

**АКИМОВ ТИМ АРТЕМОВИЧ**

**РАЗВИТИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ЗАЩИТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЦР НЧЗ**

Специальность 06.01.07 – защита растений

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
Профессор, доктор сельскохозяйственных наук  
Ольга Олеговна Белошапкина

**Москва 2016**

Диссертационная работа выполнена на кафедре защиты растений ФГБОУ ВО «Российской государственной аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

**Научный руководитель:** **Белошапкина Ольга Олеговна**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
профессор кафедры защиты растений  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Официальные оппоненты:** **Лапина Валентина Васильевна**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
профессор кафедры почвоведения агрохимии и  
земледелия ФГБОУ ВО МГУ имени Н.П. Огарёва  
**Ткаченко Олег Борисович**  
доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник,  
заведующий отделом защиты растений  
ФГБУН «ГБС имени Н.В. Цицина РАН»

**Ведущая организация:** ФГБНУ «Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка»

Защита диссертации состоится «23» ноября 2016 г. в 14:30 часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.04 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова д. 19, тел./ факс: 8(499)976-21-84.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и на сайте университета: [www.timacad.ru](http://www.timacad.ru)

Автореферат разослан «\_\_» октября 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор биологических наук

Алексей Николаевич  
Смирнов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Производство зерновых культур в центральном Нечерноземье – неотъемлемая часть АПК региона. Болезни вызывают значительные потери урожая хлебных злаков, снижают его качество и валовый сбор, а такие как фузариоз, могут делать зерно и вовсе непригодным для использования (Витязев и др., 1991; Лебедев и др., 1998).

Технология обработки почвы в значительной степени влияет на фитосанитарное состояние полей. Прямой посев и ресурсосберегающие технологии в целом занимают все более прочные позиции в мировом сельском хозяйстве. Однако опыт других стран не может быть обобщен для всех климатических зон без соответствующей корректировки. Необходима оценка распространенности и вредоносности болезней зерновых культур при нулевой обработке почвы и поиск наиболее рациональных и оптимальных путей защиты растений при ее использовании в Нечерноземном регионе РФ.

**Степень разработанности темы.** На сегодняшний день технология прямого посева и система no-till изучается и развивается в производственной сфере в различных странах мира (Chin, 2005; Crovetto, 2006; Derpsch, 2010; Iturri, 2013; Moreira, 2016; Raphael, 2016). Изучение ресурсосберегающего земледелия, технологий минимальных и нулевых обработок с каждым годом расширяется и в РФ, однако наибольшая часть публикаций посвящена южным регионам – Центральному Черноземью, Поволжью, Южному Уралу, а также Западной Сибири (Корчагин и др., 2005; Кислов и др., 2006; Орлов и др., 2009; Торопова и др., 2010; Боровой и др., 2011; Власенко и др., 2013; Бакиров и др., 2014).

В условиях Нечерноземья изучено влияние нулевой обработки на агрофизические свойства дерново-подзолистых почв региона (Беленков и др., 2012; Артемьева и др., 2014), на некоторые биологические показатели и продуктивность сельскохозяйственных культур (Исаичева и др., 2012; Белошапкина и др., 2012), однако в целом тема требует дальнейшей проработки.

**Цель исследований** – оценить влияние минимальной и нулевой обработки почвы и элементов точного земледелия на фитосанитарное состояние посевов

озимой пшеницы и ярового ячменя, оптимизировать элементы защиты от болезней в условиях Центрального Нечерноземья.

Были поставлены следующие **задачи**: 1) Уточнить состав грибных болезней и динамику их развития в посевах ярового ячменя и озимой пшеницы в разные фазы их роста в зависимости от способа обработки почвы (отвальная и нулевая).

2) Установить динамику развития болезней в зависимости от способов и доз внесения (сплошная подкормка и дифференцированная) азотных удобрений и состояния почвы.

3) Определить динамику исходной зараженности и состава патогенных микроорганизмов в семенах ярового ячменя и озимой пшеницы.

4) Произвести оценку эффективности фунгицидных протравителей разных химических классов против возбудителей корневых гнилей озимой пшеницы в лабораторных и полевых исследованиях при разных способах обработки почвы.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Центрального Нечерноземья при оценке фитопатогенного комплекса озимой пшеницы установлено, что при нулевой обработке почвы по сравнению с отвальной происходит достоверное увеличение распространенности и развития грибных болезней. Установлено с помощью молекулярно-генетического метода (ПЦР), что при нулевой обработке почвы более разнообразен видовой состав грибов рода *Fusarium*, основных в регионе возбудителей корневых гнилей озимой пшеницы. Дифференцированное внесение азотных удобрений методами точного земледелия способствует снижению распространенности и развития листостебельных болезней и корневых гнилей озимой пшеницы при разных технологиях обработки почвы. Выявлены наиболее эффективные современные фунгицидные протравители семян при отвальной и нулевой обработке почвы, показано их влияние на инфекционные структуры грибов и некоторые физиологические показатели растений.

**Теоретическая и практическая значимость.** Влияние нулевой обработки почвы на состав и соотношение фитопатогенного комплекса, сроки проявления, распространенность и развитие основных грибных болезней зерновых должны учитываться при адаптации прямого посева и нулевой обработки почвы к

условиям Центрального Нечерноземья и корректировке системы интегрированной защиты зерновых культур.

Результаты сравнительной оценки эффективности фунгицидных протравителей при нулевой и отвальной обработке почвы рекомендуется учитывать в производственных условиях при выборе конкретного препарата. Наиболее эффективны при нулевой обработке почвы были препараты Селест Топ, КС и Сценик Комби, КС, а при отвальной - ТМТД-плюс, КС, Кинто Дуо, КС и Сценик Комби, КС. Результаты исследований могут быть использованы в дальнейших исследованиях и учебно-образовательном процессе при изучении таких дисциплин, как «Земледелие», «Защита растений», «Химические средства защиты растений», «Физиология растений».

**Методы диссертационного исследования.** При проведении всех исследований использовали стандартные и общепринятые агрономические и фитопатологические методики, которые подробно изложены в разделе «Материалы и методы» соответствующей главы диссертации.

**Положения, выносимые на защиту:** 1. Фитопатогенный комплекс микозов в посевах озимой пшеницы и ярового ячменя при отвальной и нулевой (минимальной для ячменя) обработке почвы и разных технологиях земледелия в условиях Нечерноземья; состав и соотношение микобиоты семенного материала озимой пшеницы линий L-1 и L-15 и ярового ячменя сорта Михайловский и ТСХА-4 в динамике.

