К, продуктивную кустистость – ИМП; в сравнительно засушливом 2009 г., соответственно – Дивидендом Стар, КВЧ-излучением, КВЧ-излучением; в острозасушливом 2010 г. – ИМП, ИМП, ИМП и Дивидендом Стар. В среднем за годы исследований густота стояния растений яровой пшеницы в опытах была выше, чем в контроле, соответственно на 2,0; 4,1; 3,5; 8,8 и 4,3% по всем вариантам опыта.

В опыте без применения фунгицида Амистар Экстра наибольшему увеличению **количества продуктивных стеблей и числа зерен в колосе** способствовала предпосевная обработка семян **фунгицидом Дивиденд Стар** (на 5–11%, по сравнению с контролем); с опрыскиванием посевов фунгицидом Амистар Экстра в период вегетации – обработка семян электромагнитным **излучением КВЧ-диапазона** (на 9–10%). На **массу 1000 зерен и массу зерен в колосе** максимальное положительное действие в опытах без применения и с применением фунгицидов в период вегетации оказала предпосевная обработка семян электромагнитным **излучением КВЧ-диапазона**, где значения этих показателей возрастали, соответственно на 6–8 и 13–19%, по сравнению с контролем. Опрыскивание посевов в период вегетации фунгицидом Амистар Экстра против листовых болезней способствует также увеличению периода вегетации культуры. Вероятно, это способствовало под его влиянием увеличению числа зерен в колосе на 6,7, массы зерна в колосе на 15%, по сравнению с контролем.

Бурая листовая ржавчина оказала влияние на элементы структуры урожайности. Коэффициент корреляции между развитием ржавчины и количеством продуктивных стеблей составил $-0,96 \pm 0,02$, числом зерен в колосе – $-0,95 \pm 0,03$. Поражение септориозом способствовало снижению числа зерен в колосе ($r = -0,86 \pm 0,04$), массы 1000 зерен ($r = -0,99$). Коэффициент корреляции между распространенностью и интенсивностью развития корневых гнилей в фазу всходов и массой 1000 зерен составил $-0,97 - -0,98$. Данные корреляционного анализа показали достоверную обратно пропорциональную связь между «чернотой зародыша» и числом зерен в колосе ($r = -0,98 \pm 0,01$).

В среднем предпосевная обработка семян обусловила увеличение урожайности во влажном 2008 г. на 11–17, умеренно засушливом 2009 г. на 0,4–7,0%, в острозасушливом 2010 г. на 8–16% (табл. 7).

Наибольшие прибавки урожайности зерна отмечены в опытах с обработкой семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона, комплексным приемом ИМП+Агат-25К и Дивидендом Стар. Физические приемы были наиболее эффективны во влажные и острозасушливые годы.

Таблица 7 - Урожайность пшеницы в зависимости от приемов предпосевной обработки семян яровой пшеницы (средние данные учетов в 2008–2010 гг.)

№ п/п	Варианты опыта	Опыт 1*		Опыт 2**	
		т/га	X***	т/га	X
1	Контроль	1,82	–	1,69	–
2	КВЧ-излучение/	2,04	12,1	1,99	17,8
3	ИМП	1,94	6,6	1,82	7,7
4	Агат-25К	1,89	3,8	1,79	5,9
5	Дивиденд Стар	2,01	10,4	1,87	10,7
6	ИМП+ Агат-25К	1,97	8,2	1,88	11,2

*опыт 1 - без применения фунгицидов в период вегетации;

** опыт 2 - опрыскивание в период вегетации (09 июня 2008 г. – в фазу трубкования; 19 июля 2009 г. – в фазу молочной спелости; 1 июля 2010 г. – в фазу молочной спелости) фунгицидом Амистар Экстра; X*** – хозяйственная эффективность, %.

Во влажном 2008 г. опрыскивание посевов пшеницы фунгицидом Амистар Экстра против листовых болезней способствовало увеличению урожайности зерна на 6,9%. Наиболее значимые обратно пропорциональные связи обнаружены между урожайностью и развитием септориоза ($r = -0,85 \pm 0,05$); распространенностью и интенсивностью развития корневых гнилей (в опыте 1 $r = -0,81 \pm 0,06$).

5. Экономическая эффективность методов предпосевной обработки семян яровой пшеницы

Предпосевная обработка семян повышала рентабельность выращивания яровой пшеницы на 3,4–16,5%, а при дополнительных расходах на опрыскивание фунгицидом Амистар Экстра – на 4,3–12,5%. Наибольший уровень рентабельности получен в вариантах с мало затратной и экологически безопасной предпосевной обработкой семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона и импульс-

ным магнитным полем, а наименьший – в варианте с протравителем Дивиденд Стар (табл. 8).

