

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ УРАНА И ТОРИЯ В БИОСУБСТРАТАХ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

А. А. Какабаев¹, Н. В. Барановская², А. Т. Ержанова¹, Б. У. Шарипова¹, Г. Е. Байкенова¹

¹*Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова
Кокшетау, Казахстан, koksuprojects@mail.ru*

²*Томский политехнический университет
Томск, Россия, nata@tpu.ru*

COMPARATIVE ANALYSIS OF URANIUM AND TORIUM CONTENT IN BIOSUBSTRATES OF THE POPULATION LIVING IN ECOLOGICALLY UNFAVORABLE REGIONS OF KAZAKHSTAN

A. A. Kakabayev¹, N. V. Baranovskaya², A. T. Yerzhanova¹, B. U. Sharipova¹, G. E. Baikenova¹

¹*Sh. Ualikhanov Kokshetau University
Kazakhstan, Kokshetau, koksuprojects@mail.ru*

²*Tomsk Polytechnic University
Tomsk, Russia, nata@tpu.ru*

The article presents the results of a study of radioactive elements (uranium and thorium) in biosubstrates (hair, blood, placenta) of residents living in the territory of Northern and Southern Kazakhstan. The topic we are studying is relevant for the regions under study. Since there are large deposits of uranium of endogenous and exogenous type. As a result of the study, it was found that in the hair of the population of North Kazakhstan there is a slight excess of radioactive elements in comparison with the territory of Southern Kazakhstan. When comparing biosubstrates (hair, placenta, blood), it was found that the greatest accumulation of uranium is observed in human hair, and the least accumulation in the blood.

Введение

Для нормального функционирования организма в целом необходим баланс химических элементов. Соответственно, дисбаланс химического состава, вызванный различными факторами окружающей среды вызывает ряд патологических заболеваний и влияет на элементный статус организма [2–3]. Для оценки экологической ситуации в регионах используют химические элементы в биосубстратах (волосы, кровь, моча, плацента и т. д.) человека, так как данные исследования позволяют эффективно оценить обстановку и выступают в качестве геоиндикатора изменения природной среды. Многими отечественными и зарубежными учеными доказана эффективность использования волос в биогеохимическом анализе [4, 1]. Например, волосы могут быть использованы для оценки профессионального облучения ураном [14, 16].

Особый интерес представляет изучение функциональных возможностей защитных систем, которые предупреждают поступление в организм плода вредных и метаболически активных токсикантов, одной из которых является плацента [7, 9–11]. Реакция плаценты на чужеродные вещества происходит по-разному, то есть может активизировать или детоксицировать, повышать или предотвращать их накопление [5, 13].

Изучение содержания и распределения радиоактивных элементов тория и урана в биогеохимических циклах экосистем регионов Северного и Южного Казахстана является одной из актуальных задач стоящих перед отечественными и зарубежными учеными. Так как здесь располагаются крупнейшие мировые запасы месторождений урана.

Цель исследования – оценить содержания урана и тория в биосубстратах населения проживающих на территории Южного и Северного Казахстана.

Материалы и методы

Для исследования нами были взяты пробы волос, крови из вены и биоптаты плаценты населения проживающего на территории Южного (Кызылординская и Туркестанская области) и Северного Казахстана (Акмолинская и Северо-Казахстанская области). Общее количество проанализированных проб – 102.

Отбор проб волос проводился в период 2018–2020 гг. у разнополых людей от 16 до 50 лет. При отборе, учитывалось проживание респондентов на изучаемой территории не менее 10 лет, отсутствие хронических заболеваний. Отбор проб и предварительная подготовка проводилась в соответствии с рекомендациями предложенными МАГАТЭ [8, 12]. Волосы срезались с пяти точек головы ножницами из нержавеющей стали. Венозная кровь была высушена

при 60 °С и измельчена до порошкообразного состояния. Плацентарная ткань была отобрана у женщин, проживающих на территории Северного Казахстана, затем озолялась в муфельной печи при температуре 600 °С до постоянной массы. Все пробы упаковывались в полиэтиленовые пакеты и отправлялась в лабораторию.

