

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

---

**на диссертационную работу Коновалова Александра Сергеевича  
«Использование активированных цеолитов для обезвреживания  
экотоксикантов», представленную на соискание ученой степени кандидата  
биологических наук по специальности 03.02.08 — экология  
(биологические науки)**

В последние десятилетия антропогенная деятельность стала одним из ведущих по значимости и масштабу экологическим фактором. Вовлечение огромного количества разнообразных, в том числе особо токсичных веществ в производство, а вместе с этим и в окружающую среду, приводит к нарушению природных биогеохимических циклов, ухудшению состояния почв, поверхностных вод.

По оценке специалистов одним из наиболее перспективных способов детоксикации твердых и жидких сред, является использование адсорбционных методов. Однако большинство используемых в настоящее время сорбентов имеют ряд недостатков, среди которых, например, низкие поглощательные характеристики, высокая стоимость, сложность производства и подготовки к работе. Многие из вышеназванных негативных качеств лишены природные неорганические сорбенты – цеолиты. Модификация природных минеральных сорбентов позволяет значительно повысить их поглощательные способности в отношении широкого спектра веществ. В связи с этим диссертационная работа Коновалова А.С., посвященная поиску и исследованию способов активизации сорбентов и изучению возможностей их применения в обезвреживании токсичных соединений, несомненно, является актуальной.

Основное внимание в работе уделено следующим вопросам: 1) разработке методов модификации природных цеолитов для повышения их способности извлекать экотоксиканты из загрязненных сред; 2) изучению сорбции модифицированными цеолитами солей тяжелых металлов, мышьяка, нефтепродуктов, пестицидов, фенолов, ПАВ; 3) испытанию способности новых ГП и модифицированных цеолитов снижать токсичность изучаемой группы загрязнителей; 4) изучению процессов детоксикации экотоксикантов ГП и модифицированными цеолитами, стимуляции роста растений с помощью биотестирования.

При их решении использованы современные методы, приборы и оборудование, которые позволили получить репрезентативную научную информацию. Необходимо отметить, что поставленные задачи диссертант решил полностью.

Научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений. В диссертационной работе автором впервые предложены подходы к модификации и активации природных цеолитов для повышения их способности поглощать и обезвреживать экотоксиканты, а также стимулировать рост растений. Изучена динамика элиминирования изучаемых групп экотоксикантов модифицированными

цеолитами как из модельных водных растворов и почвенных образцов, так и из почвенных проб, отобранных из окрестностей г. Свирска.

Диссертация изложена на 116 страницах и состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы. Текст иллюстрирован 30 рисунками, содержит 7 таблиц. Список литературы состоит из 148 библиографических наименований, включая 29 иностранных.

Во введении четко обоснована актуальность, степень разработанности, определены цель и задачи исследования, охарактеризована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведена информация об апробации полученных результатов.

Выдвигаемые положения защиты, в целом отражают структуру диссертационной работы, достаточно аргументированы и подкреплены фактическим материалом.

В первой главе приводится довольно обстоятельный (34 стр.) обзор литературных данных о свойствах, источниках поступления в окружающую среду и токсикологических характеристиках экотоксикантов; изучен список наиболее удобных в применении тест-объектов, а также их тест-реакции. Отмечена необходимость использования комплекса методов и объектов биотестирования. Также рассмотрены физические и химические свойства природных и синтетических цеолитов, особенности их строения, отмечена перспективность применения природных цеолитов для очистки сточных и природных вод, загрязненных различными экотоксикантами. В заключение автор приводит анализ и сравнение современных методов модификации и активации природных цеолитов и обосновывает необходимость поиска новых модифицированных цеолитов с использованием органических соединений.

Следует заметить, что отсутствуют данные о характере и уровнях загрязнения водной и почвенной сред фенольными соединениями и пестицидами, вследствие чего не ясен выбор этих экотоксикантов в качестве приоритетных для байкальского региона.

