

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, главного научного сотрудника лаборатории защиты растений, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», **Зейрука Владимира Николаевича** на диссертационную работу **Зеитар Елсайед Мохаммед Елшахат Хассан** на тему: «Защита клубней картофеля от грибных заболеваний при хранении с использованием наночастиц хитозана с эфирными маслами», представленную в диссертационный совет ПДС 2021.002, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки).

Актуальность избранной темы.

Значительный экономический ущерб в картофелеводстве обусловлен послеуборочными заболеваниями клубней, вызываемыми многими видами фитопатогенных микроорганизмов. В период хранения потери урожая могут достигать 15–70%. Широко распространенные виды грибов рода *Fusarium* sp. и рода *Alternaria* sp. представляют собой одну из основных угроз, для сдерживания которой традиционно применяются химические пестициды. Однако их использование сопряжено с негативными последствиями, включая риск для здоровья потребителей, ущерб окружающей среде и создание селекции резистентных штаммов грибов.

В качестве альтернативы химическим средствам, рядом исследователей предлагается применение противомикробных компонентов растительного происхождения, в частности, эфирных масел и фитоэкстрактов. Ключевой проблемой, ограничивающей их практическое использование, является лабильность эфирных масел, они представляют собой летучие соединения, склонные к испарению и деградации под воздействием внешних факторов (температуры, света, кислорода). Перспективным направлением для решения данной задачи является нанокапсулирование лабильных биологически активных веществ. Данная технология позволяет существенно повысить физическую стабильность и сохранить биоактивность инкапсулированных эфирных соединений. В связи с этим, защита клубней картофеля от грибных заболеваний при хранении с использованием наночастиц хитозана с эфирными маслами, представляется высоко актуальной научно-практической

задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, имеют четкое обоснование и логическую стройность. В основе исследования лежат материалы оригинальных экспериментов. Анализ и обобщение данных, направленных на решение актуальной научной задачи по разработке нанопрепаратов для защиты картофеля от сухой гнили, продемонстрировали биологическую и экономическую эффективность применения инкапсулированных эфирных масел чайного дерева, лаванды и экстракта почек тополя черного с целью получения экологически безопасной продукции. Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются репрезентативными экспериментальными данными, применением современных биологических методов, статистической обработкой и воспроизводимостью результатов.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность выводов и заключений по теме диссертации подтверждается результатами достаточного объема полученных экспериментальных данных научной работы, выполненной в строгом соответствии с основными методиками и требуемым объемом результатов научных исследований, достоверностью статистической обработки данных с выявлением достоверности различий и положительными результатами проверки производственного внедрения.

Научная новизна проведенных исследований заключается в следующем: 1- Впервые, методом ионного гелеобразования были успешно синтезированы наночастицы хитозана, инкапсулирующие эфирные масла чайного дерева *Melaleuca alternifolia* и лаванды *Lavandula angustifolia*, с целью применения для биологической защиты клубней картофеля от послеуборочных микозов; 2- Экспериментально установлено, что применяемая технология наноинкапсулирования обеспечивает существенное повышение биологической эффективности эфирных масел в подавлении развития возбудителя сухой гнили картофеля; 3- Впервые, в качестве фунгицидного агента был применен жидкий экстракт почек тополя черного *Populus nigra*, который продемонстрировал высокую ингибирующую активность в отношении фитопатогенов, поражающих клубни в период хранения.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы,

репрезентативность эмпирического материала. Личный вклад автора диссертационной работы заключается в формулировании актуальности, цели, задач и научно-практической значимости исследования, разработке общей программы, методик и направления исследований, в планировании, организации и непосредственном выполнении комплекса экспериментов, включая проведение инструментальных анализов для верификации свойств синтезированных нанопрепаратов. Самостоятельно проведена систематизация, математическая обработка и интерпретация полученных экспериментальных данных, подготовка материалов для научных публикаций и текста диссертационной работы на основе результатов исследования.

Содержание диссертации, ее завершенность, публикации автора. Диссертационная работа Зеитар Елсайед Мохаммед Елшахат Хассан изложена на 153 страницах стандартного компьютерного текста, содержит 34 рисунка, 18 таблиц, и 3 приложения. Список использованной литературы состоит из 316 источников, в том числе 271 иностранных. Работа состоит из введения, 3 глав, выводов, рекомендаций производству, списка литературы и приложений.

Во введении к диссертационной работе представлено обоснование актуальности темы, дан аналитический обзор степени ее научной разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Также приведена методологическая база исследования, положения, выносимые на защиту, оценка степени достоверности полученных результатов, сведения об апробации работы и определен личный вклад соискателя.

