

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ФГБНУ «ФИЦ  
картофеля имени А.Г. Лорха,  
доктор с.-х. наук

С.В. Жевора

2022 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Баят Марьям «Синтез и характеристика наночастиц и оценка их перспективного биотехнологического применения», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений и 1.5.6 Биотехнология.

Диссертационная работа посвящена новой стратегии производства средств защиты растений с использованием возможностей нанотехнологии для синтеза современных препаратов. Для химических методов требуются дорогостоящие и небезопасные химические вещества, которые могут оставаться в синтезированных наночастицах (НЧ) и ограничивать их применение из-за токсичности вредных остатков. В представленной работе были разработаны экологически чистые, простые и рентабельные методы биосинтеза наночастиц, так называемый зеленый синтез. Автором были синтезированы и охарактеризованы семь наночастиц на основе солей цинка, магния, серебра, меди и железа, которые проявили антибактериальную и антигрибную активность.

### **Актуальность.**

Поражение сельскохозяйственных культур комплексом фитопатогенов ведет к серьезным потерям урожая и снижению качества получаемой продукции. Применение большого количества химических средств защиты растений ведет не только к загрязнению окружающей среды, но и к возникновению резистентных форм фитопатогенов. Новая стратегия производства средств защиты использует возможности нанотехнологии для

синтеза современных препаратов. Современный синтез наночастиц металлов в основном происходит путем использования физических или химических методов. Оба метода требуют дорогостоящего оборудования, больших энергозатрат и выделения большой площади под оборудование. Зеленый синтез наночастиц подразумевает использование, в частности, отдельных частей растения содержащих эксклюзивные фитохимические вещества, которые могут участвовать в процессе восстановления при биосинтезе НЧ. Скорость биосинтеза НЧ в растениях выше, чем у микроорганизмов, при этом получаемые НЧ более стабильны и разнообразны по форме и размеру, поэтому автором были выбраны растения земляники, используемые как агроотходы тепличных комбинатов.

#### **Научная новизна.**

Впервые исследована эффективность наночастиц металлов для применения их в качестве антибактериальных, антигрибных и рост-стимулирующих агентов. Предложены бифункциональные наночастицы (в качестве регуляторов роста и пестицидов) для использования в качестве бактерицидных добавок к средствам защиты растений. Применены экстракты листьев земляники в зеленом синтезе наночастиц (методе получения металлических наночастиц из солей металлов с использованием в качестве восстанавливающих и стабилизирующих агентов экстрактов растений).

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в разработке и испытании нового экологически чистого метода биосинтеза металлических наночастиц, которые более биосовместимы, чем химически синтезированные, и более экологичны, чем физически синтезированные наночастицы. Также эти наночастицы были протестированы и исследованы на их антимикробную активность против различных патогенов (*Pseudomonas aeruginosa*, *Botrytis cinerea*, *Pilidium concavum* (Desm.) Höhn. и *Pestalotia* sp.), а также на прорастание семян и рост всходов пшеницы (*triticum aestivum*) и льна (*Linum usitatissimum*).

**Достоверность** полученных результатов обусловлена применением точных современных методов анализа данных, современного оборудования для определения размера наночастиц, применением статистических и математических методов обработки и анализа данных. Диссертация представляет собой завершённый научно-исследовательский труд, результаты которого принадлежат лично автору.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 160 страницах компьютерного текста, содержит 22 таблицы, 83 рисунков. Работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов и предложений производству. Список литературы включает 124 авторов.

Во **введении** автором обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования, обозначены сведения об апробации, представлена научная новизна и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

В **главе 1** представлен обзор предыдущих исследований биосинтеза, характеристики и применения наночастиц на основе металлов, которые близки к содержанию данного исследования. Охарактеризованы физические и химические методы синтеза, представлен биохимический синтез наночастиц металлов. обосновано использование биологических систем, растений и микроорганизмов в качестве возможных вариантов производства наночастиц. Приведены данные о характеристике биосинтезированных наночастицах, представлены преимущества использования растений в зеленом синтезе наночастиц.

В **главе 2** подробно описаны материалы и методы исследований, представлены схемы получения наночастиц с последующим описанием их характеристик. Отдельно представлены методы оценки антимикробной активности синтезированных наночастиц, а также способов определения их влияния на прорастание семян и развитие проростков культурных растений, изменение их физиологических показателей. Также в этой главе описан выбранный автором метод статистического анализа полученных данных.

