

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-308-313>

УДК [613.2+612.39]–053.8(571.54)

© Коллектив авторов, 2019

Тармаева И.Ю.^{1,2}, Скальный А.В.², Богданова О.Г.¹, Грабеклис А.Р.², Белых А.И.¹

Элементный статус взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Красного Восстания, 1, г. Иркутск, Россия, 664003;

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Введение. Изучение элементного статуса населения отдельных регионов Российской Федерации с целью научной разработки и внедрения мероприятий по устранению выявленных элементозов является перспективным направлением профилактической медицины.

Цель исследования — изучение элементного статуса взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия, входившей в Сибирский федеральный округ (СФО) до 2018 г.

Материалы и методы. Анализ выполнялся методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на базе аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва; ISO 9001:2008 сертификат 54Q10077 от 21.05.2010 г.). Было изучено содержание химических элементов в волосах 130 взрослых (102 женщины и 28 мужчин) в возрасте 25–50 лет. Данный показатель служит индикатором при оценке воздействия окружающей среды на организм человека. При математической обработке полученных данных использовались методы непараметрической статистики.

Результаты. Для женщин, проживающих на территории Республики Бурятия, выявлены максимальные значения Zn, повышенные уровни Cu, Li, Si; для мужчин — максимальные значения Mg, Cr, Si, повышенные уровни P, Li, Se, V, Pb. Минимальные значения выявлены для P, Fe, V. Элементный статус свидетельствует о значимой степени распространенности дефицитов эссенциальных микроэлементов и дисбалансе электролитов. Полученные данные могут быть использованы в качестве референтных значений содержания химических элементов в волосах взрослых, проживающих на территории Республики Бурятия.

Выводы: Элементный анализ населения Республики Бурятия указывает на дисбалансы среди взрослого трудоспособного населения.

Ключевые слова: Республика Бурятия; элементный статус; волосы; многоэлементный анализ

Для цитирования: Тармаева И.Ю., Скальный А.В., Богданова О.Г., Грабеклис А.Р., Белых А.И. Элементный статус взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-308-313>

Для корреспонденции: Тармаева Инна Юрьевна, зав. каф. гигиены труда и гигиены питания ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; проф. каф. медицинской элементологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», д-р мед. наук, проф. E-mail: t38_69@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7791-1222>

Финансирование. Работа выполнялась в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 гг.)» по заказу Федерального медико-биологического агентства по государственному контракту №64.653.12.6 от 14 мая 2012 г.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Inna Yu. Tarmaeva^{1,2}, Anatoliy V. Skalny², Olga G. Bogdanova¹, Andrey R. Grabeklis², Alexandr I. Belykh¹

Elemental status of the adult able-bodied population of the Republic of Buryatia

¹Irkutsk State Medical University, 1, Krasnogo Vosstaniya str., Irkutsk, Russia, 664003;

²Peoples Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, Russia, 117198

Introduction. The study of the elemental status of the population of individual regions of the Russian Federation with the purpose of scientific development and implementation of measures for elimination of revealed elementosis is a promising direction for preventive medicine.

The aim of the study is to study the elemental status of the adult able-bodied population of the Republic of Buryatia, which was part of the Siberian Federal district (SFD) until 2018.

Materials and methods. The analysis was performed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) on the basis of the accredited laboratory of “Center of biotic medicine”. (Moscow; ISO 9001:2008 certificate 54Q10077 from 21.05.2010). The content of chemical elements in the hair of 130 adults (102 women and 28 men) aged 25–50 years was studied. This indicator serves as an indicator in assessing the impact of the environment on the human body. Methods of nonparametric statistics were used for mathematical processing of the data.

Results. For women living in the Republic of Buryatia, the maximum values of Zn, increased levels of Cu, Li, Si were revealed; for men — the maximum values of Mg, Cr, Si, increased levels of P, Li, Se, V, Pb. Minimum values were found for P, Fe, V. Elemental status indicates a significant degree of prevalence of essential trace element deficiencies and electrolyte imbalance. The obtained data can be used as reference values for the content of chemical elements in the hair of adults living in the Republic of Buryatia.