2. Видовой состав возбудителей корневых гнилей озимой пшеницы при разных способах обработки почвы.

3. Эффективность фунгицидных протравителей семян против возбудителей корневых гнилей при разных способах обработки почвы; их влияние на инфекционные структуры патогенов и растения на ранних этапах онтогенеза.

**Степень достоверности и апробация результатов работы.** Результаты исследований были представлены на 4-х международных научных конференциях: конференции молодых ученых и специалистов, посвященной созданию объединенного аграрного ВУЗа в Москве (РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева,

2014), «Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК» (Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2015), «Инновационные процессы в АПК» (Москва, РУДН, 2015), «Роль советов молодых ученых в развитии современной науки» (Московская область, ВНИИФ, 2015).

**Личный вклад автора.** Работа является результатом оригинальных исследований. На 90% этапы работы были выполнены лично автором (обзор литературных источников, запланированные опыты и исследования, статистическая обработка данных, обобщение результатов). Разработка программы исследований и выбор необходимых методов исследований выполнены при участии научного руководителя.

**Публикации.** По результатам исследований опубликованы 10 статей, 3 из которых – в журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 156 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, методической главы, экспериментальной части (включающей 2 главы), заключения, приложений; включает 32 таблицы, 27 рисунков, 13 приложений. Библиографический список состоит из 184 наименований, в т.ч. 48 иностранных.

**Благодарности.** Автор благодарен научному руководителю, профессору, д.с.-х.н. О.О. Белошапкиной за квалифицированное руководство, методическую помощь в подготовке диссертации; д.б.н. А.Н. Смирнову за консультационную и методическую помощь; к.с.-х. н. В.А. Николаеву и к.с.-х.н. С.В. Железовой за консультационную и методическую помощь и участие в проведении некоторых полевых экспериментов; к.б.н. А.С. Рябченко и к.б.н. Д.В.Зайцеву за помощь в проведении микроскопических исследований.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение.** Обоснована актуальность и научная новизна исследований, сформулированы их цель, задачи, а также положения, выносимые на защиту.

**ГЛАВА I. ПАТОКОМПЛЕКС ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (обзор литературы).** Показано народнохозяйственное значение

озимой пшеницы и ярового ячменя; проанализирован состав фитопатогенного комплекса этих культур, их распространенность и вредоносность в условиях Центрального Нечерноземья с описанием важнейших представителей. Приведен подробный сравнительный анализ известных приемов обработки почвы и технологий земледелия для производства зерновых в нашей стране и за рубежом. Проанализированы данные отечественных и зарубежных исследований по фитосанитарному состоянию посевов при разных способах обработки почвы.

**ГЛАВА II. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Основные лабораторные и полевые исследования проводили в 2012–2016 гг. на кафедре защиты растений РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, в лаборатории биологических испытаний ФГУП «ВНИИХСЗР», на Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева и в ЗАО «Акатьевский» в Коломенском районе Московской области. Приведена краткая характеристика климатических условий вегетационных сезонов (ГТК в 2013 г. был 2,08; в 2014 г. – 0,95; в 2015 – 1,70).

Изучаемые объекты: линии L-1 и L-15 озимой пшеницы (результат индивидуального отбора сорта Звезда); сорта ярового ячменя селекции РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева: Михайловский и ТСХА-4. Грибы-возбудители болезней зерновых культур, выделенные при семенном анализе, маршрутных обследованиях посевов, в т.ч. чистые культуры грибов различных родов (*Fusarium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Penicillium* и другие).

Способы (приемы) основной обработки почвы и технологии земледелия изучали в рамках Центра точного земледелия (ЦТЗ) РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева в четырехпольном севообороте: озимая пшеница + сидерат (горчица), картофель, яровой ячмень, вико-овсяная смесь. Варианты опытов:

1) отвальная обработка (вспашка с оборотом пласта на глубину 19-21 см (под все культуры); 2) нулевая обработка – прямой посев (только на пшенице), либо минимальная обработка почвы культиватором (только под ячмень).

Второй фактор – способы внесения азотных удобрений: 1) сплошное внесение в норме 70 кг/га – традиционное земледелие; 2) дифференцированное

внесение с колеблющейся нормой 65-80кг/га согласно оценке состояния биомассы на основе измерения индекса NDVI в режиме online (элемент точного земледелия); 3) контроль – без азотных подкормок.

Оценивали эффективность современных протравителей разных химических классов: 1) Селест Топ, КС (тиаметоксам + дифеноконазол + флудиоксонил 262,5+25+25 г/л); 2) Сценик Комби, КС (клотианидин + флуоксастробин + протиоконазол + тебуконазол 250+37,5+37,5+5 г/л); 3)Максим, КС (флудиоксонил 25 г/л);4)ТМТД-плюс, КС (тирам400г/л+иммуномодулятор); 5) Кинто Дуо, КС (трифлорпропиконазол + прохлораз 20 + 60 г/л).

Методики исследований включали классические и общепринятые агрономические и фитопатологические методы. Оценка всхожести и зараженности семенного материала - рулонным методом, согласно ГОСТ 12044-93; определение плотности почвы - объемно-весовым методом. Учет болезней проводили при маршрутных обследованиях, оценивая по стандартным и модифицированным формулам (Лухменев и др., 2012) распространенность (Р, %), развитие (R, %) болезней и биологическую эффективность препаратов (БЭ, %). Для выделения, культивирования и изучения грибов использовали питательные среды: голодный агар (ГА), картофельно-глюкозный агар (КГА), картофельно-морковный агар (КМА) (Билай, 1973; Кирай, 1974, Хохряков, 1976). Метод влажной камеры применяли для стимуляции роста мицелия или спороношения грибов. Микроскопирование патогенов проводили методом раздавленной капли.

Для идентификации грибов использовали справочники-определители (Пидопличко, 1977; Билай, 1977; Билай, 1991)и метод секвенирования на базе ЗАО «Синтол» со стандартными праймерами ITS1 и ITS4 (анализ данных по базам RDP и BLAST). Цифровые фотографии спор получали с использованием светового микроскопа ZeissAxioplan 2 с фотокамерой CanonPowerShotG5 при увеличении 40х. Размеры, численность микроскопических структур грибов определяли в т.ч. на основе полученных изображении в программе ImageJ.

Оценку эффективности протравителей в лабораторных условиях производили на КГА по стандартным методикам (Субханкулов и др., 1966).



