

На правах рукописи

СЕЛЮК Марина Павловна

**ВЛИЯНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ
КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Шифр и наименование специальности

06.01.07 – защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном общеобразовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» на кафедре защиты растений

Научный руководитель: **Торопова Елена Юрьевна**
доктор биологических наук,
профессор кафедры защиты растений ФГБОУ
ВО «Новосибирский государственный
аграрный университет»

Официальные оппоненты: **Сокирко Виктор Петрович**
доктор биологических наук,
профессор кафедры фитопатологии,
энтомологии и защиты растений ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный аграрный
университет им. И.Т.Трубилина»

Здрожевская Светлана Дмитриевна
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
фитотоксикологии и биотехнологии ФГБНУ
«Всероссийский институт защиты растений»

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Курганская государственная
сельскохозяйственная академия имени Т.С.
Мальцева»**

Защита состоится 19 октября 2017 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 006.015.01, созданного на базе Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений по адресу:

196608, Санкт-Петербург, Пушкин, ш. Подбельского, д.3.

Факс: 8(812)4705110; e-mail: info@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений и на веб-сайте www.vizrspb.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук _____ Наседкина Галина Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Современный этап развития земледелия в регионах неустойчивого увлажнения характеризуется двумя особенностями, значимыми для защиты растений: специализацией в возделывании одной культуры и минимизацией обработки почвы. Среди фитосанитарных проблем в технологиях возделывания яровой пшеницы особую значимость имеют корневые гнили, которые ежегодно снижают урожайность яровой пшеницы на 25% и более, вызывая изреживание посевов, угнетение роста, нарушение динамики органогенеза растений, ухудшение формирования элементов структуры урожайности, значительное снижение качества продукции [Коршунова и др., 1976; Хацкевич, 1977; Чулкина, 1985; Бенкен и др., 1987; Разина и др., 2008; Демина, Кинчаров, 2010; Глинушкин и др., 2016; Bernhoft et al., 2010]. В Западной Сибири около 80% площадей, занятых зерновыми культурами, заселены возбудителями корневых гнилей выше пороговых значений и имеют значительный многолетний запас (банк) семян сорняков в почве [Торопова, 2005; Стецов, 2007; Захаров, 2008]. Современные региональные технологии возделывания яровой пшеницы характеризуются значительным разнообразием, включают широкий набор предшественников, приемов обработки почвы, систем органоминерального питания, а также сортовой агротехники, оказывающих существенное влияние на фитосанитарное состояние почвы и растений [Торопова, 2005; Соколов, 2009; Гамзиков, 2013; Власенко и др., 2014б; Долженко и др., 2014].

В связи с необходимостью фитосанитарной оптимизации ресурсосберегающих технологий актуальным является изучение основных агроэкологических факторов, определяющих развитие корневых гнилей яровой пшеницы, особенно в менее изученных засушливых регионах, таких, как южная лесостепь, занимающая 24,7% общей площади пашни в Западной Сибири.

Степень разработанности темы. В России и зарубежных странах изучению влияния агроэкологических факторов на фитосанитарное состояние агроценозов яровой пшеницы и развитие корневых гнилей посвящены работы [Чумаков, 1946; Ашмарина, 1984; Коробова, 1985; Чулкина, 1985; Сулейменов, 2008; Лапина, 2013; Немченко и др., 2014; Торопова и др., 2016; Mathienson et al., 1990; Fernandez, 2004]. В засушливых зонах Сибири при переходе к ресурсосберегающим технологиям обработки почвы сила влияния агроэкологических факторов на развитие корневых гнилей яровой пшеницы, требует уточнения.

Цель исследования: выявить влияние предшественников, приемов обработки почвы, микробиоты, засоренности почвы семенами сорняков и погодных условий на развитие корневой гнили и урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследования:

1. Оценить влияние приемов обработки почвы и предшественников на этиологию и динамику корневых гнилей яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.
2. Изучить заселенность и динамику численности в почве конидий *Bipolaris sorokiniana*, сапротрофных почвенных микроорганизмов, семян сорных растений и оценить их влияние на развитие корневой гнили.
3. Выявить связь развития корневых гнилей с продуктивностью яровой пшеницы в зависимости от предшественников, приемов обработки почвы и условий вегетации.

Научная новизна. Впервые в условиях южной лесостепи Новосибирской и Омской областей определены доли влияния предшественников, приемов обработки почвы и погодных условий на развитие корневых гнилей, численность и состояние конидий *B. sorokiniana*, основных групп сапротрофных микроорганизмов, семян сорных растений в почве. Исследована сезонная динамика и уточнена этиология корневых гнилей яровой пшеницы с переходом на ресурсосберегающие обработки почвы и в зависимости от предшественников. Доказана закономерность резкого усиления развития корневой гнили в фазу всходов, изменение соотношения темноцветных и светлоокрашенных возбудителей корневых гнилей в пользу грибов рода *Fusarium*, особенно на первичных корнях. Доказано влияние приемов обработки почвы на распределение пропагул патогенных микромицетов и семян сорных растений по слоям, влияющее на сезонную динамику корневых гнилей.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Проведен комплексный мониторинг корневых гнилей, фитосанитарного состояния почвы и численности почвенных микроорганизмов после зерновых и фитосанитарных предшественников в зависимости от приемов обработки почвы и погодных условий вегетации в южной лесостепи Западной Сибири. Показана высокая заселенность зональных почв конидиями *B. sorokiniana* и семенами сорных растений при снижении численности сапротрофных почвенных микроорганизмов, особенно в засушливые годы, доказана тесная связь развития корневых гнилей и продуктивности яровой пшеницы с фитосанитарным состоянием почвы и численностью групп микроорганизмов. Определена экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от предшественников.

Результаты исследований используются в учебном процессе Новосибирского ГАУ при подготовке студентов по направлениям 35.03.04 «Агрономия» (уровень бакалавриата) и 35.04.04 «Агрономия» (уровень магистратуры).

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных авторов.

Исследования включали полевые и лабораторные наблюдения и эксперименты, анализ и статистическую обработку полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Закономерности развития корневых гнилей яровой пшеницы в зависимости от заселенности почвы и распределения конидий *Bipolaris sorokiniana* и семян сорных растений, численности почвенных микроорганизмов.
2. Возрастание роли грибов рода *Fusarium* в этиологии корневых гнилей и изменение сезонной динамики болезни при переходе к почвозащитным приемам обработки почвы.
3. Эффективные предшественники для подавления корневых гнилей и повышения урожайности яровой пшеницы.

