

ОТЗЫВ

на диссертацию Турсуналиевой Елены Муратовны
«ЭКОГЕОХИМИЯ РТУТИ В ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ РОДА ТОПОЛЬ
(ЛИСТЬЯХ И ГОДОВЫХ КОЛЬЦАХ) УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА»,
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология
(25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле))

Актуальность исследований.

Диссертационная работа посвящена весьма актуальной проблеме – разработке критериев и методов выявления и оценки воздействия одного из наиболее опасных токсикантов – ртути, на среду обитания человека. В работе на примере тополя рассматриваются возможности использования метода биоиндикации для оценки уровней поступления ртути в окружающую среду и выявления источников этого поступления на конкретных территориях. Для исследований выбраны территории с разным геологическим строением, различной историей геологического развития и химическим составом данного блока земной коры, а также с разнообразной по составу техногенной нагрузкой, что позволяет более отчетливо проследить эти многогранные взаимосвязи.

Следует акцентировать внимание на важной роли эндогенных процессов в поступлении ртути в окружающую среду. Еще в прошлом веке зафиксирована постоянная эмиссия ртути над зонами глубинных разломов, в современных тектонически активных областях земной коры, в том числе в зонах вулканизма. Ртуть определена как элемент-индикатор зон тектоно-магматической активизации. К таковым можно отнести одну из исследованных автором территорий – Байкальский регион. Следует подчеркнуть, что причина периодического существенного повышения содержания ртути в озере Байкал, отмеченного автором, связана не просто с «землетрясениями, ураганами, наводнениями, штормами и т.д.», а именно с глубинными процессами, отражением которых являются землетрясения.

Формулировка цели работы требует корректировки, так как она существенно уже, чем совокупность задач, решенных соискателем в работе.

Достоверность и новизна научных положений.

Вынесенные на защиту научные положения являются новыми для исследуемой области знаний, вносят значимый вклад в изучение закономерностей накопления и распределения ртути в древесной растительности (на примере тополя), в изучение влияния различных природных и техногенных

процессов на эмиссию ртути в окружающую среду. Автором представлены новые оригинальные данные по содержанию и распределению ртути в листьях и древесине тополя на территории Сибири и Дальнего Востока. Достоверность результатов определяется представительностью материала исследований (более 2000 образцов), рациональной методикой исследования и использованием современных высококачественных аналитических методов.

Практическая значимость. Изучено содержание ртути в листьях тополя и в древесине основных крупных населенных пунктов Сибири и Дальнего Востока, выполнена оценка среднего содержания ртути в листьях тополя для региона, что дает основу для использования этих данных при геоэкологических исследованиях территории, при оценке техногенной трансформации природной среды. Получены новые данные по закономерностям накопления ртути в листьях и древесине тополя в зависимости от сезона, от климатических условий (направление ветра и др), от места отбора и других характеристик. Эти данные могут быть использованы в целях экологического мониторинга территории, а также научными и природоохранными организациями в качестве основы для дальнейших исследований экологического состояния территории района. Эта информация используется в образовательных целях при преподавании курсов «Геоэкология», «Экология», «Геохимия живого вещества», «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании».

Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения, изложенных на 140 стр. текста и списка литературы, включающего 345 наименований, из них 78 англоязычных.

Структура диссертации логична, изложение каждого последующего раздела опирается на предыдущий. В целом можно заключить, что автор представил единый завершённый научный труд.

Вместе с тем, наряду с общей удовлетворительной оценкой работы, нельзя не отметить и ряд недостатков.

Первая глава посвящена обзору литературы для обоснования экотоксичности ртути и использованию растений для биоиндикации ртутного загрязнения. Это самый большой раздел в диссертации (18 стр). Он содержит довольно большую библиографию по биогеохимии растений. Глава хорошо построена, насыщена информацией и читается с интересом. Основное замечание к этому разделу – неряшливое изложение. В тексте много стилистических ошибок и опечаток, часто неверно используются окончания. На рисунке 1.2, скопированном из работы иностранного автора (Assad et al., 2016), нет условных обозначений, в связи с чем невозможно воспринять изложенные в тексте

доказательства преимущественной роли аэрогенного поступления ртути в растение. Приведенная ссылка на А.А.Саукова (1946) в списке литературы не соответствует таковой. Ну и, конечно, парадоксальный вывод из многостраничного анализа: *«Таким образом, проведенные исследования по литературным источникам показали, что, ртутная токсикация растений является наиболее опасным проявлением антропогенного воздействия и приводит к необратимым последствиям в физиологии всего растительного организма»*. Вероятно, это так, но ни о чем подобном в разделе речь не идет. В тексте имеет место единственная фраза, которая хоть как-то созвучна сделанному выводу: *«Фитотоксичность ртути проявляется в основном в подавлении роста веток и корней растений, ускорения их старения (Коваль, 2003; Kabata-Pendias, 2011)»*, стр 22.

