

## ОТЗЫВ

официального оппонента Кузнецовой Марии Алексеевны, кандидата биологических наук, ведущего научного сотрудника, заведующего отделом болезней картофеля и овощных культур Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» на диссертационную работу Стрельцовой Надежды Владимировны на тему **«Эколого-биологическая оценка фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксibuтирата)»**, представленную на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по научной специальности 1.5.15. Экология

### **Актуальность темы диссертации**

Для сокращения вредоносности болезней и вредителей, которые способны существенно снижать урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, в экономически развитых странах, аграрии проводят многократные обработки пестицидами. Вместе с тем, многократные обработки химическими препаратами загрязняют окружающую среду, а иногда приводят к появлению резистентных штаммов патогенов и вредителей. Несмотря на научно обоснованный подход и значительный опыт к выбору пестицидов, а также государственный контроль в области безопасного обращения пестицидов и агрохимикатов, проблема эффективного и рационального использования пестицидов до сих пор остается актуальной во всем мире.

В последние годы, в мире идет поиск новых технологий применения пестицидов, направленных на повышение эффективности действующих веществ против фитопатогенов и на снижение негативного влияния пестицидов на агроэкологию. К числу таких передовых технологий можно отнести депонирование пестицидов в биоразлагаемые полимерные материалы, например, целлюлозу, крахмал и др. По результатам многочисленных исследований, полученных зарубежными и российскими учеными, установлено, что депонирование пестицидов позволяет защитить действующее вещество от быстрой инактивации, а также способствует постепенному высвобождению и пролонгированному его действию на вредные объекты. Вместе с тем, было установлено, что эффективное депонирование возможно только при правильном выборе материалов, которые используются в качестве основы для пестицида (совместимости с пестицидом, биоразлагаемости, нетоксичности и долговременной сохранности в почве для обеспечения контролируемого выхода действующего вещества). К тому же было установлено, что всем этим требованиям полностью соответствуют полигидроксисилканоаты (ПГА) –

полимеры, синтезируемые некоторыми видами бактерий в качестве резервных макромолекул.

Несмотря на полученные знания о высоком потенциале ПГА, в качестве основы для депонирования агропрепаратов, остаются нерешенными вопросы относительно влияния их на растения и почвенную микрофлору: как происходит высвобождение действующего вещества из основы в природных условиях в агроэкосистемах и какова продолжительность действия депонированных препаратов в течение периода вегетации растений?

В этой связи, тема диссертации: «Эколого-биологическая оценка фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксипропаноата)» представляется весьма актуальной.

Целью работы Н.В. Стрельцовой являлась оценка эффективности и экологической безопасности фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксипропаноата), для борьбы с почвенными фитопатогенными грибами – возбудителями болезней зерновых культур и картофеля.

В задачи исследований входило:

1. Разработать депонированные формы фунгицидных препаратов длительного действия с использованием биоразрушаемой основы из поли(3-гидроксипропаноата) и природных материалов (торф, опилки, глина).

2. Исследовать динамику биодеградации депонированных форм фунгицидов и кинетику выхода действующего вещества из биоразрушаемой основы в почву.

3. Исследовать влияние депонированных фунгицидных препаратов на структуру и таксономический состав почвенного микробиоценоза, в том числе фитопатогенных и сапротрофных микроорганизмов.

4. Оценить эффективность применения депонированных фунгицидных препаратов для подавления фитопатогенных грибов в ризосферной почве и корневой системе зерновых культур (пшеница, ячмень) и картофеля.

5. Исследовать влияние депонированных фунгицидов на ростовые показатели, структуру и качество урожая при выращивании растений в лабораторных и полевых условиях.

Актуальность рассматриваемых в диссертации вопросов не вызывает сомнения.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Н.В. Стрельцова четко сформулировала цель и задачи своей диссертационной работы. В научной работе последовательно представлены результаты исследований с учетом поставленных этапов работ.



В работе наглядно показано, что разработанные диссертантом различные формы фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксibuтирата) и природных материалов (глина, торф, березовые опилки), обладают долговременным действием в почве. По результатам многочисленных исследований было установлено, что пролонгированное действие депонированных фунгицидов обеспечивается за счет постепенной деградации полимерной основы и поступления действующего вещества в зону расположения корневой системы зерновых культур и картофеля в течение вегетационного сезона растений. Причем, интенсивность деградации депонированных препаратов и кинетика высвобождения действующего вещества, зависели от растворимости фунгицида: для гранул с хорошо растворимым мефеноксамом период полураспада составлял от 56 до 70 суток, для гранул с малорастворимыми фунгицидами на основе азоксистробина, дифенокназола, тебуконазола и эпоксиконазола – более 80 суток.