Апробация результатов исследования. Диссертационная работа выполнена в рамках гостематики «Разработка адаптивных фитосанитарных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на базе экологического мониторинга вредных организмов в зоне рискованного земледелия Западной Сибири» (номер госрегистрации 01201150334). Основные положения диссертации апробированы на международных (Новосибирск, 2011, 2015; Краснодар, 2011; Махачкала, 2012; Уфа, 2014; Воронеж, 2015; Большие Вяземы, 2015, 2016; Москва, 2017), всероссийских (Курган, 2010; Казань, 2013) и региональных научно-практических конференциях (Новосибирск, 2015; 2016; 2017), на всероссийском конкурсе научно-практических работ по сберегающему земледелию (Казань, 2015).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в журналах «Агрохимия», «Защита и карантин растений», «Достижения науки и техники АПК», Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, «Вестник Новосибирского государственного аграрного университета», «Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии», материалах конференций различных уровней, трудах Новосибирского ГАУ. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 6 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из них 2 в журналах, включенные в международные базы данных.

Личный вклад автора. Работа является обобщением результатов исследований за 7 лет (2010 – 2016 гг.). Автор принимала участие в разработке программы и методологии исследований, непосредственно проводила эксперименты, анализ экспериментальных данных, формулировала научные положения, выводы и предложения практике.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов, предложений, списка литературы. Работа изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 41 таблицу, 24 рисунка. Список литературы включает 263 наименований, из них 40 на иностранных языках.

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

наук, профессору Л.В. Юшкевичу за сотрудничество при проведении исследований, доктору с.-х. наук А.А. Беляеву за помощь в статистическом анализе экспериментальных данных, А.Ф. Захарову за практическую помощь в исследованиях.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Аналитический обзор литературы

Рассмотрено влияние приемов обработки почвы, севооборота и погодных условий на развитие корневых гнилей и продуктивность яровой пшеницы, проанализированы фитосанитарные проблемы ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы.

Условия, объекты и методы исследований

Исследования проводили в южной лесостепной зоне Западной Сибири Новосибирской и Омской областей. Из семи лет исследований (2010 – 2016 гг.) в Новосибирской области 2013, 2014 год были влажными ($ГТК > 1$) и 5 лет (2010, 2011, 2012, 2015, 2016) – засушливыми ($ГТК < 1$). В Омской области из трех лет исследований 2 года (2011, 2013 гг.) были увлажненными ($ГТК > 1$) и 2012 год – засушливым ($ГТК < 1$).

Численность микроорганизмов определяли методом почвенных разведений [Сэги, 1983], заселенность почвы конидиями *Bipolaris sorokiniana* – методом флотации [Ledingham, Chin, 1955; Чулкина и др., 2009]; численности семян растений в почве – по А.Г. Таскаевой [2000], таксономический состав семян сорных растений – по определителю [Доброхотов, 1961], учет корневой гнили по В.А. Чулкиной [1972]. Таксономический состав патогенных микромицетов определяли по [Билай, 1977; Пидопличко, 1977; Simmons, 2007]. Определение супрессивности почвы проводили новым методом [патент RU 2 568 913 C1]. Элементы структуры урожайности яровой пшеницы учитывали по [Чулкина и др., 2009].

Роль предшественников в нулевой технологии изучали в ООО «Рубин» Новосибирской области в короткоротационных севооборотах горох-пшеница-пшеница и рапс-пшеница-пшеница, а также при монокультуре. Почвенный покров – чернозем обыкновенный среднесуглинистый с содержанием гумуса 1,8-4%, pH 6,5-8,2. Исследования проводили на двух сортах яровой пшеницы: Баганская-95 и Алтайская-325. Посев яровой пшеницы производили посевным комплексом John Deere 1895. Норма высева 190-195 кг/га. Обработка почвы отсутствует (No-till). Семена яровой пшеницы протравливали баковой смесью Радифарма (100 мл/т), Гидромикса (100 г/т), Винцита (1,5 л/т). Удобрения: аммиачная селитра (90 л/га), аммофос (50 кг/га); фунгицид: Импакт (0,5 л/га), гербицид: Пума Супер (0,9 л/га). Уборку урожая проводили напрямую комбайном John Deere STS 9670.

Прием обработки почвы	Предшественник	Среднее по органам				Среднее по растению
		первичные корни	эпикотиль	вторичные корни	основание стебля	
Отвальная	Пар	33,5	28,0	28,9	27,8	29,6
	1-я пшеница	43,1	34,5	35,5	32,9	36,5
	2-я пшеница	39,1	42,5	39,2	35,1	39,0
Плоскорезная	Пар	40,6	30,5	31,7	28,4	32,8
	1-я пшеница	53,5	40,6	39,6	38,9	43,2
	2-я пшеница	45,8	31,3	43,3	43,4	41,0
Минимально-нулевая	Пар	34,4	31,5	30,7	31,5	32,0
	1-я пшеница	45,0	37,3	36,7	32,8	38,1
	2-я пшеница	45,0	40,8	44,2	31,7	40,4
НСР ₀₅ по обработкам почвы=9,7 НСР ₀₅ по предшественникам=7,9						

Самое низкое развитие болезни отмечено после пара на всех вариантах обработок почвы, биологическая эффективность пара составила 20-24% по сравнению со второй пшеницей по пару. Доля влияния погодных факторов на развитие корневых гнилей яровой пшеницы составила 63%, развитие корневой гнили было выше в засушливом году.

В южной лесостепи Новосибирской области в нулевой технологии возделывания яровой пшеницы развитие корневых гнилей также значительно превышало ПВ (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие корневой гнили яровой пшеницы при прямом посеве по стерне предшественника в южной лесостепи Новосибирской области (2010-2013 гг.), %

Предшественник	Среднее по органам				Среднее по растению
	Первичные корни	Эпикотиль	Вторичные корни	Основание стебля	
Горох	28,6	22,9	23,7	22,0	24,3
Пшеница по гороху	35,5	27,4	32,9	22,9	29,7
Монокультура пшеницы с 2003 г	43,0	41,8	33,6	37,3	38,9
НСР ₀₅ частных средних 6,6					

При прямом посеве яровой пшеницы развитие корневой гнили постепенно увеличивалось по предшественникам от гороха к монокультуре пшеницы в 1,6 раза. Максимальное развитие болезни отмечено после монокультуры пшеницы и составило 2,6 ПВ. Доля влияния предшественников на развитие корневой гнили составила 51,1%, и значительно, в 3,2 раза, превысила влияние погодных условий вегетации. Еще большими фитосанитарными свойствами в технологии No-till обладал яровой рапс, как предшественник пшеницы, его биологическая эффективность составила 44,2% по сравнению с зерновым предшественником.