**Раздел 3.1. главы 3** посвящен анализу результатов зеленого синтеза наночастиц C-ZnO, NC-ZnO, Zn, MgO, Ag, Cu, Fe. Подробно представлена характеристика синтезированных наночастиц с использованием методов UV-Vis абсорбционной спектроскопии, эмиссионной сканирующей электронной микроскопии (FESEM), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), фотонной кросс-корреляционной спектроскопии (ФККС), инфракрасной спектроскопии с Фурье преобразованием (FT-IR), рентгеноструктурного анализа (XRD).

**В разделе 3.2. главы 3** приведена оценка антибактериальной и антигрибной активности биогенных наночастиц. Для оценки антибактериальной активности наночастиц применялся метод серийного разведения в бульоне. Для этого использовали бактерию *Pseudomonas aeruginosa*, выделенную из клубней картофеля. Затем использовали культивирование на чашках Петри. Антибактериальную активность и эффективные концентрации для каждого типа наночастиц изучали путем подсчета числа выросших колоний. Для определения антигрибной активности использовались патогенные грибы *Botrytis cinerea* Pers., *Pilidium concavum* (Desm.) Höhn. и *Pestalotia sp. B. cinerea* (штамм 19MFrR1) был выделен из корней клубники, выращенной в Московской области, и идентифицирован по культуральным и морфологическим признакам и методом ПЦП с последующим секвенированием. *Pilidium concavum* (Desm.) Höhn. (штамм 19FrPil1) и *Pestalotia sp.* (штамм 19FrPest1)- предоставленные ФГБУ "Всероссийский центр карантина растений".

**Раздел 3.3. главы 3** посвящен изучению влияния биогенных наночастиц и солей их аналогов на физиологические характеристики проростков пшеницы и льна. Показано, что все исследованные наночастицы, за исключением наночастиц Ag, лучше воздействовали на семена пшеницы, чем их соли-аналоги. При этом, применяемые концентрации наночастиц Ag оказались токсичными для пшеницы, но стимулирующими для льна. Положительный эффект находился в корреляции с концентрацией наночастиц,

продолжительностью их применения, средой произрастания культуры и видом растения. Среди измеряемых параметров длина корня оказалась более чувствительной, чем длина побега. Длина корня льна оказалась более чувствительна к обработке наночастицами и солями, а длина побега пшеницы менее чувствительна.

В **заключении** отражены основные результаты исследования в соответствии с содержанием работы.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация хорошо структурирована и грамотно оформлена, однако при анализе текста диссертации были отмечены следующие недостатки:

1. Раздел 1.7. «Преимущества использования растений в зеленом синтезе перед бактериями и грибами» занимает в работе всего четыре строки, что вызывает сомнения в целесообразности создания данного отдельного раздела, либо требует детализации и расширения представленной в нем информации.
2. В названии таблицы 2 ссылка на авторов выделена красным цветом, не понятно, с какой целью.
3. На рисунках 5 – 12 присутствуют буквенные обозначения от «а» до «h», что никак не расшифровано в тексте работы, в связи с чем непонятна смысловая нагрузка выше-представленных обозначений. Аналогичное замечание следует отнести и к рисункам 20 – 26., 42 – 48.
4. В работе отсутствует обоснование выбора двух культур – пшеницы и льна для исследования всхожести семян и физиологических характеристик проростков после обработок синтезированными наночастицами.

### **Заключение**

Представленная к защите диссертация представляет собой законченный труд, выполненный на высоком научно-методическом уровне. По

актуальности исследований, теоретической и практической значимости разработок, выносимых на защиту, объему экспериментального материала и достоверности полученных результатов работа Баят Марьям «Биосинтез и характеристика наночастиц и оценка их перспективного биотехнологического применения», представленная к защите на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений и 1.5.6 Биотехнология, является законченным исследованием с решёнными задачами. Диссертация полностью соответствует требованиям п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № 12 от 23.09.2019г., а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальностям 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 1.5.6 Биотехнология.

Отзыв обсужден на Научно-методической комиссии по технологии возделывания и защите растений. Протокол №102 от 7 ноября 2022 г.

Отзыв подготовил:

Заведующий лабораторией защиты растений ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
06.01.07 – защита растений,  
старший научный сотрудник

Владимир Николаевич Зейрук

Подпись Зейрука В.Н. заверяю

М.П.



Ученый секретарь  
ФГБНУ "ФИЦ  
картофеля  
имени А.Г. Лорха

Аршик, Аршик К. В. /