

- народной конференции, г. Томск, 13–16 сентября 2016 г. – Томск : STT, 2016. – 808 с. ISBN: 978-5-93629-564-5 С.155-159.
9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
10. Volfson I. F., Paul W., Pechenkin I. G. Geochemical anomalies: Sickness and health // Man and the Geosphere (Earth Sciences in the 21st Century). Editor: I. V. Florinsky. Nova Science Publishers, Inc. 2010. – P. 69–113.

СОДЕРЖАНИЕ УРАНА И ТОРИЯ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОСУБСТРАТАХ ЧЕЛОВЕКА НА ТЕРРИТОРИИ г. СИМФЕРОПОЛЯ

Е. В. Евстафьева¹, А. М. Богданова¹, С. Л. Тымченко¹, Д. В. Юсупов², Н. В. Барановская³

¹Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Россия, e.evstafeva@mail.ru

²Амурский государственный университет
Благовещенск, Россия,

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томск, Россия, nata@tpu.ru

THORIUM AND URANIUM IN ENVIRONMENTAL COMPONENTS AND HUMAN'S BIOSUBSTRATES IN SIMFEROPOL CITY

E. V. Evstafeva¹, A. M. Bogdanova¹, S. L. Tymchenko¹, D. V. Yusupov², N. V. Baranovskaya³

¹V. I. Vernadsky Crimean Federal University
Simferopol, Russia, e.evstafeva@mail.ru

²Amur State University

Blagoveshchensk, Russia, yusupovd@mail.ru

³National Research Tomsk Polytechnic University
Tomsk, Russia, nata@tpu.ru

The obtained data on the thorium and uranium content in 63 samples of poplar leaves and 80 hair samples of healthy Simferopol inhabitants indicate a relatively stable situation. At the same time, abnormal concentrations of both elements were revealed in Zheleznodorozhny, Kievsky, and Central districts. Th/U ratios in poplar leaf samples varied from 0.1 to 61.2 with an average value of 5.7, which indicates high elements content in some locations of both natural and non-technogenic origin. Overall, the results made it possible to classify Simferopol as a city with thorium accumulation.

Введение

Изучение элементного состава биосубстратов является одним из наиболее информативных биогеохимических методов для определения степени техногенного загрязнения и промышленной специализации урбанизированных территорий. Листья тополя и лишайники используют как природные планшеты-индикаторы атмосферного загрязнения, что позволяет выявлять его локальные и региональные источники, а в качестве суммарного индикатора природно-техногенной обстановки анализируют элементный состав биосубстратов человека.

С целью определения геоэкологических особенностей территории г. Симферополя изучили содержание, распределение и соотношение Th и U в листьях тополя, лишайниках и волосах практически здоровых жителей.

Материалы и методы

Отбор 63 проб листьев тополя черного *Populus nigra* L. проводили в конце вегетативного периода в 2016–2017 гг. в г. Симферополь по регулярной сетке с шагом 1,0 км. Листья тополя в первичной сырой массе около 50–100 грамм отбирали из нижней части кроны на высоте 1,5–2,0 м, не промывали водой, чтобы сохранить информацию о пылеаэрозольной составляющей. Также дополнительно отобрали 2 пробы эпифитных лишайников *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. со стволов взрослых деревьев тополя черного в парковых зонах г. Симферополя. Подготовка материала проб листьев включала его сухое озоление в муфельной печи при 450 °С в течение 5 часов согласно ГОСТ 26929-94. В 2016–2018 гг. обследовали 80 практически здоровых студентов 17–19 лет (34 юношей и 46 девушек), проживающих с рождения в г. Симферополь. Пробы волос получали путем состригания с прикорневой части (2–3 мм) с 3–5 мест на затылочной области головы, в количестве не менее

5 г, дважды попеременно выдерживали в ацетоне и промывали дистиллированной водой, затем высушивали при комнатной температуре.