В опытах *in vitro*, диссертантом было установлено, что экспериментальные формы фунгицидных препаратов, в равной степени, как и оригинальные коммерческие препараты, эффективно подавляли рост мицелия фитопатогенных грибов, сдерживая развитие колоний патогенов в 1,2-2,8 раза по сравнению с контрольной группой без фунгицидов.

В лабораторных условиях было показано, что применение депонированных препаратов способствовало не только снижению вредоносности возбудителей болезней корневой системы зерновых культур, но и увеличивало биомассу надземной части растений. Биологическая эффективность защиты в контролируемых лабораторных условиях депонированных препаратов на основе тебуконазола и эпоксиконазола составила от 88,0 до 91,0% для пшеницы и от 86,2 до 92,3% для ячменя. Применение депонированных препаратов на основе азоксистробина+ мефеноксама обеспечивала эффективную защиту картофеля от ризоктониоза и увеличивало продукцию микроклубней в 1,7 раза, по сравнению с незащищенным контролем.

В лабораторных и полевых условиях диссертантом были получены экспериментальные данные, подтверждающие, что депонированные фунгицидные препараты обладают выраженным фунгицидным действием, снижают численность почвенных микромицетов (*Alternaria* spp., *Fusarium* spp. и *Bipolaris sorokiniana*) в 1,2-4,4 раза, не оказывают ингибирующего действия на развитие почвенных бактерий, но оказывают селективное влияние на их таксономический состав.

Действие депонированных препаратов для защиты зерновых культур и картофеля исследовано на опытных полях учебного хозяйства «Миндерлинское»

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», расположенного в Красноярской лесостепи.

В посевах пшеницы сорта Новосибирская 15 и ячменя сорта Биом испытывали П(ЗГБ)/опилки/тебуконазол+трибенурон-метил (П(ЗГБ)/опилки/ТЕБ+ТРИБ), при этом нагрузка форм пестицидами составила 5 % ТЕБ и 5 % ТРИБ. В качестве положительного контроля использовали коммерческий фунгицид Бункер (тебуконазол 60 г/л) и гербицид Мортира (трибенурон-метил 750 г/кг) для защиты растений от сорняков. По результатам оценки, была установлена высокая биологическая эффективность защиты корневой системы пшеницы и ячменя от патогенного комплекса - 88,6% для пшеницы и 90,6% для ячменя.

В посадках картофеля сортов Красноярский ранний и Леди Клэр оценивали эффективность фунгицидов на основе азоксистробина (АЗК), дифеноконазола (ДИФ) и комплекса азоксистробина и мефеноксама (АЗК+МЕФ), депонированных в биоразрушаемую основу П(ЗГБ)/опилки. Нагрузка форм фунгицидами составила 10 %, а для формы АЗК+МЕФ – 5+5 %. В качестве положительного контроля использовали коммерческие препараты с аналогичными действующими веществами: Квадрис (азоксистробин, 250 г/л), Скор (дифеноконазол, 250 г/л) и Юниформ (азоксистробин, 322 г/л и мефеноксам, 124 г/л). В отрицательном контроле растения и почву фунгицидами не обрабатывали.

По результатам оценки, было установлено, что применение депонированных препаратов на основе азоксистробина и комплекса АЗК+МЕФ обеспечивало высокую биологическую эффективность защиты сорта Красноярский ранний (94,4%), в случае применения коммерческого препарата Юниформ - 92,8 %.

На картофеле сорта Леди Клэр, биологическая эффективность депонированных форм всех фунгицидов также превышала их коммерческие аналоги. Максимальное значение было отмечено для комплексных гранул АЗК+МЕФ (84,6 %).

Таким образом, по результатам оценки была установлена высокая биологическая эффективность разработанных форм фунгицидных препаратов в подавлении патогенного комплекса грибной этиологии зерновых культур и картофеля, что позволило, в конечном результате получить достоверную прибавку урожая и высокое качество зерна и клубней картофеля.

Заключение и выводы, сформулированные Н.В. Стрельцовой, вполне обоснованы, вытекают из содержания диссертации и соответствуют цели и задачам проведенного исследования.

**Научная новизна исследований** заключается в том, что впервые ряд фунгицидов были депонированы в биоразрушаемую основу из поли(3-



гидроксibuтирата) и природных материалов (торф, опилки, глина). Н.В. Стрельцовой были получены новые знания о свойствах препаратов и кинетика их разрушения в почве.

Впервые, в лабораторных и полевых условиях, установлено пролонгированное фунгицидное действие депонированных препаратов в течение вегетационного периода, при однократном внесении их в почву одновременно с посевным материалом.

