

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора биологических наук, доцента Гусева Александра Анатольевича
на диссертацию Бурениной Анастасии Анатольевны
«ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ
НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Актуальность исследования. Диссертационная работа Бурениной Анастасии Анатольевны посвящена исследованию влияния высокодисперсных материалов на рост и развитие культурных растений, как в лабораторных, так и полевых условиях. Большое внимание к воздействию наноматериалов на растительные объекты связано не только с ростом их производства и применения, но и с накоплением техногенных отходов, при этом их воздействие на биологические объекты недостаточно исследовано, а имеющиеся публикации зачастую противоречивы. Наряду с безусловными перспективами нанотехнологий существуют сдерживающие обстоятельства, которые определяются трудностями прогнозирования свойств наноструктур и обуславливают необходимость дальнейших разработок методов контроля при их использовании, а также детального изучения различных аспектов их токсичности. По современным представлениям, сложность проблемы состоит в том, что токсичность зависит не только от физической природы, способа получения, размера, структуры наночастиц, но и от особенностей биологических моделей. В этом плане, несомненно, перспективными тест-объектами являются растения, а исследования по экологической аттестации наночастиц, в том числе изучение закономерностей их поступления, распределения и накопления в растениях являются своевременными и актуальными.

Построение диссертации традиционное. Диссертация написана в стандартном научном стиле на 176 страницах и включает в себя следующие разделы: «Введение» (8 с.); главы: 1 «Обзор литературы» (29 с.); 2 «Объекты и методы исследования» (18 с.); три экспериментальных главы: «Воздействие наночастиц Pt и Ni на растения пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и амаранта (*Amaranthus cruentus* L.)» (33 с.), «Выявление воздействия наночастиц Pt и ZnO на структурно-функциональные параметры *Cucumis sativus* L.» (22 с.), «Оценка экологической безопасности применения высокодисперсных металлосодержащих отходов при культивировании растений огурца» (15 с.); «Заключение», содержащее выводы; «Список сокращений» и «Список литературы». Автором проанализирован большой объем литературных источников, включая

350 наименований, из них 258 на иностранном языке. Работа содержит 18 таблиц и 32 рисунка.

Основные результаты работы и их научное и практическое значение.

Диссертационная работа заключалась в комплексном решении задач по исследованию структурно-функциональных параметров ряда сельскохозяйственных растений под воздействием высокодисперсных материалов и была выполнена на базе лаборатории физиологии и биотехнологии растений Сибирского ботанического сада ТГУ в период 2011–2018 гг. Первая глава посвящена анализу литературных данных по изучаемому вопросу. В данной главе дана характеристика высокодисперсных материалов и источников их поступления в окружающую среду, освещается степень изученности воздействия наночастиц металлов и оксидов металлов на растения, обсуждаются экологически безопасные методы биоконверсии металлургических шламов, содержащих высокодисперсные компоненты. Становится очевидным что, несмотря на определенный объем публикаций по данному вопросу нет полной ясности в механизмах воздействия высокодисперсных материалов на физиолого-биохимические процессы растений.

Во второй главе детально описываются тест-организмы, методики их выращивания и исследования, а также представлены методы получения и характеристика использованных наночастиц. Несомненная ценность работы заключена в том, что эксперименты проводились как в лабораторных строго контролируемых условиях климатической камеры до стадии проростков, так и в полевых условиях, а также в теплице до фазы получения урожая. Кроме того, были проведены эксперименты по влиянию на тестовые растения образцов доменных шламов из шламонакопителей Череповецкого металлургического комбината (ПАО «Северсталь»), которые содержали железо, кремний, цинк и другие элементы в наноформе. Диссертантом был изучен ряд морфометрических показателей, проанализирован пигментный фонд, а также интенсивность фотосинтеза и водного обмена с помощью современного инфракрасного газоанализатора Li-6400, LICOR (USA) с открытой системой. Удачно подобранные методики исследования структурных и функциональных параметров продукционного процесса позволили всесторонне охарактеризовать изучаемые объекты и получить новые сведения о влиянии на них высокодисперсных материалов.

В главах 3–5 представлены результаты и обсуждение собственных исследований. Исследования, проведенные Анастасией Анатольевной, позволили сформулировать целый ряд интересных положений. К их числу в первую очередь следует отнести результаты оценки накопления наночастиц в разных органах растений и их влияния на

