

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Митрофанова Виталия Валерьевича «Влияние агрохимических свойств почвы на накопление кадмия и ртути злаковыми культурами», представленной на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности : 06.01.04 – агрохимия

Актуальность избранной темы

Диссертационная работа Митрофанова Виталия Валерьевича посвящена изучению закономерностей распределения кадмия и ртути (особо опасных экотоксикантов) в системе почва-культурные растения. Избранная тема «Влияние агрохимических свойств почвы на накопление кадмия и ртути злаковыми культурами» неразрывно связана с обеспечением продовольственной безопасности РФ, прогнозированием качества зерновых культур и разработкой мероприятий по снижению поступления загрязняющих веществ из почвы в растения.

В условиях полевого и вегетационного экспериментов на кислой дерново-подзолистой почве Митрофановым В.В. изучено влияние возрастающих доз доломитовой муки и фосфорных удобрений на поступление кадмия и ртути в растения; в контролируемых условиях установлены параметры логистической модели, характеризующие влияние видовых особенностей злаковых культур на динамику содержания тестируемых тяжелых металлов в растениях. Изложенные в работе результаты дополняют имеющуюся информацию о влиянии параметров плодородия почвы на распределение кадмия и ртути в структурных компонентах агроценоза. В современных условиях возрастающей техногенной нагрузки на агроэкосистемы, тема диссертационного исследования Митрофанова Виталия Валерьевича, безусловно, актуальна для сельскохозяйственного производства.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Целью диссертационной работы Митрофанова В.В. являлось изучение накопления кадмия и ртути злаковыми сельскохозяйственными культурами из дерново-подзолистой почвы при изменении ее агрохимических свойств.

Для достижения данной цели были поставлены и успешно следующие задачи: провести сравнительную оценку накопления кадмия и ртути яровой пшеницей из незагрязненной дерново-подзолистой почвы при изменении почвенной кислотности; исследовать динамику набора массы пшеницы и овса и динамику накопления кадмия и ртути злаковыми культурами при их выращивании на загрязненном техногенном почвенном грунте и на стандартном питательном растворе; изучить накопление кадмия пшеницей из дерново-подзолистой почвы, загрязненной медью, при изменении содержания в ней фосфора.

Для решения поставленных задач на искусственно загрязненных кадмием и ртутью кислой дерново-подзолистой почве и техногрунте были проведены

полевой и вегетационный эксперименты. В полевом опыте были получены экспериментальные данные, характеризующие влияние возрастающих доз доломитовой муки на реакцию дерново-подзолистой почвы и накопление кадмия и ртути яровой пшеницей. В условиях вегетационного эксперимента на техногенном почвогрунте со щелочной реакцией среды установлены параметры логистической (сигмоидной) модели, характеризующие динамику нарастания биомассы растений и содержания кадмия и ртути в растениях пшеницы и овса на экспоненциальной фазе роста. Влияние возрастающих доз фосфорных удобрений на поступление кадмия в растения пшеницы было изучено в условиях вегетационного опыта. Результаты, полученные в условиях модельного эксперимента на водной культуре, позволили количественно оценить различия коэффициентов накопления кадмия и ртути растениями пшеницы и овса в условиях водной и почвенной культур.

Положения, выносимые на защиту, обоснованы и подтверждены результатами экспериментального и теоретического исследования, представленными в диссертационной работе. Сформулированные выводы соответствуют цели, задачам и содержанию работы. Рекомендации производству основаны на результатах экспериментального исследования и согласуются с рекомендациями ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных почвах.

Исходя из изложенного, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе Митрофанова В.В. не вызывает сомнений. Содержание автореферата соответствует диссертации и отражает ее основные положения.

Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов обеспечена тем, что экспериментальные данные получены в условиях полевого, вегетационных и модельного лабораторного экспериментов, в объеме и качестве, достаточных для достоверных выводов; строгим соблюдением требований к проведению экспериментов, подготовке почвенных и растительных проб к анализу; проведением аналитических испытаний с применением стандартизированных методов в лабораториях ФГБОУ ВО СПбГАУ; применением современных методов обработки экспериментальных данных.

