

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Ознобихиной Анастасии Олеговны «Оценка параметров жизнедеятельности фитомелиорантов и клубеньковых бактерий на выщелоченном черноземе при загрязнении тяжелыми металлами», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 - Экология (биологические науки)

Актуальность работы: В настоящее время одним из приоритетных направлений государственной политики является экологическая безопасность окружающей среды. Среди источников загрязнения природных экосистем значительный вклад вносят выбросы предприятий металлургической, топливно-энергетической, машиностроительной, приборостроительной, автомобильной, побочные продукты от добычи и переработки железных и цветных металлов, нефти, содержащие значительное количество органических и неорганических загрязняющих веществ, в том числе высокие концентрации ионов тяжелых металлов.

В отличие от органических загрязняющих веществ, которые поддаются деструкции, тяжелые металлы не разлагаются в результате химического и микробного разложения, и поступая в почву, они прочно в ней закрепляются. В связи с чем в большинстве стран мира произошло серьезное смещение международной озабоченности в сторону предотвращения накопления тяжелых металлов в почве.

Представленное диссертационное исследование рассматривает комплексный подход к решению этой актуальной проблемы, включающий как фитоэкстракцию тяжелых металлов при помощи растений-аккумуляторов, так и иммобилизацию поллютантов путем внесения в почву сорбентов.

Научная новизна. На примере модельных вегетационно-полевых опытов в условиях южной лесостепи Западной Сибири автором детально изучено влияние загрязнения почвы солями тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк и медь) на рост, развитие и урожайность посевных бобовых культур. Проведен сравнительный анализ токсичности металлов для двух выбранных видов сельскохозяйственных растений, определены летальные дозы. Впервые показана эффективность применения природных минеральных сорбентов (цеолита, глауконита, диатомита) и бактериальных препаратов симбиотических микроорганизмов при выращивании донника желтого (*Melilotus officinalis*) и люцерны посевной (*Medicago sativa*) на черноземе выщелоченном в условиях техногенной нагрузки.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные соискателем результаты вносят существенный вклад в разработку методов ремедиации техногенно преобразованных территорий. Оценен вклад бобовых культур-фитомелиорантов и их симбионтов в комплексе с природными минеральными сорбентами на снижение содержания и подвижности тяжелых металлов в черноземе выщелоченном. Разработанные технологические приемы возделывания бобовых трав в условиях уменьшения токсичности корнеобитаемого слоя при внесении минеральных сорбентов и оптимизации роста растений за счет биопрепарата на основе клубеньковых микроорганизмов могут быть использованы при планировании и проведении рекультивационных мероприятий на территории южной лесостепной зоны. Результаты диссертационной работы внедрены автором в учебный процесс при подготовке бакалавров по дисциплинам «Экология» и «Науки о Земле».

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена достаточным объемом полученных фактических данных и корректностью используемых в работе подходов и методов. В основе диссертационной работы лежат оригинальные материалы, полученные лично автором в результате проведения лабораторных анализов и вегетационно-полевых опытов. Поставленные автором цель и задачи исследования достаточно четко определены и соответствуют содержанию представленной работы, главы работы ориентированы на решение поставленных задач.

На защиту соискатель представляет 3 защищаемые положения, среди которых реакция всхожести семян фитомелиорантов и роста колоний их симбионтов на действие тяжелых металлов; изменение морфобиометрических параметров и накопление элементов в вегетативной части растений в условиях загрязнения и в результате внесения природных минеральных сорбентов, а также снижение подвижности тяжелых металлов в почве при совместном использовании бобовых культур, инокулированных штаммами клубеньковых бактерий, с минеральными сорбентами. Первое защищаемое положение подтверждено результатами лабораторных исследований, приведенными в главе 3. Второе и третье положение подтверждены результатами вегетационно-полевых исследований, представленными в главах 4-6. Стоит отметить, что первое основное положение в целом констатирует уже известные закономерности. То, что химическое загрязнение оказывает негативный эффект на растения и микроорганизмы, давно уже ни для кого не является открытием.