Аналитические методы

Анализ содержания урана и тория проводился методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) с использованием исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ (ядерно-геохимическая лаборатория Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология», аттестат аккредитации № RA.RU.21АБ27 от 08.04.2015 г., аналитики – А. Ф. Судыко, Л. Ф. Богутская). Данный метод эффективен для определения радиоактивных элементов [6, 15]. Также методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Анализ выполнялся в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета (заведующая лабораторией к.г.-м.н. А. А. Хвощевская).

Результаты и их обсуждение

Исзуемые территории весьма разнообразны по степени техногенного воздействия на окружающую среду. Здесь имеются урановые разработки, которые вносят активный вклад в радиоэкологическую ситуацию, также имеются различные промышленные предприятия, которые поставляют в окружающую среду большое количество различных химических компонентов.

Нами было проведено исследование по изучению урана и тория в биосубстратах жителей Южного и Северного Казахстана. По результатам анализа проведен расчет статистических параметров содержания урана и тория в волосах жителей, исследуемых территории (табл. 1). Полученные результаты для Северного и Южного Казахстана показали, что волосы концентрируют уран в большей степени, чем торий. Это объясняется тем, что изучаемый нами регионы характеризуются ураноносными формациями.

Как видно из таблицы 1, среднее содержание урана в волосах населения Северного Казахстана выше чем в волосах населения Южного Казахстана.

Данный факт можно объяснить тем что территория Северного Казахстана характеризуется сложной радиоэкологической ситуацией, что связано с много-

Таблица 1. Статистические параметры распределения тория и урана в волосах жителей, проживающих на территории Южного и Северного Казахстана

	Элемент	Среднее	Стандартная ошибка	Мин.	Макс.	Медиана	Стандартное отклонение
Северный Казахстан	Th	0,035	0,002	0,004	0,05	0,04	0,009
	U	0,31	0,05	0,039	1,12	0,21	0,3
Южный Казахстан	Th	0,0068	0,001	0,0007	0,036	0,005	0,006
	U	0,2	0,01	0,03	0,67	0,18	0,12

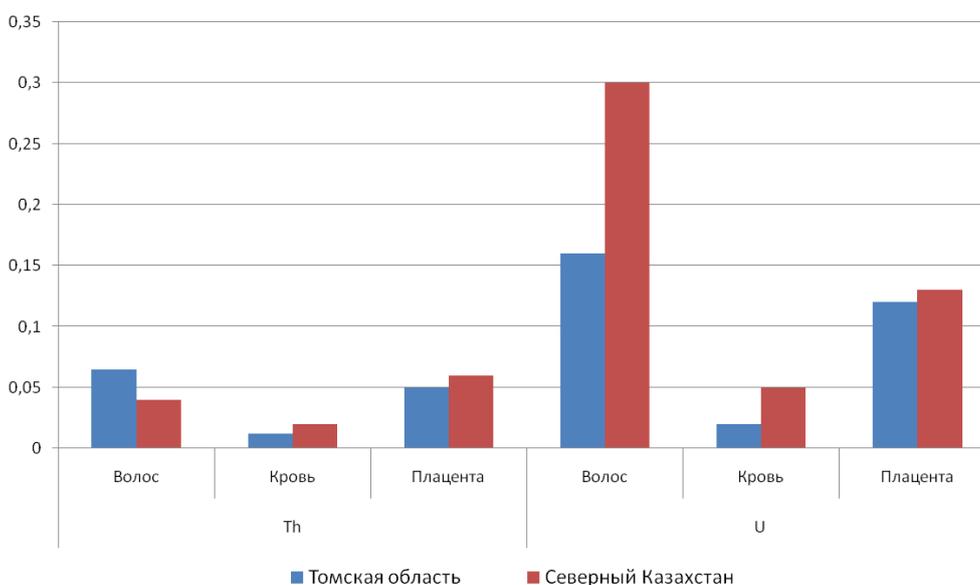


Рис. 1. Среднее содержание урана и тория в биосубстратах людей, проживающих на территории Северного Казахстана и Томской области

летней деятельностью урановых предприятий где производилась добыча урана открытым способом, с предприятиями по добыче полезных ископаемых в частности золотодобывающими, а также наличием высокорадиоактивных гранитов.