Таблица 8- Экономическая эффективность приемов предпосевной обработки семян яровой пшеницы (средние данные за 2008–2010 гг.)
(цена реализации – 6500 руб/т)

№ п/п	Показатели	Варианты опыта					
		Кон- троль	КВЧ- излучение	ИМП	Агат-25К	Дивиденд Стар	ИМП+ Агат-25К
Опыт 1 (предпосевная обработка семян без опрыскивания посевов фунгицидами)							
1.	Урожайность, т/га	1,82	2,04	1,94	1,89	2,01	1,97
2.	Стоимость продукции, руб/га	11830	13260	12610	12285	13065	12805
3.	Производственные за- траты, руб./га	9054,2	9354,7	8567,5	8954,7	9744,7	9167,5
4.	Уровень рентабельно- сти, %	30,7	41,7	47,2	37,2	34,1	39,7
5.	Окупаемость затрат об- щая, руб./руб.	1,31	1,42	1,47	1,37	1,34	1,40
Опыт 2 (предпосевная обработка семян + опрыскивание в период вегетации фунгицидом Амистар Экстра)							
1.	Урожайность, т/га	1,69	1,99	1,82	1,79	1,87	1,88
2.	Стоимость продукции, руб/га	10985	12935	11830	11635	12155	12220
3.	Производственные за- траты, руб./га	10035,5	10598,7	10398,7	10205,1	10793,7	10503,7
4.	Уровень рентабельно- сти, %	9,5	22,0	13,8	14,0	12,6	16,3
5.	Окупаемость затрат об- щая, руб./руб.	1,09	1,22	1,14	1,14	1,13	1,16

Выводы

1. В посевах пшеницы среди возбудителей корневых гнилей преобладали несовершенные грибы *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium* spp. К возбудителям листовых болезней относились сумчатые грибы, вызывающие развитие септориоза (*Mycosphaerella graminicola* (= *Septoria tritici*), мучнистой росы (*Blumeria graminis*), базидиомицеты – бурая ржавчина (*Puccinia recondita*). Развитие «черноты зародыша» вызывали несовершенные грибы рода *Alternaria*. Бурая листовая ржавчина развивалась лишь во влажные годы (2008 г.); мучнистая роса – во влажные и умеренно засушливые (2008, 2009 гг.); септориоз; корневые гнили и «чернота зародыша» во все годы исследований (2008-2010 гг.). Распространенность бурой листовой ржавчины составляла 67–73, интенсивностью ее развития – 1,1–1,2%; мучнистой росы – соответственно 10,0 и 0,5–0,6%; септориоза – 54–73 и 10–12%; корневых гнилей – 26–55 и 8–20%; «черноты зародыша» – 7–24 и 3–6%. Максимальное развитие корневых гнилей наблюдалось в сухие, а «черноты зародыша» – во влажные годы.

2. Исследованные болезни пшеницы оказали достоверное влияние на элементы структуры урожайности. Коэффициент корреляции между развитием ржавчины и количеством продуктивных стеблей составил $-0,96 \pm 0,02$, числом зерен в колосе – $-0,95 \pm 0,03$. Поражение септориозом способствовало снижению числа зерен в колосе ($r = -0,86 \pm 0,04$), массы 1000 зерен ($r = -0,99$) и уменьшению урожайности. Коэффициент корреляции между распространенностью и интенсивностью развития корневых гнилей в фазу всходов и массой 1000 зерен составил $-0,97 - -0,98$. Данные корреляционного анализа показали обратно пропорциональную связь между «чернотой зародыша» и числом зерен в колосе ($r = -0,98 \pm$). Наиболее значимые обратно пропорциональные связи обнаружены между урожайностью и развитием септориоза ($r = -0,85 \pm 0,05$); интенсивностью развития корневых гнилей (соответственно: $r = -0,81 \pm 0,06$).

3. Впервые выявлены и испытаны эффективные приемы предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы импульсным магнитным полем (ИМП) с энергией импульса (W) – 4,7 кДж, числом импульсов (n) – 5, при длительности импульса – 15–20 мкс; комбинированный прием: ИМП+Агат-25К; сочетание физических приемов предпосевной обработки семян с опрыскиванием посевов фунгицидом Амистар Экстра, повышающие устойчивость к болезням, урожайность и качество зерна пшеницы.

4. Высокая эффективность предпосевной обработки семян физическим (КВЧ и ИМП), биологическим (Агат-25К) и комбинированным (ИМП+ Агат-25К) методом сохраняется в течение двух-трех, а Дивидендом Стар – трех-четырех месяцев, что необходимо учитывать при планировании сроков их обработки.

5. У растений, пораженных септориозом, происходило уменьшение общей оводненности и водоудерживающей способности и увеличение содержания подвижной влаги на 3–4%, что говорит об ухудшении водного режима больных растений. Предпосевная обработка семян увеличивала водоудерживающую способность листьев больных растений на 0,2–7,7%, по сравнению с контролем без обработки.