Было установлено, что разработанные диссертантом формы препаратов, оказывают ингибирующее влияние на фитопатогенные микромицеты в ризосфере почвы, снижают распространение болезней на растениях и обладают высокой биологической эффективностью в защите зерновых культур и картофеля от фитопатогенов.

Впервые выявлено, что депонирование препаратов в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксibuтирата) нивелирует негативное действие фунгицидов на нецелевые объекты – почвенные бактерии.

**Теоретическая и практическая значимость** исследований заключается в подробном описании методики получения депонированных фунгицидов, расширении знаний о разнообразии фитопатогенных грибов – возбудителей болезней зерновых культур и картофеля в Красноярском крае, дополнении сведений о влиянии депонированных фунгицидных препаратов на почвенные бактерии.

Автором выделен комплекс фитопатогенных микромицетов, из пораженных образцов растений Красноярского края, включающий виды родов *Alternaria* Nees, *Boeremia* Aveskamp, Gruyter & Verkley, *Fusarium* Link, *Phytophthora* de Bary, *Rhizoctonia* DC., и показана высокая эффективность депонированных фунгицидных препаратов в подавлении роста выделенных фитопатогенов.

Полученные автором депонированные фунгицидные препараты с использованием трехкомпонентных смесей П(ЗГБ)/наполнитель/фунгицид на основе эпоксиконазола, азоксистробина, тебуконазола, дифенокназола и мефеноксама в виде гранул, обладают пролонгированным действием, обеспечивающим защитный эффект корневой системы растений в течение вегетационного сезона, при однократном внесении в почву с посевным и посадочным материалом. Данный способ внесения депонированных фунгицидов уменьшает вредоносность фитопатогенов, повышает урожайность и качество зерна пшеницы, ячменя и клубней картофеля.

Результаты исследований используются в учебном процессе ФГАОУ ВО СФУ (при подготовке магистров по программе 06.04.01.01 Микробиология и биотехнология (направление 06.04.01 Биология) включена дисциплина

«Микология с основами фитопатологии (протокол ученого совета № 5 от 25.05.2021)).

### **Объем и структура диссертации**

Диссертационная работа Н.В. Стрельцовой, изложена на 163 страницах, содержит 21 таблицу и 37 рисунков, состоит из введения, пяти глав, заключения и 12 приложений. Список цитируемой литературы включает 216 наименований, из них 135 работы иностранных авторов.

### **Методы работы и оценка достоверности полученных результатов**

Представленная работа основана, главным образом, на результатах лабораторных и полевых испытаний. Исследования выполнены по общепринятым методикам с соблюдением всех основных требований и в соответствии с действующими в настоящее время ГОСТами и инструкциями. Лабораторные и полевые исследования осуществлялись в соответствии с утвержденными методами оценки биологической эффективности и безопасности пестицидов. Полученные экспериментальные данные были оценены на их статистическую достоверность с использованием прикладных статистических программ Microsoft Excel для Windows 10 и StatSoft STATISTICA 13.

Обоснованность изложенных в диссертации и автореферате научных положений и выводов не вызывает сомнений. Достоверность выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе, были подтверждены результатами многолетних испытаний. Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации.

### **Апробация работы и публикации**

Результаты исследований были представлены на 2 российских и 8 международных конференциях и опубликованы в 15 статьях, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в международные реферативные базы и системы цитирования (Scopus), 2 статьи в научных журналах, глава в монографии, а также материалы конференций.

### **Замечания и вопросы по диссертационной работе**

В представленной работе, соискатель, все же, не смог избежать ряда упущений и недостатков при проведении исследований и оформлении диссертации.

1. Известно, что препарат на основе азоксистробина и мефеноксама (Юниформ) предназначен для внесения в почву. Этот препарат имеет хорошую



препаративную форму, достаточно долгий период полураспада азоксистробина (более 60 суток). Соискателю следовало бы проверить другие действующие вещества, которые имеют короткий период полураспада с тем, чтобы увеличить срок их эффективного действия, например (д.в. Флудиоксонил) - период полураспада составляет 20,5 суток; (д.в. Пенцикурон) - период полураспада 37,8 суток. На основе этих действующих веществ, в России зарегистрировано несколько препаратов, которые применяют для защиты зерновых культур и картофеля от возбудителей болезней. В перспективе, соискатель может создать на их основе депонированные препараты с пролонгированным сроком эффективного действия против патогенного комплекса.