Вторая глава содержит сведения об объектах биотестирования, источниках гуминовых веществ - гуминовых препаратах, перечень исследуемых экотоксикантов, используемые сорбенты и способы их подготовки. Перечисляются методы биотестирования и лабораторного анализа вод и почв, способы обработки полученных результатов с применением традиционных методов статистического анализа.

Главы 3, 4 и 5 являются основными в диссертации, где изложены результаты собственных исследований соискателя.

Глава 3 посвящена рассмотрению влияния ряда гуминовых препаратов на прорастание семян и длину корешков проростков кресс-салата. В качестве исследуемых выбраны следующие ГП: «Гумат-80», «ГУМЭЛ», «Powhumus», «Лигногумат», гумат, изготовленный из шелухи кедровых орехов и гречихи в соотношении 1:1 («Гумат КГ», предоставлен ООО «Биотехмаркет»), а также гуминовые препараты из лигнинсодержащих отходов ОАО «Байкальский ЦБК» (производства ООО «Биотехмаркет»). «Гумат-80» - смешанный гумат К/Na, выпускаемый ООО «Аграрные технологии» г. Иркутск; получают путем

механохимической обработки бурого угля и смеси  $K_2CO_3/Na_2CO_3$ . «ГУМЭЛ» – гумат калия из высокоокисленных бурых углей ОАО «Гумат». «Powhumus» - гумат калия (Humintech Ltd., Германия), производят по стандартной технологии мокрой щелочной экстракции из окисленного угля (леонардита). «Лигногумат» – гумат калия (ООО «НПО «РЭТ»). Диссертантом рекомендовано использовать полученные препараты для детоксикации и ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами и нефтепродуктами в исследуемом диапазоне концентраций.

В главе 4 представлены результаты оценки детоксикации гуминовыми препаратами экотоксикантов. Автором изучено влияние гуминовых препаратов на токсичность тяжелых металлов и мышьяка на таких тест-объектах, как зеленые протококковые водоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb.; инфузории *Paramecium caudatum* Ehrenberg; бактерии *Photobacterium phosphoreum*, штамм № 1883 (коллекция Института биофизики СО РАН); дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen; семена кресс-салата обыкновенного *Lepidium sativum* L.; ряска малая *Lemna minor* L.; элодея канадская *Elodea canadensis* Michx. Наибольшую эффективность в снижении токсических эффектов поллютантов на тест-объекты показали три гуминовых препарата - «Powhumus», «Гумат-80» и «Лигногумат». Для всех рассмотренных тест-объектов степень детоксикации составила более 80%.

Логичным завершением анализа экспериментальных материалов является глава 5, в которой раскрывается сущность разработанной диссертантом технологии повышения поглотительной и детоксицирующей способности природных цеолитов и изучение возможности их использования для ремедиации сред, загрязненных химическими токсикантами, а также для стимуляции роста растений. Приведены результаты опытов по оценке эффективности активированных цеолитов в снижении токсичности загрязнения тяжелыми металлами для ряда тест-объектов. Так цеолит, прошедший обработку по предложенной автором методике или импрегнацию гуминовым препаратом «Powhumus», значительно снижал токсическое действие тяжелых металлов и мышьяка в растворе.

Далее автор приводит результаты оценки элиминирования активированными цеолитами нефтяного загрязнения почвы, которая проведена с использованием модельных образцов почвы. Наиболее выраженный эффект элиминирования нефти из почвенных образцов (около 50 %) отмечен в образцах с цеолитом прокаленным, модифицированным ГП «Гумат 80». По снижению концентрации нефти в почвенных моделях с добавлением цеолита образуют следующий ряд: цеолит прокаленный, модифицированный ГП «Гумат 80» > цеолит прокаленный, модифицированный ГП «Powhumus» > цеолит прокаленный, не модифицированный > цеолит прокаленный, модифицированный аммиачной селитрой > цеолит прокаленный, модифицированный ГП «Лигногумат» > цеолит не прокаленный, не модифицированный.

При рецензировании работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. В части «методы исследований» главы 2 отсутствует ссылка на аттестованные методики по определению содержания тяжелых металлов в воде методом ионометрии. Также не указаны показатели точности измерений

(погрешности определения, диапазоны измерений) при определении содержания изучаемых экотоксикантов.