Экспериментальные данные были получены на базе ФГБОУ ВО СПбГАУ при непосредственном участии автора диссертационного исследования. Полученные результаты экспериментального и теоретического исследования, выполненного на уровне научно-квалификационной работы, дополняют имеющуюся в научной литературе информацию о поведении кадмия и ртути в системе почва-культурные растения.

Научная новизна экспериментального и теоретического исследования Митрофанова В.В. заключается в том, что впервые применен комплексный подход к изучению закономерностей поведения кадмия и ртути в системе почва/техногрунт/питательный раствор - злаковые культурные растения. Представ-

лены результаты сравнительного анализа поведения кадмия и ртути в системе почва-растение при изменении кислотности и содержания фосфора в почве. Впервые получены параметры логистической (сигмоидной) модели, характеризующей динамику выноса кадмия и ртути растениями пшеницы и овса на экспоненциальной фазе роста.

Автором показано, что при известковании кислой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы со слабой категорией загрязнения кадмием и содержанием ртути на уровне фоновых концентраций, наблюдалось снижение содержания кадмия в зерне и соломе яровой пшеницы и устойчивая тенденция увеличения накопления ртути в соломе. Эффект существенно зависел от дозы доломитовой муки.

Показано, что динамика нарастания биомассы злаковых культур, содержание кадмия в растениях и выноса кадмия и ртути, хорошо аппроксимируется логистической моделью. Установлено, что удельная скорость выноса кадмия пшеницей и овсом из минерального почвенного грунта со щелочной реакцией среды была, соответственно, в 2 и 5 раз выше удельной скорости выноса ртути. Максимальный вынос кадмия злаковыми культурами из почвогрунта был в 50-60 раз выше, чем ртути.

Установлено, что коэффициенты накопления (КН) Cd растениями овса, произрастающего на почвенном грунте со щелочной реакцией среды и на стандартном питательном растворе, в среднем были выше, чем в растениях пшеницы в 1,25 и 1,5 раза, соответственно. Коэффициенты накопления Hg злаковыми культурами, произрастающих на почвогрунте, существенно не различались и были на два порядка ниже коэффициентов накопления Cd.

Автором диссертационного исследования выявлено, что коэффициенты накопления Cd в злаковых культурах, произрастающих на разных субстратах, снижались в ряду:

стандартный питательный раствор > минеральный почвогрунт со щелочной реакцией среды > дерново-подзолистая среднесуглинистая почва.

Установлено, что коэффициенты накопления Hg растениями на дерново-подзолистой почве были в среднем в 5 раз выше, чем на почвогрунте со щелочной реакцией среды.

Показано, что увеличение дозы двойного суперфосфата в 4 раза привело к снижению КН Cd в растениях яровой пшеницы из дерново-подзолистой почвы в 3,3 раза.

Теоретическая значимость. Полученные в работе результаты дополняют важные теоретические аспекты, характеризующие распределение кадмия и ртути в системе почва-злаковые культуры (концентрации, коэффициентов накопления, вынос элемента) в зависимости от агрохимических свойств почвы.

Практическая значимость работы заключается в том, что установленные закономерности накопления кадмия и ртути пшеницей и овсом могут быть полезны при разработке экологических требований к возделыванию злаковых культур на загрязненных тяжелыми металлами кислых почвах с низким естественным плодородием. Полученные данные могут быть востребованы при про-

гнозировании показателей накопления тяжелых металлов растениями из загрязненной почвы, а также для определения оптимальных направлений рекультивации почв, загрязненных кадмием и ртутью.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертация Митрофанова В.В. изложена на 128 страницах компьютерного текста, одержит 16 рисунков, 20 таблиц и Приложение. Состоит из введения, 3-х глав, заключения, рекомендаций производству. Список цитируемой литературы, включает 181 источник, в том числе 57 – на иностранных языках.

В диссертационной работе имеются все необходимые разделы, автореферат, в целом, соответствует содержанию диссертации.