Рассмотрение сезонной динамики корневой гнили показало обострение эпифитотического процесса болезни в начале вегетации, превышение ПВ (ПВ=5%) на фазе кущения пшеницы составляло 5,2 раза (рисунок 1), что соответствует уровню сильной эпифитотии.

К концу вегетации развитие корневой гнили замедлялось составило в среднем 2,2 ПВ.

В микоценозе подземных органов яровой пшеницы ежегодно доминировали представители родов



Примечание: НСР₀₅: по году – 3,56; по предшественнику – 3,08; по сроку – 2,51.

Рисунок 1 – Развитие корневой гнили яровой пшеницы в течение вегетационного сезона в технологии прямого посева в южной лесостепи Новосибирской области (2010–2013 гг.)

Fusarium Link, *Bipolaris* Shoemaker (*Helminthosporium* Link), *Alternaria* Nees, в отдельных образцах встречались микромицеты рода *Penicillium* Link (рисунок 2).

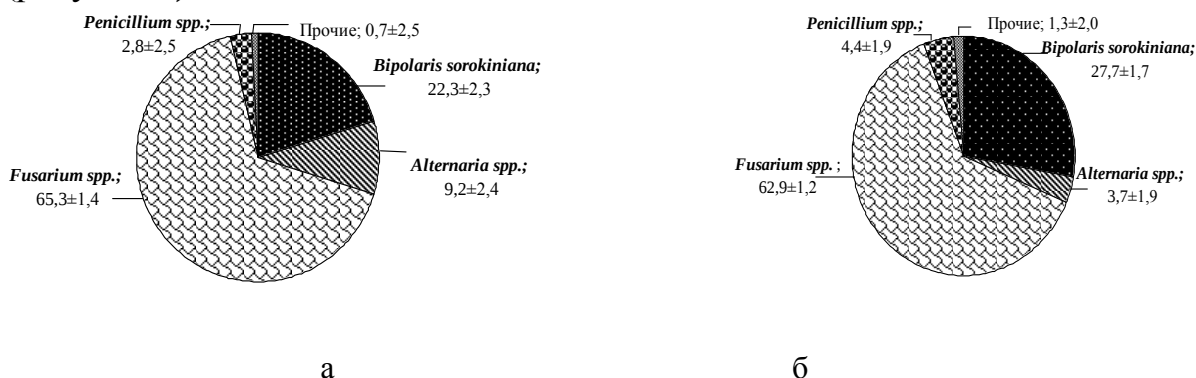


Рисунок 2 – Таксономический состав и распространение микромицетов на подземных органах яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской (а) (2010-2013 гг.) и Омской (б) областей (2011-2013 гг.), (%), $p \pm s_p * t_{05}$)

Из данных рисунка видно, что доминирующими на подземных органах в южной лесостепи обоих регионов являлись грибы рода *Fusarium*, встречаемость фузариевых грибов в растительных образцах составила 100% в южной лесостепи и Новосибирской и Омской областей.

Существенную долю выделенных из пораженных подземных органов пшеницы грибов составили виды *F. sporotrichioides* (Sherb.), *F. solani* Koord., *F. moniliforme* var. *subglutinans* Wollenw. & Reinking, *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. poae* (Peck) Wr., *F. oxysporum* (Schlecht). Частота встречаемости *B. sorokiniana* на растительных образцах из южной лесостепи Новосибирской области составила 96,8%, что несколько выше, чем из Омской области (88,3%).

Выявлена тенденция роста инфицирования подземных органов яровой пшеницы фузариевыми грибами при усилении минимизации обработки почвы. Так, разница в распространенности грибов рода *Fusarium* на минимально-нулевой обработке была выше на 10% по сравнению с отвальной обработкой. Параллельно происходило снижение распространения *B. sorokiniana* на 30% по обсуждаемым вариантам. В целом, соотношение темноцветных и светлоокрашенных грибов сместилось с 1:2 на отвальной обработке до 1:3 при переходе на минимально-нулевую обработку.

Грибы рода *Fusarium* доминировали на всех органах пшеницы независимо от приемов обработки почвы. Максимальная доля представителей этого таксона была на первичных корнях варианта минимально-нулевой обработки почвы и составила 81%. Соотношение темноцветных и светлоокрашенных таксонов в этом варианте также было максимально смещено в сторону светлоокрашенных фузариевых грибов и достигло 1:6. На основании стебля *B. sorokiniana* составил около четверти микоценоза на варианте с минимально-нулевой обработкой почвы, и его доля была в 1,8 раза выше, чем на первичных корнях. В целом, можно заключить,

что с переходом на минимальную обработку почвы соотношение темноцветных и светлоокрашенных возбудителей корневых гнилей изменяется: растет доля фузариевых грибов, особенно на первичных корнях, а *B. sorokiniana* сохраняет или даже несколько увеличивает распространенность на основаниях стеблей.

Соотношение и локализация основных возбудителей корневой гнили при прямом посеве яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Заселенность патогенными микромицетами подземных органов яровой пшеницы при нулевой технологии возделывания в южной лесостепи Новосибирской области, % (2010–2016 гг.)

