

спецификой. Данная специфика, в особенности микроскопическая, позволяет сделать вывод о том, что экологические условия окружающей среды отражаются в минералого-геохимических особенностях зольного остатка организма человека г. Норильска.

Литература

1. Голубчиков С. Город, в котором дышат серой [Электронный ресурс] //Электронный журнал Биология. № 4 (587), 2001, URL: <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200100408> (Дата обращения: 12.02.16)

УРАН В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

М.Т. Джамбаев, Ш.Б. Жакупова, Ю.Ю. Брайт

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Влияние ядерного техногенеза на здоровье человека на сегодня остается одной из главных экологических проблем не нашедшей своего полного решения. Элементный состав организма человека тесно связан с внешними условиями среды его проживания. Изучение характера накопления элементов, главным образом радиоактивных, в органах и тканях человека входит в ряд первоочередных задач, определяемых учеными в области радиационной медицины. Особенно важным представляется задача выявления путей поступления радиоактивных элементов в организм человека.

Химический состав крови человека можно рассматривать в качестве индикатора условий среды его проживания [5]. Общий уровень содержания элементов в крови, обусловленный поступлением элементов с пищей, водой, воздухом является показателем региональных особенностей, а сопоставление полученных данных об элементном составе крови с данными по депонирующим средам позволяет более правильно интерпретировать полученные результаты и способствует ее использованию в качестве индикаторной среды [3].

Территория влияния бывшего Семипалатинского ядерного полигона разделена на зоны чрезвычайного, максимального, повышенного, минимального и льготного социально-экономического статуса радиационного риска [1]. Нами были изучены уровни накопления 28 химических элементов в составе крови человека, проживающего в зонах максимального, повышенного и минимального радиационного риска, а также уровни накопления урана в питьевой воде данных территорий.

Материалы и методика исследований. В исследуемых населенных пунктах Новопокровка (максимальная зона радиационного риска), Зенковка (повышенная зона р. р.), Кокпекты (минимальная зона р. р.) отбор проб проведен в 10 дворах. В каждом дворе были отобраны пробы питьевой воды и крови человека. В результате было отобрано 30 проб питьевой воды и 30 проб крови человека. Содержание урана в составе питьевой воды определялось методом лазерно-люминесцентного анализа. Для необходимой сохранности естественных химических качеств, пробы воды были законсервированы азотной кислотой из расчета 70 мл на 1 литр воды согласно методическим рекомендациям [4]. Элементный состав крови человека был исследован методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА). Анализ проводился на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ - Т в лаборатории ядерно - геохимических методов исследования кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического университета (аналитики: с.н.с. Богутская Л.В., с.н.с. Судыко А.Ф.). Предварительно пробы были высушены при соответствующих температурах и измельчены до порошкообразного состояния при соблюдении методических рекомендаций [4].

Результаты и обсуждения. В результате инструментального нейтронно-активационного анализа в крови человека было определено содержание 28 химических элементов. Статистический анализ полученных результатов позволил выявить различия в уровнях накопления химических элементов, в том числе и радиоактивных. Так, средние содержания урана и стронция в крови жителей села Зенковка выше, чем в крови сравниваемых территорий в 16 и 4 раза соответственно. Содержания цезия и тория в пробах крови данного населенного пункта меньше в 2 и 1,4 раза соответственно. По статистическим параметрам из ряда рассматриваемых радиоактивных элементов только содержание урана имело нормальное распределение, что позволило судить о возможной биогеохимической специфике данной территории к этому элементу. Наше предположение нашло свое подтверждение в Th/U соотношении в составах крови, которое по литературным данным для биологических сред равно 1 [2]. Данный показатель в Зенковке намного ниже установленной нормы и равен 0,06 (в то время как на других рассматриваемых территориях он равен 0,6), что говорит о нарушении баланса содержания этих элементов в крови жителей в селе Зенковка.

Биогеохимические ряды накопления химических элементов, построенные по коэффициентам концентраций, рассчитанных относительно среднего по выборке, указывают на преимущественно техногенную причинность их накоплений в крови жителей исследуемых населенных пунктов (Таблица). Согласно литературным данным, в крови человека проживающего на территории влияния ядерного техногенеза отмечаются значительные накопления тория и широкого спектра редкоземельных элементов, что наблюдается в крови жителей населенного пункта Новопокровка [2]. В крови жителей населенного пункта Зенковка отмечаются накопления урана и стронция, а также ряда других элементов, специфичных для крови человека проживающего на территориях воздействия ядерного техногенеза, таких как цинк, хром, железо, бром. [2]. В крови жителей населенного пункта Кокпекты отмечаются накопления таких элементов как торий, железо, хром,

а также ряда редкоземельных элементов. Для составов крови жителей Челябинской и Томской областей, которые характеризуются как территории влияния ядерного техногенеза, также характерны высокие уровни накопления таких химических элементов как хром, железо, цинк, бром, стронций, торий, уран, что подтверждает предположение о присутствии ядерно-техногенных факторов воздействия, на элементный состав крови человека исследуемых территорий [2].

