



Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

**Федеральное бюджетное учреждение науки
«Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
(ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора)**

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора медицинских наук Сутунковой Марины Петровны
на диссертационную работу Чайки Владимира Викторовича
«Влияние разных типов наночастиц на устойчивость организмов с разным
уровнем организации с целью определения их ответных реакций и порога
устойчивости», представленную на соискание ученой степени доктора
биологических наук по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки)

Актуальность исследования обусловлена тем, что до настоящего времени экологическое действие наночастиц, механизмы токсичности и пути биотрансформации наноматериалов в живых организмах изучены недостаточно. Практически не изучено влияние наноматериалов на птиц и пресмыкающихся и крайне мало работ по комбинированному действию различных наночастиц. Но вместе с этим первостепенной задачей является изучение вопросов экологии и потенциальных рисков использования наноматериалов. Диссертация Чайки В.В. представляет особый интерес для специалистов в области экологии и нанотоксикологии, поскольку изученные автором ответные реакции организмов на клеточном, органно-тканевом, организменном уровнях на воздействие разных типов синтетических и природных наночастиц, выявленные пределы их устойчивости, экотоксикологическое влияние наночастиц позволяют разработать рекомендации по нормированию экологической опасности наночастиц.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что впервые изучены ответные реакции 16-ти далеких по таксономическому положению видов на воздействие загрязнения окружающей среды наночастицами с использованием

единой приборно-аналитической базы. Показано, что чем ниже уровень организации организма, тем сильнее выражен токсический эффект воздействия на него всех изученных типов наночастиц. На примере микроводорослей и отдельных групп беспозвоночных показана видоспецифичность ответных реакций организмов на нанозагрязнение.

Впервые была изучена кинетика наночастиц в водной среде и показано, что они гораздо дольше, чем в атмосфере, сохраняют свою токсическую активность.

Впервые выявлено, что в кишечнике насекомых может протекать биотрансформация углеродных наночастиц.

Показано, что вне зависимости от уровня организации организмов и строения их клеток из изученных загрязнителей наиболее токсичными являются частицы на основе сульфидов кадмия и цинка.

Показано, что при концентрации углеродных наночастиц 500 мг/кг у лабораторных крыс повышается тревожность и понижается поисковая активность, заметно ухудшается состояние пищеварительной и выделительной систем.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

В работе использован достаточный объём исследований, в основе методологии лежит системный подход. Применялись современные методы изучения, адекватные поставленным задачам. Достоверность результатов обеспечена использованием стандартизированных методов исследования, использованием чистых лабораторных культур, линий лабораторных животных, многократной повторностью экспериментов, использованием поверенных приборов, использованием высокоточного оборудования по лазерной гранулометрии, рамановской спектроскопии, сканирующей оптической, лазерной конфокальной и электронной микроскопии, методов рентгеновских исследований, дзета-потенциометрии, проточной цитометрии, иммуногистохимии. Воздействие наночастиц на разные биологические виды проводили на высокоточном наукоёмком оборудовании с использованием лабораторных культур одноклеточных организмов, эмбрионов беспозвоночных, гемоцитов

двустворчатых моллюсков и лабораторных животных линии Вистар для крыс и СВА для мышей. В работе были использованы стандартные методы лабораторных исследований, позволяющие изучить влияние разных типов наночастиц на функционирование клеток, тканей, органов и организма в целом. Проведен комплексный анализ химико-физических основ токсичности наноматериалов, чтобы более точно прогнозировать и анализировать последствие их влияния на окружающую среду. Применялись методы математического и статистического анализа. Диссертационная работа Чайки В.В. многократно апробировалась на национальных и международных конференциях.

Положения, сформулированные в диссертационной работе, имеют высокую степень обоснованности. Материал работы характеризуется последовательностью изложения с соблюдением внутренней логики работы. Репрезентативный объем оцениваемого материала, а также современный методический уровень обработки и анализа полученных данных и их сопоставление с данными научной литературы дают право говорить об обоснованности полученных в работе результатов. Восемь выводов сформулированы из материалов диссертационной работы, аргументированы, многократно апробированы на конференциях различного уровня и отражают все задачи работы. Полученные Владимиром Викторовичем новые научные результаты полностью соответствуют теме диссертационного исследования, цели и задачам работы. Предложенные рекомендации соответствуют заявленной теме исследования.

