

УТВЕРЖДАЮ:

Директор федерального  
государственного бюджетного  
научного учреждения  
«Агрофизический научно-  
исследовательский институт»,  
доктор биологических наук

Ю.В. Чесноков

« 28 » февраля 2020 г.



### ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Агрофизический научно-исследовательский институт» – на диссертацию Бурениной Анастасии Анатольевны «Оценка воздействия высокодисперсных материалов на структурно-функциональные параметры растений на разных этапах развития», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

#### Актуальность темы диссертационной работы

Высокая потребность сельского хозяйства в создании новых форм препаратов, стабильно оказывающих в низких концентрациях комплексный положительный эффект на продукционный процесс и устойчивость выращиваемых культур, обусловленный этим растущий интерес к использованию наноматериалов и наноструктурированных композиций различных веществ, включая наночастицы металлов, делает актуальным и весьма востребованными исследования биологических свойств данных веществ и препаратов на их основе, включая характеристики токсичности и безопасности, механизмов влияния на растения и среду их обитания, а также закономерности транслокации и трансформации в почвенно-растительных системах.

Наряду с этим увеличение в составе отходов производственных предприятий, попадающих в окружающую среду, высокодисперсных материалов, делает чрезвычайно востребованными исследования, направленные на изучение влияния

указанных материалов на растения агро- и экосистем и оценку возможности применения методов биоконверсии для их утилизации.

В этом отношении тема диссертационной работы Бурениной А.А. «Оценка воздействия высокодисперсных материалов на структурно-функциональные параметры растений на разных этапах развития» является актуальной и необходимой для получения новых знаний, затребованных для решения современных проблем и реалий экологических последствий сельскохозяйственного и промышленного производства.

Рецензируемая работа, посвященная решению упомянутых актуальных задач экологической биологии, успешно выполнена Бурениной Анастасией Анатольевной.

### **Научная новизна исследования и результатов**

Научная новизна исследований заключается в том, что:

- впервые изучены особенности влияния наночастиц Pt, Ni и ZnO малых размеров ( $\Delta 50 = 5-20$  нм) в низких концентрациях (0,01–10 мг/л) на морфометрические параметры роста, развития и / или физиолого-биохимические характеристики культурных растений амаранта, яровой пшеницы и огурца и дано обоснованное объяснение выявленным эффектам;
- выявлены видоспецифические зависимости реакции яровой мягкой пшеницы, огурца и амаранта на воздействие тестируемых наночастиц Pt, Ni и ZnO в различных концентрациях. Так, например, установлено, что наночастицы Pt стимулировали реакции морфогенеза пшеницы и амаранта и не оказывали воздействие на рост, развитие и продуктивность растений огурца.
- впервые изучены особенности биологической аккумуляции наночастиц Pt, Ni и ZnO и распределения по органам растений при обработке их растворами в низких концентрациях семян отдельно или с последующими этапами введения в почву (почвогрунт) и некорневого воздействия. Установлены различия в эффективности поглощения и накопления наночастиц Pt, Ni и ZnO растениями в зависимости от корнеобитаемой среды культивирования на примере проростков яровой пшеницы (почвогрунт или жидкая среда),

условий выращивания растений на примере яровой мягкой пшеницы и амаранта (лабораторные, естественные полевые), вида растений (амарант, пшеница, огурец), фазы их развития, и конкретного металла в составе наночастицы;

- выявлен интересный факт, что коэффициенты транслокации наночастиц Pt и Ni в системе «корень-надземная часть» не зависели от субстрата культивирования проростков и были близки для водной и почвенной культуры пшеницы, несмотря на существенно различающиеся абсолютные значения аккумулированных металлов в органах
- впервые охарактеризовано на примере огурца влияние на растения 10 % высокодисперсного шлама Череповецкого металлургического комбината, содержащего оксиды и сульфиды тяжелых металлов и других микроэлементов: железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), цинка ( $\text{ZnO}$ ), кальция ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ), кремния ( $\text{SiO}_2$ ) и оценены уровни накопления указанных металлов в органах растений. Так, наибольший коэффициент биологической аккумуляции обнаружен для цинка.

Полученные результаты и сделанные выводы являются достаточно обоснованными и корректными. Их достоверность и надежность обеспечивается применением комплекса современных физико-химических методов анализа (спектрофотометрического, оптико-акустического, масс-спектрометрического с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)), приборов и оборудования, позволяющих оценить изменения физиологического состояния растений, их химического состава, содержание микроэлементов, включая тяжелые металлы в среде обитания растений, самих растениях и характер их распределения по органам растений. Математическая обработка результатов экспериментов и построение графических кривых проводились с использованием различных вычислительных пакетов MS Excel 2010 и STATISTICA 8.0.

## Теоретическая и практическая значимость работы

Получены новые знания и представления о реакции растений на примере яровой мягкой пшеницы, огурца и амаранта на присутствие в среде их обитания и на прямое воздействие растворов наночастиц Pt, Ni и ZnO в низких концентрациях, а также об особенностях накопления и распределения последних по органам растений с учетом оценки качества и безопасности получаемой растительной продукции. Эксперименты соискателя и проведенный им анализ результатов являются значимыми для решения конкретных задач по актуальным направлениям экофизиологии растений, продовольственной безопасности и охраны окружающей среды, а полученные результаты могут быть полезными и использованы в сельском хозяйстве при разработке и применении нанопрепаратов на основе наночастиц металлов, в системе обоснования допустимых уровней загрязнения агроценозов, существенным компонентом которых являются различные высокодисперсные материалы, а также при разработке приемов ремедиации почвенно-растительных систем, загрязненных тяжелыми металлами и их наночастицами.