Определение содержания Th и U в биосубстратах проводили инструментальным нейтронно-активационным методом анализа по аттестованной методике (НСАМ ВИМС № 410-ЯФ) на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (аналитик А. Ф. Судыко). Контроль анализа проводился по стандартному образцу состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007). Достоверность полученных результатов обеспечена удовлетворительным внутренним и внешним лабораторным контролем в количестве 5 % общего числа рядовых проб.

Статистическую обработку данных проводили с учетом проверки принадлежности крайних значений к изучаемым выборочным совокупностям с помо-

щью статистического критерия оценки наибольшего значения. В расчете нижних значений вероятных аномалий для одиночных изолированных точек с повышенным содержанием элементов принимался «критерий трех стандартных отклонений».

Результаты и их обсуждение

Статистические параметры содержания тория и урана в золе листьев тополя в совокупной выборке проб, а также в волосах жителей г. Симферополя представлены в Табл. Распределение этих элементов в волосах и листьях подчиняется логнормальному закону распределения. Среднее геометрическое содержание тория в золе листьев тополя составило 0,33 мг/кг при колебаниях 0,008–1,83 мг/кг; урана – 0,14 мг/кг при разбросе от 0,002 до 1,69 мг/кг (рис. 1).

Таблица 1. Статистические параметры содержания тория и урана (в мг/кг) в листьях тополя и волосах жителей г. Симферополя

Статистические параметры	Листья тополя		Волосы	
	Th	U	Th	U
Среднее арифметическое	0,5	0,2	0,008	0,058
Среднее геометрическое	0,33	0,14	0,005	0,038
Медиана	0,373	0,179	0,009	0,044
25–75 % -ый квартиль	0,26–0,55	0,08–0,27	0,007–0,009	0,025–0,065
Минимально-аномальное	0,83	0,44	0,03	0,12
Минимум – максимум	0,01–1,83	0,002–1,69	0,00003–0,028	0,0008–0,407
Стандартное отклонение	0,34	0,26	0,006	0,06
Асимметричность	1,73	3,41	1,46	3,29
Эксцесс	3,88	15,50	3,82	15,16
Коэффициент вариации	75	112	74	105
Количество проб	63	63	45	73

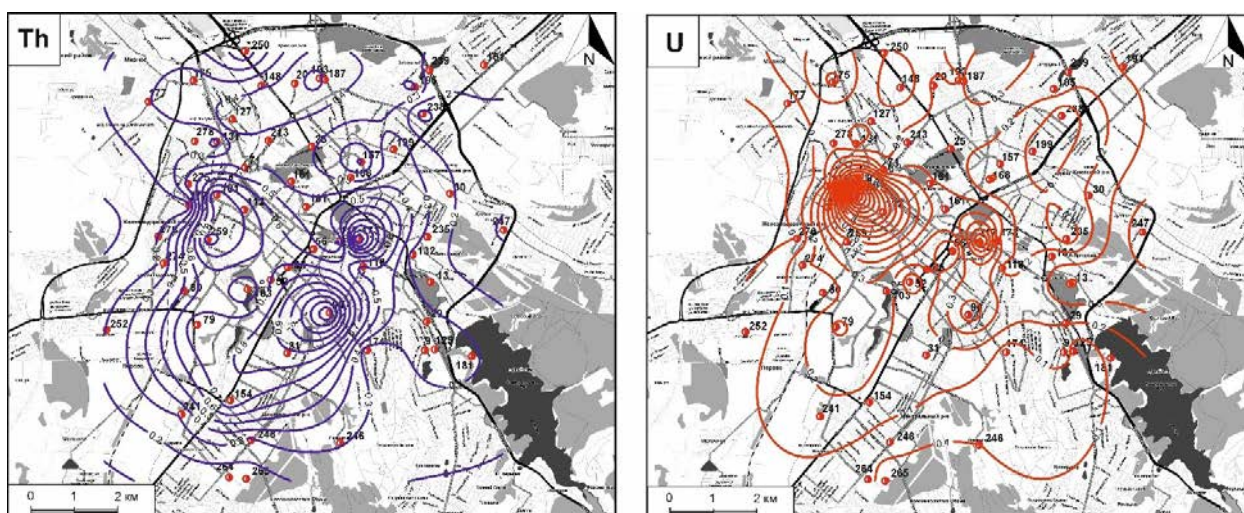


Рис. 1. Изолинии содержания тория (слева) и урана (справа) в золе листьев тополя на территории г. Симферополя