Conclusions: Elemental analysis of the population of the Republic of Buryatia indicates imbalances among the adult working-age population.

Key words: Republic of Buryatia; elemental status; hair; multi-element analysis

For citation: Tarmaeva I.Y., Skalny A.V., Bogdanova O.G., Grabeklis A.R., Belyh A.I. Elemental status of the adult working population of the Republic of Buryatia. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-5-308-313>

For correspondence: Inna Yu. Tarmaeva, head of occupational health and food hygiene department of Irkutsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia; prof. of medical elementology department of Russian University of friendship of peoples, Dr. of Sci. (Med.), prof. E-mail: t38_69@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7791-1222>

Funding: The work was carried out within the framework of the Federal target program “National system of chemical and biological safety of the Russian Federation (2009–2014)” by order of the Federal medical and biological Agency under the state contract №64.653.12.6 dated May 14, 2012.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение. Перспективным направлением современной медицины является изучение элементного «портрета» населения отдельных территорий с целью научной разработки и внедрения мероприятий по устранению выявленных элементозов. Отклонения в элементном статусе организма обнаруживаются у подавляющего большинства взрослого населения России, существенно отличаясь по характеру и степени выраженности у представителей различных регионов и лиц, разделенных по профессиональному признаку и роду занятий [1,2]. Особенно это актуально для территории республики Бурятия, т. к. она относится к территориям с особыми природно-климатическими (низкие отрицательные температуры, продолжительная зима) и биогеохимическими (низкое содержание в почвах жизненно важных минералов и микроэлементов, употребление ультрапресной Байкальской воды) условиями, приводящими к развитию микроэлементных дисбалансов. В настоящее время имеются неоспоримые доказательства того, что коррекция дисбаланса микроэлементов является одним из важнейших факторов укрепления здоровья и профилактики заболеваний [3–6]. Во многих регионах России большое влияние на здоровье оказывают природно-обусловленные дисбалансы химических элементов [7,8].

Материалы и методы. В настоящем исследовании представлены результаты определения содержания ряда химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) в волосах 130 практически здоровых добровольцев (102 женщины и 28 мужчин) в возрасте 25–50 лет, постоянно проживающих в Республике Бурятия. Все добровольцы дали информированное согласие на участие в обследовании. Анализ выполнялся методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на базе аккредитованной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва; ISO 9001:2008 сертификат 54Q10077 от 21.05.2010 г.) [9–11]. Определение содержания химических элементов осуществлялось с использованием ИСП-МС-спектрометра ELAN 9000 (PerkinElmer — SCIEХ, Канада). Для градуировки использовались моноэлементные стандартные растворы фирмы PerkinElmer (США) [12,13]. Качество определения контролировалось посредством референтного образца GBW09101 (Шанхайский институт ядерных исследований, КНР).

При отборе образцов волосы состригали с затылочной части головы в бумажные конверты и хранили при комнатной температуре в сухом месте [9]. Вначале образцы волос обезжиривались с помощью ацетона квалификации

«ос. ч.» (Химмед, Россия) в течение 10–15 минут, трижды промывались деионизированной водой и высушивались при 60 °С. Для получения деионизированной воды (18 МОм·см) использовался электрический дистиллятор с комбинированной мембранной установкой ДВС-М/1НА-1(2)-L (Медиана-Фильтр, Россия). После этого образцы волос выдерживались при температуре 60 °С до воздушно-сухого состояния. Навеска волоса массой 50 мг разлагалась с 5 мл концентрированной азотной кислоты (квалификация «ос. ч.»; Химмед, Россия) в системе микроволнового разложения марки Multiwave 3000 (PerkinElmer — A. Paar, Австрия). При этом сначала в течение 5 мин повышалась температура до 200 °С, затем 5 мин образцы выдерживались при 200 °С и после охлаждались до 45 °С. Полученные растворы количественно переносились в 15 мл полипропиленовые пробирки, доводились до объема 15 мл деионизированной водой и тщательно перемешивались.