Навеску препарата рассчитывали согласно рекомендуемой норме расхода. Для оценки фитотоксичности препаратов измеряли биометрические показатели проростков. Содержание хлорофилла и каротиноидов проводили на спектрофотометре по соответствующим методикам (Третьяков и др., 2003). Эффективность фунгицидных протравителей при разных способах обработки почвы изучали в мелкоделяночном опыте (повторность четырехкратная, расположение делянок методом стандартных повторений). Протравливание семян - ручным методом с нормами расхода из Каталога пестицидов ..., 2014–2015 гг.

Статистическую обработку данных проводили методами однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа в программе Straz и корреляционного анализа в программе MS Excel по классическим методикам (Доспехов, 1985).

### **ГЛАВА III. СОСТАВ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СЕМЕНАХ И В АГРОЦЕНОЗАХ ЯЧМЕНЯ И ПШЕНИЦЫ С УЧЕТОМ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ.**

**3.1 Состав возбудителей грибных болезней зерновых, динамика их развития в посевах зерновых в зависимости от способа обработки почвы (и способов внесения удобрений).** Приемы основной обработки почвы в значительной степени влияют на обитающих и сохраняющихся в почве патогенов, а также на произрастающие растения (Бешкильцева, 2007; Исаичева и др., 2012).

#### **3.1.1 Динамика болезней инфекционного выпадения в агроценозах озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы.**

Превалирующим заболеванием на полях РГАУ–МСХА была розовая снежная плесень (РСП) (*Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I.C. Hallett), распространенность которой изменялась от 1,1 до 14,5 % (табл. 1).

Таблица 1. Распространенность (%) розовой снежной плесени *M. nivale* при разных способах обработки почвы (РГАУ–МСХА, весна 2013–2016 гг.)

Обработка почвы	2013		2014		2015		2016	
	Р,%	балл	Р,%	балл	Р,%	балл	Р,%	балл
Отвальная	1,7	0,9	3,7	1,1	2,3	1,0	7,3	1,2
Нулевая	3,1	1,2	4,9	1,7	3,8	0,9	14,5	3,0
НСР <sub>05</sub>	1,6	0,7	2,8	0,3	2,0	0,5	6,2	0,6

В 2012 г. также отмечали достоверные различия. Тогда распространенность РСП при отвальной обработке была 4,63%, а при нулевой – 6,87% (НСР<sub>05</sub> 1,90).

Одно из изменений, происходящих при переходе к нулевой обработке почвы – увеличение её плотности (Лицуков и др., 2013). Проведенный нами корреляционный анализ выявил среднюю положительную корреляцию между распространенностью РСП и плотностью почвы. Коэффициент корреляции для вспашки составил 0,57 (Sr = 0,085; tr факт = 6,70; t теор. = 2,31), а для нулевой обработки – 0,69 (Sr = 0,065; tr факт 10,61; t теор. 2,31) (рис.1).

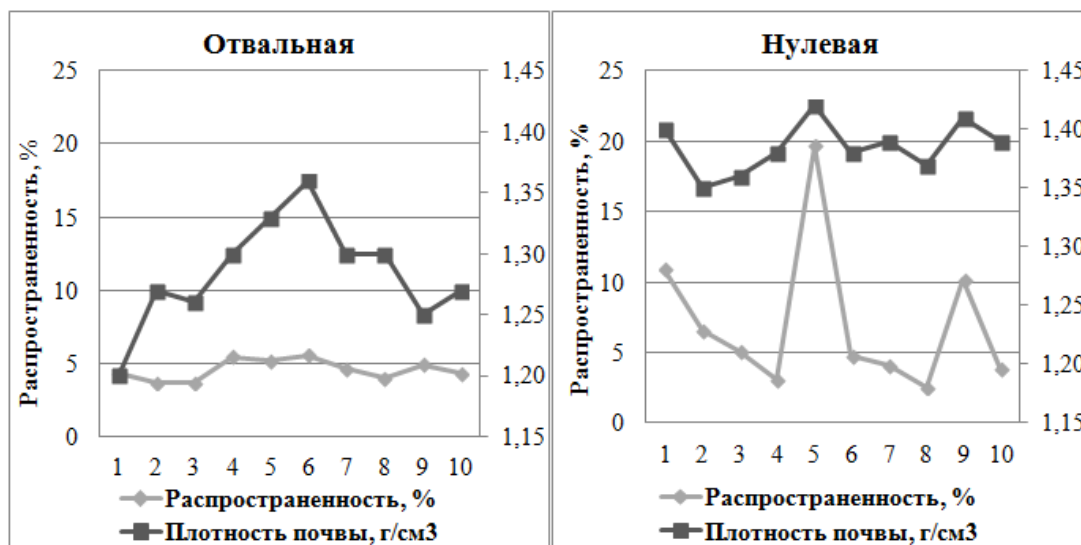


Рисунок 1. Связь между плотностью почвы и распространенностью РСП при отвальной и нулевой обработке почвы (РГАУ–МСХА, 2012 г.)

В производственных условиях в ЗАО «Акатьевский» Коломенского района, применялась отвальная и минимальная обработка почвы. Основным заболеванием, как и на полях РГАУ–МСХА, была РСП. (табл. 2).

Таблица 2. Распространенность и развитие розовой снежной плесени при разных способах обработки почвы (ЗАО «Акатьевский», 2015 г.)

Обработка почвы	Р,%	Интенсивность, балл
Отвальная	22,4±9,7	1,5±0,4
Минимальная	26,2±10,2	2,2±0,5

**3.1.2 Динамика корневых гнилей в агроценозах озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы и технологии земледелия.** На полях РГАУ-МСХА основными возбудителями

корневых гнилей (более 80%) были грибы рода *Fusarium*, а вторыми по встречаемости – *B. sorokiniana* (*Helminthosporium sativum* P., K. et B.) (1–10 %). Другие роды (виды) составляли не более 5 %. Помимо патогенов, выделяли также почвенную условно-патогенную микобиоту: *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. и др.

В дальнейшем мы выявили, что пораженные органы растений на участках со вспашкой были заселены более разнообразным составом сапротрофных и условно-патогенных микромицетов.

Микобиота пораженных корней при нулевой обработке почвы включала более значительное разнообразие фузариевых грибов. Уточнение видового состава провели с помощью секвенирования выделенных изолятов. В вариантах с отвальной обработкой почвы было получено 16 изолятов (O1–O16), объединенных в 5 групп, а с участка с нулевой обработкой – 13 изолятов (H1–H13), составивших так же 5 групп (табл. 3).

