

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

Семенова И.Н.^{1,3}, Рафикова Ю.С.^{1,3}, Суюндуков Я.Т.¹, Рафиков С.Ш.², Биктимерова Г.Я.¹

¹Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», Сибай;

²ГОУ ВПО БГМУ Минздрава РФ, Уфа;

³ГБУЗ Центральная городская больница, Сибай, e-mail: alexa-94@mail.ru

В статье приведены результаты исследований микроэлементного состава волос 25 мужчин и 46 женщин, проживающих на территории Зауральской зоны Республики Башкортостан, представляющей собой геохимическую провинцию с повышенным содержанием ряда тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Образцы волос были взяты у населения, проживающего в сельских районах, удаленных от источников техногенного воздействия, а также у лиц, проживающих в г. Сибай – промышленном центре данного региона. Представлен анализ половой изменчивости 6 токсичных и потенциально токсичных (As, Hg, Al, Pb, Cd, Sn) химических элементов. В работе показано наличие половой изменчивости концентраций ряда элементов в волосах. Концентрация Hg, Pb в волосах сельских мужчин была выше, чем в волосах женщин и городских жителей. Наибольшим содержанием Sn в волосах характеризовались сельские женщины.

Ключевые слова: токсичные микроэлементы, сельское население, элементный состав волос, Башкирское Зауралье.

CONTENT OF TOXIC TRACE ELEMENTS IN HAIRS ADULT POPULATION TRANS-URALS OF BASHKORTOSTAN

Semenova I.N.^{1,3}, Rafikova Yu.S.^{1,3}, Sujundukov Ya.T.¹, Rafikov S.Sh.², Biktimerova G.Ya.¹

¹Institute of Strategic researches of the Republic of Bashkortostan, Sibai;

²Bashkir State Medical University, Ufa;

³Sibai Central City hospital, Sibai, e-mail: alexa-94@mail.ru

There are the results of studies of microelement hair composition of 40 men and 50 women living in the Trans-Ural of Republic of Bashkortostan, which is a geochemical province with a high content of some heavy metals in the environment. Hair samples were taken from the population living in rural areas far from the sources of anthropogenic impact, as well as persons living in Sibay – industrial center of the region. The analysis of the sexual variability of 6 toxic and potentially toxic chemical elements (As, Hg, Al, Pb, Cd, Sn) is presented. We show the existence of sexual variability of concentrations of a number of elements in the hair. Hg, Pb concentration of rural men's hair was higher than in women and urban residents' hair. The highest content of Sn in the hair characterized by rural women.

Keywords: toxic microelements, the rural population, the elemental composition of hair, Bashkir Trans-Urals.

Одним из потенциальных источников загрязнения окружающей среды химическими элементами являются рудные месторождения, промышленное освоение которых активизирует геохимическую миграцию тяжелых металлов и способствует накоплению их в токсичных концентрациях в различных биологических средах.

Территория Зауралья Республики Башкортостан, охватывающая Магнитогорскую структурную зону, характеризуется уникальным скоплением крупных месторождений медноколчеданных руд (Учалинское, Сибайское, Подольское, Юбилейное, Ново-Учалинское, Западно-Озерное, Октябрьское и другие), а также наличием коренных месторождений и россыпей золота, залежей хромитов, марганцевых руд, бокситов,

пиррофиллита, цеолитов и др. [6]. В почве, воде, произрастающей растительности и других объектах окружающей среды выявлен повышенный уровень ряда химических элементов, прежде всего Cu, Zn, Fe, Cd [8,9,10,11]. Крупным промышленным центром, расположенным на данной территории, является город Сибай, в котором находится действующий более полувека горно-обогатительный комбинат, оказывающий техногенное воздействие на окружающую среду [2,14].

Население, проживающее на территории геохимической провинции с наличием разрабатываемых месторождений, подвержено воздействию двоякого рода: техногенному со стороны горнорудного производства (шахты, карьеры, обогатительные фабрики, отвалы породы, хвостохранилища) и природному, обусловленному повышенным содержанием ряда химических элементов в объектах окружающей среды.

Цель настоящего исследования – сравнительная оценка накопления токсичных микроэлементов в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, проживающего в г. Сибай и в прилегающих сельских районах с отсутствием выраженного техногенного воздействия.

Материалы и методы

Под наблюдением находились четыре сформированные на основании случайной выборки группы лиц в возрасте от 18 до 76 лет, постоянно проживающих в Башкирском Зауралье, а именно: в г. Сибай и в сельской местности (Абзелиловский, Бурзянский, Зилаирский, Зианчуринский районы Республики Башкортостан), на территории которых отсутствуют крупные горнорудные предприятия. Городские и сельские жители в данном случае не имели профессионального отношения к горнорудному производству. Общее количество обследованных составило 71 человек.