Для математической обработки данных исследования применялись программные продукты Microsoft Excel XP (Microsoft Corp., США) и Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Проверка соответствия данных закону нормального распределения проводилась с использованием критерия Шапиро-Уилка. В силу того, что распределение значений содержания большинства химических элементов в полученных выборках было отличным от нормального, при статистическом описании в качестве значений центральной тенденции и рассеяния были использованы медиана (Me) и межквартильный интервал (q25–q75) как наиболее адекватные показатели для представления подобных данных [14,15].

В качестве критерия избыточного или недостаточного уровня химических элементов в организме использовано нормирование содержания химических элементов в биосубстратах, основанное на определении биологически допустимого уровня (БДУ) согласно методическим рекомендациям «Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами» [16], а также условного биологически допустимого уровня (УБДУ) [17]. УБДУ представляют собой эмпирически установленные на основании многолетних клинических наблюдений уровни содержания химических элементов в волосах, при которых отмечаются специфические изменения в состоянии здоровья, заболеваемости людей. Используемые значения УБДУ находятся в соответствии с медицинской технологией «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека», зарегистрированной в Росздравнадзоре (регистрационное удостоверение №ФС-2007/128).

Таблица 1 / Table 1

Содержание химических элементов в волосах взрослых 25–50 лет, проживающих на территории Республики Бурятия, мг/кг**The content of chemical elements in the hair of adults 25–50 years old living in the Republic of Buryatia, mg/kg**

Элемент	Женщины (n=102)		Мужчины (n=28)	
	Me (q25 — q75)	M ± SD	Me (q25 — q75)	M ± SD
Al	3,55 (2,07–5,83)	4,66±3,75	7,78 (3,32–16,22)	9,89±7,93
As	0,021 (0,021–0,0293)	0,0332±0,0389	0,0631 (0,0425–0,1168)	0,2685±0,5883
B	0,47 (0,25–0,94)	0,86±1,04	0,82 (0,54–3,96)	3,35±5,48
Ca	1047 (592–2071)	1564±1509	409 (307–743)	521±272
Cd	0,014 (0,008–0,029)	0,022±0,023	0,036 (0,022–0,064)	0,063±0,075
Co	0,015 (0,009–0,028)	0,069±0,372	0,016 (0,007–0,029)	0,029±0,049
Cr	0,32 (0,23–0,5)	0,44±0,38	0,53 (0,43–0,98)	0,69±0,44
Cu	12,8 (10,2–17,2)	17,3±16,6	10,9 (9,4–13,2)	11,5±2,7
Fe	10,8 (8,2–14,9)	13,1±8,5	10,8 (7,7–26,6)	17,7±15,1
Hg	0,49 (0,27–0,71)	0,57±0,43	0,42 (0,35–0,66)	0,57±0,44
I	0,7 (0,15–1,61)	1,63±4,25	0,47 (0,15–0,89)	0,6±0,45
K	30 (14–76)	134±516	148 (44–417)	450±962
Li	0,022 (0,006–0,041)	0,03±0,033	0,027 (0,017–0,038)	0,031±0,021
Mg	95,4 (52,7–187,6)	144,8±141,6	51 (34,9–67,9)	53,1±27,2
Mn	0,55 (0,32–1)	0,87±0,98	0,45 (0,27–0,77)	0,87±1,28
Na	88 (38–175)	166±250	443 (113–661)	1079±2849
Ni	0,22 (0,13–0,34)	0,31±0,46	0,22 (0,14–0,45)	0,3±0,26
P	138 (125–161)	159±146	172 (135–189)	165±36
Pb	0,33 (0,22–0,61)	0,57±0,65	0,96 (0,32–2,08)	1,41±1,41
Se	0,3 (0,18–0,44)	0,54±2,03	0,48 (0,29–0,62)	0,57±0,58
Si	35,7 (18,3–70,7)	58,1±72,1	37 (14,1–47,4)	42±37,9
Sn	0,12 (0,06–0,31)	0,26±0,39	0,12 (0,07–0,27)	0,19±0,18
V	0,035 (0,022–0,055)	0,048±0,056	0,085 (0,055–0,131)	0,124±0,134
Zn	191 (165–212)	204±87	164 (134–213)	174±46