Орган яровой пшеницы	<i>Bipolaris sorokiniana</i>		<i>Alternaria tenuissima</i>		<i>Fusarium spp.</i>	
	лимиты	среднее	лимиты	среднее	лимиты	среднее
Первичные корни	3,0÷47,0	15,5	3,0÷35,0	12,8	43,0÷100,0	77,0
Эпикотиль	13,0÷46,7	24,1	3,0÷13,3	8,3	53,0÷95,0	77,3
Вторичные корни	3,0÷26,7	12,7	3,0÷80,0	20,4	10,0÷100,0	67,0
Основание стебля	10,0÷100,0	35,6	3,0÷27,0	13,9	30,0÷90,0	52,7
НСР ₀₅		4,9		5,6		5,9

При прямом посеве яровой пшеницы было отмечено полное доминирование фузариевых грибов на всех подземных органах яровой пшеницы, которое в отдельных образцах достигло 100%. Отмечено смещение соотношения темноцветных и светлоокрашенных грибов в пользу *B. sorokiniana* на основании стебля и эпикотиле по сравнению с корневой системой. Так, на первичных корнях оно составило в среднем 1:5, а на основаниях стеблей только 1:1,5. То есть конкурентная способность *B. sorokiniana* при прямом посеве яровой пшеницы выше на соломистых органах, где в отдельных образцах он составлял 100% патогенного комплекса. Грибы рода *Fusarium* имели преимущество при инфицировании первичных и вторичных корней, периодически составляя 100% патогенного комплекса корневой гнили на корневой системе.

Таким образом, при нулевой технологии возделывания пшеницы выявлено расхождение экологических ниш темноокрашенного гриба *B. sorokiniana* и светлоокрашенных грибов рода *Fusarium*. *B. sorokiniana* был относительно более конкурентоспособен на околосеменных соломистых органах, а грибы рода *Fusarium* – на корневой системе, при доминировании последних в общем патогенном комплексе корневой гнили яровой пшеницы.

2. Заселенность почвы южной лесостепи Западной Сибири возбудителями корневых гнилей

Значительная пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями в южной лесостепи Западной Сибири была обусловлена заселенностью почв фитопатогенами (таблица 4). Из данных таблицы видно, что почва в

значительной степени насыщена конидиями *Bipolaris sorokiniana*. Превышение ПВ (ПВ=20-30 экз./г) в среднем по образцам составило 7,1 раза.

Таблица 4 – Плотность конидий *B. sorokiniana* в почве при прямом посеве яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области (2011-2013 гг.), шт./1 г возд.-сух. почвы

Предшественник	Начало вегетации	Конец вегетации
Горох	120	140
Пшеница по гороху	200	260
Монокультура пшеницы с 2003 г.	250	305
НСР ₀₅ по предшественникам = 37,8		
НСР ₀₅ по срокам = 30,9		

Самая высокая плотность конидий патогенного микромицета в почве отмечена при монокультуре яровой пшеницы. Превышение ПВ на фазе полной спелости яровой пшеницы составило

10,2 раз, что соответствует уровню сильной эпифитотии. Плотность конидий *B. sorokiniana* после гороха была значительно, более чем в 2 раза, ниже по сравнению с монокультурой пшеницы. Биологическая эффективность гороха, как фитосанитарной культуры, в начале вегетации пшеницы составила 52%, в конце - 45,9%. К концу вегетационного периода происходило увеличение заселенности почвы по всем предшественникам, причем коэффициент размножения *B. sorokiniana* оставался примерно на одном уровне и составил 1,2-1,3, что свидетельствует о стабильности функционирования паразитарной системы фитопатоген-яровая пшеница в южной лесостепи Новосибирской области.

В 2014-2016 гг. мониторинг почвенных фитопатогенов в южной лесостепи Новосибирской области проводили после возделывания рапса. Биологическая эффективность возделывания рапса в снижении плотности пропагул *B. sorokiniana* составила 44,2%, с увеличением доли деградированных конидий в 1,9 раза по сравнению с предшественником пшеницей. Под влиянием корневых выделений рапса произошло снижение численности в почве и пропагул грибов рода *Fusarium* на 56,9%.

По итогам шестилетних исследований была выявлена сильная корреляционная зависимость между плотностью конидий *B. sorokiniana* в почве и развитием корневой гнили яровой пшеницы на фазе всходов ($r=0,853\pm0,202$) и в конце вегетации ($r=0,826\pm0,234$).

Послойный мониторинг *B. sorokiniana* в почве показал, что большая часть $66\pm0,8$ конидий фитопатогена сосредоточена в верхнем слое, усугубляя критический период развития всходов. Ситуация осложняется медленной деградацией конидий, которая незначительно, всего на 10%, выше в верхнем слое почвы. На плотность конидий *B. sorokiniana* в почве южной лесостепи Новосибирской области при нулевой обработке почвы погодные условия и предшественники оказывали влияние практически на одном уровне - 43,4 и 41,5% соответственно, предшественники в значительной (57,6%) степени определяли и деградацию конидий фитопатогена в почве.

Формирование инфекционного фона *B. sorokiniana* в течение вегетации и по годам в южной лесостепи Омской области также определяли преимущественно предшественники (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние предшественников и приемов обработки почвы на плотность конидий *Bipolaris sorokiniana* в южной лесостепи Омской области (2011–2013 гг.) шт./1г возд.-сух. почвы

Обработка почвы	Предшественник	Начало вегетации	Конец вегетации
Отвальная	Пар	240	260
	1-я пшеница по пару	380	470
	2-я пшеница по пару	470	520
Плоскорезная	Пар	220	240
	1-я пшеница по пару	360	370
	2-я пшеница по пару	390	405
Минимально-нулевая	Пар	215	230
	1-я пшеница по пару	325	350
	2-я пшеница по пару	350	420
НСР ₀₅ по обработкам, предшественникам, годам = 63,6			
НСР ₀₅ по срокам = 51,9			

Минимальная заселенность почвы конидиями патогена отмечена при возделывании пшеницы по пару, как в начале вегетации, так и в конце, независимо от обработки почвы, однако в среднем после пара превышение ПВ было достаточно высоким – 7,2 раза.

Биологическая эффективность пара в снижении численности конидий *B. sorokiniana* равна в среднем по вариантам обработок почвы 46,5% по сравнению с предшественником вторая пшеница. Самая большая плотность конидий наблюдалась в почве после трех лет возделывания пшеницы и достигла 27 ПВ, что соответствует уровню сильной эпифитотии. Коэффициент размножения *B. sorokiniana* при повторном и трехкратном возделывании пшеницы составил 1,1, также как после пара, что свидетельствует о зональной стабильности паразитарной системы. Корреляционная зависимость развития корневой гнили яровой пшеницы от плотности конидий *B. sorokiniana* в почве была на уровне умеренной $r = 0,706 \pm 0,224$.

При интенсивной отвальной обработке почвы большая часть конидий *B. sorokiniana* заселяла слой почвы от 11 до 20 см, при почвозащитных обработках почвы конидии *B. sorokiniana* концентрировались в верхнем (0-10 см) слое почвы на уровне 65–66%, усугубляя начальный, наиболее уязвимый, период развития растений.