2. Н.В. Стрельцова видится сформировавшимся ученым и специалистом, обладающим высоким уровнем научно-методической и практической подготовки. Вместе с тем, есть несколько вопросов и рекомендаций по методике проведения исследований: оценку проводили на тестовых растениях зерновых культур и картофеля в пластиковых контейнерах, заполненных полевой почвой, в климатической камере Фитотрон ЛиА-2, где есть возможность создать разные условия по температуре, освещенности и влажности. Соискателю следовало бы предусмотреть варианты с более высокой влажностью почвы, а не только 50%. Поскольку в последние годы, в разных регионах РФ, картофелеводы проводят капельный или поверхностный полив с тем, чтобы влажность почвы превышала 75% (для снижения вредности обыкновенной парши (возб. *Streptomyces scabies*)) и, кроме того, известно, что при повышенной влажности почвы, деградация действующих веществ происходит более активно. Предложение – в перспективе при исследовании, соискателю следует оценить период полураспада депонированных и исходных фунгицидов в условиях повышенной влажности, что также может оказывать существенное влияние на биологическую эффективность фунгицидов против патогенного комплекса.

3. В диссертационной работе соискателем справедливо указано, что динамика накопления препаратов в почве была различной в зависимости от кинетики деградации гранул, растворимости и стабильности фунгицидов в почве. Вместе с тем, соискателю следовало бы определять не только остаточное количество действующих веществ в почве в разные сроки вегетации растений, но и оценить присутствие этих действующих веществ в самих растениях в разные периоды вегетации, поскольку известно, что такие д.в., как: мефеноксам, азоксистробин в процессе деградации в почве не только хорошо перераспределяются в зоне корневой системы, но и могут поступать через корневую систему акропитально в надземную часть растений по ксилеме. Таким образом, по сути, происходит деградация действующего вещества в почве, но

присутствие его может быть незначительным, поскольку определенная часть поступает в надземную часть растений.

4. В работе не приведена информация о методике создания искусственного инфекционного фона возбудителя ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*). Следует уточнить, на каком инфекционном фоне проводили исследования: естественном или искусственном?

5. На стр.103, в названии раздела встречается техническая опечатка по тексту.

6. При проведении исследований по оценке фунгицидной активности депонированных препаратов *in vitro*, выделенные фитопатогены картофеля раскладывали в чашки Петри на питательную среду сусло-агар. Необходимо уточнить каким образом добивались стерильности при проведении таких исследований. Добавляли ли в среду антибиотик для подавления вторичной инфекции, вызванной бактериальной и грибной этиологией?

### **Заключение**

Отмеченные недостатки и упущения не затрагивают сути проведенных исследований.

Выводы диссертации обоснованы результатами экспериментальных исследований. Автореферат содержит наиболее существенные положения диссертации и соответствует ее содержанию.

Соискатель владеет самыми современными методами лабораторных и полевых оценок эффективности препаратов, может самостоятельно анализировать и обобщать полученные результаты, делать четкие выводы и заключение.

Безусловно, решение соискателем важной научной задачи по оценке эффективности и экологической безопасности фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксипропирата) открывает новое направление экологизации сельского хозяйства в нашей стране, позволяет более эффективно использовать химические препараты в период вегетации растений и, следовательно, снижать пестицидную нагрузку на агроэкосистему.

Полученные автором результаты исследований имеют научную и практическую значимость не только для исследователей, разработчиков и практиков, занятых разработкой и применением систем контролируемой доставки агропрепаратов в сельскохозяйственном секторе Красноярского края, но и в других регионах РФ.

Опубликованные автором статьи отражают основное содержание диссертации.



На основании вышеизложенного, можно заключить, что диссертационная работа Стрельцовой Надежды Владимировны на тему **«Эколого-биологическая оценка фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксибутирата)»** является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по оценке эффективности и экологической безопасности фунгицидных препаратов, депонированных в биоразрушаемую основу из поли(3-гидроксибутирата), для борьбы с почвенными фитопатогенными грибами – возбудителями болезней зерновых культур и картофеля. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 и требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и ее автор Н.В. Стрельцова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 1.5.15 - Экология.

Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,  
заведующая отделом болезней картофеля и овощных культур  
ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский  
институт фитопатологии"

\_\_\_\_\_ М.А. Кузнецова

Специальность 06.01.07 – Защита растений

Подпись М.А. Кузнецовой заверяю

Начальник отдела кадров ФГБНУ  
«Всероссийский научно-исследовательский  
Институт фитопатологии»

\_\_\_\_\_ Д.В. Кузина

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» (ФГБНУ ВНИИФ)

Адрес ФГБНУ ВНИИФ: 143050, Московская область, Большие Вяземы, ул.  
Институт, владение 5.  
Тел. 8-498-694-10-04; Моб.тел.+7(903)978-00-06;  
E-mail: [mari.kuznetsova@gmail.com](mailto:mari.kuznetsova@gmail.com)

01.11.2024