Примечания: Me — медиана; q25 — нижний квартиль; q75 — верхний квартиль; M — среднее арифметическое; SD — стандартное отклонение.

Notes: Me — median; q25 — lower quartile; q75 — upper quartile; M — arithmetic average; SD — standard deviation.

Таблица 2 / Table 2

Ранговое соотношение территорий СФО по медиане содержания химических элементов в волосах женщин и мужчин 25–50 лет**Ranking the ratio of the areas of SFD by the median of the contents of chemical elements in the hair of women and men 25–50 years**

Элемент	n	Al	As	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	I	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Se	Si	Sn	V	Zn
Республика Бурятия	102	9	3	7	2	5	6	8	7	2	9	4	4	9	2	4	8	8	9	9	3	8	2	7	9	1
	28	5	4	4	2	5	5	4	1	8	9	8	8	3	2	1	6	2	8	2	2	2	1	4	2	8
Республика Хакасия	38	7	3	9	2	8	5	5	9	3	2	8	7	8	8	9	7	9	3	6	4	4	6	6	5	2
	29	7	9	9	2	9	8	9	9	2	8	5	1	9	9	9	9	6	2	1	9	9	4	9	8	6
Алтайский край	61	1	2	3	1	2	2	3	2	8	5	9	6	2	6	2	2	1	4	7	2	9	9	1	2	6
	27	6	2	2	2	6	6	2	3	1	4	1	2	5	8	6	4	8	5	4	5	3	3	2	5	1
Красноярский край	2731	8	3	8	2	6	9	6	8	6	7	5	8	5	7	8	6	7	6	4	7	7	5	8	8	4
	712	8	8	8	2	7	9	7	7	4	6	6	9	6	7	8	8	9	9	3	8	6	7	8	9	2
Иркутская область	102	3	3	4	2	3	3	1	3	4	3	3	2	6	5	3	4	6	1	5	8	6	7	4	4	5
	46	3	5	7	2	3	3	1	6	5	3	4	6	8	4	4	5	7	3	7	4	7	9	1	5	9
Кемеровская обл.	121	2	3	6	2	7	8	4	5	7	6	2	3	7	4	5	3	4	5	3	9	5	8	2	6	8
	37	2	6	3	1	2	4	6	8	9	2	9	4	4	5	3	3	4	6	6	7	5	5	5	4	4
Новосибирская обл.	2412	6	1	5	2	4	7	7	6	5	8	7	5	4	9	7	9	5	7	2	5	1	4	5	3	7
	1039	4	1	5	2	4	7	5	5	3	5	3	3	7	6	7	7	5	7	5	6	1	6	6	7	3
Омская обл.	170	4	3	1	2	9	1	9	4	9	4	6	9	1	1	6	5	2	8	8	6	2	3	9	1	9
	114	1	3	1	2	8	1	3	2	7	1	7	7	1	1	2	2	1	1	8	1	4	2	3	1	7
Томская обл.	115	5	3	2	2	1	4	2	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	2	1	1	3	1	3	7	3
	175	9	7	6	2	1	2	8	4	6	7	2	5	2	3	5	1	3	4	9	3	8	8	7	3	5

Примечания к табл. 2: химические элементы в затемненных столбцах ранжированы как токсичные и условно токсичные, в незатемненных — как эссенциальные; наибольшее численное значение ранга соответствует наименьшему содержанию химического элемента. В числителе данные содержания химических элементов женщин, в знаменателе — мужчин.