В первой главе, представляющей собой аналитический обзор литературы, систематизированы данные, касающиеся оценки масштабов распространения послеуборочных заболеваний картофеля и обусловленного ими экономического ущерба. Проведенный анализ литературных источников позволяет констатировать наличие объективной необходимости в совершенствовании существующих методов и разработке новых приемов защиты. Целью данных мероприятий является повышение сохранности урожая картофеля в послеуборочный период в условиях аридных регионов, в частности, от поражения сухой гнили.

Вторая глава содержит детальное описание условий, объектов и методологии проведения исследований в период 2020–2022 гг. В рамках работы были поставлены лабораторные и производственные эксперименты, моделирующие хранение картофеля. Методическая основа исследования

включает: 1- Разработку и визуализацию общей схемы этапов эксперимента; 2- Синтез наночастиц методом ионного гелеобразования; 3- Характеризацию полученных нанопрепаратов с применением комплекса современных физико-химических методов (атомно-силовая микроскопия; сканирующая электронная микроскопия; УФ-спектрофотометрия; анализ светорассеяния); 4- Молекулярно-генетическую идентификацию и анализ фитопатогенов; 5- а также современные методики учета и анализа, статическая обработка полученных данных.

В третьей главе представлены результаты диссертационного исследования, в рамках которого в разделе 3.1.1. и разделе 3.1.2 была проведена идентификация основных видов грибных возбудителей сухой гнили картофеля в послеуборочный период, оценка их патогенности и устойчивости к ним различных сортов. Установлено, что доминирующими видами в аридной зоне являются *Fusarium* sp. и *Alternaria* sp., среди которых наиболее агрессивными штаммами признаны *Fusarium sambucinum* и *Alternaria alternata*. В разделе 3.1.3 дана оценка устойчивости сортов картофеля к выявленным патогенам. Скрининг антифунгальной активности эфирных масел и экстрактов в отношении наиболее агрессивных грибных изолятов (*in vitro*) в разделе 3.2 показал высокую активность масла чайного дерева *Melaleuca alternifolia*, лаванды *Lavandula angustifolia*, а также экстракта почек тополя черного *Populus nigra* в отношении данных изолятов по показателям МИК, что стало решающим в создании нанопрепаратов.

В разделе 3.3. даны результаты синтеза и характеристики инкапсулированных эфирных масел. Методом ионного гелеобразования были синтезированы наночастицы хитозана, инкапсулирующие эфирные масла. Установлено, что оптимальное массовое соотношение хитозан : эфирное масло составляет 1,0 : 0,5, что обеспечивает максимальную эффективность инкапсуляции (89,6% для масла чайного дерева и 86,9% для лаванды). В разделах 3.3.1 и 3.3.2 методами атомно силовой микроскопии и сканирующей электронной микроскопии подтверждено, что полученные препараты имеют сферическую форму и наноразмерный диапазон: 40,0–100,0 нм для чистого хитозана, 80,0–320,0 нм для препарата с маслом чайного дерева и 150–680 нм для препарата с маслом лаванды. Анализ поверхности заряда нанокapsул показал положительный поверхностный заряд инкапсулированных масел: +38,1 мВ для масла чайного дерева и +39,3 мВ для масла лаванды.

Сравнительный анализ антифунгальной активности в разделе 3.4 продемонстрировал преимущество инкапсулированных форм. Минимальная

ингибирующая концентрация (МИК) для инкапсулированных масел чайного дерева и лаванды составила 1,0 г/л, в то время как для свободных (не-инкапсулированных) масел МИК достигала 4,0 и 10,0 г/л соответственно. Экстракт почек тополя черного в свободной форме показал полную антифунгальную активность при МИК = 40 г/л.

Оценка биологической эффективности препаратов через 8 месяцев хранения картофеля в разделе 3.5 выявила наивысшие показатели инкапсулированных масел чайного дерева и лаванды (норма расхода 10 г/т) – 77,4% и 73,7% соответственно для подавления развития сухой гнили картофеля. Эффективность экстракта тополя черного (400 г/т) составила 59,1%, тогда как свободные формы масел показали значительно более низкую результативность (43,2% для масла чайного дерева при 40 г/т и 42,0% для лаванды при 100 г/т). По уровню подавления развития патогенов в условиях хранения инкапсулированные масла также продемонстрировали превосходство: эффективность достигла 91,8% для чайного дерева и 90,0% для лаванды. Для экстракта тополя этот показатель составил 72,9%.

Расчет экономической эффективности применения разработанных нанопрепаратов в условиях Астраханской области в разделе 3.5.2 показал, что наибольший уровень рентабельности обеспечивает препараты инкапсулированного масла чайного дерева (490,6%) и масла лаванды (487,3%), а также экстракт тополя черного (385,0%), что существенно превышает показатели других вариантов обработки.