2. На стр. 75 (глава 4.1.7) приводятся результаты биотестирования образцов почвы, содержащих мышьяк, как утверждает автором. Однако данные об уровне загрязнения этих почв отсутствуют. Не понятно, как определяли содержание мышьяка в этих почвах?

3. Там же (глава 4.1.7) представлены результаты биотестирования загрязненных почв, после обработки гуминовым препаратом «ГУМЭЛ». Однако отсутствует схема обработки (площадь обработки, в какой сезон, как вносился препарат и т.д.), также не приведена методика отбора проб почв с ссылкой на соответствующие нормативные документы.

4. На стр. 82 (глава 4.3) не указано, откуда и по какому принципу были отобраны почвы, какие свойства почвы учитывали при постановке эксперимента? Известно, что такие свойства почв, как ее тип, механическая структура, минеральный состав, содержание катионов, физико-химические условия и др. существенно влияют на распределение химических агентов и выбор способа их обезвреживания.

5. В работе слабо представлена статистическая обработка данных (не везде указана стандартная ошибка, статистическая значимость). Так, на стр. 94 не корректно представлены результаты определения содержания ПАВ, без указания погрешности.

6. На стр. 96 не ясен принцип выбора группы пестицидов, а полученные результаты не отражены в выводах.

7. В автореферате научная новизна (пункт 1) и защищаемые положения отличаются от представленных в диссертационной работе.

8. На стр. 44-45 было указано, что наряду с катионами загрязнителей цеолиты могут поглощать ионы калия, аммония, микроэлементов, т.е. влиять на условия минерального питания растений. Как учитывался этот факт при испытаниях модифицированных цеолитов снижать токсичность изучаемой группы токсикантов, а также для стимуляции роста растений?

9. Как Вы предполагаете использовать полученные результаты для ремедиации загрязненных сред в естественных условиях?

Отмеченные недостатки не имеют принципиального характера, легко устранимы и существенно не отражаются на общем положительном впечатлении от представленной работы.

Оценивая диссертационную работу Коновалова А.С. в целом, можно отметить, что она является актуальной по своей научной и практической значимости. Ее несомненным достоинством является предложенная технология модификации и одновременного обогащения минеральными элементами питания и биостимуляторами природных цеолитов для повышения их способности элиминировать экотоксиканты из загрязненных сред (патент на изобретение № 2562495 «Способ детоксикации сточных вод, загрязненных солями мышьяка»). Показана перспективность применения цеолитов, модифицированных по предложенному способу, для удаления из воды и почвы солей мышьяка и тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов, фенолов, поверхностно-активных

веществ, а также снижения их токсичности, как на модельных пробах, так и на пробах, отобранных из техногенно загрязненных районов (окрестности г. Свирска). Практическая ценность диссертационного исследования заключается в том, что автором проведен научный поиск по выявлению способов активизации сорбентов и рассмотрение возможности их применения в обезвреживании экотоксикантов. Это имеет большое значение при разработке практических рекомендаций в области ремедиации загрязненных сред, а также программ ликвидации накопленного экологического ущерба. Работа выполнена на хорошем экспериментальном и теоретическом уровне и представляет собой завершённое исследование. Материалы диссертации прошли достаточную апробацию, они представлены в 16 научных работах, три из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, две в международном научном издании, входящем в базу данных Scopus и один патент на изобретение.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа «Использование активированных цеолитов для обезвреживания экотоксикантов» соответствует паспорту научной специальности 03.02.08 — экология (биологические науки) и отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней (в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, с изм. Постановления Правительства РФ от 2 августа 2016 г. № 748), а ее автор, Коновалов Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 — экология (биологические науки).

28.02.17 г.

Официальный оппонент  
Рябчикова Ирина Алексеевна  
доцент кафедры промышленной экологии  
и БЖД ФГБОУ ВО ИРНИТУ,  
кандидат биологических наук

*Проф.*



664074, г. Иркутск,  
ул. Лермонтова, 83,  
(3952)405106,  
bgd@istu.edu