Представленный обзор литературы, (первая глава) отражает основные сведения о химических свойствах кадмия и ртути, источниках поступления данных химических элементов в агроландшафты, факторах, влияющих на поведения кадмия и ртути в системе почва-растение. Подробно охарактеризованы также биохимическая роль кадмия и ртути и их воздействие на живые организмы.

Во второй главе охарактеризованы объекты и методы исследования. Третья глава посвящена обсуждению полученных экспериментальных результатов. Выводы обобщают результаты исследования, полностью соответствуют представленным экспериментальным данным.

Основные результаты и положения опубликованы Митрофановым В.В. в 10-ти печатных работах, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

Недостатки в содержании и оформлении работы

Раздел «Введение»

- Стр. 6. Сформулированная задача исследования (№7) *«Изучить накопление кадмия пшеницей из дерново-подзолистой почвы, загрязненной медью, при изменении содержания в ней фосфора»* не согласуется с темой и целью диссертационного исследования (в части загрязнения почвы медью).

Глава 1

- Очень много орфографических и стилистических ошибок с 17-й по 51-ю страницу, что существенно снижают качество литературного обзора.
- В ряде случаев автор пренебрег ссылками на цитируемые источники. В частности, на страницах 23; 27; 33; 34; 36-39; 41-44; 46; 47; 49; 50.
- Неясно, с какой целью в литературном обзоре сделан акцент на загрязнение тяжелыми металлами почв Санкт-Петербурга, поскольку к цели исследования эта проблема не имеет отношения. В тоже время, влияние видовых особенностей растений на накопление кадмия раскрыто слабо. Недостаточно внимания уделено также конкурентному взаимодействию Ca-Cd, а взаимодействия Mg-Cd и Mg-Hg не рассматривается вовсе.

Глава 2

- Стр. 56. Не обозначены место и период проведения полевого опыта. В схеме опыта (вариант 3) указана доза доломитовой муки 0,4 Нг, что не соответствует информации, представленной в Главе 3 (0,6 Нг).
- Стр. 60-61. Содержание кадмия и ртути в техногрунте, который был использован для закладки вегетационного опыта, практически совпадает с содержанием в почве полевого опыта (см. табл. 1 и 2), в связи с чем, неясно, зачем для эксперимента, целью которого являлось изучение динамики накопления ТМ, была выбрана почва с низким и очень низким содержанием элементов питания и щелочной реакцией. Результаты эксперимента, полученные на субстрате с такими агрохимическими параметрами, практической значимости не имеют.

Глава 3

- В условиях полевого эксперимента автор, изучая влияние возрастающих доз доломитовой муки на накопление кадмия и ртути пшеницей яровой из дерново-подзолистой почвы, рассмотрел взаимосвязь между распределением тестируемых тяжелых металлов в системе почва растения и кислотностью почвы. Однако почему-то не учел существенное влияние доломитовой муки на содержания обменных катионов кальция и магния в почве, которые являются неполными химическими аналогами кадмия и ртути. В обсуждении результатов отсутствует информация о взаимодействиях Ca-Cd, Hg и Mg-Cd, Hg.
- Стр. 76. Зависимость надземной биомассы растений пшеницы от дозы доломитовой муки представлена в интервале доз 0-6 т/га (рис. 5), а зерна – в интервале 0-9 т/га (рис. 6). Никаких комментариев по этому поводу автор не приводит. Таблица с данными, характеризующими влияние возрастающих доз доломитовой муки на биомассу растений пшеницы, отсутствует.
- Выявлено различие в обсуждении результатов полевого опыта в текстах диссертации и автореферата: На стр. 77 диссертации указано «..... доза мелиоранта была наиболее эффективной, т.к. в 5 раз снижала содержание Cd в зерне...., табл. 8»; На стр. 12 автореферата: «.....дозабыла наиболее эффективной, т.к. в 5 раз снижала содержание Cd в **соломе** ...», Комментарий в автореферате не соответствует данным таблицы 6.
- Не ясно, как соотносится положительная корреляционная связь между КН кадмия в зерне и рН почвы ($r=0,735$), таблица. 9, и снижение КН кадмия в зерне в интервале доз ДМ 0-9 т/га ($r=-0,682$), рисунок 7. Зависимости проверить невозможно, поскольку значения КН кадмия и ртути растениями пшеницы не представлены.
- Для аппроксимации динамики нарастания биомассы растений пшеницы в условиях вегетационного опыта диссертантом была использована логистическая функция, которая позволяет установить максимальную скорость нарастания биомассы за весь период вегетации. Однако Митрофа-