Notes to the table 2: chemical elements in the darkened columns are ranked as toxic and conditionally toxic, in non-darkened ones — as essential; the highest numerical value of the rank corresponds to the lowest content of chemical item. The numerator contains data on the chemical elements of women, in the denominator — men.

В рамках данного исследования проводилось ранжирование обследуемых по содержанию химических элементов в волосах и по частоте встречаемости случаев их избытка или недостатка. Большее численное значение ранга соответствует меньшему содержанию химического элемента и меньшей встречаемости отклонений. Для удобства представления особенностей элементного статуса региона была использована следующая формула [18,19]:

$$\text{ЭП} = \frac{\text{ГиперЭ}}{\text{ГипоЭ}} = \frac{\text{Т и ПТЭ} / \text{УЭЭ} / \text{ЭЭ}}{\text{ЭЭ} / \text{УЭЭ}}, \quad (1)$$

где ЭП — «элементный портрет»; ГиперЭ — гиперэлементозы; ГипоЭ — гипозлементозы; Т и ПТЭ — токсичные и потенциально токсичные элементы; УЭЭ — условно эссенциальные элементы; ЭЭ — эссенциальные элементы.

В числителе приводятся последовательно химические элементы с высшими рангами по встречаемости избыточного содержания элемента в волосах: токсичные (Al, As, Cd, Pb) и потенциально токсичные (Sn). Через дробь указываются условно эссенциальные (B, Li, Si, V, Ni) и эссенциальные элементы (макроэлементы Ca, Mg, K, Na, P и микроэлементы Fe, I, Zn, Cu, Co, Cr, Mo, Se, Mn). В знаменателе через дробь приводятся эссенциальные и условно эссенциальные химические элементы с высшими рангами по встречаемости недостаточного содержания в волосах. В формулах учтены значения рангов, отражающие 20–25% общего числа рангов по соответствующему элементу, начиная с высшего (т. е. с минимального численного значения ранга).

Результаты Полученные данные сравнивались с данными по содержанию химических элементов в волосах трудоспособного взрослого населения, проживающего в СФО. Данные, полученные при скрининговых исследованиях 2004–2010 гг., представлены в таблицах 1–3. У женщин выявлены максимальные для СФО значения Zn (ранг 1), повышенные — Cu, Li, Si (ранг 2). У мужчин отмечены максимальные для СФО значения Mg, Cr, Si (ранг 1) и повышенные — P, Li, Se, V, Pb (ранг 2). К минимальным абсолютным показателям (ранг 9) у взрослого населения следует отнести значения P, Fe, V; только у женщин — K, Ni, только у мужчин — Al. Кроме этого, у взрослого населения отмечен низкий уровень Co (ранг 8); только у женщин — Al, только у мужчин — Na, Se, Mn. Среди взрослых риски гиперэлементозов очень различаются в зависимости от половой принадлежности. Если среди женщин максимальная частота избыточного содержания химических элементов в волосах вообще отсутствует и имеются только повышенные показатели Cu (ранг 2), Pb, Cr, Si (ранг 3), то среди мужского населения отмечается максимальная для СФО распространенность высоких показателей содержания в волосах токсикантов As, Sn

(11% и 6 % соответственно против 1% и 3% в среднем по СФО), условно эссенциального микроэлемента B, эссенциальных микроэлементов Fe, Cr и макроэлементов Na и P (ранг 1), а также повышенные уровни Ni (ранг 2), Mg, Zn, Se, V (ранг 3).

Среди взрослых отмечена максимальная частота дефицита в волосах Fe (ранг 1), только у мужчин — Zn, а также повышен риск гипозлементозов K, Na, Co (ранг 2; только у женщин), Mn (ранг 2; только у мужчин), Ca (ранг 3), P (ранг 3; только у женщин), Cr (ранг 3, только у мужчин).

Обсуждение. Следовательно, анализ абсолютных и относительных показателей элементного статуса трудоспособного населения Республики Бурятия указывает на дисбалансы среди взрослого населения на фоне умеренного риска металлотоксикозов. В обобщенном виде элементный статус взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия представлен ниже в виде формул 2, 3.