С целью сравнения накопления радиоактивных элементов в биосубстратах нами были взяты пробы в некоторых регионах Казахстана и России.

Наибольшее накопление урана наблюдается в волосах, затем в плаценте и крови (рисунок. 1). Высокое концентрирование урана в волосах можно объяснить фактором пыления, потому что волосы указывают на хроническое воздействие, т.е. долговременное накопление.

Наименьшее накопление наблюдается в крови это связано с тем, что кровь является мгновенным индикатором ежедневного поступления химических элементов в живые организмы.

Литература

1. Жук Л. И. Картирование элементного состава волос / Л. И. Жук, А. А. Кист // В кн.: Активационный анализ: методология и применение. – Ташкент: ФАН, 1990. – С. 190–201.
2. Ермаков В. В., Тютиков С. Ф. Химический элементный состав живого вещества // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии, 2009. – № 1 (9). – С. 3–21.
3. Ковальский В. В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 300 с.
4. Кист А. А. Феноменология биогеохимии бионеорганической химии / А. А. Кист. – Ташкент, ФАН, 1987. – 235 с.
5. Кошелева Н. Г. Барьерная и транспортная функции плаценты // Журнал акушерства и женских болезней, 2010. – № 9 (5). – С. 95–102.
6. Судыко А. Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы V Международной конференции. – Томск: STT, 2016. – С. 620–624.
7. Biletska E. M., Onul N. M. 2014, «Morphological changes of fetoplacental barrier during lead intoxication and under the condition of correcting zinc influence», *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. – Vol. 56. – P. 3842.
8. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Appendix II. Technical reports series. – № 197. – Vienna: IAEA, 1980. – P. 351–367.
9. Gelfond N. E., Starkova E. V., Gref V. V., Shuvaeva O. V. 2011, «Macro microelements as markers of endotoxycosis during chronic lead intoxication and sorption correction», *Journal of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. – Vol. 1. – № 7. – P. 16811684. (in Russian).
10. Hansen A. R., Collins M. H. 2000, "Very low birth-weight infant's placenta and its relation to placenta and fetal characteristics", *Pediatr. Dev. Pathol.* – Vol. 3. – P. 419430.
11. Iyengar G. V., Rapp A. / Human placenta as a 'dual' biomarker for monitoring fetal and maternal environment with special reference to potentially toxic trace elements.: Part 2: Essential minor, trace and other (non-essential) elements in human placenta // *Science of The Total Environment*, 2001. – V. 280 – Iss. 1–3. – P. 207–219.
12. Ryabukhin Yu. S. Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. – Vienna: IAEA, 1978. – 134 p.
13. Stojavljević A., Rovčanin M., Rovčanin B., Miković Ž., Jeremić A., Perović M., Manojlović D. / Human biomonitoring of essential, nonessential, rare earth, and noble elements in placental tissues // *Chemosphere*, 2021. – V. 285. – 131518.
14. The mean concentration of Uranium in drinking water, urine and hair of the occupationally unexposed Finnish working population / M. Muikku, M. Puhakainen, T. Heikinen, T. Ilus // *Health Phys*, 2009. – Vol. 96 (6). – P. 646–654.
15. Witkowska E., Szczepaniak K., Biziuk M. Some applications of neutron activation analysis: a review // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2005. – V. 265. – P. 141–150.
16. Wufuer R., Song W., Zhang D., Pan X., Gadd G. M. A survey of uranium levels in urine and hair of people

Заключение

В результате изучения радиоактивных элементов (уран и торий) в волосах популяций людей, проживающих на территории Северного и Южного Казахстана, было выявлено что в Северном Казахстане среднее содержание радиоактивных элементов выше. Что можно объяснить: во-первых, природной геолого-геохимической составляющей региона, во-вторых, в результате многолетней добычи урана открытым карьерным способом, имеются хвостохранилища которые загрязняют окружающую среду, а также функционированием различных предприятий по добыче полезных ископаемых.