Глава 2 посвящена обоснованию выбора объекта исследований, изложению методики опробования, пробоподготовки и характеристике аналитического метода. Показано, что в работе задействованы все виды тополя, произрастающие на территории исследования, но преобладающее количество проб (80 %) получено с тополя бальзамического. Обосновано время и методика опробования. Из обзора и схемы опробования следует большая представительность материала, что предполагает высокую степень обоснованности представленных выводов. Всего изучено несколько десятков населенных пунктов на территории 10 субъектов Российской Федерации и отобрано 30 проб на территории Павлодарской области Республики Казахстан. Общее количество проб превышает 2000 шт.

В целом к этой главе замечаний нет. Выполнена она очень хорошо. Единственное замечание к этому разделу, типичное для данной работы в целом, – это отсутствие у автора привычки расшифровывать условные обозначения на рисунках. Какие-то из них можно понять из текста, а некоторые так и остаются не распознанными.

В **главе 3** рассматриваются экогеохимические последствия ртутного загрязнения территории Сибири и Дальнего Востока.

Начинается она с характеристики ртутных рудных провинций России. Для наглядности приведен рисунок 3.1. со странным названием *«Размещение ртутных месторождений над Сибирью»*. При этом на сканированном с очень низким качеством с оригинала рисунке изображены основные ртутные рудные провинции на территории Сибири и Дальнего Востока, но названы просто месторождениями. Что-то разобрать на таком низкокачественном рисунке крайне сложно.

Показаны по литературным данным основные черты геохимии ртути в снеговом покрове, донных отложениях, почвах и растительности и приведены доказательства их связи с различными, в том числе природными, источниками.

Глава 4 посвящена характеристике накопления ртути в листьях тополя.

Здесь же и, частично, в главе 5 приведено обоснование первого защищаемого положения. *«Среднее содержание ртути в листьях тополя на урбанизированных территориях Сибири составляет $25 \pm 2,9$ нг/г. На концентрирование элемента влияет сезонный фактор (от 601 нг/г до 2425 нг/г) с максимальным концентрированием в опаде в виде свободной формы, высота кроны дерева (от 776 нг/г до 1697 нг/г), ориентация относительно источника техногенной эмиссии ртути и не оказывает существенного влияния видовой принадлежность»*

Помимо литературных данных здесь приведены и результаты собственных экспериментальных исследований. В частности, показано, как изменяется содержание ртути в листьях в зависимости от положения кроны относительно основного направления ветра и от высоты отбора проб в пределах кроны.

Автор в классическом для себя стиле снова игнорировал необходимость расшифровки условных обозначений (рис.4.1.1).

Обоснован двойственный механизм накопления ртути в древесных объектах. Выполнено это на основе сравнения данных по содержанию ртути в листе и древесине от содержания их в почве и от расстояния до источника аэрогенного загрязнения этим токсикантом.

Показано, что видовой принадлежность тополя не играет существенной роли в накоплении ртути в листьях и древесине и для целей биоиндикации могут использоваться одновременно любой вид. Как обоснованно утверждает автор, *«Использование разных видов тополя при единовременном опробовании на ртуть допустимо без введения поправочных коэффициентов, но при обязательном соблюдении равных условий пробоотбора»*, стр 62.

Показана зависимость содержания ртути в листьях тополя в зависимости от сезона пробоотбора. Максимальные ее концентрации характерны для конца сезона вегетации. Наибольшие концентрации отмечены в опаде.

В целом этот раздел хорошо написан и убедительно обоснован. Замечания только к формулировке защищаемого положения. Согласно представленному тексту, среднее содержание ртути в листьях тополя много ниже, чем минимальные значения, приведенные автором для обоснования сезонности и влияния высоты пробоотбора на содержание ртути в листьях. В данном случае, характеризуя общую закономерность, автор в качестве примера привел частные

аномальные значения, чем ввел читателей и оппонентов в заблуждение. В целом на доказательство выявленных закономерностей это не влияет, но цифры из формулировки нужно удалить.

В главе 5 охарактеризовано накопление ртути в листьях и древесине тополя на урбанизированных территориях Сибири и Дальнего Востока. Дана оценка среднего ее содержания для региона и анализ распределения по отдельным населенным пунктам. Показано, что наиболее обогащены ртутью листья тополя в городах с высокой техногенной нагрузкой и в населенных пунктах, расположенных на территориях с природным аномальным содержанием ртути (Акташ и др). Также отмечено возрастание среднего содержания с ростом плотности населения. Последний вывод не однозначен, так как, судя по представленным в таблице 5.1 данным, иные факторы оказывают более значимое влияние на среднее значение, чем фактор плотности населения. Следовало провести корреляционный анализ связи плотности населения и среднего содержания ртути в этих населенных пунктах.

