

## 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

Диссертационное исследование посвящено оценке пороговых концентраций тяжелых металлов (Cd, Pb, As и др.) в красноцветных грунтах западной части Сычуаньской впадины на основе метода фитотестирования с применением местных культур - рапса (*Brassica. napu* L.) и сорго (*Sorghum. bicolor* L.).

Актуальность и научная значимость работы не вызывает сомнений. Сычуаньская впадина – ключевой зерновой регион, где интенсивная агротехническая деятельность привела к риску многокомпонентного загрязнения. Автор обоснованно указывает на ограниченность универсальных национальных стандартов и традиционных химических методов для местных условий, доказывая целесообразность применения биологических методов, адаптированных к региональным культурам (рапс, сорго). Такой подход напрямую связан с задачами обеспечения продовольственной безопасности и экологического благополучия региона.

Автор, основываясь на данных отбора проб с исследуемого участка (западная часть Сычуаньской впадины), демонстрирует пространственные особенности природного загрязнения тяжёлыми металлами в красноцветных грунтах при различных типах землепользования, указывая, что на сельскохозяйственных участках особенно выделяются высокая частота превышений по Cd и As, а также выраженная пространственная неоднородность.

Экспериментальная часть выполнена на двух типах красноцветных грунтов с существенными различиями в содержании CaCO<sub>3</sub>. С использованием фитотестирования на рапсе и сорго были параллельно оценены многопараметрические показатели — всхожесть, рост надземной части и корней, что позволило системно изучить биологические эффекты Cd, Pb и As при их одиночном и смешанном воздействии.

Выявлена неоднородность загрязнения. На сельских участках зафиксированы максимальные уровни по Ni, Zn, As и Cd (превышение фоновых значений до 100%). Это прямо указывает на доминирующую роль агрохимикатов (пестицидов, минеральных удобрений, органики), что подтверждается высоким коэффициентом вариации (CV>35%) для As и Cd, характерным для точечных антропогенных источников. Статистически и инструментально доказано, что As и Cd являются ключевыми токсикантами для региона. Их содержание не только стабильно превышает фоновые уровни на всех типах участков, но в ряде случаев достигает и превышает национальные ПДК (GB15618-2018). Это делает выводы работы исключительно практико-ориентированными. Применение двух независимых моделей (APCS-MLR и PMF) с высокой степенью согласованности их результатов — сильная сторона работы. Получены количественные оценки вклада: Cr, Cu, Pb (>90% — литогенный источник + органические удобрения), As и Cd (58–78% — агрогенный источник), Zn и Ni в городе (20–44% — промышленные стоки). Такой детальный «портрет» источников критически важен для разработки адресных мер по сокращению выбросов.

В качестве замечаний стоит отметить, следующее:

1. Красноцветные грунты как объект исследования недостаточно раскрыт с геологических и инженерно-геологических позиций. Нет сведений об основных физических характеристиках данных грунтов. Классификация «элювий» говорит о генетической принадлежности данных грунтов, что недостаточно для полноценной характеристики данных грунтов, как объекта исследования. По тексту автореферата, остается не ясным, чем представлены данные грунты – песок, супесь, суглинок? Возможно, это почвенный горизонт, что, также необходимо было упомянуть.
2. В работе речь идет о ряде тяжелых металлов (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Hg, As), при этом в название работы вынесены только три элемента (Cd, Pb и As), что не до конца логично. Возможно, стоило просто указать «тяжелыми металлами».
3. В автореферате подробно описаны механизмы токсичности на клеточном уровне (рис. 11). Возникает вопрос, насколько глубоко эти механизмы были изучены экспериментально в рамках данной работы (например, с помощью биохимических анализов), или их описание базируется преимущественно на литературных данных?
4. Целью работы ставилось выявление процессов миграции тяжелых металлов в системе «грунт-растение», однако результатов и выводов на этот счет нет.

Представленные замечания ни в коей мере не отменяют высокой научной ценности и полноты выполненного исследования. Напротив, они возникают именно потому, что работа поднята на уровень, допускающий глубокую научную дискуссию. Большинство замечаний касаются не ошибок, а степени детализации, обоснованности интерпретаций и расстановки акцентов в автореферате.

Пэн Ичжоу продемонстрировал владение широким спектром современных методов, способность ставить комплексные задачи и получать значимые результаты. Выявленные методологические нюансы и вопросы к интерпретации являются естественными для столь сложного междисциплинарного исследования.

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.

Кандидат геолого-минералогических наук  
Ведущий геолог  
ООО «МСЛ»

sarkisov@mslvl.com  
телефон:

Я, Саркисов Георгий Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«11» 12 2025 г.

М.П.