Таблица 3. Результаты ПЦР-диагностики видового состава микроорганизмов, выделенных из пораженных корневой гнилью растений озимой пшеницы при разных способах обработки почвы (РГАУ–МСХА, 2016 г.)

Отвальная обработка		Нулевая обработка	
№ изолята	Вид	№ изолята	Вид
O1	<i>Trichocladium asperum</i>	H2	<i>Fusarium acuminatum</i>
O3	<i>Mortierella hyalina</i>	H5	<i>Fusarium acuminatum</i>
O7	<i>Fusarium equiseti</i>	H6	<i>Fusarium lateritium</i>
O9	<i>Mortierella elongata</i>	H8	<i>Fusarium oxysporum</i>
O10	<i>Trichocladium asperum</i>	H9	<i>Fusarium avenaceum</i>

Среди изолятов, выделенных из растений с участков со вспашкой большая часть не принадлежала к возбудителям болезней, кроме патогенного *F. equiseti* (Corda) Saccardo. Изоляты грибов рода *Fusarium*, поражавших растения при прямом посеве, принадлежали к большему числу видов: *F. acuminatum* Ellis&Everh, *F. lateritium* Nees, *F. oxysporum* Schlecht, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc, достаточно разнообразных по патогенности, токсиногенности и географической приуроченности. Кроме видов рода *Fusarium* были идентифицированы

почвообитающий аскомицет *Trichcladium asperum* Harz и два вида грибов рода *Mortierella* (*M. hyalina* (Harz) W. Gams и *M. elongata* Linnemann), для которых известна антагонистическая активность в отношении макро- и микромицетов, в т.ч. фитопатогенов.

Учеты корневых гнилей проводили в фазы кушения-выхода в трубку и молочной спелости (табл. 4).

Таблица 4. Распространенность корневых гнилей озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы и внесения азотных подкормок, %

(РГАУ–МСХА, 2015г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Способ внесения азотных подкормок (фактор В)			Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> (А) 6,0 / F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>
	Контроль (без азота)	Сплошное	Дифференци рованное	
Отвальная	25,0 / 39,0	33,0 / 52,5	24,5 / 49,0	27,5 / 46,8
Нулевая	36,0 / 43,0	45,5 / 59,5	41,0 / 52,0	40,8 / 51,5
Ср. по фактору В	30,5 / 41,0	39,3 / 56,0	32,8 / 50,5	х
НСР <sub>05</sub> (В) 4,9 / 6,7				
НСР <sub>05</sub> (частн. разл) 8,5 / 11,5; НСР <sub>05</sub> (АВ) 6,0/8,2				

Примечание: число перед косой чертой – распространенность в фазу кушения-выхода в трубку, после косой черты – в фазу молочной спелости.

В 2015 г. в фазу кушения – выхода в трубку распространенность болезни была достоверно выше на 11,0–16,5 %, а развитие на 4,5-5,7% при нулевой обработке почвы. Но к концу вегетации эти показатели сгладились.

Вторым изучаемым фактором была технология земледелия. При сплошном внесении азота распространенность корневых гнилей в фазу кушения-выхода в трубку была достоверно выше на 10%, чем при дифференцированном внесении подкормки. Такая же тенденция проявилась и в развитии заболевания.

Минимальная обработка почвы не оказала достоверного влияния на развитие и распространенность корневых гнилей озимой пшеницы и ярового ячменя по сравнению со вспашкой (рис 2).

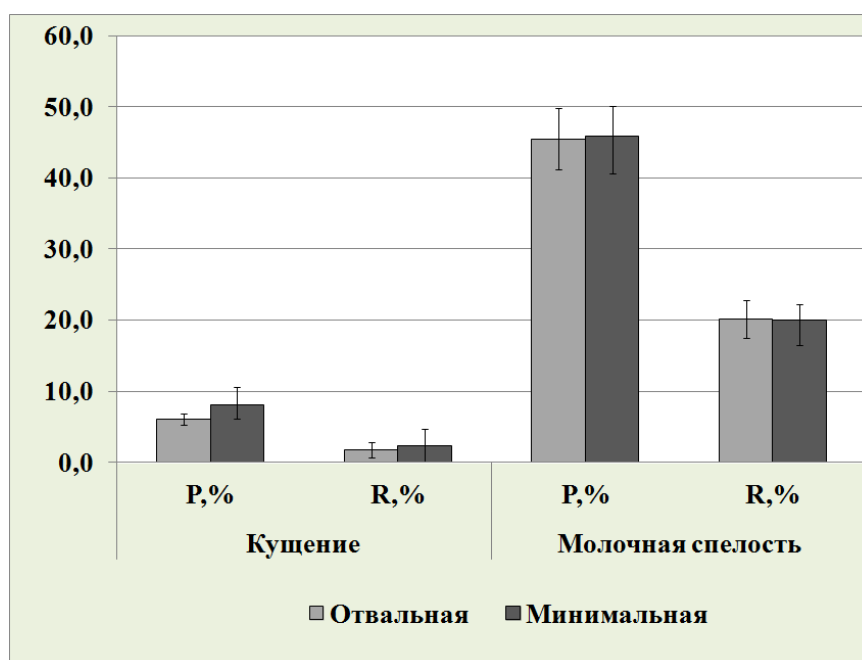


Рисунок 2. Распространенность и развитие корневых гнилей ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы (РГАУ-МСХА, 2015 г.)

**3.1.3 Динамика листостебельных болезней в агроценозах озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы и способа внесения удобрений.** Из листостебельных болезней на озимой пшенице в 2013–2015 гг. оказались наиболее вредоносными мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal) и септориоз листьев и колоса (*Septoria tritici* Desm., *S. (Stagonospora) nodorum* Berk.)(табл. 5).

Таблица 5. Распространенность и развитие листостебельных болезней озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы и года в среднем за вегетационный период, % (РГАУ–МСХА, 2013–2015 гг.)