Глава 6 характеризует влияние техногенеза на накопление ртути в листьях и древесине тополя. Здесь приведено обоснование второго защищаемого положения: *«На территории Сибири и Дальнего Востока повышенные и высокие концентрации ртути в листьях тополя приурочены к зонам ее добычи и переработки и представляют колебания среднего содержания от 41 до 246 нг/г, что превышает среднее значение по всей выборке в 2-10 раз».*

В главе приведены результаты исследования населенных пунктов с высоким содержанием ртути. Проведен анализ связи этих аномалий с различными потенциальными источниками и обоснована их природа. Доказано, что аномалии ртути в городах Иркутской области связаны с химическим производством и ТЭЦ (г. Саянск, г. Зима, г. Усолье Сибирское), а также с несанкционированной свалкой (г. Шелехов). В Республике Алтай в п. Акташ ртутная аномалия обусловлена деятельностью Акташского горно-металлургического предприятия, перерабатывавшего ртутные руды одноименного месторождения, а впоследствии – отходы ртутных производств. В г. Новосибирск ореол обогащения ртутью отчетливо приурочен к территории Новосибирского завода химконцентратов (НЗХК). Ореол выявлен за пределами территории завода и даже за пределами ССЗ предприятия.

В целом доказательная база достаточно представительна и позволяет заключить, что данное защищаемое положение полностью доказано.

В главе 7 рассмотрено накопление ртути в древесине тополя во времени. За основу взято представление о том, что имеет место сохранность во времени того

количества ртути, что накопилось в определенном количестве в древесине в период ее формирования (в годовых кольцах деревьев). Следовательно, изменение содержания ртути в годовых кольцах деревьев пропорционально его изменению в окружающей среде в периоды формирования этих колец. Речь идет не об абсолютных величинах, а об относительной изменчивости. На этой основе возможно проведение ретроспективного анализа изменения поступления ртути в растение во времени. Здесь обосновано 3 защищаемое положение: *«Дендрогеохимические данные по содержанию ртути в годовых кольцах тополя применимы как для анализа пространственно-временных закономерностей ее распределения на территориях нахождения источников техногенного загрязнения окружающей среды (на примере АО «НЗХК»), так и для оценки уровня природной эмиссии ртути в приземную атмосферу при крупных и средних землетрясениях (на примере Тункинской котловины)».*

Согласно данным автора на примере НЗХК показано изменение содержания ртути в годовых кольцах. При этом снижение идет последовательно и к настоящему времени снизилось до фонового на большинстве точек наблюдения. За исключением одной точки непосредственно вблизи НЗХК, где содержание превышает фоновое в несколько раз. В отношении стационарного техногенного источника предложенная методика работает убедительно. Чего не скажешь про природный источник, обусловленный дегазацией недр при землетрясениях. К сожалению, связь эмиссии ртути с тектонической активностью в Байкальской рифтовой зоне хотя и заявлена, но отчетливо не доказана. Автором рассмотрено три находящихся неподалеку друг от друга участка. Можно предполагать, что характер распределения ртути во времени должен быть схожим. Оказалось, что пики аномального накопления ртути во всех случаях не совпадают. Низкое качество выполнения рисунков (нет условных обозначений) не позволяет качественно интерпретировать события. Но даже из этих данных следует одновременный характер накопления ртути в изученных тополях. Вероятно, стоило увеличить количество точек наблюдения, чтобы более объективно оценить тенденции изменения содержания ртути во времени.

Тем не менее, даже с учетом этой недоработки можно считать, что дендрогеохимия ртути – эффективный рабочий инструмент для анализа ее поступления в окружающую среду из различных источников, а положение, вынесенное на защиту, считать доказанным.

Несмотря на отдельные недоработки и замечания преимущественно технического характера, достаточно высокий научный уровень исследований позволяет считать, что диссертационная работа Турсуналиевой Елены

40

Муратовны отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по части актуальности, обоснованности фактическим материалом, научной новизны и практической значимости. Изложенные в ней материалы получены лично автором либо при непосредственном участии автора в процессе многолетних исследований.

Основные результаты изложены в 26 публикациях, в том числе в 5 статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК. Из них 5 статей в журналах, индексируемых в базах данных SCOPUS и WoS.

Работа соответствует пунктам 1.8 и 1.12 паспорта специальности 25.00.36 – Геозкология (Науки о Земле) (1.6.21 – Геозкология).

Работа соответствует п.п. 2.1-2.4 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 362-1/од от 28.12.2021 г. (dis.tpu.ru). Считаю, что ее автор, Турсуналиева Елена Муратовна достойна присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геозкология (25.00.36 – Геозкология (Науки о Земле))

Профессор отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
доктор геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник, профессор


_____ Арбузов Сергей Иванович

11.03.22.

Адрес 634050, г. Томск, проспект Ленина, д.30
раб. тел. +7 (3822)42-63-07
e-mail: siarbuzov@tpu.ru

Подпись профессора Арбузова Сергея Ивановича удостоверяю
Ученый секретарь Национального исследовательского
Томского политехнического университета

_____ Е.А. Кулинич