Волосы представляют собой биосубстрат, отражающий в своем составе процессы депонирования, концентрирования и элиминации химических элементов в течение длительного времени и, соответственно, характеризуют элементный статус организма [13].

Пробоподготовку и анализ волос проводили в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва) по стандартной методике в соответствии с требованиями МАГАТЭ, методическими рекомендациями Минздрава РФ и Федерального центра Госкомсанэпиднадзора МЗ РФ. Полученные результаты сопоставлялись с условным биологически допустимым уровнем химического элемента в волосах (УБДУ) [12], а также с содержанием химических элементов в волосах взрослых, проживающих на территории Приволжского Федерального округа (ПФО), в состав которого входит изучаемый регион [15].

Для обработки полученных данных использовали пакет прикладных программ STATISTICA 6.0.

Результаты и обсуждение

Алюминий поступает в организм человека с воздухом, питьевой водой и пищей. Присутствие алюминия обнаружено практически во всех органах человека. Широкое использование этого металла населением в повседневной жизни приводит к формированию латентных токсических эффектов.

УБДУ для Al в волосах равен 6–18 мкг/г [12]. В наших исследованиях среднее содержание этого элемента в волосах было наибольшим у городских женщин (37,04 мкг/г), наименьшим – у сельских женщин (9,23 мкг/г). Медиана содержания Al в волосах обследованных варьировала от 6,19 мкг/г у сельских женщин до 30,74 мкг/г у сельских мужчин (табл. 1). Превышение в волосах критического уровня Al (более 20 мкг/г) выявлено у 17,1 % обследованных, превышение референтных величин для мужчин ПФО зарегистрировано у 12,5 % сибайцев и 80 % сельчан, для женщин – у 30 % жительниц г. Сибай и 16,4 % жительниц сельских районов.

Таблица 1

Содержание алюминия в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г.Сибай	10,21±3,80	2,04	34,87	6,82/3,84-11,72
-//-	Село	30,05±4,89	5,94	52,69	30,74/15,50-40,81
-//-	ПФО*	-	-	-	9,44/5,48-15,25
Женщины	г.Сибай	37,04±18,50	4,94	93,88	12,30/5,16-73,16
-//-	Село	9,23±1,13	1,67	37,20	6,19/4,24-10,57
-//-	ПФО*	-	-	-	8,18/4,73-13,86

* Региональные значения для населения ПФО.

Для сравнения следует отметить, что в различных регионах России (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Челябинск и др.), по данным Центра биотической медицины РФ, количество взрослых с превышением содержания алюминия в волосах 5 мкг/г составило 8–25 %. В зависимости от региона проживания значения среднего показателя колебались у мужчин в пределах 13–30 мкг/г, у женщин – от 3 до 27 мкг/г. У взрослых мужчин, проживающих в Беларуси, медиана алюминия в волосах составила 7,7 мкг/г (наибольший показатель – 81,6 мкг/г), у женщин – 7,5 мкг/г (максимальное значение – 37,9 мкг/г) [7].

К факторам, формирующим нагрузку человека алюминием, могут быть отнесены следующие: повышенное содержание этого металла в питьевой воде, в продуктах питания,

использование алюминиевой посуды, бытовой техники с алюминиевыми емкостями для приготовления пищи, напитков в алюминиевых упаковках, фольги для приготовления или упаковки пищи, дезодорантов на основе алюминия, а также лекарственные препараты, содержащие алюминий (например, Альмагель). Горячая обработка пищи многократно усиливает переход алюминия из посуды в продукты питания.

В отчетных документах отсутствует информация о превышении выбросов различных соединений алюминия в атмосферный воздух на территории Зауральской зоны Башкортостана [6]. Следовательно, формирование повышенной нагрузки алюминием у жителей изучаемого региона может быть обусловлено в основном образом жизни.

Кадмий – один из наиболее опасных ядов, поступающий как из профессиональных источников, так и из окружающей среды, накапливающийся внутриклеточно путем связывания с цитоплазматическим и ядерным материалом. Биологический эффект основывается на блокаде сульфгидрильных групп белков и вытеснении Zn, Cu, Se, Ca и Fe из их соединений. Отмечены тератогенный, мутагенный и канцерогенный эффекты Cd [13]. Среднее содержание кадмия в волосах мужчин превышало данный показатель для женщин (табл. 2). Превышение верхнего квартиля содержания Cd для мужчин ПФО (0,135 мкг/г) выявлено у 12,5 % сибайцев и 40 % сельчан, для женщин (0,043 мкг/г) – у 30 % сибайских и 31 % сельских. В группах городских жителей наблюдается больший размах содержания этого элемента в волосах по сравнению с сельчанами.