Полученные результаты могут быть использованы в научных учреждениях и образовательном процессе при подготовке курсов лекций в ВУЗах по экологии, сельскохозяйственной биологии и физиологии растений, а также для разработки практических рекомендаций по диагностике влияния наночастиц металлов на растения.

## Замечания и вопросы по диссертации

1. Отсутствует обоснование использования сортов яровой пшеницы, огурца и амаранта и из чьей коллекции или от каких селекционно-семеноводческих компаний они приобретены. Обычно для получения более объективной информации подобные исследования проводят с использованием сортов каждой культуры, различающихся по устойчивости к условиям возделывания, к стрессовым факторам абиотической или биотической природы.
2. Использование указанного в диссертационной работе короткого 12-часового фотопериода для выращивания яровой мягкой пшеницы сорта в лабораторных

условиях целесообразно при изучении различий в фотопериодической реакции у разных ее сортов, в то время как в большинстве работ по исследованию закономерностей воздействия различных факторов на физиолого-биохимические характеристики яровой мягкой пшеницы применяется 16-часовой фотопериод, являющийся для развития яровых пшениц оптимальным.

3. Не указана длительность светового периода при выращивании растений огурца в климатической камере LAB-LINE, не приведена информация о том, чем поливали его растения (стр. 48).
4. Не описано и нет ссылки на устройство системы выращивания растений в жидкой среде (стр. 44).
5. Не удачно применение ряда терминов и единиц измерения, например:
  - освещенность растений представлена и в Вт/м<sup>2</sup> (стр. 45), и в мкМ/м<sup>2</sup> с (стр. 48, 53). В Вт/м<sup>2</sup> измеряется энергетическая освещенность или облученность растений, или интенсивность светового потока, в люксах – световая освещенность, в мкМ/м<sup>2</sup> с – спектральная фотонная освещенность;
  - почва, когда речь идет о почвогрунте (стр. 44, 46, 47 и др.).
6. Не приведен полностью состав почвогрунта «Гарант» или ссылка на публикацию, где его можно найти (стр. 44).
7. Не удачно название рисунков 8, 9, 11-13, 15, 19-22, 26, 27, 32 и таблиц (10, 15) как «...Влияние наночастиц на оцениваемые характеристики», так как в них приведены абсолютные значения оцениваемых параметров, а не процентные отношения от контроля. Более уместно дать название рисунков: «Такие-то показатели растений при обработке растворами наночастиц...»
8. Интересно было бы увидеть влияние на растения наночастиц тестируемых металлов в сравнении с оксидами тех же металлов и провести сравнительную оценку показателей их токсичности, экологической безопасности.
9. В методической части работы упоминается о трех видах воздействия на растения тестируемыми веществами – посредством обработки семян, почвы и некорневой вегетирующих растений. Все три вида обработки применялись только в полевых экспериментах, где действуют и доминирующее влияние имеют множество факторов среды обитания. Более информативными по оценке влияния и

значимости каждого вида обработки и их совместного применения были бы исследования в регулируемых лабораторных условиях.

Подчеркнем, что приведенные замечания и вопросы принципиальным образом не влияют на корректность основных выводов и надежность сформулированных в работе научных положений.

### **Заключение**

Содержание работы соответствует Паспорту специальности 03.02.08 – Экология (биология) по области исследования «Факториальная экология – исследование влияния абиотических факторов на живые организмы в природных и лабораторных условиях с целью установления пределов толерантности и оценки устойчивости организмов к внешним воздействиям».

Диссертация изложена на 176 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, включающего 350 наименований; работа содержит 32 рисунка и 18 таблиц.

Результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных журналах по биологическим наукам, входящих в список изданий ВАК, индексируемых в Scopus и Web of Science, многократно апробированы, в том числе, на международных научных конференциях. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

По критериям научной новизны, актуальности, достоверности и надежности основных выводов, а также значимости для теории и практики диссертационное исследование «Оценка воздействия высокодисперсных материалов на структурно-функциональные параметры растений на разных этапах развития» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (в редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. №335; от 02.08.2016 г. № 748; от 29.05.2017 г. № 650; от 28.08.2017 г. № 1024; от 01.10.2018 г. № 1168). Автор работы Буренина Анастасия Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 –

Экология (биология).

Отзыв обсужден на заседании отдела светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Агрофизический научно-исследовательский институт», протокол № 2Д от 28 февраля 2020 г.

Кандидат биологических наук (06.01.14 - Агрофизика),  
заведующий отделом светофизиологии растений и  
биопродуктивности агроэкосистем  
Федерального государственного бюджетного  
научного учреждения «Агрофизический  
научно-исследовательский институт»



Панова Гаянэ Геннадьевна

Почтовый адрес: 195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14

Телефон: 8 (812) 534-13-24

E-mail: [office@agrophys.ru](mailto:office@agrophys.ru)

Сайт: [www.agrophys.ru](http://www.agrophys.ru)