Год	Обработка почвы	Мучнистая роса		Септориоз	
		P,%	R,%	P,%	R,%
2013	Отвальная	11,6±2,9	0,6±0,2	42,7±2,2	1,9±0,1
	Нулевая	13,4±3,8	0,7±0,3	43,5±3,2	1,9±0,2
2014	Отвальная	8,5±1,3	0,4±0,1	26,9±1,1	1,5±0,0
	Нулевая	10,5±1,4	0,5±0,1	28,4±2,0	2,2±0,6
2015	Отвальная	1,7±0,4	0,1±0,0	29,8±2,3	1,8±0,4
	Нулевая	4,8±2,6	0,2±0,1	29,5±3,1	2,0±0,4

Учеты проводили три фазы: кущение – выход в трубку, флаговый лист – колошение, молочная спелость. Распространенность и развитие болезней при нулевой обработке почвы в фазу кущения были выше, чем при вспашке (табл. 6).

Таблица 6. Распространенность мучнистой росы в фазу кущения-выхода в трубку в зависимости от способов обработки почвы и внесения азотных подкормок, % (РГАУ-МСХА, 2013-2015)

Способ обработки почвы (фактор А)	Способ внесения азотных подкормок (фактор В)			Среднее по фактору А
	Контроль (без азота)	Сплошное	Дифференцированное	
2013				НСР <sub>05</sub> (А) 2,30
Отвальная	5,50	10,00	7,25	7,58
Нулевая	6,75	14,25	9,00	10,00
Ср. по фактору В	6,13	12,13	8,13	x
НСР <sub>05</sub> (В) 1,88				
НСР <sub>05</sub> (частн. разл) 3,22; НСР <sub>05</sub> (АВ) 2,30				
2014				НСР <sub>05</sub> (А) 1,64
Отвальная	2,75	4,35	3,75	3,62
Нулевая	5,05	7,00	6,00	6,02
Ср. по фактору В	3,90	5,68	4,88	x
НСР <sub>05</sub> (В) F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>				
НСР <sub>05</sub> (частн. разл) 2,31; НСР <sub>05</sub> (АВ) 1,64				
2015				НСР <sub>05</sub> (А) 0,93
Отвальная	1,00	0,25	0,50	0,58
Нулевая	1,75	4,50	2,75	3,00
Ср. по фактору В	1,38	2,38	1,63	x
НСР <sub>05</sub> (В) 0,76				
НСР <sub>05</sub> (частн. разл) 1,31; НСР <sub>05</sub> (АВ) 0,93				

Также мы выявили, что на участках с нулевой обработкой почвы мучнистая роса проявлялась на 5-7 суток раньше, чем при вспашке.

Некоторые авторы (Судникова и др., 2011) отмечают, что в условиях Тамбовской области минимализация обработки почвы способствует увеличению распространенности и развития септориоза, однако на полях РГАУ–МСХА мы не наблюдали такой тенденции.

Влияние способа обработки почвы на распространенность и развитие листостебельных болезней озимой пшеницы в другие фазы роста выражалось сходно – для обоих заболеваний достоверные различия отмечались редко и не были подвержены какой-либо зависимости.

Оценка влияния способа внесения азотных удобрений на динамику листостебельных болезней выявила, что при сплошном внесении азота распространенность и развитие болезней были выше. Однако значимые различия отмечали редко. Такое влияние чаще проявлялось для мучнистой росы, и не подчинялось зависимости от способа обработки почвы, фазы, года и т.д.

В посевах ярового ячменя в опыте ЦТЗ РГАУ–МСХА основными болезнями были: темно-бурая пятнистость (*Cochliobolus sativus* S.Ito&Kurib (син. *B. sorokiniana*), сетчатая пятнистость (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker) и неинфекционная пятнистость; изредка отмечали ринхоспориоз (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J. J. Davis) и мучнистую росу (*B. graminis* f. sp. *hordei*). Результаты мониторинга этих болезней позволили сделать вывод об отсутствии статистически достоверного влияния минимальной обработки почвы на распространенность и развитие данных листостебельных болезней.

**3.2 Определение исходной всхожести и зараженности семян ярового ячменя и озимой пшеницы.** Показатели всхожести и зараженности семенного материала, исследуемых зерновых культур в опыте ЦТЗ, в значительной степени варьировали по годам. Всхожесть изучаемых линий озимой пшеницы изменялась по годам в пределах 74–96%, а у ярового ячменя была 84–93%, без выраженной связи с зараженностью семян (табл. 7).

Таблица 7. Всхожесть и зараженность семенного материала озимой пшеницы и ярового ячменя (РГАУ–МСХА, 2013–2016гг.)

Год	Всхожесть, %		Зараженность, %	
	Пшеница*	Ячмень**	Пшеница	Ячмень
2013	74,3±4,8	71,8±4,0	67,3±8,5	89,0±3,7
2014	91,1±2,5	86,7±2,5	32,2±3,7	89,0±5,5
2015	93,2±1,2	93,5±1,9	55,0±5,9	93,3±4,8
2016	96,0±1,9	95,3±2,8	62,8±5,9	84,8±6,2

\*2013-2014 L15, 2015-16 L1 \*\* 2013-14 гг. с. Михайловский, 2015-16 сорт ТСХА-4

Превалирующую роль в патокомплексе семян играли грибы родов *Alternaria* (встречаемость 41–53%), *Fusarium* (39–51%) и *Penicillium* (11–20%). Грибы *Cladosporium* sp. встречались в 2–12% случаев. Другие микромицеты (*B. sorokiniana*, *Aspergillus* sp, *Mucor* sp., *Trichoderma* sp.) отмечались редко (<5%).

Состав патогенов на зерновках ярового ячменя сортов Михайловский и ТСХА-4 оказался сходным с таковым у озимой пшеницы, однако гриб *B. sorokiniana* на семенах ячменя встречался значительно чаще (до 29%).

**3.3 Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы.** Максимальный урожай озимой пшеницы (6,86±0,40 т/га по вспашке и 6,67±0,33 т/га по нулевой обработке) был получен в 2015 г. (табл.8). В 2013 г. урожай составил соответственно, 6,44±0,13 т/га и 5,98±0,14 т/га. В 2014 г. в результате неблагоприятных климатических условий, урожайность была относительно низкой –2,40±0,13 т/га при отвальной и 3,29±0,08 т/га при нулевой обработке почвы. Оценка экономической эффективности показала, что прямой посев обеспечивает более высокую рентабельность (65,7%) по сравнению с отвальной обработкой (53,1%).

Урожайность ярового ячменя при разных способах обработки почвы не имела достоверных различий в 2014-2015 гг. (табл. 9). Эта тенденция прослеживается и в динамике болезней этой культуры: значимые отличия либо отсутствуют, либо проявляются в единичных количествах и не подчиняются каким-либо закономерностям.



Таблица 8 Урожайность озимой пшеницы, распространенность и развитие ее основных болезней при разных способах обработки почвы (РГАУ–МСХА, 2013–2015 гг.)