Изолинии содержания Th и U в листьях на территории города показаны на рисунке 1 и позволяют визуализировать три основных локуса ториевой и урановой концентрации. При этом среднее содержание тория в золе листьев тополя находится в региональном субфоновом поле значений [5] и составляет 0,5 мг/кг, среднее содержание урана близко к региональному минимально-аномальному значению и составляет 0,2 мг/кг. Максимальное содержание тория достигает 1,83 мг/кг, урана – 1,69 мг/кг в селитебной зоне города в Железнодорожном районе, а максимальное содержание тория в листьях тополя помимо Железнодорожного района отмечается в селитебной зоне Киевского района. Третий локус приходится на Центральный район города. Сравнение результатов с медианными значениями содержания Th и U в золе листьев тополя из 65 городов России (n = 1692) [4, 5] показало, что у 48 % выборки содержание Th выше медианных значений в других регионах России и величина превышения колеблется от 1 до 490 %, а U – от 3 до 946 %.

Величина Th/U отношения по всей территории города варьирует от 0,1 до 61,2 (рис. 2) при среднем значении около 5,7, а в указанных выше районах – в пределах $0,5 \leq \text{Th}/\text{U} \leq 8,3$. Известно, что высокие значения показателя Th/U отражают влияние преимущественно природного фактора окружающей среды, характеризуют состав подстилающих горных пород на условно фоновых территориях и территориях промышленно слабо развитых городов.

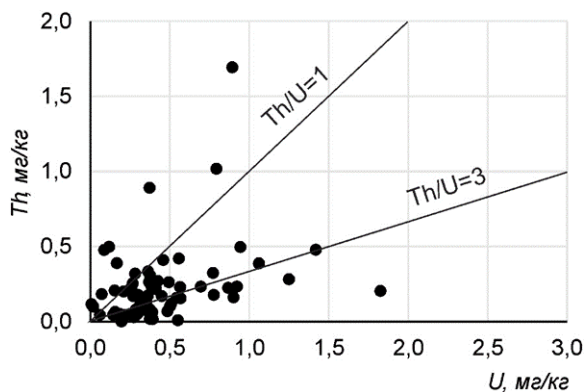


Рис. 2. Соотношение содержания Th и U в золе листьев тополя в г. Симферополе

Содержание элементов в 2 пробах лишайников относительно низкие в сравнении с данными в других регионах и составляют 0,02 мг/кг и 0,31 мг/кг для Th, 0,13 мг/кг и 0,22 мг/кг для U, а величина Th/U отношения – 0,15 и 1,4.

Анализ содержания исследуемых элементов в волосах жителей г. Симферополя не выявил различий в группах юношей и девушек. Следует отметить, что расчет медианы для U производился по выборке, в которой 9 % значений было < 0,02 мг/кг, для Th – по выборке, в которой 44 % значений было < 0,01 мг/кг. Средние и медианные значения Th и U в волосах в целом соответствуют справочным данным [3] и не превышают содержание этих элементов, установленное для жителей Томской области (n = 515) [1], г. Челябинска (n = 44) [2]. При этом у 7 % выборки содержание U выше справочных данных (0,13 мг/кг) в 1,1–3,1 раз, а у 40% выборки содержание Th в волосах в 1,3–4 раза выше, чем в Томской области (0,07 мг/кг). Величина Th/U отношения по средним содержаниям колеблется от 0,0004 до 3,4 при среднем значении около 0,35. Полученные данные о содержании Th и U были на уровне установленных ранее для здоровых жителей г. Симферополя [6], при этом содержание Th было выше у городских жителей по сравнению со «среднекрымскими» величинами.