Из формул следует, что для обследованных характерны повышенные риски дефицита Co (кроме мужчин), избыточного накопления в организме B (кроме женщин). Для взрослого населения характерен дефицит Fe, Mn, Ca на фоне избытка Cr.

Элементный статус взрослого трудоспособного населения характеризуется тем, что отличаются незначительным риском избыточного накопления токсичных и условно-токсичных химических элементов (Al, As, Li, Hg, Pb, Ni, Sn, V), что выгодно отличает их от других городов СФО [8]. Данные результаты можно рассматривать как свидетельство отсутствия значимой антропогенной нагрузки в зонах проживания и в районах расположения места работы обследованных.

У обследованных наблюдается достаточно высокая частота избыточного содержания Si, Cu. Повышенным уровнем этих химических элементов в волосах характеризуется около трети женщин (31,4% и 27,5% соответственно). Пониженное содержание Co, I, Fe зарегистрировано у половины обследованных (48–54,9%). Исследование элементного статуса мужчин выявило высокий риск развития гипозлементозов по жизненно необходимым химическим элементам: Co, I, Fe, Zn. Мужчины отличались избыточным накоплением в волосах Na (44,4%), K (38,9%), что свидетельствует о высоком риске нарушений электролитного обмена. Для них также характерен умеренно высокий риск развития гиперэлементозов по Zn и P.

Вышеперечисленные особенности имеют территориальный характер и требуют соответственно территориального дифференцирования мероприятий по мониторингу, профилактике и коррекции нарушений элементного статуса.

$$\text{— женщины 25–50 лет: } \frac{\text{Pb(3)} / \text{Si(3)} / \text{Cu(2), Cr(3)}}{\text{Fe(1), Co, K, Mn, Na(2), Ca, P(3)}}; \quad (2)$$

$$\text{— мужчины 25–50 лет: } \frac{\text{As, Sn(1)} / \text{B(1)} / \text{Ni(2), V(3)} / \text{Cr, Fe, Na, P(1), Co, K, Mg, Se, Zn(3)}}{\text{Fe, Zn(1), Mn(2), Ca, Cr(3)}}. \quad (3)$$

Таблица 3 / Table 3

Встречаемость отклонений от нормы по результатам элементного анализа волос у жителей Республики Бурятия, %
Occurrence of deviations from the norm according to the results of elemental analysis of hair in the inhabitants of the Republic of Buryatia, %

Элемент	Женщины (n=102)		Мужчины (n=28)	
	Повышено	Понижено	Повышено	Понижено
Al	2,0	–	0	–
As	0	–	11,1	–
B	1,5	–	18,2	–
Ca	16,7	32,4	16,7	33,3
Cd	3,9	–	0	–
Co	1,0	54,9	0	61,1
Cr	8,8	20,6	22,2	16,7
Cu	27,5	34,3	5,6	33,3
Fe	4,9	48,0	16,7	50,0
Hg	1,0	–	0	–
I	5,9	51,0	0	58,8
K	16,7	45,1	38,9	33,3
Li	2,0	8,8	5,6	5,6
Mg	21,6	29,4	22,2	16,7
Mn	15,7	24,5	22,2	22,2
Na	16,7	31,4	44,4	11,1
Ni	3,9	–	5,6	–
P	18,6	43,1	27,8	27,8
Pb	5,9	–	11,1	–
Se	2,0	33,3	5,6	27,8
Si	31,4	12,7	5,6	11,1
Sn	3,9	–	5,6	–
V	3,9	–	22,2	–
Zn	16,7	37,3	38,9	44,4

Выводы:

1. Полученные материалы могут лечь в основу национальной базы данных по элементному статусу населения республики Бурятия и созданию комплексного мониторинга, прогнозирования будущих процессов и явлений, разработке превентивных и других мер, обеспечивающих предотвращение угрожающих ситуаций и минимизацию отрицательных последствий.

