

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Баят Марьям «Биосинтез и характеристика наночастиц и оценка их перспективного биотехнологического применения», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 1.5.6 Биотехнология

Актуальность темы. Благодаря надежности защитного действия и высокой экономической эффективности пестициды широко применяют во всех странах мира. Недостатками химического метода защиты растений является токсичность препаратов, стойкость и возникновение метаболитов. Кроме того, существует опасность загрязнения объектов окружающей среды и возможность циркуляции их в биосфере и как следствие, возникновение резистентных к пестицидам форм микроорганизмов. Получить наночастицы вовсе не просто, для этого существует множество разных методов. Частицы можно получать химически, но этот путь предполагает множество промежуточных реакций. Другие — физические методы предполагают использование дорогостоящих лазерных или других установок.

Возможность синтеза металлических наночастиц с использованием экстрактов растений активно разрабатывается в качестве альтернативного, эффективного, дешевого и экологически безопасного метода получения наночастиц с заданными свойствами, так называемый, «зелёный синтез». Низкая стоимость выращивания, короткие сроки производства, безопасность и возможность регуляции необходимого объема продукции делают растения привлекательной платформой для синтеза наночастиц.

Актуальность и значимость данного диссертационного исследования определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, полученные результаты могут стать основой создания нехимических средств защиты растений от фитопатогенов, как экологически безопасных препаратов,

используемых в современном земледелии. Во-вторых, при биосинтезе наночастиц предлагается использовать растительные отходы земляники (листья), как доступный и недорогостоящий материал. В связи с вышесказанным, проведение исследований по указанным направлениям является важной научной и практической задачей.

Проведенный автором литературный обзор показал, высокую степень разработанности изучаемой темы технологии использования растений и их экстрактов для получения наночастиц, оценки их физических и химических характеристик.

Цель и задачи диссертационного исследования соответствуют заявленным специальностям 4.1.3 – агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 1.5.6 – биотехнология.

Целью диссертационной работы является разработка метода, биосинтез и характеристика наночастиц на основе солей цинка, магния, серебра, меди и железа, оценка возможности биотехнологического применения синтезированных наночастиц как основы для новых регуляторов роста и средств защиты растений от фитопатогенных микроорганизмов.

Ознакомление с диссертацией свидетельствует о том, что поставленные в ней задачи решены в полном объеме. Работа Баят Марьям характеризуется **высокой степенью обоснованности** научных положений и выводов.

Несомненна **научная новизна** полученных результатов. Впервые изучена эффективность наночастиц металлов, полученных с использованием растительных отходов земляники, для применения их в качестве антибактериальных, антигрибных и рост-стимулирующих агентов. Бифункциональные наночастицы (как регуляторы роста и пестициды) предложено использовать в качестве бактерицидных добавок к средствам защиты растений. При «зелёном синтезе» применены экстракты листьев земляники, как восстанавливающие и стабилизирующие агенты для

получения металлических наночастиц из солей металлов. Перечисленные результаты следует считать приоритетными.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования заключается в разработке и испытании нового экологически безопасного метода биосинтеза металлических наночастиц, которые обладают лучшей совместимостью, чем химически синтезированные, и большей экологичностью, чем физически синтезированные наночастицы. Наночастицы протестированы и исследованы на их антимикробную активность против фитопатогенов (*Pseudomonas aeruginosa*, *Botrytis cinerea*, *Pilidium concavum* и *Pestalotia* sp.). Проведена оценка полученных наночастиц на всхожесть семян и энергию роста пшеницы и льна.

Результаты исследований были внедрены в учебный процесс агробиотехнологического департамента АТИ РУДН и могут быть использованы при производстве нанопрепаратов для защиты зерновых культур.

Степень достоверности и обоснованности результатов исследований подтверждена большим количеством экспериментальных данных, полученных в опытах *in vitro* с использованием современных высокочувствительных методов определения характеристик наночастиц, а также с помощью математической статистики.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 10 работ, из них 5 статьи в научных журналах, индексируемых в международных базах данных, 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, и 2 тезисов конференций.

Заключение объективно отражает основные научные положения, аргументировано вытекает из сущности полученных результатов, которые являются вполне обоснованными. Работа иллюстрирована качественными таблицами и рисунками.

Работа Баят Марьям построена по общепринятой схеме и состоит из введения, обзора литературы, объектов, материалов и методов исследования,

главы собственных исследований и их обсуждения, заключения и списка цитируемой литературы, включающего 124 источника. **Автореферат отражает содержание диссертации.** Работа изложена на 170 страницах, оформлена в соответствии с требованиями ГОСТа и хорошо иллюстрирована (содержит 83 рисунка и 22 таблицы).

Анализ содержания диссертации

Во введении (4 с. – 2,5 %) отражено обоснование актуальности темы исследования, цели и задачи, степень разработанности проблемы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Приводятся положения, выносимые на защиту, степень достоверности полученных результатов, сведения об апробации работы, количество публикаций по теме диссертации, указаны объём и структура диссертации.

В первой главе «Обзор литературы» (27 с. – 17,2 %) приводится анализ публикаций, который полностью отражает современные представления о биосинтезе наночастиц на основе солей цинка, магния, серебра, меди и железа. Рассматривается биотехнологическое применение синтезированных наночастиц и их использование в качестве основы препаратов для защиты растений от различных фитопатогенов; а также их влияние на рост и развитие растений. Особое внимание уделено методам аналитических исследований с применением высокочувствительного оборудования и современных технологий. Обзор написан точным научным языком и хорошо подготавливает к восприятию последующего экспериментального материала, а приводимые сведения показывают глубокое понимание диссертантом изучаемой проблемы.

