

## Отзыв

на автореферат диссертации **Бомбы Ильи Васильевича**  
**«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**

Коллоидно-химические процессы, протекающие при взаимодействии почвенных коллоидов с ионами тяжелых металлов, исследованы недостаточно полно, особенно в аспекте применения новых органических материалов для иммобилизации поллютантов. В связи с этим проведение исследований, направленных на изучение коллоидно-химических особенностей связывания ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  зоокомпостом – отходом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*, является актуальным.

Научная новизна работы. Автором выявлены закономерности снижения подвижности ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  в загрязненных почвенных коллоидных системах, обусловленные комплексообразованием катионов с гидроксильными ( $-\text{OH}$ ) и карбоксильными ( $-\text{COOH}$ ) группами гуминовых кислот зоокомпоста. Установлено, что ионообменное замещение катионов ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) в двойном электрическом слое ионами тяжелых металлов свидетельствует о частичном вытеснении катионов из обменного комплекса, однако основным механизмом является образование хелатных комплексов. Определены зависимости сорбционной емкости зоокомпоста от природы иона металла: максимальные значения достигают 0,504 ммоль/г для  $\text{Cu}^{2+}$ , 0,405 ммоль/г для  $\text{Zn}^{2+}$  и 0,187 ммоль/г для  $\text{Cd}^{2+}$ , что обусловлено различиями в константах устойчивости образующихся металл-гуматных комплексов.

Теоретическая значимость. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения зоокомпоста в качестве сорбционного материала для иммобилизации ионов тяжелых металлов в загрязненных почвах. Получены закономерности коллоидно-химического взаимодействия зоокомпоста с модельными растворами, содержащими ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$ , доказано наличие гуминовых кислот в составе материала и показана предполагаемая схема образования хелатного комплекса. Показано, что отрицательное значение  $\zeta$ -потенциала зоокомпоста (-28,4 мВ) способствует образованию комплексов с ионами тяжелых

металлов, а увеличение концентрации поллютантов приводит к инверсии знака заряда поверхности.

Практическая значимость. Определены рациональные параметры процесса извлечения ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  из модельных растворов: дозировка зоокомпоста – 15 г/дм<sup>3</sup>, время взаимодействия – 20 мин, температура – 25 °С. Экспериментально установлено, что использование зоокомпоста в качестве добавки к модельной почве снижает содержание меди в зеленой массе *Avena sativa* на 89,17% (при добавлении 10% зоокомпоста), при этом высота растений увеличивается на 35%, зеленая масса – на 76,3%. Разработан состав почвосмесей на основе зоокомпоста, защищенный патентом РФ № 2733662 С1.

Результаты диссертационной работы достаточно полно обсуждены на международных и всероссийских конференциях и опубликованы в журналах перечня ВАК.

Замечания по автореферату:

1. В автореферате не приведено обоснование выбора ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  в качестве объектов исследования. Почему исследование ограничено именно этими тремя элементами и насколько полученные закономерности могут быть распространены на другие металлы.

2. В автореферате данные по десорбции  $\text{Cu}^{2+}$  приведены только при одном значении водородного показателя 7,5 рН, что ограничивает возможность прогнозирования устойчивости комплексов в условиях подкисления почвы.

Отмеченные замечания не снижают научного и практического значения полученных автором результатов и не влияют на положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа Бомбы Ильи Васильевича на тему: «Коллоидно-химические особенности взаимодействия ионов тяжелых металлов с зоокомпостом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача по изучению коллоидно-химических процессов, протекающих при взаимодействии зоокомпоста с ионами тяжелых металлов в модельных растворах и почвенных системах, имеющая существенное значение для развития технологий ремедиации загрязненных территорий.

Считаю, что 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.

Согласна на включение отзыва на автореферат в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Bomby И.В., исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки и ВАК, в том числе на размещение их в сети Интернет на сайте ВАК, в единой информационной системе, на сайте ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

**Отзыв составлен:**

доктор технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, профессор, заведующая кафедрой «Биотехнологии и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

Таранцева Клара Рустемовна



«23» апреля 2026 г.

**Контактная информация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет» (ПензГТУ)

440039, г. Пенза, пр. Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11

Тел.: 8 (8412) 49-54-41

E-mail: krtar2018@bk.ru

Подпись Таранцевой К.Р. заверяю  
ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО ПензГТУ

к.пед.н., доцент

Петрунина Ольга Алексеевна

