

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Бомбы Ильи Васильевича** на тему «**Коллоидно-химические особенности взаимодействия ионов тяжелых металлов с зоокомпостом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens***», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности **1.4.10. Коллоидная химия**

Изучение коллоидно-химических механизмов миграции и иммобилизации ионов тяжелых металлов в почвенных экосистемах является важной задачей, имеющей прикладное значение для обеспечения экологической безопасности и восстановления техногенно нарушенных территорий. Тяжелые металлы, в отличие от органических поллютантов, не разлагаются, а лишь перераспределяются между компонентами окружающей среды, поэтому поиск эффективных и доступных материалов для снижения их подвижности и биоаккумуляции остается актуальной задачей.

В связи с этим диссертационная работа Бомбы И.В., направленная на исследование коллоидно-химических аспектов взаимодействия ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Cd^{2+} с зоокомпостом — отходом промышленного культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*, является актуальной научной задачей. Автором предложено использовать данный органический материал, богатый гуминовыми веществами, как для решения проблемы утилизации биотехнологических отходов, так и для ремедиации загрязненных почв.

В ходе выполнения работы соискателем получены результаты, отличающиеся научной новизной и практической значимостью. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден механизм взаимодействия зоокомпоста с ионами тяжелых металлов, заключающийся в образовании хелатных комплексов с функциональными группами гуминовых кислот ($-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$), входящих в состав компоста. Ионообменное замещение катионов (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) в двойном электрическом слое ионами тяжелых металлов свидетельствует о частичном вытеснении катионов из обменного комплекса зоокомпоста.

Автором определены рациональные параметры процесса извлечения ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Cd^{2+} зоокомпостом: дозировка 15 г/дм^3 , время взаимодействия 20 мин, температура $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Экспериментально установлена максимальная сорбционная емкость ЗК, составившая для Cu^{2+} — $0,504 \text{ ммоль/г}$, Zn^{2+} — $0,405 \text{ ммоль/г}$, Cd^{2+} — $0,187 \text{ ммоль/г}$. Расчёт коэффициента Био ($0,1 < \text{Bi} < 10$) указывает, что кинетика адсорбции ионов ТМ на зоокомпосте контролируется смешанно-диффузионным механизмом.

Практическая ценность работы подтверждена результатами опытов на модельных почвах с тест-культурой *Avena sativa*. Показано, что внесение 10% ЗК в загрязненную ионами Cu^{2+} почву способствует снижению содержания меди в зеленой массе растений на 89,17% при одновременном увеличении всхожести и морфометрических показателей, что обусловлено не только иммобилизацией металла, но и обогащением почвы элементами питания. Практические результаты работы защищены патентом № 2733662 С1 на изобретение.

В качестве замечаний по тексту автореферата можно отметить следующее:

1. Согласно рекомендациям (ГОСТ, справочники) знак процента (%) следует отделять от цифры пробелом, так как он обозначает единицу измерения и должен «отбиваться» от числа. Эти требования не соблюдены (стр. 5, 8, 15 и др.). Это особенно важно соблюдать для технической и научной документации.

2. В работе исследуется высвобождение ионов Cu^{2+} при десорбции ~6,6 % при pH 7,5. Из текста автореферата неясно, моделировалась ли автором десорбция в более кислой среде, соответствующей возможным изменениям pH в почве или при выпадении кислотных дождей, что важно для прогнозирования долгосрочной стабильности образуемых хелатных комплексов.

3. На рисунке 2 «ИК-спектры зоокомпоста культивирования личинок мухи *Hermetia illucens* до (ЗКисх) и после очистки от ионов Cu^{2+} , Zn^{2+} и Cd^{2+} », не приведены численные значения волновых чисел для наиболее информативных полос поглощения, что затрудняет точное сопоставление с литературными данными по комплексообразованию.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация Бомбы Ильи Васильевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научная задача по изучению коллоидно-химических особенностей взаимодействия зоокомпоста с ионами тяжелых металлов для снижения их подвижности в окружающей среде.

Автореферат написан грамотным техническим языком, содержит достоверные и научно обоснованные результаты, выводы и рекомендации, отличается теоретической и практической значимостью. проиллюстрирован необходимыми графиками и таблицами.

Диссертационная работа «Коллоидно-химические особенности взаимодействия ионов тяжелых металлов с зоокомпостом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*» соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции)), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Бомба Илья Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», доктор химических наук (02.00.05 – Электрохимия), профессор, Почетный работник ВПО РФ, член лиги преподавателей «Золотые имена высшей школы РФ».

410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Тел.: +7 (8452) 99-85-30

e-mail: sstu_office@sstu.ru

« 23 » апреля 2026 г.

Подпись *Ольшанская Л.Н.*
Заместитель начальника управления кадров
« 24 » 04

УПРАВЛЕНИЕ
по вопросам
кадров
Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Ольшанская
Любовь Николаевна