Таблица 2

Содержание кадмия в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г. Сибай	0,164±0,107	0,004	0,900	0,046/0,022-0,136
-//-	Село	0,125±0,028	0,016	0,322	0,110/0,068-0,171
-//-	ПФО*	-	-	-	0,052/0,022-0,135
Женщины	г. Сибай	0,109±0,09	0,010	0,315	0,015/0,015-0,296
-//-	Село	0,042±0,007	0,002	0,241	0,030/0,014-0,050
-//-	ПФО*	-	-	-	0,021/0,011-0,043

* Региональные значения для населения ПФО.

Ртуть является одним из самых опасных и высокотоксичных элементов, обладающих способностью накапливаться в живых организмах. Выведение избытка ртути из организма составляет от года до 10 лет. Токсичность этого элемента обусловлена ее способностью взаимодействовать с сульфгидрильными группами белков, что приводит к инактивации ферментов [13].

Средние групповые показатели содержания Hg не превышали УБДУ (0–2,5 мкг/г) и региональные значения дл ПФО (табл. 3). Относительно низкое содержание Hg в волосах обследованных лиц может быть объяснено отсутствием загрязняющих факторов антропогенной природы и низким потреблением рыбы и морепродуктов, которые, по мнению ряда авторов, могут быть причиной избыточного поступления Hg и ее соединений в организм человека [4]. В то же время 12 % мужчин г. Сибай, 40 % мужчин и 9 % женщин, проживающих в сельской местности, характеризовались повышенным уровнем содержания Hg в волосах по сравнению с региональным уровнем. У 10 % мужчин-сельчан этот показатель превышал 2,0 мкг/г.

Таблица 3

Содержание ртути в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г. Сибай	0,258±0,103	0,041	0,857	0,129/0,068-0,384
-//-	Село	0,654±0,219	0,043	2,390	0,502/0,179-0,949
-//-	ПФО*	-	-	-	0,530/0,270-1,030
Женщины	г. Сибай	0,205±0,064	0,045	0,395	0,191/0,102-0,322
-//-	Село	0,239±0,031	0,034	1,020	0,145/0,074-0,310
-//-	ПФО*	-	-	-	0,510/0,290-0,900

* Региональные значения для населения ПФО.

Свинец – основной антропогенный поллютант из группы тяжелых металлов, загрязнение которым окружающей среды обусловлено техногенезом и выбросами автомобильного транспорта. Наивысший уровень содержания Pb зарегистрирован в группе сельских мужчин (табл. 4). Установлено, что у 12 % мужчин и 30 % женщин г. Сибай и у 60 % мужчин и 4 % женщин, проживающих в сельской местности, этот показатель был выше региональных референтных значений. Более того, у 20 % мужчин-сельчан этот показатель превышал УБДУ, равный 5,0 мкг/г [12].

Таблица 4

Содержание свинца в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г. Сибай	0,536±0,160	0,133	0,410	0,308/0,258-0,808
-//-	Село	3,006±1,326	0,203	14,070	1,535/0,766-3,720
-//-	ПФО*	-	-	-	0,860/0,410-2,020
Женщины	г. Сибай	0,640±0,465	0,125	1,620	0,207/0,144-1,570

-//-	Село	0,450±0,052	0,063	2,040	0,346/0,161-0,551
-//-	ПФО*	-	-	-	0,320/0,170-0,370

* Региональные значения для населения ПФО.

Олово. Средний уровень условно токсичного элемента Sn не превышал УБДУ, равный 2,5 мкг/г [12] (табл. 5). Содержание Sn в волосах женщин было достоверно выше этого показателя у мужчин. В волосах 60 % городских и 31 % сельских женщин был выявлен повышенный в сравнении с региональными показателями уровень Sn. Более того, у 9 % женщин-сельчан этот показатель превышал УБДУ.

Таблица 5

Содержание олова в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г. Сибай	0,099±0,024	0,025	0,252	0,095/0,023-0,115
-//-	Село	0,106±0,011	0,045	0,149	0,106/0,085-0,147
-//-	ПФО*	-	-	-	0,110/0,070-0,180
Женщины	г. Сибай	0,887±0,503	0,030	1,950	0,662/0,150-1,850
-//-	Село	0,779±0,250	0,017	9,840	0,170/0,048-0,780
-//-	ПФО*	-	-	-	0,130/0,060 -0,370

* Региональные значения для населения ПФО.

Мышьяк. Результаты статистической обработки данных по содержанию As показали, что превышение УБДУ не было обнаружено ни в одной из исследуемых групп. Уровень As в волосах сельских женщин было достоверно ниже этого показателя для мужчин (табл. 6). Более высокое содержание As в волосах лиц мужского пола по сравнению с женщинами показано на примере населения Оренбургской области [3], что согласуется с нашими данными.