После пара жизнеспособность популяции патогенного микромицета была пониженной. Доля деградированных конидий в начале вегетационного периода была в 2,5 раза выше, чем жизнеспособных, что обусловлено высокой антагонистической активностью почвы после пара.

Дисперсионный анализ показал, что в южной лесостепи Омской области при разных способах обработки почвы основным фактором, определяющим численность конидий *B. sorokiniana* в почве, были предшественники, которые определяли, как размножение, так и

выживаемость фитопатогена. Доля влияния предшественников на плотность конидий *B. sorokiniana* в почве составила 52,6% была в 3 раза выше, чем влияние погодных условий вегетации. Предшественники существенно (на 41,4%) определяли и скорость деградации конидий фитопатогена, а, следовательно, и скорость очищения почвы. Способ обработки почвы оказал достоверное влияние (18,1%) на распределение конидий по почвенным слоям.

3. Почвенная микрофлора и супрессивность почвы в южной лесостепи Западной Сибири

Исследования компонентов почвенного микробоценоза южной лесостепи Омской области были проведены в контрастные по увлажнению вегетационного периода годы. В засушливых условиях 2011 года численность микроорганизмов на всех средах была чрезвычайно низкой и не удалось выявить достоверных различий в численности микроорганизмов по вариантам стационарного опыта. Так, численность бактерий, потребляющих минеральные формы азота на КАА, в засушливом 2011 году была до 130 раз ниже по сравнению с более увлажненным 2012 годом. Влияние предшественников и приемов обработки почвы проявилось в увлажненных условиях 2012 года. Наблюдалось снижение численности большинства групп почвенных микроорганизмов с удалением пшеницы от пара, самая низкая микробиологическая активность по всем группам микробобиоты отмечена после повторного возделывания пшеницы. Основной группой микроорганизмов, подавляющей паразитическую активность возбудителей корневых гнилей были бактерии, потребляющие минеральные формы азота $r = -0,928 \pm 0,141$. Среди этих микроорганизмов выявляли больше всего антагонистов в отношении *Bipolaris sorokiniana* [Чулкина, 1985; Кузнецова, Кривошекова, 1985; Павлова, 1988].

Наибольшее влияние на численность всех групп микроорганизмов оказывали погодные условия года (27,6-30,1%), причем зависимость от погоды разных групп микробобиоты была примерно на одном уровне. Вторым по значимости фактором были предшественники (18,2-21,9%), что отражало значительные различия между паром и повторным возделыванием яровой пшеницы. Только бактерии, потребляющие органические формы азота, показали небольшую (6,4%) достоверную зависимость от приемов обработки почвы.

Предшественники существенно влияли на численность сапротрофных почвенных микромицетов в южной лесостепи Новосибирской области (таблица 6).

Минимальная численность грибов на ЧА отмечена после монокультуры пшеницы, в среднем в 7,7 раз ниже по сравнению с другими предшественниками. Корреляционный анализ показал тесную отрицательную связь численности сапротрофных почвенных микромицетов с развитием корневой гнили яровой пшеницы: $r = -0,810 \pm 0,414$. На ГС разница

численности микроорганизмов по предшественникам составила 19,8 раз. Связь численности целлюлозолитических микромицетов с развитием корневой гнили яровой пшеницы была умеренной и отрицательной, $r = -0,683 \pm 0,516$. Численность микроорганизмов, развивающихся за счет минеральных источников азота (КАА), также существенно зависела от предшествующей культуры, разница составила 2 раза. Коэффициент корреляции между численностью микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота и развитием корневых гнилей яровой пшеницы составил $r = -0,646 \pm 0,539$.

Таблица 6 – Численность почвенных микромицетов по предшественникам в технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области, КОЕ/г почвы (2011–2013 гг.)

Предшественник	Грибы		Бактерии $\times 10^6$	
	ЧА $\times 10^4$	ГС $\times 10^5$	КАА	МПА
Горох	5,3	7,9	42,3	33,6
Пшеница по гороху	4,5	6,3	37,0	19,5
Монокультура пшеницы с 2003 г	0,66	0,4	20,4	13,2
НСР ₀₅	0,11	0,9	0,6	1,0

Примечание: ЧА – агар Чапека, ГС – среда Гетчинсона

Выявлена тесная отрицательная связь между численностью бактерий на МПА и развитием корневой гнили яровой пшеницы $r = -0,843 \pm 0,379$, то есть в почве южной лесостепи Новосибирской области бактерии, потребляющие органические формы азота обладают достоверной

антагонистической активностью в отношении возбудителей корневых гнилей яровой пшеницы.

В течение 2015-2016 гг. в южной лесостепи Новосибирской области был проведен учет численности компонентов почвенного микробоценоза после возделывания рапса. Рапс в 2,4 раза увеличил численность сапротрофных почвенных микромицетов, в 2 раза бактерий, потребляющих минеральные формы азота, бактерий, потребляющих органические формы азота – в 5,5 раз. Несколько (на 19-34%) увеличилась после рапса и численность целлюлозолитических микроорганизмов.

Максимальное влияние погодные условия года оказывали на целлюлозолитические микроорганизмы, бактерии потребители минерального азота и актиномицеты, они подвергались наиболее сильной депрессии в засушливые годы. В течение двух лет нами были произведены учеты

Таблица 7 - Супрессивность почвы южной лесостепи Новосибирской области против основных почвенных фитопатогенов, 2015-2016 гг., %

Вариант	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>
Пшеница	45,7	53,2
Рапс	79,2	75,3
НСР ₀₅	6,1	4,5

супрессивности почвы против наиболее значимых возбудителей корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium sporotrichioides* (таблица 7). Рапс увеличил супрессивность почвы на 73,3% по сравнению с пшеницей. Супрессивность почв в отношении *Fusarium sporotrichioides* возросла после рапса на 41,5%.

4. Влияние банка семян сорняков на развитие корневых гнилей

Семена сорных растений в почве были представлены 14 видами из 10 семейств в южной лесостепи Новосибирской области и 18 видами из 10 семейств в аналогичной зоне Омской области. Коэффициент Жаккара между регионами по видовому составу семян сорняков в почве был равен 0,78, что свидетельствует о значительном влиянии на сорные фитоценозы агроэкологической зоны, вне зависимости от региона.