функциональные характеристики. Показано, что в водной и почвенной культурах корни пшеницы в большей степени аккумулировали металлы, чем листья и стебель, притом наночастицы (НЧ) никеля поглощались значительно активнее, чем платины. Их действие на морфометрические и физиолого-биохимические параметры было противоположным и зависело от концентрации. Так, если с повышением концентрации НЧ Ni наблюдался тренд снижения содержания хлорофиллов и супрессия исследованных фотосинтетических параметров, то при воздействии НЧ платины наблюдалось повышение их уровня. Важной частью диссертации А.А. Бурениной стали исследования по изучению влияния НЧ Pt и Ni на урожайность пшеницы и амаранта в полевых условиях. Обнаружена видоспецифичность в накоплении наночастиц: амарант накапливал платину и никель в листьях в 1,5–2 раза активнее, чем пшеница. Автором впервые было установлено, что внесение в почву НЧ ZnO ($\Delta_{50}=20$ нм) в концентрации 10 мг/кг почвы привело к ускорению роста и развития растений огурца и увеличению урожайности на 36 % по сравнению с контролем, при этом качество плодов не снижалось. Немаловажное научное значение, на наш взгляд, имеет обнаружение стимулирующего действия металлургического шлама в концентрации 10 % на ростовые и весовые параметры проростков огурца.

Подводя итог обзору основных результатов диссертации, можно сказать, что полученные автором результаты имеют весьма существенное **теоретическое значение и практическое значение**, так как вносят определенный вклад в развитие представлений о механизмах действия высокодисперсных материалов на растительные объекты. Ростостимулирующий эффект низких концентраций некоторых исследованных наночастиц, несомненно, расширяет показания к их использованию при предпосевной обработке семян и выращивании сельскохозяйственных культур, что может найти применение при разработке новых агротехнических приемов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, высокая и обусловлена комплексным подходом в решении поставленных задач, включающим глубокий анализ литературных данных по теме научной работы и результаты собственных исследований, полученные соискателем в научных экспериментах с использованием современных методик. Диссертационная работа представляет собой целостное, завершенное исследование. Основные положения, выводы и цифровые данные диссертации и автореферата идентичны.

Новизна научных результатов и выводов. Впервые показано, что действие именно низких концентраций (0,01–10 мг/л) наночастиц Pt, Ni и ZnO малых размеров

($\Delta_{50} = 5\text{--}20$ нм) вызывает существенные изменения структурных и некоторых биохимических показателей, а также фотосинтеза и водного обмена исследованных растений.

В условиях защищенного грунта впервые обнаружено, что внесение в почву суспензий наночастиц ZnO ($\Delta_{50} = 20$ нм) в концентрации 10 мг/кг почвы приводит к значительному ускорению роста и развития растений огурца, увеличению урожайности без снижения качества плодов.

Следует отметить положительные эффекты при выращивании растений огурца на субстрате, содержащем 10 % шлама Череповецкого металлургического комбината, что указывает на возможности по сельскохозяйственному использованию этого отхода.

Степень достоверности научных положений и выводов базируется на достаточном объеме экспериментальных данных с использованием современных корректных методов исследований. Полученные результаты обработаны статистически с помощью программ Microsoft Office Excel 2013 и Statistika 8.0, что позволяет судить о достоверности научных положений и выводов.

Апробация результатов исследований и публикации.

Материалы и основные положения диссертации были неоднократно представлены и обсуждены в виде устных, постерных и заочных докладов на конференциях разного уровня, включая международный.

По материалам диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 8 статей в рецензируемых журналах из Перечня изданий, рекомендованных ВАК для опубликования результатов диссертаций (из них 3 статьи в научных журналах, входящих в базы данных Web of Science и / или Scopus), 7 публикаций в сборниках материалов конференций.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. Не очевидна актуальность выбора наночастиц платины в качестве объекта экотоксикологических исследований на растениях.
2. В п. 2.2.1 на стр. 44 недостаточно ясно изложена методика обработки растений коллоидами наночастиц. Какую результирующую дозировку наночастиц получило каждое растение?
3. Из информации, приведенной на стр. 45 непонятно, какие концентрации (нормы внесения) шлама используются.
4. По какому принципу выбирались сочетания культур и материалов в экспериментах? Почему не исследовали воздействие всех материалов на всех культурах?

Однако, данные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационного исследования.

В целом, считаю, что по актуальности проблемы, новизне и объему экспериментальных исследований, теоретической и практической значимости диссертационная работа Бурениной Анастасии Анатольевны представляет завершенное научное исследование и соответствует критериям пункта № 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 01 октября 2018 г.), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности: 03.02.08 – Экология (биология).

«26» февраля 2020 г.

Официальный оппонент

доктор биологических наук, доцент
директор НИИ экологии и биотехнологий,
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Тамбовский государственный
университет имени Г. Р. Державина»

А.А. Гусев

Подпись А.А. Гусева заверяю:

Е. А. Юрина

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г.Р. Державина»



Гусев Александр Анатольевич, доктор биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология), доцент, директор Научно-исследовательского института экологии и биотехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», 392036, г. Тамбов, ул. Интернационалистов, 33.
тел. 8 (4752) 72-34-34; post@tsutmb.ru; http://www.tsutmb.ru

Личный e-mail: nanosecurity@mail.ru