Таблица 6

Содержание мышьяка в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, мкг/г

Пол	Место проживания	M±m	Минимум	Максимум	Me/ q25-q75
Мужчины	г. Сибай	0,056±0,007	0,026	0,085	0,052/0,042-0,073
-//-	Село	0,052±0,004	0,042	0,072	0,046/0,042-0,069
-//-	ПФО*	-	-	-	0,060/0,036-0,092
Женщины	г. Сибай	0,050±0,019	0,022	0,086	0,042/0,022-0,086
-//-	Село	0,022±0,002	0,003	0,110	0,015/0,009-0,031
-//-	ПФО*	-	-	-	0,021/0,021-0,046

* Региональные значения для населения ПФО.

Заключение

Обобщая полученные результаты по оценке содержания токсичных микроэлементов в волосах взрослого населения Башкирского Зауралья, можно констатировать наличие ряда закономерностей. Концентрации токсичных элементов в волосах обследованных лиц в целом соответствовали уровню, показанному в работах разных авторов для жителей городов и районов ПФО [1,3,5]. В большинстве случаев содержание изученных химических элементов было выше в волосах сельских мужчин.

По результатам исследования можно говорить о половой изменчивости содержания ряда токсичных микроэлементов в волосах. Было показано наличие полового диморфизма для всех изучаемых элементов, что может свидетельствовать о наличии специфических особенностей в обмене этих элементов в зависимости от пола. Отмечается тенденция к более высокому содержанию токсичных элементов в волосах мужчин. Исключение составляет потенциально токсичный элемент Sn, содержание которого было наибольшим в волосах сельских женщин.

Проведенные исследования свидетельствуют о наличии воздействия на население, проживающего на территории биогеохимической провинции, со стороны естественных геохимических аномалий. Полученные результаты могут служить сравнительным материалом для работ по мониторингу состояния окружающей среды и определения степени воздействия токсичных элементов на население, проживающее в различных геохимических районах и экологических условиях.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ и Правительством Республики Башкортостан научного проекта №15-16-02003.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан // Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный, Е.С. Березкина, В.А. Демидов, А.Р. Грабеклис, М.Г. Скальная // Экология человека. – 2016. – № 4. – С. 38-44.
2. Антропогенная трансформация почв города Сибай в зоне влияния предприятий горнорудной промышленности /Я.Т. Суюндуков, И.Н. Семенова, А.Б. Зулкарнаев, И.К. Хабилов. – Уфа: Гилем, 2014. – 123 с.
3. Баранова О.В. Гигиеническая оценка фактического питания и особенности элементного статуса студентов Оренбуржья: автореф. дис. ... канд. биол. наук /О.В. Баранова.

– Оренбург, 2005. – 26 с.

4. Бацевич В.А. Антропо-экологическое изучение микроэлементного состава волос у некоторых групп населения СССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. / В.А. Бацевич. – М., 1988. – 22 с.
5. Гарифуллина Г.Ф. Особенности формирования элементного гомеостаза у жителей крупного промышленного города (на примере г. Уфы Республики Башкортостан): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.Ф. Гарифуллина. – Москва, 2010. – 22 с.
6. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году // <https://ecology.bashkortostan.ru/upload/iblock/584/gosdoklad-2015.pdf>.
7. Гресь Н.А. Гигиенические аспекты формирования элементоза избытка алюминия у человека / Н.А. Гресь, Е.О. Гузик // Микроэлементы в медицине. – 2015. – № 16(2). – С. 28–36.
8. Рафикова Ю.С. Содержание тяжелых металлов в питьевой воде юго-восточных районов Республики Башкортостан / Ю.С. Рафикова, И.Н.Семенова, Г.Я. Биктимерова // Естественные и технические науки. – 2016. – № 1 (91). – С. 20-23.
9. Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р. Оценка загрязнения почвенного покрова г. Сибай Республики Башкортостан тяжелыми металлами // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8-3. – С. 491-495.
10. Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р., Биктимерова Г.Р., Бускунова Г.Г. Биологическая аккумуляция тяжелых металлов растениями в зоне воздействия горно-обогатительного комбината // Актуальные вопросы университетской науки. – Уфа, 2016. – С. 420-428.
11. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Дровосекова И.В., Муллагулова Э.Р. Элементный статус населения горнорудного региона (на примере Зауральской зоны Республики Башкортостан) // Микроэлементы в медицине. – 2015. – Т. 16. – № 2. – С. 47-51.
12. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т.4. – Вып.1. – С.55-56.
13. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Оникс 21 век, 2004. – С. 172-178.
14. Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н., Зулкарнаев А.Б. Физическая и химическая деградация почв города Сибай в зоне влияния предприятий горнорудной промышленности (Южный Урал) // Экология урбанизированных территорий. – 2013. – № 1. – С. 50-54.
15. Элементный статус населения России. Ч. 4. Элементный статус населения

Приволжского и Уральского федерального округов / Л.И. Афтанас и др.; под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. – СПб.: Медкнига «Элби-СПб», 2013. – 576 с.