Доминантными видами сорняков являлись просо сорнополевое и щирица запрокинутая в обоих регионах.

В почвенном банке семян сорняков южной лесостепи Западной Сибири более 40% составили семена сорных растений-хозяев возбудителя обыкновенной корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* - овсюга обыкновенного, мышея сизого, мышея зеленого, проса сорнополевого [Чулкина, 1985; Торопова, Глазунова, 2014]. Видовой состав сорных растений-хозяев грибов рода *Fusarium* требует дополнительных детальных исследований, поскольку они паразитируют на более 150 видах растений многих родов и семейств [Билай, 1977; Пидопличко, 1977; Чулкина, 1988]. Почвы южной лесостепи Новосибирской области характеризовались высокой засоренностью семенами сорных растений. Пороговые значения (50 млн./га) были превышены до 50 раз [Захаренко, 2000; Спиридонов, 2000; Стецов, 2007]. Засоренность возрастала при монокультуре яровой пшеницы в среднем на 8,3%, оставаясь высокой после всех рассматриваемых предшественников в технологиях прямого посева по стерне.

Доля семян злаковых сорняков в почвенном банке существенно возрастала в следующем после засушливого года вегетационном сезоне. Коэффициент корреляции доли семян злаковых видов и ГТК предыдущего вегетационного периода показал очень сильную отрицательную связь $r = -0,971 \pm 0,237$. Таким образом, засушливые вегетационные периоды, часто повторяющиеся в южной лесостепи Новосибирской области, способствуют сохранению и расширению очагов корневых гнилей за счет роста злакового компонента банка семян сорняков.

В таблице 8 приведены данные засоренности почвы южной лесостепи Омской области в зависимости от предшественников и приемов обработки почвы. Засоренность почвы в южной лесостепи Омской области достигала 83,1 ЭПВ, и было особенно высокой при минимально-нулевой обработке почвы. После благоприятных увлажненных лет банк семян сорняков в почве существенно пополнялся, после засушливых – сокращался, особенно по двудольным видам. Засоренность почвы нарастала на 9,5% с удалением пшеницы от пара. Доля семян злаковых сорняков увеличивалась на 41% при минимизации обработки почвы.

Таблица 8 – Количество семян сорных растений в почве в южной лесостепи Омской области по годам, млн. шт./га

Прием обработки почвы	Предшественник	2011	2012	2013	Среднее
Отвальная	пар	1875,0	734,4	1175,0	1261,5
	1-я пшеница	2187,6	875,9	1306,3	1456,6
	2-я пшеница	3906,6	703,1	1593,8	2067,8
Плоскорезная	пар	2359,4	812,5	1078,2	1416,7
	1-я пшеница	2843,8	1046,9	1375,0	1755,2
	2-я пшеница	3905,3	719,1	1268,8	1964,4
Минимально-нулевая	пар	2178,5	671,9	859,4	1236,6
	1-я пшеница	3031,3	953,1	1062,5	1682,3
	2-я пшеница	4156,3	968,8	1421,9	2182,3
НСР ₀₅ по всем факторам 169,7					

Погода была определяющим фактором накопления в почве южной лесостепи Омской области семян, как сорных видов в целом, так и злаковых сорных растений. Общее количество семян в почве возросло после увлажненных лет, а доля семян злаковых видов увеличивалась после засушливых вегетаций. При отвальной обработке почвы отмечено относительно равномерное распределение семян сорняков в почве с некоторой тенденцией к накоплению в более глубоком слое. С переходом к ресурсосберегающим приемам обработки происходило накопление семян сорняков в верхнем (0–10 см) слое до 60%.

Обобщенные данные по заселенности семян злаковых сорняков фитопатогенами представлены в таблице 9.

Более 80% извлеченных из почвы южной лесостепи Новосибирской и Омской областей семян злаковых сорняков были заселены патогенными и токсинообразующими микромицетами. Из семян злаковых сорняков (просо сорнополевое, щетинники) были выделены следующие

Таблица 9 – Таксономический состав патогенных микромицетов на семенах сорных растений из почвы южной лесостепи Западной Сибири, (2012-2013 гг.), %

Фитопатоген	Просо сорнополевое	Щетинник (сизый, зеленый)
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	18,9	36,2
<i>Fusarium</i> spp.	49,3	25,9
<i>Alternaria</i> spp.	7,8	6,7
Прочие	7,6	11,2

патогенные микромицеты: *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, представители родов *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link, в *Penicillium* Link, *Epicoccum* Link, и другие. Коэффициент общности видового состава микромицетов семян злаковых сорняков и подземных органов яровой пшеницы составил 0,52. Коэффициент корреляции между общим количеством семян сорняков в почве и развитием корневой гнили яровой пшеницы составил $0,683 \pm 0,275$.

5. Влияние агроэкологических факторов на урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири

Урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области при прямом посеве сформировалась на хорошем для зоны уровне (24,1-29,9 ц/га) и в значительной мере зависела от предшественников и была наиболее высокой после гороха, на 24,1% выше монокультуры.

Возделывание пшеницы по рапсу (таблица 10) обеспечило формирование на достоверно более высоком уровне всех элементов структуры урожая по сравнению с зерновым предшественником: числа колосьев на 16,2%, числа зерен в колосе – на 55,6%, массы 1000 зерен – на 8,2%.

Таблица 10 – Влияние предшественников на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области, 2015-2016гг.

Предшественник	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Число зерен/колос, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность ц/га
Пшеница	322	18	39,2	22,7
Рапс	374	28	42,4	44,4
НСР ₀₅	45,2	4,1	3,1	

Поражение растений корневыми гнилями приводило к снижению продуктивности яровой пшеницы, выявлена тесная отрицательная зависимость биологической урожайности от развития корневой гнили ($r=-0,789\pm0,201$), заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* ($r=-0,876\pm0,169$) и между запасом семян сорных растений в почве и урожайностью $r=-0,846\pm0,175$, что говорит о значимости фитосанитарного состояния почвы для реализации продукционного потенциала яровой пшеницы.

Регрессионный анализ позволил составить уравнение зависимости урожайность (Y) от развития корневой гнили (X2) и плотности конидий в почве (X1):

$$Y=39,2 - 0,76 \cdot X_2 + 0,04 \cdot X_1$$

Полученное уравнение может использоваться для прогноза урожайности и оценки вредоносности корневой гнили в южной лесостепи Новосибирской области.

Урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Омской области зависела от всех рассмотренных агроэкологических факторов (таблица 11).

По предшественнику пар продуктивность пшеницы была максимальной на всех обработках почвы. С удалением от пара урожайность пшеницы снижалась и была существенно (в 2 раза) ниже после 2-й пшеницы по пару на всех вариантах обработки почвы. Доля влияния предшественников на урожайность составила 56,7%, что выше влияния погодных условий в 3,3 раза. Снижение урожайности по всем

предшественникам отмечено при переходе от вспашки к плоскорезной обработке и составило 30,5%.

При переходе к минимально-нулевой обработке почвы снижение урожайности по сравнению с интенсивной отвальной обработкой составило 27,3%.

Таблица 11 – Урожайность яровой пшеницы по предшественникам, приемам обработки почвы и годам в южной лесостепи Омской области, ц/га

Обработка почвы	Предшественник	2011	2012	2013	Среднее
Отвальная	Пар	37,7	21,4	22,4	27,2
	1-я пшеница по пару	17,4	14,8	16,2	16,1
	2-я пшеница по пару	15,1	9,2	10,8	13,8
Плоскорезная	Пар	22,1	17,6	18,7	19,5
	1-я пшеница по пару	14,2	10,5	12,8	12,5
	2-я пшеница по пару	11,0	6,9	5,2	7,7
Минимально-нулевая	Пар	28,6	15,1	19,4	21,0
	1-я пшеница по пару	16,0	11,6	8,8	12,1
	2-я пшеница по пару	11,1	7,8	6,3	8,4
НСР ₀₅ частных средних 2,75					
Доля влияния факторов: год 17,2%*, предшественник 56,7%***, обработка почвы 10,5%**.					
Уровень значимости ***0,01; *,005					

Выявлена высокая отрицательная корреляционная зависимость между развитием корневой гнили яровой пшеницы и урожайностью $r = -0,916 \pm 0,151$, между урожайностью и плотностью конидий *B.sorokiniana* в почве $-0,769 \pm 0,241$, между запасом семян сорных растений в почве и урожайностью яровой пшеницы $r = -0,745 \pm 0,245$. Регрессионный анализ позволил составить регрессионное уравнение зависимости урожайности яровой пшеницы (Y) от развития корневой гнили (X1) в южной лесостепи Омской области:

$$Y = 61,84 - 1,26 \cdot X_1$$

Оценка экономической эффективности фитосанитарных предшественников яровой пшеницы в ООО «Рубин» Краснозерского района Новосибирской области показала, что использование рапса и гороха как предшественников для яровой пшеницы в технологии No-till позволяет увеличить урожайность на 19,9 и 5,8 ц/га соответственно, в связи с этим валовый сбор зерна увеличивается на 580 ц и 1990 ц. Уровень рентабельности составляет 76,8 % по предшественнику рапс и 37,4 % по предшественнику горох при уменьшении себестоимости зерна на 190,2 руб./га и 44,1 руб./ц по сравнению с монокультурой пшеницы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В южной лесостепи Новосибирской и Омской областей развитие корневых гнилей яровой пшеницы на фазе всходов достигало 5,2 и 6,7 ПВ соответственно, в конце вегетации – 2,6 ПВ. Основным фактором, определяющим развитие корневых гнилей были предшественники, биологическая эффективность гороха и рапса по сравнению с зерновым предшественником составила 37,5% и 44,2% соответственно, эффективность пара - 20-24% по приемам обработки почвы по сравнению со второй пшеницей по пару.

2. На подземных органах яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской и Омской областей доминировали представители родов *Fusarium* Link (62,9-65,3%), *Bipolaris* Shoemaker (*Helminthosporium* Link) (22,3-27,7%), *Alternaria* Nees (3,7-9,2%). Существенную долю возбудителей фузариозных корневых гнилей составили *F. sporotrichioides* (Sherb.), *F. poae* (Peck) Wt., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. equiseti* (Corda) Sacc. и *F. oxysporum* (Schlecht). С переходом на ресурсосберегающие обработки почвы соотношение темноцветных и светлоокрашенных возбудителей корневых гнилей изменяется: растет доля фузариевых грибов, особенно на первичных корнях, а *B. sorokiniana* сохраняет или даже несколько увеличивает распространенность на основаниях стеблей.

3. В южной лесостепи Новосибирской и Омской областей плотность конидий возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых культур *B. sorokiniana* достигала 10,2 и 27 биологических порогов вредности соответственно, что определяло высокий уровень развития корневых гнилей. Корреляционная зависимость между плотностью конидий *B. sorokiniana* в почве и развитием корневой гнили яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области на фазе всходов ($r=0,853\pm0,202$) и в конце вегетации ($r=0,826\pm0,234$), в Омской южной лесостепи корреляция между развитием корневой гнили и числом конидий составила ($r=0,706\pm0,224$).

4. Основным фактором, определяющим плотность и выживаемость конидий возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых культур *B. sorokiniana* были предшественники, эффективность гороха и рапса в технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области была 52% и 44,2% соответственно, с увеличением доли деградированных конидий до 2,5 раз, эффективность пара в южной лесостепи Омской области составила 46,5% по сравнению с предшественником вторая пшеница, при снижении доли жизнеспособных конидий на 35,6%.

5. Переход к ресурсосберегающим обработкам в южной лесостепи Западной Сибири привел к повышенной (до 66%) концентрации конидий *B. sorokiniana* и семян сорняков в верхнем (0-10см) слое почвы.

6. Важным биотическим фактором, определяющим развитие корневых гнилей яровой пшеницы, были сапротрофные почвенные микроорганизмы: в южной лесостепи Омской области - бактерии, потребляющие минеральные

формы азота ($r=-0,928\pm0,141$), в южной лесостепи Новосибирской области - сапротрофные почвенные микромицеты ($r=-0,810\pm0,414$) и бактерии, потребляющие органический азот ($r=-0,843\pm0,379$). Численность почвенных микроорганизмов значительно (до 130 раз) снижалась в засушливые годы, при повторном и бессменном возделывании яровой пшеницы, при переходе к ресурсосберегающим обработкам почвы и нулевой технологии возделывания.