Несмотря на выявленную общую специфику, элементный состав крови жителей исследуемых территорий имеет разницу в рядах накапливаемых элементов, что может быть обусловлено биогеохимическими особенностями миграции элементов в экосистемах данных территорий. Особый интерес вызвало высокое накопление урана в составе крови жителей населенного пункта Зенковка.

Лазерно-люминесцентным методом анализа была изучена питьевая вода исследуемых территорий на предмет содержания урана, как возможного источника попадания данного элемента в кровь человека. В результате анализа в пробах питьевой воды исследуемых населенных пунктов был определен уран в 56 случаях из проведенных 60 измерений. Диапазон его содержания: село Новопокровка – 1,29-3,6 мкг/дм³, село Зенковка – 0,6-2,8 мкг/дм³, село Кокпекты – 4,4-6,8 мкг/дм³.

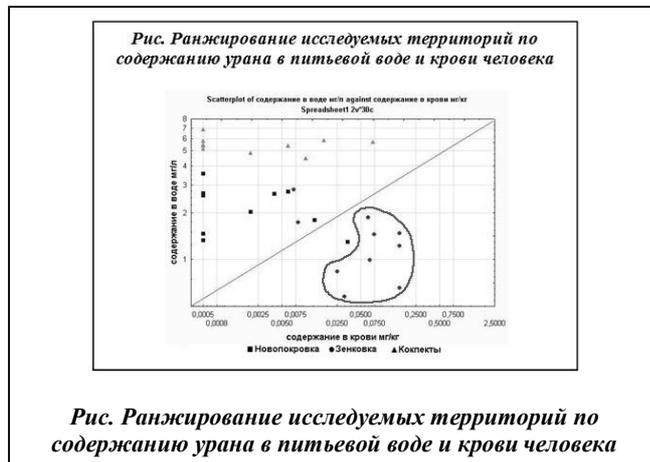
Таблица

Биогеохимическая специфика накопления химических элементов в крови человека в зоне влияния Семипалатинского ядерного полигона

Населенный пункт	Биогеохимическая специфика
Максимальная зона радиационного риска с. Новопокровка	Ca _{2,2} Yb _{2,2} Ta _{1,9} Ce _{1,8} Lu _{1,8} Ba _{1,8} Eu _{1,7} Sc _{1,6} Cs _{1,5} Hf _{1,3} Th_{1,2} Nd _{1,2} Na _{1,1} Sm _{1,1} Zn_{1,1} La_{1,1} Cr_{1,0} Br_{1,0} Fe_{1,0} Rb _{1,0}
Повышенная зона радиационного риска с. Зенковка	U_{2,4} Au _{2,4} Sb _{2,1} Co _{2,1} Sr_{1,9} As _{1,4} Br_{1,2} Fe_{1,0} Cr_{1,0} Zn_{1,0}
Минимальная зона радиационного риска с. Кокпекты	Tb _{1,9} Nd _{1,3} Ag _{1,3} Rb _{1,1} Na _{1,1} Sm _{1,1} Hf _{1,1} Th_{1,0} La_{1,0} Fe_{1,0} Cr_{1,0}
Челябинская область (ПО «Маяк») [2]	Sb₃ Rb_{1,2} Hf_{1,1} U₁ Lu₁ Yb₁ Sr₁ Zn₁ Co₁ Fe₁
Томская область (СХК) [2]	Ce _{2,1} Br_{9,5} La ₇ Hf _{3,6} Th_{3,5} Yb _{3,3} U _{2,5} Na _{2,4} Sc _{2,3} Cr_{2,1} Sb₂ Zn_{1,8} Rb_{1,4} Co_{1,1} Se_{0,9} Fe_{0,9}

*жирным шрифтом выделены элементы специфичные для крови человека, прожвжающего в зоне влияния ядерного техногенеза

В результате корреляционного анализа содержания урана в питьевой воде и крови человека было выявлено, что в крови жителей села Зенковка уран, скорее всего, помимо питьевой воды имеет и другие источники поступления. При его низком уровне накопления в питьевой воде, в составе крови жителей данного населенного пункта отмечаются высокие уровни накопления. В крови жителей села Новопокровка, судя по графику, уран также может иметь дополнительные источники поступления. Содержание урана в составе крови жителей села Кокпекты, вероятнее всего, обусловлен с его природно-высоким содержанием в питьевой воде (рис.).



Таким образом, в результате исследования было установлено, что в крови жителей населенных пунктов Новопокровка и Зенковка химические элементы, в том числе радиоактивные, имеют смешанный характер накопления с возможным влиянием техногенных факторов. Более высокое накопление урана в составе крови отмечается у жителей населенного пункта Зенковка, что, скорее всего, обусловлено воздействием комплекса радиохимических и биохимических факторов. Одним из источников поступления урана в кровь человека в исследуемых населенных пунктах можно рассматривать питьевую воду, при этом представляется целесообразным детальное изучение биогеохимических условий миграции урана из различных источников в кровь человека.

