

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Куклы Сергея Петровича «Влияние наночастиц оксидов микроэлементов (CuO, ZnO, TiO₂, SiO₂) на морских беспозвоночных (на примере *Mytilus trossulus* и *Scaphechinus mirabilis*)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки)

Работа выполнена в лаборатории 5/1 «Морская экотоксикология» федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

Структура работы.

Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов и списка использованной литературы, содержит 110 страниц основного текста, 5 таблиц и 21 рисунок.

Во введении диссертант обосновывает актуальность темы исследования, формулирует цели и задачи работы, отмечает научную новизну и практическую значимость работы, положения, выносимые на защиту, описывает личный вклад автора, достоверность и обоснованность результатов, апробацию результатов работы, приводит количество публикаций, структуру и объем работы.

Публикации.

По материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 8 статей, опубликованных в изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science.

Основное содержание работы.

Представленная диссертация Куклы Сергея Петровича посвящена раскрытию теоретических и практических аспектов воздействия наночастиц на клетки исследуемых морских беспозвоночных.

Диссертация представляет собой самостоятельную завершенную научно-квалификационную работу, научная новизна которой состоит в сравнительной оценке сублетальных эффектов наноразмерных частиц оксидов металлов (CuO, ZnO, TiO₂) и неметаллов (SiO₂) на дальневосточные морские организмы.

Тема работы представляется достаточно актуальной в связи с относительно небольшим количеством реальных экотоксикологических исследований воздействия НЧ оксидов металлов для составления полной картины загрязнения ими окружающей среды.

Экспериментальные исследования проведены с использованием современного измерительного оборудования с сертифицированными датчиками и программного обеспечения, имеющего госрегистрацию.

Практическая значимость диссертационной работы Куклы С.П. состоит в том, что использованный в работе метод ДНК-комет может быть рекомендован в качестве экспресс-оценки экотоксикологической ситуации в морских акваториях с различной антропогенной нагрузкой.

Структура диссертации в целом построена логично, с учетом необходимости охвата важнейших проблем, определивших выбор темы исследования.

В первой главе диссертации проводится обзор существующей литературы по теме диссертации и приводятся основные теоретические положения.

Во второй главе обоснован выбор объектов исследования, являющихся типичными массовыми представителями литоральной зоны Японского моря: *Mytilus trossulus* для скальных грунтов и *Scaphechinus mirabilis* - для песчаных.

В третьей главе перечислены источники исходных данных, которые были использованы при написании данной работы. Автором описаны средства измерений и отбора проб. Детально представлены используемые методы исследований: эмбриотест для подсчета нормально развитых эмбрионов, метод ДНК-комет для оценки генотоксичности НЧ, а также описаны средства определения малонового диальдегида и микроэлементов.

В четвертой главе данной работы автором проведено сравнение воздействия наночастиц CuO Cu^{2+} на *M. trossulus*. Автором отмечены достоверные различия в скорости аккумуляции меди и образовании повреждений молекулы ДНК. Показано увеличение содержания у мидий ионов меди более чем в 8 раз в пищеварительной железе и более чем в 16 раз в жабрах по сравнению с контрольными. Измерение содержания МДА в гонадах плоского ежа показало, что в организмах, подвергавшихся воздействию CuO -НЧ в концентрации 20 мкг/л, он вырос в два раза, а при 40 мкг/л – более чем в три раза. В проведенных исследованиях на воздействие наночастиц CuO на плоского морского ежа *S. mirabilis* Кукла С.П. выявил изменения уровня МДА, которые свидетельствуют о том, что гонады ежа находились в состоянии окислительного стресса. Стандартный эмбриотест показал достоверно значимые отличия в показателях оплодотворения между контролем и экспериментальными группами.

В пятой главе диссертации приведены результаты исследования воздействия наночастиц оксида цинка. Проведенное сравнение воздействия наночастиц ZnO и Zn^{2+} на плоского морского ежа *S. mirabilis* показало, что степень повреждения ДНК сперматозоидов, полученных у ежей всех экспериментальных групп, превышала контрольные значения. Сделан вывод о том, что даже те личинки, у которых отсутствуют аномалии патологического характера, находятся в угнетенном состоянии.

В шестой главе рассмотрено воздействие наночастиц диоксида титана на *M. trossulus*. Результаты показали, что на десятые сутки содержание МДА в пищеварительной железе и жабрах, экспонированных 1000 мкг/л НЧ TiO_2 мидий, было примерно в 2,0 раза выше, чем у контрольных. Выявленные автором деструктивные изменения в живой клетке, вызванные НЧ, связаны с окислительным стрессом.

В седьмой главе определено воздействие наночастиц диоксида кремния. Так, выявлено влияние наночастиц SiO_2 на *M. trossulus*. Результаты исследования показали, что уровень повреждения ДНК, как для пищеварительной железы, так и для жабр увеличился более чем в два раза, по сравнению с показателями контрольной группы. На основании полученных данных автором сделан вывод, что концентрации НЧ, использованные в эксперименте, достаточны, чтобы вызвать биохимические сдвиги в спермиях, приведшие к повреждению ДНК, но недостаточны, чтобы повлиять на их оплодотворяющую способность.

Следует отметить, что в данной работе впервые показан генотоксический эффект воздействия НЧ SiO_2 на морские организмы.

Таким образом, Кукла С.П. проявил себя как состоявшийся ученый, способный ставить научные цели, собирать, обобщать и анализировать теоретический и эмпирический материал, делать свои оригинальные выводы.

Оценивая в целом работу, представляется, что избранная автором для исследования тема является актуальной и практически значимой, основные выводы, полученные в ходе работы, сформулированы диссертантом ясно и последовательно, они обоснованы и имеют необходимую аргументацию; цель

работы достигнута, задачи исследования, поставленные автором, в основном реализованы.

Диссертация Куклы Сергея Петровича на тему «Влияние наночастиц оксидов микроэлементов (CuO, ZnO, TiO₂, SiO₂) на морских беспозвоночных (на примере *Mytilus trossulus* и *Scaphechinus mirabilis*)» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в ЮФУ», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. А ее автор, Кукла Сергей Петрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Отзыв подготовлен:

Машукова Ольга Владимировна.

кандидат биологических наук по специальности

1.5.16 – гидробиология (биологические науки),

Ведущий научный сотрудник

Отдела физиологии животных и биохимии,

ФГБУН ФИЦ

«Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН»,

299011, пр. Нахимова, д. 2, г. Севастополь,

+7(978)-720-95-58, olga.mashukova@yandex.ru

02 ноября 2023 г.

О.В. Машукова

Подпись *Машуковой О.В.*
достоверя

Уд. секретаря (О.В. Машукова) и в бланке (И.В. Ковалева)