6. Под влиянием предпосевной обработки семян массовая доля белка в зерне возрастала на 2–8, сырой клейковины – на 4–6, стекловидность – на 1–6%, по сравнению с контролем, достигая максимума в опытах с КВЧ-излучением, ИМП (массовая доля белка, сырой клейковины), Агат-25К (стекловидность). Качество сырой клейковины в большинстве вариантов опытов, за исключением КВЧ-излучения, ухудшалось. В опытах с предпосевной обработкой семян в среднем содержание в зерне цистина возрастало на 32, триптофана – на 11, лизина, метионина и аспарагиновой кислоты – на 5–7%. В улучшении аминокислотного состава зерна, увеличении содержания в зерне большинства аминокислот, наибольшую роль играет предпосевная обработка семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона.

7. Обработка семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона и электромагнитным полем в сочетании с Агатом-25К повысили урожайность пшеницы на 8–18%, что было на уровне наиболее эффективного варианта с применением протравителя.

8. Предпосевная обработка семян существенно повышает рентабельность выращивания яровой пшеницы на 3,4–16,5%, а при дополнительных расходах на опрыскивание фунгицидом Амистар Экстра – на 4,3–12,5%. Наибольший уровень рентабельности получен в вариантах с мало затратной и экологически безопасной предпосевной обработкой семян электромагнитным излучением КВЧ-диапазона и импульсным магнитным полем, а наименьший – в варианте с протравителем Дивиденд Стар.

9. Предпосевная обработка семян была экономически наиболее эффективной в вариантах с импульсным магнитным полем (ИМП), КВЧ-излучением и ИМП+Агат-25К, где уровень рентабельности составил, соответственно 47; 42 и 40%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для эффективной защиты яровой пшеницы от комплекса заболеваний, повышения урожайности и качества зерна рекомендуем использовать предпосевную обработку семян импульсным магнитным полем (ИМП, $W=4,7$ кДж $n=5$), ИМП + регулятором роста с фунгицидным действием Агат-25К, электромагнитным излучением КВЧ-диапазона ($\lambda=7,1$ мм, 30 мин) с последующим опрыскиванием вегетирующих растений фунгицидом Амистар Экстра, СК (норма расхода 0,5 л/га).

2. При планировании сроков предпосевной обработки семян физическими методами (КВЧ и ИМП) необходимо учитывать, что ее эффективность сохраняется в течение двух-трех месяцев.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Кошелева, А. Б. Влияние физических и биологических методов предпосевной обработки зерновых культур на устойчивость к болезням и их продуктивность в условиях Самарской области / А. Б. Кошелева, **А. И. Соколова** // Иммунология, Аллергология, Инфектология. – 2009. – №1. – С. 87.

2. Кошелева, А. Б. Сравнительная оценка методов предпосевной обработки семян яровой пшеницы на устойчивость к болезням и их продуктивность / А. Б. Кошелева, **А. И. Соколова** // Иммунология, Аллергология, Инфектология. – 2010. – № 1. – С. 110.

3. Соколова, А. И. Влияние методов предпосевной обработки семян на устойчивость яровой пшеницы к возбудителям корневых гнилей / **А. И. Соколова** // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 4. – С. 45–49.

4. Меньшова, Е. А. Влияние предпосевной обработки семян на параметры водного режима листьев пшеницы и ячменя / Е. А. Меньшова, **А. И. Соколова**, Т. С. Нижарадзе // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 7(93). – С. 13–16.

Публикации в других изданиях

5. Нижарадзе, Т. С. Влияние электромагнитного излучения на устойчивость яровой пшеницы к некоторым болезням / Т. С. Нижарадзе, С. И. Кошелев, А. Б.

Кошелева, **А. И. Позднякова (А. И. Соколова)** [и др.] // Актуальные проблемы современной науки : тез. докл. – Самара : СамГТУ, 2001. – С. 76.

6. Нижарадзе, Т. С. Эффективность защиты яровой пшеницы от болезней электромагнитными волнами КВЧ-диапазона / Т. С. Нижарадзе, А. Б. Кошелева, **А. И. Позднякова (А. И. Соколова)** // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства : мат. Международной научно-практической конференции / Пензенская ГСХА. – Пенза : РИО ПГСХА, 2002. – Том II. – С. 183–184.

7. Меньшова Е.А. Эффективность предпосевной обработки семян в защите зерновых колосовых от корневых гнилей / Е.А. Меньшова, **А.И. Соколова**, Т.С. Нижарадзе // Современная микология в России. Материалы III съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии. – 2012. – том 3. – С. 299.

Подписано в печать 15.11.2016 г. Формат 60х84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 86

Отпечатано с готового оригинал-макета в РИЦ Самарской ГСХА
446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2