7. Численность семян сорных растений в почве южной лесостепи Западной Сибири достигала 83,1 ЭПВ и была значимым фактором ($r=0,683\pm0,275$) развития корневых гнилей яровой пшеницы. Более 80% семян злаковых сорняков были заселены патогенными и токсинообразующими микромицетами, среди которых доминировали грибы рода *Fusarium*. Коэффициент общности видового состава микромицетов семян злаковых сорняков и подземных органов яровой пшеницы составил 0,52. Общая численность семян сорняков в почве возрастала после увлажненных лет, повторного и бессменного возделывания яровой пшеницы, а доля злаковых видов – после засушливых вегетаций.

8. Выявлены тесные отрицательные зависимости биологической урожайности яровой пшеницы от развития корневой гнили ($r=-0,789\ldots0,916$), заселенности почвы конидиями *B.sorokiniana* ($r=-0,769\ldots0,876$) и между запасом семян сорных растений в почве и урожайностью ($r=-0,745\ldots0,846$), что говорит о значимости фитосанитарного состояния почвы для реализации продукционного потенциала яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири. Разработаны регрессионные уравнения для прогноза урожайности.

9. Экономическая оценка использования рапса и гороха как предшественников для яровой пшеницы в технологии прямого посева в южной лесостепи Новосибирской области показала, что урожайность увеличивалась на 19,9 ц/ га по рапсу и 5,8 ц/га по гороху, уровень рентабельности составляет 76,8 % и 37,4 % соответственно при уменьшении себестоимости зерна по сравнению с монокультурой пшеницы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для контроля корневых гнилей и увеличения продуктивности яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири целесообразно включать в севообороты фитосанитарные предшественники: пар, горох, рапс, исключая бессменные и повторные посевы пшеницы. Для прогноза развития корневых гнилей и урожайности яровой пшеницы следует определять перед посевом численность микроорганизмов и фитосанитарное состояние почвы по заселенности конидиями *Bipolaris sorokiniana* и семенами сорняков, использовать для расчетов предложенные уравнения регрессии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в изданиях, включенных в международные базы данных и перечень ВАК РФ

1. Торопова Е.Ю. Влияние основной обработки почвы и предшественников на развитие корневых гнилей яровой пшеницы в лесостепи Новосибирской области / Е.Ю. Торопова, **М.П. Иванова (М.П. Селюк)** // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2010. – № 13(1). – С. 12-15.
2. Торопова Е.Ю. Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / Е.Ю. Торопова, **М.П. Селюк**, Л.В. Юшкевич, А.Ф. Захаров // Вестник Бурятской ГСХА им. Филиппова. – 2012. – № 3 (28). – С. 86-91.
3. Торопова Е.Ю. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, И.Г. Воробьева, **М.П. Селюк** // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 23-26.
4. Торопова Е.Ю. Влияние агротехнологий на здоровье почвы и растений в лесостепи Омской области / Е.Ю. Торопова, **М.П. Селюк**, Л.В. Юшкевич // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 44-45.
5. **Селюк М.П.** Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян сорняков в ресурсосберегающих технологиях / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, А.Ф. Захаров // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic sciences. – 2016. – № 7 (55). – С. 35-39. (Agris)
6. Торопова Е.Ю. Факторы индукции супрессивности почвы / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, **М.П. Селюк**, М.С. Соколов, А.П. Глинушкин // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 58-71. (WoS, Scopus)

Работы, опубликованные в сборниках научных конференций

7. **Селюк М.П.** Влияние ресурсосберегающих обработок почвы на популяцию *Bipolaris sorokiniana* / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 115-летию Т.С. Мальцева. – Курган: изд-во Курганской ГСХА, 2010. – С. 285-288.
8. Торопова Е.Ю. Роль предшественников и адаптивной технологии обработки почвы в контроле корневой гнили и повышении урожайности яровой пшеницы в Новосибирской области / Е.Ю. Торопова, **М.П. Селюк**, А.Ф. Захаров // Современные технологии производства и переработки с.-х. продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2011. – С. 68-72.
9. Торопова Е.Ю. Вредоносность и распространенность злаковых сорняков в посевах яровой пшеницы в Новосибирской области / Е.Ю. Торопова, А.Ф. Захаров, **М.П. Селюк** // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2011. – С. 238-241.
10. Торопова Е.Ю. Особенности развития обыкновенной корневой гнили в системе прямого посева No-till / Е.Ю. Торопова, **М.П. Селюк**, А.М. Корзун // Аграрная наука: современные проблемы и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня образования Дагестанского ГАУ. – Махачкала, 2012. – С. 1438-1441.
11. **Селюк М.П.** Влияние сельскохозяйственных растений на микробиоценоз почвы в технологии No-till / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова // Ботаника и природное разнообразие растительного мира: материалы Всерос. науч. интернет-конференции с междунар. участием. – Казань, 2013. – С. 191-193.
12. Торопова Е.Ю. Биологическое разнообразие семян сорняков в почве при разных способах ее обработки в южной лесостепи Новосибирской области / Е.Ю. Торопова, **М.П.**

Селюк, А.Ф. Захаров, С.Н. Посаженников // Сберегающее (биологическое) земледелие в современном сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2014. – С. 192-196.

13. **Селюк М.П.** Сапротрофная микрофлора почвы в технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова // Экономические, экологические и социокультурные перспективы развития России, стран СНГ и Ближнего Зарубежья: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2015. – С.307-311.

14. **Селюк М.П.** Фитосанитарное состояние почвы в технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж, 2015. – С. 57-61.

15. **Селюк М.П.** Этиология корневой гнили яровой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области / М.П. Селюк, Е.Ю. Торопова // Актуальные проблемы развития АПК в работах молодых ученых Сибири: материалам XI регион. науч.-практ. конф. молодых ученых СФО. – Новосибирск, 2015. – С. 36-39.

16. Торопова Е.Ю. Мониторинг возбудителей корневой гнили яровой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области / Е.Ю.Торопова, **М.П. Селюк** // Современные системы и методы фитосанитарной экспертизы и управления защитой растений: материалы Междунар. конф. с элементами научной школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. – Большие Вяземы, 2015. – С. 94-97.

17. Торопова Е.Ю. Роль климатических факторов в развитии почвенных инфекций растений / Е.Ю. Торопова, А.П. Глинушкин, **М.П. Селюк** // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы: материалы Междунар. конф. с элементами научной школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. – Большие Вяземы, 2016. – С. 329-337.