

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пэн Ичжоу

«Пороговые уровни загрязнения тяжёлыми металлами Cd, Pb и As красноцветных грунтов по данным фитотестирования (западная часть Сычуаньской впадины, Китай)», представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

Автореферат диссертационной работы Пэн Ичжоу представляет собой законченное, комплексное исследование в области экологической геологии и геоэкологии. Структура работы логична и отражает классический научный подход: от постановки актуальной проблемы и анализа степени её изученности – через детальную характеристику объекта и диагностику его состояния – к постановке модельного эксперимента, получению новых количественных данных и разработке на их основе практических рекомендаций. Содержательное ядро диссертации – главы 5-7 – демонстрирует строгую причинно-следственную связь: выявление ключевых стресс-факторов (загрязнение As, Cd, CaCO_3) методами многомерной статистики; разработка методики эксперимента по изучению их порогового действия; системный анализ результатов и механизмов токсичности. Такой структурный каркас обеспечивает высокую убедительность и доказательность выводов.

Безусловной силой исследования является умелое и комплексное применение передовых статистических и машинных методов для решения различных задач: для идентификации источников загрязнения использованы два взаимодополняющих метода – APCS-MLR и PMF, что обеспечило высокую достоверность количественной оценки вклада природных и антропогенных факторов. Для выявления ключевых факторов, влияющих на растения, применяется комбинация методов RDA и XGBoost-SHAP. Если RDA дал общую картину связей, то алгоритм XGBoost-SHAP позволил выполнить ранжирование факторов по важности и выявить нелинейные зависимости, что является примером современного подхода в экологической геологии. Для расчета пороговых концентраций ($\text{EC}_{150}/\text{IC}_{50}$) и анализа совместного действия смесей использованы как классические дозо-эффектные модели (TSK, VSL), так и модифицированная модель токсических единиц (TU). Это позволило не только получить точные числовые значения, но и описать сложную динамику взаимодействий (антагонизм/аддитивность/синергизм). Такой многоуровневый аналитический подход существенно повышает научную ценность работы.

Автором проделана масштабная работа по сбору репрезентативного фактического материала: отобрано 360 образцов грунтов с трёх типов участков (сельский, пригородный, городской), из почв образовавшихся на различных коренных породах. Проведение более 2000 фитотестов статистически обосновывает полученные выводы. Особого внимания заслуживает подход к классификации образцов по содержанию карбоната кальция (29% и 5%). Этот прием оказался ключевым для раскрытия механизма регуляции биодоступности металлов и позволил перейти от общих констатаций к установлению конкретных причинно-следственных связей и получить дифференцированные пороговые значения, что повышает практическую значимость исследования для регионов с различным литологическим составом почв.

С практической точки зрения исследование направлено на решение острой проблемы, связанной с необходимостью разработки региональных нормативов для специфических красноцветных грунтов Сычуаньской впадины – важнейшего сельскохозяйственного региона. Использование местных культур (рапс, сорго) в качестве тест-объектов позволяет считать методологию фитомониторинга адаптированной и экономически целесообразной. Предложенная стратегия зонирования территорий и восстановительных мер, основанная на экспериментально установленных порогах токсичности, имеет четкую практическую направленность и значимость.

К значимым результатам работы можно отнести: количественное определение пороговых концентраций для одиночного и, что особенно важно, комбинированного загрязнения; доказательство регуляторной роли CaCO_3 ; описание механизмов конкуренции металлов за лигандные центры. Работа

вносит весомый вклад в понимание функционирования системы «грунт–растение» в условиях многокомпонентного загрязнения.

По работе высказаны следующие замечания:

1. Тезис о том, что «органические удобрения сельскохозяйственных животных является одним из источников повышенного содержания Cr, Cu и Pb» (защищаемое положение 1) фактически не находит обоснования в рамках изложения в автореферативной форме. Возможно, доказательная база данного утверждения изложена в полном тексте диссертации.

2. Важная с точки зрения обоснования защищаемых положений иллюстрация №6 (доля вклада источников поступления тяжелых металлов в исследуемые грунты), важная с точки зрения обоснования защищаемых положений, практически нечитаема даже при распечатке электронного варианта автореферата в формате А4. Информативность иллюстрации была бы гораздо выше при использовании цветовой индикации обозначений.

3. Термин «алевролитовый аргиллит» (стр. 10 автореферата) не соответствует общепринятым литологическим классификациям. Возможно, правильное было бы использовать термин «алевролитистый аргиллит» (как это сделано в подписи к иллюстрациям на стр. 11), либо сослаться на используемую классификационную схему.

Указанные замечания ни в коей мере не ставят под сомнение качество выполненной работы. Как было показано выше, исследование обладает научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью.

Работа соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Жидков Роман Юрьевич

Кандидат геолого-минералогических наук

Главный инженер управления картографирования и ведения ЕГКО г. Москвы

Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Московский городской трест геолого-геодезических и картографических работ»

125040, Ленинградский проспект, 11 стр. 1

<http://www.mggt.ru/>

rzhidkov@mggt.ru

Я, Жидков Роман Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«9» декабря 2025 г.

(подпись)

Подпись Жидкова Р.Ю. заверяю