Год	ГТК	Обработка почвы	Линия	Урожайность, т/га	Болезни выпадения		Корневые гнили		Мучнистая роса		Септориоз	
					Р,%	балл	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%
2013	2,08	Отвальная	L-15	6,44±0,13	1,79	0,95	-	-	11,6	0,6	42,7	1,9
		Нулевая		5,98±0,14	3,07	1,15	-	-	13,4	0,7	43,5	1,9
2014	0,95	Отвальная	L-15	2,40±0,13	3,70	1,10	37,9	19,4	8,5	0,4	26,9	1,5
		Нулевая		3,29±0,08	4,90	1,70	43,7	22,0	10,5	0,5	28,4	2,2
2015	1,7	Отвальная	L-1	6,86±0,40	2,20	1,08	37,2	16,5	1,7	0,1	29,8	1,8
		Нулевая		6,67±0,33	3,79	0,82	46,2	19,4	4,8	0,2	29,5	2,0

Таблица 9. Урожайность ярового ячменя, распространенность и развитие его основных болезней при разных способах обработки почвы (РГАУ–МСХА, 2013–2015 гг.)

Год	ГТК	Обработка почвы	Сорт	Урожайность, т/га	Корневые гнили		Темно-бурая пятнистость		Сетчатая пятнистость		Неинфекц. пятнистость	
					Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%
2014	0,95	Отвальная	Михайловский	3,81±0,09	28,8	13,5	20,1	0,77	5,4	0,2	-	-
		Минимальная		3,84±0,08	31,3	13,9	21,6	0,93	7,7	0,4	-	-
2015	1,7	Отвальная	ТСХА-4	5,52±0,17	25,3	11,0	17,0	0,8	6,6	0,2	21,3	1,6
		Минимальная		5,28±0,18	27,7	11,1	20,0	0,93	5,8	0,1	20,9	1,1

## Глава IV. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ *IN VITRO* И В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

### 4.1 Оценка эффективности протравителей в лабораторных условиях.

Всхожесть семян в контроле составила 96%. Аналогичный показатель обеспечил Максим. Сценик Комби увеличивал всхожесть на 2%, остальные препараты – на 4%. Все фунгициды значительно снизили зараженность относительно контроля (62%). В наибольшей степени – ТМТД-плюс (2%) и Кинто Дуо (4%), а остальные препараты до 12-14%.

Ни один из препаратов не повлиял на число корней, однако их длину относительно контроля (3,96 см) снизили Сценик Комби (2,26 см) и Кинто Дуо (2,63 см). Ни один из протравителей не оказал влияния на длину надземной части.

При исследовании эффективности препаратов *in vitro* на КГА модельными объектами мы выбрали изоляты грибов *F. lateritium* и *B. sorokiniana* (рис. 3).

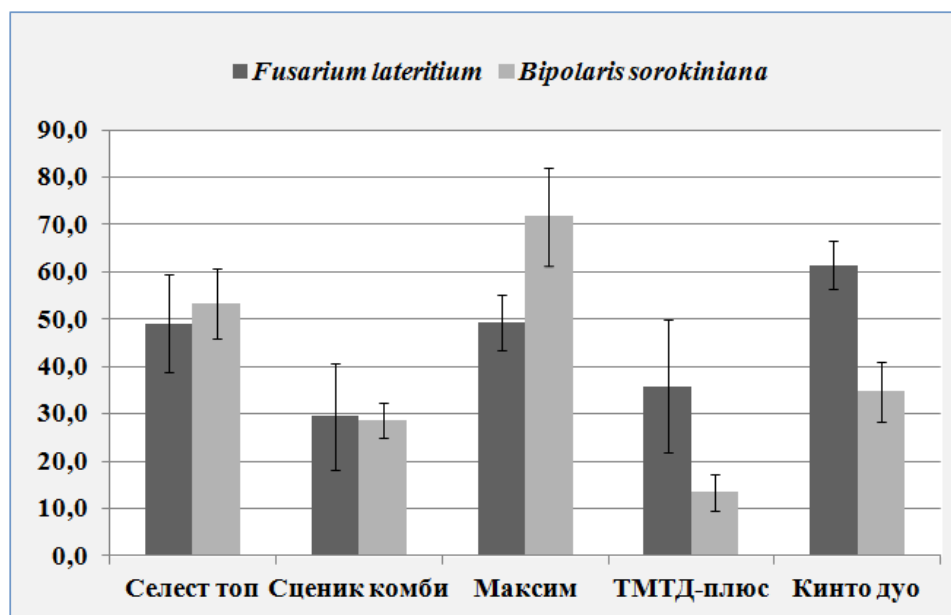


Рисунок 3. Биологическая эффективность (%) фунгицидных протравителей в отношении *Fusarium lateritium* и *Bipolaris sorokiniana* на КГА (5 сутки), 2015 г.

Наибольшую биологическую эффективность в отношении *F. lateritium* показал препарат Кинто Дуо (61,5%). Среднеэффективными оказались Селест Топ (49,1%) и Максим (49,4%). Наименьшую биологическую эффективность обеспечил Сценик Комби (29,5%).

В отношении *B. sorokiniana* лучший результат показал Максим (71,8%), вторым оказался Селест Топ (53,2%), также имеющий в составе флудиоксонил. Препараты Кинто Дуо (34,7%), Сценик Комби (28,7%), и особенно ТМТД-плюс (13,4%) оказались малоэффективны против этого патогена на КГА.

Измеряя размеры конидий изучаемых грибов, мы выявили действие фунгицидных протравителей на инфекционные структуры патогенов (табл. 10).

Таблица 10. Влияние фунгицидных протравителей на размеры (мкм) конидий *F. lateritium* и *B. sorokiniana* *in vitro*, 2016 г.

Вариант	<i>F.lateritium</i>				<i>B. sorokiniana</i>			
	Длина	%	Ширина	%	Длина	%	Ширина	%
К	17,0±1,7	-	3,0±0,3	-	42,6±2,5	-	16,5±1,1	-
СТ	11,8±1,0	-30,6	2,4±0,2	-20,0	36,7±4,7	-13,8	14,8±1,1	-10,3
СК	11,0±1,1	-35,3	2,3±0,7	-23,2	53,9±2,9	+26,5	19,2±1,2	+16,4
М	9,1±0,8	-46,5	2,2±0,2	-26,7	27,6±3,5	-35,2	11,9±1,0	-27,9
Т <sup>+</sup>	11,1±1,1	-35,3	2,6±0,2	-13,3	49,9±4,4	+17,1	19,7±1,2	+19,4
КД	8,8±1,0	-48,2	2,2±0,2	-26,7	57,5±4,0	+35,0	18,4±1,1	+11,5

Примечание: К – контроль (дист. вода); СТ – Селест Топ; СК – Сценик Комби; М – Максим; Т<sup>+</sup> – ТМТД-плюс; КД – Кинто Дуо.