нов В.В. не воспользовался этой возможностью и представил только такие параметры модели как удельная скорость нарастания биомассы и период полуудвоения биомассы, характеризующие экспоненциальную фазу роста, которая, в данном случае составила четверть периода вегетации (21 сутки из 80-ти). Если целью эксперимента являлось установление параметров динамики биомассы и выноса тяжелых металлов на экспоненциальной фазе роста, логично было бы для данного временного интервала использовать экспоненциальную или линейную модель.

Стр. 87. Кадмий и ртуть – неполные химические аналоги, распределение их в системе почва-растение может быть конкурентным. Однако, при обсуждении результатов, вегетационного опыта, заложенного на почве, искусственно загрязненной кадмием и ртутью, этот аспект не рассматривается. Конкурентные взаимодействия Cd-Hg могли повлиять на существенное снижение концентрации и выноса ртути растениями по отношению к кадмию. При обсуждении результатов следовало также учесть, что доступность ТМ при искусственном загрязнении почвы несопоставима с данным показателем в нативных почвах.

- Стр. 99 указано *«В процессе накопления химических элементов пшеницей из почвы проявился эффект взаимодействия по типу синергизма в парах Cd-Cu, Cu-P, Cu-K.»* Утверждение неправомерно, поскольку существенных различий содержания меди в растениях по вариантам опыта нет (табл. 18).

Выводы

- В выводах не конкретизируется, что в качестве известкового мелиоранта была внесена доломитовая мука, влияние которой на состав обменных катионов существенно отличается от влияния известняковой муки. А также не акцентировано (вывод 4), что значения удельной скорости выноса кадмия пшеницей и овсом относятся к экспоненциальной (начальной) фазе роста растений.

Отмеченные замечания существенно не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Представленные экспериментальные данные позволили автору построить зависимости доза-ответ и время-ответ, характеризующие распределение кадмия и ртути в системе почва/раствор – злаковые культуры, что определяет теоретическую значимость работы. Сформулированные защищаемые положения обоснованы и подтверждены экспериментально и статистически.

Заключение

Диссертация Митрофанова Виталия Валерьевича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научно-методическом уровне. Тема диссертационного исследования актуальна, полученные результаты имеют теоретическую и практическую значимость. В работе представлено решение важной научной задачи – иссле-

дования влияния известкования кислой дерново-подзолистой почвы доломитовой мукой (в широком диапазоне доз), возрастающих доз фосфорных удобрений и видовых особенностей растений на накопление кадмия и ртути злаковыми культурами, что соответствует требованиям п.9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, а ее автор, Митрофанов В.В., заслуживает присуждения искомой степени по специальности 06.01.04 – агрохимия.

«7» сентября 2022

Официальный оппонент, доктор
биологических наук (по специальности 06.01.03 –
агропочвоведение, агрофизика), профессор кафедры
геоэкологии, природопользования и экологической
безопасности Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Российский государственный гидрометеорологический
университет», 92007, Россия, Санкт-Петербург,
Воронежская улица, дом 79.
Тел.: 8-911-145-04-64
Адрес электронной почты: s.vitkovskaya@mail.ru.


подпись

/ Витковская Светлана Евгеньевна
расшифровка подписи

Личную подпись доктора биологических наук Витковской С.Е.

УДОСТОВЕРЯЮ

на. управление кадров



Витковская С.Е.

Решение экологической факультета РГТУ

Леонидов П.В.