Литература

1. Актуальные вопросы радиэкологии Казахстана: монография. Вып.2: Сборник трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг. / под рук. С.Н.Лукашенко; рец.: М.С.Панин, В.П.Солодухин. - Павлодар: Дом печати, 2010. - 527 с.: ил. - Библиогр. в конце разд. - Алф. указ.: с.521.
2. Барановская Н. В., Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис.... д-р. биол. наук. – Томск, 2011.–316 с.
3. Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Кузнецова О.А. Индикаторные свойстваэлементного состава крови человека //Современные проблемы геоэкологии исохранения биоразнообразия: материалы II Международной конференции, Бишкек,18–21 сентября 2007. – Бишкек, 2007. – С. 114–116.
4. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие. Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. – Томск,2004. – 276 с.
5. О влиянии выбросов алюминиевого комбината на элементный состав биосубстратов человека / Л.И. Жук, Г.С. Хаджибаева, А.А. Кист и др. // Гигиена и санитария. – 1991. – № 10. – С.12–15.

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВАХ Г.ТОМСКА

В.Д. Доронина, А.Д. Смолякова

Научный руководитель доцент Н.А.Осипова, ст. преподаватель Е.Е. Ляпина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рассмотрение вопроса о формах нахождения ртути в почвах города Томска актуальной задачей. Ртуть является летучим веществом, и от форм ее нахождения может зависеть и ее миграция, связанная как с геохимическими особенностями почв, так и промышленностью региона.

В Томске действуют предприятия различных отраслей промышленности, начиная с нефтегазовой отрасли и заканчивая производством медицинской техники. И все эти предприятия оказывают определенную техногенную нагрузку, что сказывается на качестве и элементном составе компонентов природных сред, в том числе и почв.

Пробы почвы были отобраны в городе Томске, в Октябрьском районе в местах жилой застройки, но вблизи промышленных площадок предприятий. Промышленные площадки в Октябрьском районе образуют такие предприятия, как ООО «Карьероуправление», которое занимается производством и переработкой строительных материалов; ООО «Завод строительных материалов и изделий», главной деятельностью которого является изготовление керамзитового гравия, а также Томский приборный завод. Все эти предприятия оказывают большую пылевую нагрузку[4], что сказывается на окружающей среде и здоровье жителей этого района, так как предприятия находятся на небольшом удалении от детских садов, школ и жилых массивов, а некоторые из них граничат с их территориями.

Для изучения форм нахождения ртути был взят метод, описанный в статье «Selective extractions to assess the biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediments and soils», автор N. S. Bloom [3].

Определение ртути в пробах проводили на атомно-абсорбционном спектрометре РА - 915⁺ с зеемановской коррекцией. Пробы почв анализировались с помощью пиролитической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения ртути - 5 мкг/кг), жидкие фракции - с помощью приставки РП-91 (метод «холодного пара»; предел обнаружения ртути - 0,005 мкг/дм³) [2].

В ходе исследования получали по 4 фракции от 9 проб, отражающих формы нахождения ртути.

Таблица 1

Характеристика извлекаемых соединений ртути различными экстрагентами

Фракция	Экстрагент	Характеристика извлекаемых соединений ртути	Типичные растворимые соединения
1	Дистиллированная вода	Водорастворимые	HgCl ₂
2	0,1 М СН ₃ СООН + 0,01 М НСl, рН 2	Кислоторастворимые	HgO, HgSO ₄
3	1 М NaOH	Органокомплексы	Гуматы Hg, Hg ₂ Cl ₂ , (CH ₃) ₂ Hg
4	12 М HNO ₃	Прочносвязанные	В решетке минералов-носителей, Hg ₂ Cl ₂ , HgO

В таблице 2 представлены валовые содержания ртути в почвах г. Томска. Концентрация ртути в почвах не превышает предельно допустимых значений, принятых для содержания ртути в РФ (2100нг/г, [1]). На рисунке показано содержание ртути во фракциях, извлекаемых различными экстрагентами. Видно, что основная часть ртути содержится в органических комплексах (содержание третьей фракции составляет от 29% до 72%). По мнению ряда ученых, такое может наблюдаться, когда в почвах достаточное количество микроорганизмов, которые переводят минеральные формы Hg в органические формы. Органические формы ртути активно накапливаются живыми организмами, и являются более токсичными, чем водорастворимые и кислоторастворимые формы ртути.

Пробы 1,2,4 отобраны в точках вблизи ООО «Карьероуправление» и ООО «Томский завод строительных материалов и изделий», примерно в одинаковых природных и антропогенных условиях, и имеют схожий характер распределения ртути по фракциям.