**4.2 Оценка эффективности протравителей при разных способах обработки почвы.** Все протравители обеспечили достоверное увеличение полевой всхожести относительно контроля на 7-12%. При отвальной обработке в вариантах с препаратами всхожесть составила 84-88%. При нулевой – от 75,1% (Максим) до 81,8% (Сценик Комби).

Учеты динамики корневых гнилей проводили как осенью в две фазы: три листа (ф. 10–15 по Задоксу), полное кушение (21–25), так и весной при возобновлении вегетации (25–27). Исходя из показателя развития болезни, рассчитывали биологическую эффективность препаратов (табл. 11).

Все препараты были более эффективны при вспашке, чем при прямом посеве, а особенно – Кинто Дуо (96,6%). Весной биологическая эффективность на фоне вспашки упала, но более остальных – у препарата Максим (33,3%).

Таблица 11. Динамика биологической эффективности (%) фунгицидных протравителей семян озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы (РГАУ–МСХА, 2015-2016 гг.)

№	Отвальная			Нулевая		
	Фаза (по Задоксу)			Фаза (по Задоксу)		
	10-15	21-25	25-27	10-15	21-25	25-27
СТ	53,7±7,1	92,7±6,5	60,5±10,8	59,2±7,7	46,8±10,1	46,4±11,4
СК	62,1±12,4	77,2±7,2	81,4±12,9	49,2±12,8	38,5±4,5	60,1±8,8
М	62,1±10,5	89,6±8,8	33,3±12,0	14,6±7,9	11,5±7,4	29,0±10,5
T <sup>+</sup>	70,6±7,1	93,3±7,0	55,9±10,5	18,3±15,8	22,6±6,7	32,8±14,0
КД	86,1±6,7	96,6±1,7	88,7±2,7	29,4±13,1	16,8±5,6	41,0±9,7

Примечание: СТ – Селест Топ, КС 1,2 л/т; СК – Сценик Комби, КС 1,25 л/т; М – Максим, КС 1,5 л/т; T<sup>+</sup> – ТМТД-плюс, КС 2,5 л/т; КД – Кинто Дуо, КС 2л/т

При нулевой обработке почвы наиболее эффективными оказались Сценик Комби и Селест Топ.

Один из важных физиологических показателей растений – содержание пигментов. Наиболее высокое содержание хлорофилла и наименьшее каротиноидов было в вариантах с Кинто Дуо и ТМТД-плюс (табл. 12).

Таблица 12. Содержание хлорофиллов а и b и каротиноидов (мг/г сырой массы) в листьях озимой пшеницы в фазу кущения в зависимости от используемого протравителя семян (агрофон – вспашка) (РГАУ-МСХА, 2015 г.)

Вариант	Хлорофилл			Каротиноиды
	а	б	а+б	
Контроль	1,29±0,05	0,45±0,02	1,74±0,06	0,37±0,01
Селест Топ	1,47±0,04	0,58±0,05	2,05±0,03	0,33±0,01
Сценик Комби	1,47±0,13	0,57±0,08	2,04±0,21	0,33±0,03
Максим	1,38±0,01	0,52±0,04	1,90±0,04	0,36±0,01
ТМТД-плюс	1,47±0,25	0,63±0,11	2,10±0,36	0,31±0,04
Кинто Дуо	1,53±0,09	0,82±0,11	2,35±0,18	0,25±0,03

Достоверное увеличение урожайности обеспечили Селест Топ, Сценик Комби и ТМТД-плюс (табл. 13).

Таблица 13. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от фунгицидного протравителя и способа обработки почвы, т/га (РГАУ-МСХА, 2016)

Вариант	Обработка почвы		Ср. по фактору А
	Отвальная	Нулевая	НСР <sub>05</sub> (А) 0,49
Контроль	4,52	4,80	4,66
Селест Топ	5,08	5,55	5,32
СценикКомби	5,47	6,04	5,75
Максим	4,84	5,01	4,93
ТМТД-плюс	5,22	5,42	5,32
Кинто Дуо	4,95	5,09	5,02
Ср. по фактору В	5,01	5,32	х
НСР <sub>05</sub> (В)F <sub>факт</sub> <F <sub>теор</sub>			
НСР <sub>05</sub> (частн. разл) 1,20; НСР <sub>05</sub> (АВ) 0,85			

Способ обработки почвы не оказал значимого влияния на урожайность озимой пшеницы, а проведенная оценка хозяйственной эффективности показала, что наиболее рентабельными при вспашке были варианты с препаратами Сценик Комби (71,4%), ТМТД-плюс (69,9%) и Кинто Дуо (60,6%), а при прямом посеве – Сценик Комби (89,0%), ТМТД-плюс (76,3%) и Селест Топ (71,1%).

### Выводы

1. Болезни инфекционного выпадения озимой пшеницы были представлены розовой снежной плесенью (*M. nivale*), распространенность которой на полях РГАУ–МСХА в среднем за 5 лет была больше при нулевой обработке почвы (6,6%), чем при отвальной (3,9%). Отмечалась средняя положительная корреляция между плотностью почвы и распространенностью РСП ( $r=0,57$  для отвальной обработки почвы и  $r=0,69$  для нулевой). На производственных полях распространенность РСП составила на фоне вспашке  $22,4 \pm 9,6\%$ , а при минимальной обработке почвы –  $26,2 \pm 10,2\%$  без значимой разницы.

2. Основным агентом корневых гнилей озимой пшеницы на полях РГАУ–МСХА были грибы рода *Fusarium*. Их видовое разнообразие было больше при нулевой обработке почвы (*F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. lateritium*, *F. oxysporum*), чем при отвальной (*F. equiseti*). Распространенность и развитие

корневых гнилей были достоверно выше при нулевой обработке почвы (соответственно, 44,9% и 20,7%), чем при отвальной (37,3% и 17,9%). Эти показатели также были достоверно выше при сплошном внесении азота по сравнению с дифференцированным.