Автором лично спланирован дизайн исследования, проведена значительная часть экспериментов и наблюдений, проведена вся статистическая обработка количественных данных, выполнены микрофотографии на световом и лазерном конфокальном микроскопе. Автор принимал непосредственное участие в подготовке всех публикаций по теме диссертации.

Доля личного участия диссертанта по всем разделам диссертационной работы составила от 75 до 100 %.

Значимость для науки и практики результатов диссертации

Проведенное Владимиром Викторовичем исследование закладывает методологические основы для изучения комплексного воздействия наночастиц на организмы разных трофических уровней, что дает возможность прогнозировать (при накоплении подобных сведений по другим таксономическим группам организмов) изменение состояние сообществ под воздействием нанозагрязнений.

В работе обоснована необходимость углублённого изучения поступления в окружающую среду и накопление в ней нанотоксикантов как новой экологической опасности; указаны основные направления проведения санитарно-гигиенических, инженерных, экосистемных и других исследований; установлены пороговые значения безопасных концентраций нанотоксикантов (без учета их пролонгированного воздействия).

Полученные автором практические результаты могут быть использованы при проведении гигиенического мониторинга нанозагрязнения окружающей среды, для изменения требований санитарно-гигиенических норм и учета уровня нанозагрязнения, а также разработке предложений по пересмотру границ санитарно-защитных зон предприятий нанотехнологической отрасли.

Результаты исследований Чайки В.В. могут использоваться в учебных программах для студентов биологических и медицинских специальностей.

Апробация работы, подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По материалам диссертационного исследования опубликована 41 научная работа, из которых 2 – коллективные монографии, 19 статей – в рецензируемых научно-практических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, и 20 – в зарубежных журналах, индексируемых базой данных Scopus. Получено 2 патента РФ. Научные труды в полной мере отражают основные результаты диссертации. Основные положения диссертации и материалы исследований представлены и доложены автором на 11-ти конгрессах, форумах, научно-практических конференциях, в т.ч. 9-ти международного уровня.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация Чайки В.В. оформлена традиционно в соответствии с требуемыми стандартами, изложена на 289 страницах и состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы материалы и методы исследований, пяти глав собственных исследований, их результатов и обсуждение, выводов, списка литературы, включающего 430 источников литературы, из них 377 иностранных авторов. Диссертация проиллюстрирована 46 таблицами и 109 рисунками.

Введение диссертационной работы посвящено актуальности, степени разработанности темы исследования, определена цель, сформулировано семь задач исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложена методология и методы исследования, представлено четыре положения, выносимых на защиту, данные о степени достоверности и апробации результатов и внедрение результатов исследований, а также личный вклад автора.

Первая глава содержит обзор литературы по актуальному состоянию знаний о характеристиках и классификации новых типов техногенных загрязняющих веществ (наночастиц) (таких, как природные и синтетические (углеродные, металлические, минеральные)), перспективных объемах производства данных загрязнителей и возможных путях их поступления в окружающую среду. Рассмотрены существующие способы оценки экологической опасности и методы определения уровня воздействия наночастиц на живые различные живые организмы и окружающую среду, приведены основные принципы биоиспытаний. Обобщая данные аналитического обзора публикаций по теме, автор делает ряд выводов, которые использованы для обоснования методологического подхода к решаемой проблеме.

Во второй главе «Материалы и методы» представлено подробное описание исследуемых образцов наночастиц. Описываются методы, с помощью которых были определены свойства и характеристики данных образцов. Дано описание живых организмов, используемых в качестве тест-объектов биоиспытаний, а также самих моделей биоиспытаний.

В третьей главе описаны физико-химические свойства металлических, углеродных и минеральных наночастиц, вовлеченных в диссертационное исследование. Выделены их основные характеристики, влияющие на биологические процессы и определяющие токсичность. Физико-химические характеристики наночастиц рассмотрены, согласно цели и задачам диссертации, с точки зрения их воздействия не только на отдельные клетки и организмы, но и в качестве новых загрязнителей окружающей среды, влияющих на пищевые цепи с оценкой экологических рисков. Выделены наиболее важные характеристики наночастиц, определяющие их экологические свойства.

В четвертой, пятой и шестой главах приводятся результаты собственных исследований с описанием ответных реакций микроорганизмов, беспозвоночных и млекопитающих, вовлеченных в исследование, на воздействие углеродных наночастиц, наночастиц на основе металлов и минеральных синтетических и природных наночастиц, соответственно.