Во второй главе «Материалы и методы» (11 с. – 7 %) подробно представлены методические этапы исследований: подготовка водного растительного экстракта; биосинтез наночастиц и их характеристика; оценка антибактериальной и фунгицидной активности биогенных частиц *in vitro*; изучение влияния наночастиц на культурные растения.

Работа выполнена на высоком методическом уровне с использованием современных физико-химических методов исследования. Использованы: ультрафиолетовая спектроскопия; электронная микроскопия; энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия; фотонная кросскорреляционная спектроскопия; инфракрасная спектроскопия с Фурье-преобразованием; рентгеноструктурный анализ.

Оценка биологической активности полученных наночастиц в отношении фитопатогенов (грибов и бактерий) проводилась путем подсчета числа выросших колоний *Pseudomonas aeruginosa*. Фунгицидную активность автор определял диско-диффузионным методом.

Автором показано влияние наночастиц на прорастание семян, и на различные биометрические и физиологические показатели растений.

Полученные данные характеристик наночастиц подтверждены высокой точностью методов аналитического оборудования, статистически обработаны.

В третьей главе «Результаты и обсуждение» (93 с. – 59,3 %) содержатся результаты научных исследований по биосинтезу и характеристики наночастиц. Результаты экспериментов были тщательно проанализированы и частично апробированы. В главе рассматриваются следующие вопросы:

- подтверждение образования наночастиц в водном растительном экстракте из листьев земляники методом ультрафиолетовой спектроскопии;
- определение размера, формы, структуры наночастиц и наличия их агломераций методом электронной микроскопии;
- измерение гидродинамического размера наночастиц и их распределение методом фотонной кросскорреляционной спектроскопии; подтверждение наличия наночастиц, определения их природы, размера и различных примесей методом рентгеноструктурного анализа;
- оценка *in vitro* биологической активности полученных наночастиц в отношении фитопатогенов (грибов и бактерий) по подавлению роста колоний и прорастания спор микроорганизмов;

- оценка влияния полученных наночастиц на растения (пшеницу и лён) по биометрическим (длина побегов, корней, их соотношение) и физиологическим (всхожесть, энергия роста, индексы устойчивости к стрессу) критериям.

Заключение (2 с. – 1,3 %) является логическим завершением анализа теоретического материала и экспериментальных исследований, а сделанные выводы полностью отражают полученные результаты.

Диссертация содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку. Выводы и научные положения аргументированы и являются логическим завершением работы. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

При изучении материалов диссертации и автореферата возникли дискуссионные вопросы и пожелания, которые сводятся к следующему:

1. В 2017 году была опубликована статья о синтезе наночастиц серебра с использованием экстрактов ягод в том числе и земляники (*Fragaria ananassa*) (Demirbas A. et al. Anthocyanins-rich berry extracts directed formation of Ag NPs with the investigation of their antioxidant and antimicrobial activities //Journal of Molecular Liquids. – 2017. – Т. 248. – С. 1044-1049.), а также исследована их антиоксидантная, антимикробная и фунгицидная активность. В чем принципиальная разница в методе синтеза предложенным диссертантом?
2. В таблице 12 диссертации автор приводит результаты ИК-Фурье-спектрофотометра и соответствующие функциональные группы пиков поглощения экстракта и синтезированных НЧ. Можно ли предположить на их основании какие компоненты растительных экстрактов земляники (*Fragaria ananassa*), являлись восстанавливающими и стабилизирующими агентами при синтезе НЧ?

3. Для проверки антимикробной и фунгицидной активности наночастиц патогены выделены из корней клубники и картофеля, насколько выделенные штаммы характерны для ризосферы пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и льна (*Linum usitatissimum*)?

4. В табл.3 автореферата указаны параметры «Размер частиц, нм» и «Размер частиц в микроскопе (нм)», в чем разница между ними?

В работе присутствуют опечатки и неточности. Имеются стилистические огрехи. Так, в автореферате стр 8. «Затем на каждую лист переносили по 30 наноразмерных семян. В английской версии автореферата отсутствует таблица 2.

В русской версии автореферата автор не корректно использует название метода FESEM, который расшифровывается как полевая эмиссионная сканирующая электронная микроскопия, использование термина «просвечивающая» некорректно. На стр.63, рисунке 18 диссертации и автореферата рис.1 «f» размер наночастиц меди явно превышает 100 нм, возможно, надо было привести другую фотографию синтезированных наночастиц. При оценке действия наночастиц на растения отсутствует статистическая обработка представленных результатов на рисунках 56, 57, 58 диссертации и в автореферате рис. 4 и 5.

Перечисленные замечания не имеют принципиального характера и не умаляют достоинств и значения работы.

Таким образом, представленная диссертационная работа Баят Марьям «Биосинтез и характеристика наночастиц и оценка их перспективного биотехнологического применения», представленная к защите на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 1.5.6 – Биотехнология, по актуальности, научной новизне, практической значимости и высокому методическому уровню 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 ей учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений; 1.5.6 – Биотехнология.

Официальный оппонент:

Руководитель ИЛ ЦИНАО

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»,

Кандидат биологических наук



Любунь Е.В.

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова

127434, г. Москва, ул. Прянишникова, дом 31а

тел. (499) 976-37-50, факс: (499) 976-37-39,

E-mail: info@vniia – pr.ru

Подпись Любунь Елены Валентиновны заверяю:

Мет. 