Заключение

Полученные данные валового содержания тория и урана в пробах листьев тополя и практически здоровых жителей г. Симферополя свидетельствуют об относительно благополучной ситуации в отношении загрязнения этими элементами. При этом отмечены более высокие и аномальные концентрации тория и урана в листьях тополя и волосах жителей преимущественно в Железнодорожном районе, Киевском и Центральном районах, и судя по величинам Th/U отношения некоторые из них могут иметь естественное, а некоторые – техногенное происхождение. В целом результаты расчёта торий-уранового отношения в золе листьев позволили отнести г. Симферополь к городам с ториевой природой накопления. Для более точного определения локальных источников поступления тория и урана на конкретных территориях города и степени влияния на здоровье населения необходимы дальнейшие мониторинговые исследования.

Определение элементов выполнено при поддержке гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым, в рамках поддержанного федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» гранта № ВГ 06/2020, АААА-А20-120012090158-7.

Литература

1. Барановская Н. В. Очерки геохимии человека: монография / Н. В. Барановская, Л. П. Рихванов, Т. Н. Игнатова, Д. В. Наркович, О. А. Денисова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 378 с.
2. Максимов А. Л. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов Северо-Востока России / А. Л. Максимов, Е. А. Луговая // Экология человека, 2010. – № 7. – С. 30–35.
3. Новиков Ю. В. Гигиенические вопросы изучения содержания урана во внешней среде и его влияния на организм / Ю. В. Новиков. – М.: Медицина, 1974. – 232 с.
4. Юсупов Д. В. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий / Д. В. Юсупов, Л. П. Рихванов, Н. В. Барановская, А. Р. Ялалтдинова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25–36.
5. Юсупов Д. В. Радиоактивные элементы (торий, уран) в листьях тополя на урбанизированных территориях и их индикаторная роль / Д. В. Юсупов, Л. П. Рихванов, А. Ф. Судыко, Н. В. Барановская, Л. А. Дорохова // Разведка и охрана недр, 2019. – № 2. – С. 61–68.
6. Evstafeva E. Elemental composition of human hair in different territories of the Crimean peninsula / E. Evstafeva, N. Baranovskaya, A. Bogdanova, O. Ablialimov, A. Macarova, I. Evstafeva, E. Yaseneva // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI-16) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference); E3S Web of Conferences. – Tomsk, 2019. – Vol. 98. – id.02001.

НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

В. В. Ермаков

*Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН
119991, Москва, ул. Косыгина, 19, vad-ermak@yandex.ru*

UNSOLVED PROBLEMS OF GEOCHEMICAL ECOLOGY

V. V. Ermakov

*Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences
19 Kosygin str., Moscow, 119991, vad-ermak@yandex.ru*

The article presents the information on biogeochemical enlemias? with a controversial and non-complicated etiology – Urov Kashin-Beck disease, molibdenosis (molybdenum gout), white muscle disease, lead toxicosis. New data on the pathology of microelementosis and the author's ideas about the further search for the causes of pathologies are presented.

Введение

Геохимическая экология, сформирована В. В. Ковальским, изучает закономерности взаимодействия отдельных организмов и их сообществ с природно-техногенной средой через формирование и осуществление миграционных потоков атомов химических элементов в биосфере и трансформацию солнечной энергии [11].

Содержание геохимической экологии составляют: особенности химического элементного состава организмов и геохимической среды; биогеохимические пищевые цепи и параметры; биогенная миграция химических элементов и их биогеохимические циклы; разнообразные биологические реакции организмов; пороговые или критические концентрации химических элементов в организмах и среде; вопро-

сы эволюции химического состава живого вещества и биосферы как отражение планетарных и космических процессов.

Особую роль играют системные комплексные исследований таксонов биосферы, познание процессов миграции вещества и взаимодействия химических элементов и их соединений в биогеохимических пищевых цепях. Как правило, оценка параметров среды сочетается с выяснение биологической роли химических элементов (выявление ключевых точек в метаболических процессах) и приобретает исключительно важное значение в современных условиях техногенного преобразования биосферы [4].

Данное сообщение посвящено эволюции наших знаний в оценке некоторых патологий, этиологию которых связывают с биогеохимическими факторами.