В седьмой главе приводится общее обсуждение результатов исследования по закономерностям воздействия наночастиц на организмы с разным уровнем организации: на клеточном уровне и устойчивость одноклеточных организмов, на органно-тканевом и органно-системном уровнях и устойчивость беспозвоночных и млекопитающих.

Показано, что изучение ответных реакций изученных видов однозначно свидетельствует, что поступление в окружающую среду и накопление в ней нанотоксикантов следует рассматривать как новую, до конца не осознанную, экологическую опасность. Обоснована необходимость более широкого её изучения, указаны основные направления проведения санитарно-гигиенических, инженерных, экосистемных и других исследований, установлены пороговые значения безопасных концентраций нанотоксикантов (без учета их пролонгированного воздействия).

Практические рекомендации включают предложения по разработке новых и совершенствованию действующих нормативных документов и методов контроля загрязнения окружающей среды привычными загрязнителями в наноразмерном

диапазоне, защиты от нового типа загрязнителей синтезированных наночастиц, контроля и защиты рабочих на всех этапах использования наночастиц от производства до утилизации; изучению и разработке способов утилизации различных видов наночастиц, методов борьбы с нанозагрязнением во время аварий при производстве и транспортировке; переработке образовательных программ по медицине, биологии, экологии, охране труда и включение в них новейших данных об особенностях и опасности нового вида загрязнителя наноматериалов.

Работа имеет цельный и завершенный характер.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями п. 25 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», соответствует содержанию диссертации и отражает ее основные положения и выводы.

Замечания по работе

Принципиальных замечаний по работе нет. Оценивая, в целом, диссертационную работу положительно, считаю необходимым отметить некоторые замечания и в порядке дискуссии обсудить следующие вопросы:

1. В разделе обзора 1.2 «Влияние наночастиц на живые организмы» материал недостаточно структурирован, что затрудняет его восприятие. Было бы целесообразно изложить материал по токсичности для организмов в порядке усложнения их биологической организации.

2. В главе 1 отсутствует какое-либо заключение по всей проанализированной литературе. Из обзора литературы не выводится обоснование целей и задач, методической части исследования, выбора природных тест-объектов.

3. Чем именно объясняется резкие различия в седиментограммах наночастиц, приведенные в разделе 3? Наночастицы золота совершенно не седиментировали, скорость седиментации наночастиц ZnS и CdS была очень

высокой, а УНТ, УНВ и TiO₂ — умеренной. Что, по мнению автора, играет в этом решающую роль?

4. Каким может быть механизм влияния УНТ (и, в меньшей степени УНВ) на поведенческие реакции, если, как утверждает автор, УНТ не проходят через гематоэнцефалический барьер?

5. На части рисунков сохранились английские обозначения по осям и подписи.

6. Раздел 7.3. Какие изменения в действующие гигиенические нормативы следовало бы внести и в отношении каких именно наноматериалов по мнению автора?

Вопросы носят дискуссионный характер, не уменьшают значимость и научную ценность работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Чайки Владимира Викторовича на тему «Влияние разных типов наночастиц на устойчивость организмов с разным уровнем организации с целью определения их ответных реакций и порога устойчивости» является законченной научно-квалификационной работой, решающей важную научную проблему разработки методологических основ комплексного исследования экотоксикологического влияния наночастиц на живые организмы и изменения состояния сообществ под воздействием нанозагрязнений, имеющую важное значения для экологии.

По актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, обоснованности и достоверности научных положений и выводов, теоретической и практической значимости работа соответствует критериям и требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Чайка Владимир Викторович, заслуживает

присуждения учёной степени доктора биологических наук по специальности 1.5.15 – экология (биологические науки).

Официальный оппонент:
директор ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП
Роспотребнадзора, д-р мед. наук

М.П. Сутункова

«18» февраля 2022 г.

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский - научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
620014, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Попова, д. 30,
<https://www.ymrc.ru/>, тел. 8(343)253-87-54, e-mail: info@ymrc.ru

Подпись доктора медицинских наук
Сутунковой Марины Петровны
ЗАВЕРЯЮ

Начальник отдела кадров ФБУН ЕМНЦ
ПОЗРПП Роспотребнадзора



Т.В. Борсук