По материалам диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых изданиях, включенных в перечне ВАК и РУДН, 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Chemical Abstracts (CAS), 5 статей в материалах конференций и других журналах.

Результаты работы **апробированы** в научных кругах на Международных научно-практических конференциях. Результаты диссертационных исследований в качестве нанопрепаратов инкапсулированных эфирных масел и жидкого экстракта тополя черного внедрены в КФХ, где утверждается о уменьшении степени поражения грибных болезней сухой гнили, что способствовало снижению пестицидной нагрузки и получению экологически безопасной продукции.

Содержание автореферата в основном соответствует материалам диссертации.

Замечания и предложения к работе.

Несмотря на целостность и масштабность проведенных исследований, к работе есть замечания:

1. Для определения грибов рода фузариум достаточно ли использование участка ДНК ITS, с целью корректной видовой идентификации?

2. Рассматриваемые виды фитопатогенов (*Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Rhizoctonia* sp.) не охватывают всего спектра грибных болезней клубней, как позиционируется в названии работы. Неизученными остаются такие опасные возбудители клубневых гнилей, как оомицет *Phytophthora infestans*, *Helminthosporium solani*, фомоидные и ряд других. Наверное в названии работы лучше было написать основных грибных болезней.

3. В опытах отсутствуют сорта картофеля российской селекции;

4. Использовалась методика давних лет (Г.Т. Багре, 1958 г.);

5. Рисунки 8, 9 и 10 – желательно было указать симптомы болезней на каких конкретно сортах;

6. Стр. 51 и с. 70 раздел 2.3.1.2. в названии главы патогенность, а в тексте идет речь об агрессивности. Что изучал автор?

7. Стр. 53, раздел 2.3.1.3 с какой целью была использована смесь штаммов или изолятов? Как соискатель их идентифицировал?

8. Стр. 100, 3.5.2 лучше написать не картофеля, а клубней картофеля (семенного или продовольственного);

9. Стр. 108. Расчет экономической эффективности произведен для лабораторных или производственных условий?

10. В рекомендациях производству препараты включены в «Список пестицидов и агрохимикатов...» или нет?

11. Список литературных источников большой, но много в нем старых материалов.

Предложения:

1. В работе изучено только применение препарата при обработке клубней перед закладкой на хранение и влияние на развитие сухой гнили. Однако спектр действия исследуемых препаратов может быть расширен за счет предпосадочной обработки клубней, что также снижает заражаемость сухой гнилью.

2. В будущем рекомендуем изучить влияние получаемых нанопрепаратов на прорастание клубней и физиолого-биохимическими процессами, происходящими в клубнях во время хранения.

3. Получить патент на изобретение и внедрить его в производство.

Сформулированные в ходе рецензирования замечания носят рекомендательный характер и не могут быть отнесены к разряду критических, в связи с чем не оказывают влияния на общую научную ценность диссертационной работы.

Заключение.

Сформулированные в исследовании цель и задачи достигнуты в полном объеме. В диссертации решена научная проблема, имеющая существенное значение для агрономии и защиты растений, что подтверждается следующими результатами: 1. Получены новые экспериментальные данные, обосновывающие возможность разработки системы биологической защиты клубней картофеля от послеуборочных микозов на основе применения наночастиц хитозана, инкапсулирующих эфирные масла чайного дерева, лаванды и экстракт почек тополя черного; 2. Определены оптимальные параметры синтеза указанных нанопрепаратов и установлены эффективные нормы их применения, что позволяет существенно повысить качество и сохранить экологическую безопасность производимой растениеводческой продукции.

Актуальность темы, а также высокая научная и практическая значимость полученных результатов для развития соответствующих отраслей науки не подлежат сомнению.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН 22.01.2024 г., протокол № УС-1, а ее автор Зеитар Елсайед Мохаммед Елшахат Хассан заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. «Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений».

Официальный оппонент:

Заслуженный деятель науки Московской области,
главный научный сотрудник,
отдела агротехнологии,
доктор сельскохозяйственных наук

по специальности 06.01.07. – защита растений,
ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

«14» октября 2025 г.

В.Н. Зейрук

Подпись Зейрука В.Н., заверяю:

Ученый секретарь ФГБНУ

«ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

К.В. Аршин

ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха». Адрес: 140051, Московская обл., г. Люберцы, д.п. Красково, ул. Лорха, д.23, литер Б;
тел/факс (498)645-03-03,
e-mail: coordinazia@mail.ru,
<https://potatocentre.ru>