Диссертационная работа выполнена в рамках тематики научных исследований инициативной НИОКТР АААА-А19-119031590006-1. Основные положения диссертации прошли обсуждение на международных и

всероссийских конференциях. Диссертационная работа получила хорошую научную апробацию, о чем свидетельствует 12 опубликованных работ, 3 из которых размещены в рецензируемых научных журналах перечня ВАК и 3 в изданиях базы цитирования Scopus. Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, приложения. Работа изложена на 154 страницах машинописного текста, включает 14 таблиц, 29 рисунков и 5 приложений.

Во *введении* диссертации обоснована актуальность работы, её цель и задачи. Обозначены защищаемые положения, выносимые на защиту, определена новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость.

В *первой главе* диссертации представлен обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. Рассмотрены источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду, проблемы загрязнения почвенного покрова, особенности миграции металлов в системе «почва-растение» и по цепям питания, проведен анализ изменения физико-химических характеристик почв под воздействием неблагоприятных антропогенных факторов. Изучена роль фиторемедиационных методов при использовании бобовых культур и микроорганизмов для восстановления агроценозов при загрязнении тяжелыми металлами, а также изложены данные о наиболее эффективных минеральных сорбентах (глауконите, диатомите и цеолите) в повышении их устойчивости.

Во *второй главе* проводится анализ природно-климатических условий территории исследования, представлена детальная характеристика объектов исследования. Изложены основные методы и схемы исследований, реализуемые в данной работе и подходы к обработке полученных данных.

В *третьей главе* диссертации проведена оценка параметров жизнедеятельности донника желтого, люцерны посевной и их симбионтов на выщелоченном черноземе при загрязнении тяжелыми металлами в сочетании с природными минеральными сорбентами, приводятся данные по изучению действия различных концентраций тяжелых металлов на энергию прорастания, всхожесть семян фитомелиорантов и рост колоний клубеньковых бактерий.

Четвертая глава диссертации посвящена анализу закономерностей накопления четырех металлов (свинца, кадмия, цинка и меди) в вегетативной массе бобовых трав, изменению морфометрических показателей растений и активности клубенькообразования на корнях при загрязнении почвы исследуемыми тяжелыми металлами и на фоне внесения сорбентов.

В *пятой главе* представлены результаты анализа содержания подвижных форм свинца, кадмия, цинка и меди в поверхностном горизонте пахотных почв региона, условно принятые за фон, а также закономерности содержания металлов в почве опытных образцов в зависимости от схемы исследований.

В *шестой главе* диссертации рассмотрены функциональные зависимости между морфологическими и физиолого-химическими показателями растений и содержанием тяжелых металлов.

Достоверность исследований, выводов и заключений основана на достаточном количестве образцов многолетнего фактического материала - отобраны и проанализированы 510 растительных образцов, 85 почвенных образцов, 144 лабораторных образца. В работе использованы современные методы исследований и действующие методики, методы статистической обработки данных.

К работе имеются следующие замечания:

1. В цели и по тексту диссертации встречается оборот «загрязнение тяжелыми металлами в сочетании с минеральными сорбентами». Это неподходящая формулировка, поскольку из нее следует, что тяжелые металлы и сорбенты являются поллютантами, в то время как вторые, наоборот, служат для ремедиации загрязненных почв.

2. Объекты исследования: Автором в качестве объектов рассматриваются изучаемые виды растений и микроорганизмов, в то время как почва, в условиях которой и происходит значительная часть исследований, вынесена в методику. Это неверно, так как почва также является объектом исследования.

3. Есть вопрос к структуре рассмотрения результатов вегетационно-полевого опыта. Сначала автором рассматривается накопление тяжелых металлов в зеленой массе бобовых растений, их влияние на морфобиометрические параметры, затем накопление поллютантов в почве, а потом происходит снова возвращение к растениям, но уже рассматривается вынос ими элементов из почвы. По логике, вначале должны быть обсуждены результаты накопления и подвижности тяжелых металлов в почве, потом их поглощение растениями и, наконец, вынос ими элементов.