Распространенность корневых гнилей озимой пшеницы в ЗАО «Акатьевский» не зависела от способа обработки почвы. Распространенность и развитие корневых гнилей ячменя на полях РГАУ–МСХА при вспашке (27,1% и 12,3%), были на одном уровне с минимальной обработкой (29,5% и 12,5%).

3. На озимой пшенице основными листостебельными болезнями были мучнистая роса (*B. graminis*) и септориоз (*S. tritici*, *S. nodorum*). В фазу кущения–выхода в трубку распространенность и развитие мучнистой росы при нулевой обработке (6,33% и 0,17%) были достоверно выше, чем при отвальной (3,93% и 0,31%) во все годы исследований. Распространенность и развитие септориоза не зависели от основной обработки почвы. Минимальная обработка почвы не повлияла на их динамику. В некоторые фазы роста распространенность и развитие листостебельных болезней были достоверно выше при сплошном внесении азотных удобрений по сравнению с дифференцированным.

В посевах ярового ячменя (РГАУ–МСХА) доминировали темно-бурая (*B. sorokiniana*), сетчатая (*D. teres*) и неинфекционная пятнистости. Минимализация обработки почвы не оказала влияния на их динамику.

4. Всхожесть семян озимой пшеницы колебалась по годам в пределах 74–96%, а зараженность 32–67%. У ярового ячменя 84–93% и 89–96%, соответственно. Основными компонентами патогенной микобиоты семян были грибы родов: *Alternari* sp. (41–53%), *Fusarium* sp. (38–51%), из других родов отмечали *Cladosporium* sp., *Bipolaris sorokiniana*, *Penicillium* sp.

5. Препараты Кинто Дуо и ТМТД-плюс уменьшали общую зараженность семян озимой пшеницы с 62% до 2 и 4%, соответственно. На КГА высокую биологическую эффективность против *F. lateritium* показали Кинто Дуо (61,5%), Селест Топ (49,1%) и Максим (49,4%). В отношении *B. sorokiniana* были наиболее эффективны Максим (71,8%) и Селест Топ (53,2%). Препарат Максим в

наибольшей степени ингибировал рост конидий *Fusarium* sp. и *Bipolaris* sp. Сценик Комби, Кинто Дуо и ТМТД-плюс ингибировали рост конидий *Fusarium* sp., но способствовали увеличению размеров *Bipolaris* sp.

б. В мелкоделяночных опытах при вспашке все препараты оказались достоверно более эффективными, чем при прямом посеве. Наибольшую эффективность на фоне вспашки показали препараты Селест Топ (92,7%), ТМТД-плюс (93,3%), Максим (89,6%) и Кинто Дуо (96,6%), а при прямом посеве – Селест Топ (48,6%) и Сценик Комби (38,5%).

Наибольшую урожайность обеспечили препараты Селест Топ, КС (5,08 т/га при отвальной обработке почвы и 5,55 т/га при нулевой), Сценик Комби, КС (5,47 т/га и 6,04 т/га) и ТМТД-плюс, КС (5,22 т/га и 5,42 т/га). Применение всех препаратов оказалось более рентабельным при нулевой обработке почвы. Максимальную экономическую эффективность обеспечило применение препарата Сценик Комби. Рентабельность составила при отвальной обработке почвы 71,4%, а при нулевой обработке – 89,0%.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях Центрального Нечерноземья при переходе от отвальной обработки почвы к нулевой для оптимизации фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы рекомендуется учитывать, что эффективность ряда химических препаратов для обработки семян снижается. Как наиболее эффективные рекомендуется использовать Селест Топ, КС в норме расхода 1,2 л/т и Сценик Комби, КС – 1,25 л/т. На участках с отвальной обработкой рекомендуется использовать препараты Кинто Дуо, КС 2 л/т; ТМТД-плюс, КС 2,5 л/т; Сценик Комби, КС – 1,25 л/т.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Акимов, Т.А.** Мониторинг грибных болезней в посевах озимой пшеницы в опыте точного земледелия РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева / Т.А. Акимов // Сб. студ. науч. работ. Вып. 19. – М.: Издательство РГАУ–МСХА, 2014. – С. 3–5.
2. **Акимов, Т.А.** О влиянии технологии обработки почвы на распространенность некоторых грибных болезней озимой пшеницы / Т.А. Акимов

// Сб. материалов конференции молодых ученых и специалистов, посвященной созданию объединенного аграрного вуза в Москве. – М.: Издательство РГАУ–МСХА, 2015. – С. 12–14.

3. **Акимов, Т.А.** Эффективность препаратов с разными действующими веществами для защиты семян озимой пшеницы от комплекса грибов / Т.А. Акимов // Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Ч. III. –СПб.: СПбГАУ, 2015. – С. 26–28.

4. Глинушкин, А.П. Состав патогенной микобиоты семенного материала пшеницы / А.П. Глинушкин, О.О. Белошапкина, **Т.А. Акимов** // Материалы III междунар. миколог. форума. – М.: Нац. акад. микологии, 2015. – т.5. – С. 46–48.

5. **Белошапкина, О.О.** Развитие грибных болезней озимой пшеницы при разных способах основной обработки почвы / **О.О. Белошапкина, В.А. Николаев, Т.А. Акимов** // Проблемы развития АПК региона, 2015. – №3 (23). – С. 19–23.

6. Beloshapkina, O.O. Barley fungal diseases development under different tillage / **О.О. Beloshapkina, Т.А. Акимов** // Сб. статей VII Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов (на иностранных языках). – М.: РУДН, 2015. – С. 10–12.

7. **Акимов, Т.А.** Болезни озимой пшеницы в Московской области / **Т.А. Акимов, О.О. Белошапкина** // Биология в сельском хозяйстве, 2015.– №3. – С. 9–11.

8. Белошапкина, О.О. Влияние разных способов основной обработки почвы на развитие грибных болезней озимой пшеницы / **О.О. Белошапкина, В.А. Николаев, Т.А. Акимов** // Мат. II Кавказского экологического форума. – ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2015. – С. 190–195.

9. **Белошапкина, О.О.** Комплексная оценка эффективности протравителей озимой пшеницы *in vitro* и в полевых условиях / **О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов** // Теоретические и прикладные проблемы Агропромышленного комплекса, 2016. – №1. – С. 58–63.

10. **Белошапкина, О.О.** Динамика и патогенный состав корневых гнилей озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки дерново-подзолистой почвы / **О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов** // Известия РГАУ–МСХА, 2016. – № 3. – С. 47-60.