При сравнении биосубстратов (волосы плацента кровь) было установлено, что наибольшее накопление урана наблюдается в волосах человека, это объясняется тем, что волосы являются депонирующей средой, и отражают в своем составе долговременное воздействие химических агентов.

living in a coal mining area in Yili, Xinjiang, China /
// Journal of Environmental Radioactivity, 2018. –
V. 189. – P. 168–174.

РЕАКЦИИ РАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ОНТОГЕНЕЗА ЗЕМНОВОДНЫХ НА ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ

В. Н. Куранова¹, С. В. Савельев²

¹Томский государственный университет
Томск, Россия, kuranova49@mail.ru

²ФГБНУ Научно-исследовательский институт морфологии человека
Москва, Россия, braincase@yandex.ru

REACTIONS OF DIFFERENT PERIODS OF OTOGENESIS OF AMPHIBIANS TO MAN-GENERAL POLLUTION OF THE ENVIRONMENT

V. N. Kuranova¹, S. V. Saveliev²

¹Tomsk State University
Tomsk, Russia, kuranova49@mail.ru

²Research Institute of Human Morphology
Moscow, Russia, braincase@yandex.ru

The features of different stages of ontogenesis of the background amphibian species, the Moor frog *Rana arvalis* (Ranidae, Amphibia), in the area influenced by the Siberian chemical combine (SCC, Tomsk Region) were studied. In 1993–1994, multiple embryogenesis disorders and pathology of larvae and juvenile individuals, accumulation of lanthanides and actinides by organisms, were found. The results indicate an ecological disadvantage in the areas around nuclear fuel cycle enterprises. Over the next 20 years, some of SCC's manufacturing facilities were closed and repurposed. In 2014–2015, in repeated studies, radioisotopes and heavy metals were not detected in the Moor frog *R. arvalis* embryos. The results indicate the usefulness of amphibians as bioindicators of aerial global and radioactive fallouts and accidental releases, and during long-term radioecological monitoring. Bioindication of technogenic impacts at the embryonic and histological levels should be considered the most promising approach.

Одними из главных причин сокращения численности некоторых популяций земноводных является трансформация ландшафта, биологическое и техногенное загрязнение среды их обитания [9]. Среди техногенно загрязненных ландшафтов большой интерес представляют территории, подверженные влиянию выбросов предприятий ядерно-топливного цикла. Это связано с ухудшением репродуктивных функций популяций в зоне радиохимического загрязнения среды [2]. В этой связи большое значение приобретают исследования морфологических реакций животных на особенности техногенно загрязненных ландшафтов. Важным аспектом является оценка специфических факторов смертности в условиях трансформированных территорий. Данные вопросы еще недостаточно изучены, что обусловило необходимость проведения более углубленных исследований.

Спецификой Томского региона является то, что в непосредственной близости от областного центра находится предприятие ядерно-топливного цикла – Сибирский химический комбинат (СХК). Он включает комплекс предприятий, основной задачей которых

до 2008 г. являлась наработка оружейного плутония и обогащенного урана. Три реактора по наработке оружейного плутония закрыты в 1990–1992 гг., последние два – в 2008 г. В связи с остановкой реакторов прекратились сбросы ряда радионуклидов со сточными водами, а также инертных радиоактивных газов. В настоящее время на СХК продолжают работу по переработке облученного ядерного топлива, очистке уранового сырья, производству гексафторида урана, что позволяет по-прежнему рассматривать комбинат как источник загрязнения окружающей территории.

В 30-км зоне СХК расположены г. Северск и областная центр – г. Томск с населением более 600 тыс человек, а также пригород – Северный промышленный узел (СПУ). Это агропромышленный конгломерат, включающий в себя Томский нефтехимический комбинат (ТНХК), предприятия АПК, очистные сооружения, полигоны промышленных и бытовых отходов, золоотвалы, карьеры. Выбросы ТНХК включают хром, никель, цинк и его соединения, углеводороды, сернистый ангидрид, окислы азота, метанол, бензол, фенол, формальдегид. Многолетняя деятельность