4. Диссертант для своего эксперимента использует легкорастворимые соли тяжелых металлов в виде сульфатов и нитратов, объясняя это тем, что их геохимическое поведение сходно. При этом, сам автор на стр. 19 отмечает: «Геохимическое поведение металлов в почве определяется в первую очередь формой химического соединения загрязнителя» и приводит ряд по токсическому действию водорастворимых

солей металлов: хлорид > сульфат > ацетат > нитрат > оксид» (стр. 19). Поэтому, полагаю, что корректнее было бы в модельных экспериментах и вегетационно-полевых опытах использовать единую форму внесения исследуемых металлов – либо сульфаты, либо нитраты, а при внесении разных солей определять рН исследуемых загрязненных почв.

5. На стр. 45 автор указывает, что 8 г/кг почвы минерального сорбента соответствует 2 т/га. На какой слой почвы выполнен пересчет на га? Какова плотность почвы? Желательно было бы рассмотреть еще более высокую дозу сорбентов, так как эффект от выбранной дозы иногда находится на уровне тенденций.

6. На рис. 5-12 приведено уравнение линейной регрессии и коэффициенты детерминации R^2 к ним, при этом уровень значимости не указан. Следует отметить, что на рисунках явно прослеживается экспоненциальное снижение показателей энергии прорастания и всхожести бобовых культур (люцерны посевной и донника желтого) с увеличением дозы внесения металла. В связи с чем возникает вопрос о корректности выбора уравнения регрессии. Почему при расчете было выбрано именно линейное уравнение регрессии? Также по тексту диссертации автор приводит коэффициент регрессии R , а на графиках – детерминации R^2 . Лучше было бы использовать какой-то один коэффициент для удобства.

Пожелания к работе:

- Термин «засоленных» не корректно использовать в данном контексте (стр. 55) «Гибель колоний клубеньковых бактерий на засоленных тяжелыми металлами средах будет обусловлена токсичностью элементов и действием повышенного осмотического давления». На стр. 44 указано: «Предварительно в растворенном виде вносили соли тяжелых металлов: свинец (180 мг/5 кг почвы), кадмий (15 мг/5 кг почвы), цинк (690 мг/5 кг почвы) – кратно 6 ПДК, медь (150 мг/5 кг почвы) – кратно 10 ПДК». Корректнее писать дозу внесения металла в мг на кг почвы.

- Далее, на стр. 64. написано «... причем добавление микроэлемента в модельные варианты». Термин «микроэлемент» в данном случае не корректно употреблять, так как внесение элемента в почву в условиях моделирования осуществлялось в дозах, превышающих установленные нормативы. То же самое относится к предложению на стр. 90 «...отрицательная средняя связь между загрязнением почвы данным микроэлементом».

Несмотря на сделанные замечания, считаю, что данная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит решение научной задачи, имеющей значение для развития экологии. Полученные

результаты вносят вклад в решение проблем восстановления и охраны земель в условиях техногенеза.

На основании изложенного можно сделать заключение, что диссертационная работа Оздобихиной А.О. «Оценка параметров жизнедеятельности фитомелиорантов и клубеньковых бактерий на выщелоченном черноземе при загрязнении тяжелыми металлами» соответствует критериям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013., предъявляемым к кандидатским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки), а ее автор Оздобихина Анастасия Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:

доктор биологических наук (04.02.12 – Почвоведение
03.02.08 – Экология), профессор, заведующий
кафедрой почвоведения и оценки земельных
ресурсов Академии биологии и биотехнологии им.
Д.И. Ивановского ФГАОУ ВО «Южный
федеральный университет»



Минкина Татьяна Михайловна

Адрес: 344090, г. Ростов-на-Дону, проспект Стачки, 194/1,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южный федеральный университет», <https://www.sfedu.ru/>
Тел./факс: (863) 297-50-70 E-mail: tminkina@mail.ru

Подпись Татьяны Михайловны Минкиной заверяю:
Директор Академии биологии и биотехнологии
им. Д.И. Ивановского
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»
25.02.2022



К.Ш. Казеев