2. На основании вышеизложенного анализа элементного статуса установлена значимая степень распространенности дефицитов эссенциальных микроэлементов и дисбаланс электролитов.

3. Основные усилия по улучшению элементного статуса трудоспособного населения Бурятии должны быть сосредоточены на улучшении качества, разнообразности питания, целенаправленном обогащении рационов соответствующими микронутриентами.

4. Выявленные особенности объясняются тем, что при формировании элементного портрета существенное влияние оказывают климатические и биогеохимические, а не антропогенные факторы. В связи с этим для данного региона медицинская коррекция является наиболее правильной стратегией регулирования дисбаланса микро- и макроэлементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Детков В.Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проб-

лема управления здоровьем нации. *Экология человека*. 2013; (11): 3–12.

2. Суханов С.Г., Горбачев А.А. Региональные особенности микроэлементного состава биосубстратов у жителей северо-западного региона России. *Микроэлементы в медицине*. 2017; 18 (2): 10–6.

3. Ашхабадская декларация по профилактике и борьбе с неинфекционными заболеваниями в контексте положений политики Здоровье–2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/236191/Ashgabat-Declaration-4-December-2013-Rus.pdf.

4. Жминченко В.М., Гаппаров М.Г. Современные тенденции исследований в нутрициологии и гигиене питания. *Вопросы питания*. 2015; 1: 4–14.

5. Турчанинов Д.В., Вильмс Е.А., Глаголева О.Н. и др. Подходы к оценке и ведущие направления профилактики неблагоприятного воздействия комплекса факторов питания и образа жизни на здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2015; 6 (94): 15–20.

6. Панченко Л.Ф., Маев И.В., Гуревич К.Г. Клиническая биохимия микроэлементов. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ; 2004.

7. Новиков В.С., Сороко С.И. Современные проблемы экологии. *Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук*. 2017; 2: 15–23.

8. Афтанас Л.И., Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Горбачев А.А., Грабеклис А.Р. и др. Элементный статус населения России. Часть 5. *Элементный статус населения Сибирского и Дальневосточного федеральных округов*. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб»; 2014.

9. Иванов С.И., Подунова А.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., и др. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: методические указания МУК 4.1.1482–03, МУК 4.1.1483–03. М.: ФЦГСЭН МЗ РФ; 2003.

10. Rao K.S., Balaji T., Rao T.P., Babu Y., Naidy G.R.K. Determination of iron, cobalt, nickel, manganese, zinc, copper, cadmium and lead in human hair by inductively-coupled plasma atomic emission spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. 2002; 8: 1333–8.

11. Rodushkin I., Axelsson M.D. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. *Sci Total Environ*. 2003; 1–3: 23–39.

12. Nardi E.P., Evangelista F.S., Tormen L., Saint T.D., Curtius A.J., de Sousa S.S. et al. The use of inductively-coupled mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem*. 2009; 3: 727–32.

13. Griboff J., Wunderlin D.A., Monferran M.V. Metals, As and Se determination by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) in edible fish collected from three eutrophic reservoirs. Their consumption represents a risk for human health? *Microchem J*. 2017; 130: 236–244.

14. Реброва О.Ю. *Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA*. М.: МедиаСфера; 2003.

15. Скальный А.В., Лакарова Е.В., Кузнецов В.В., Скальная М.Г. *Аналитические методы в биоэлементологии*. СПб: Наука; 2009.

16. Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко И.И. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами. Метод. реком. Утв. МЗ СССР 28.11.1988 г. М.; 1988.

17. Скальный А.В., Скальная М.Г., Дубовой Р.М., Демидов В.А., Нотов О.С. Выявление и амбулаторная коррекция нарушений минерального обмена. Методические рекомендации. РОСМЭМ Москва: Петруш; 2009.

18. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей республики Татарстан. *Экология человека*. 2016; (4): 38–44.

19. Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабеклис А.Р., Скальная М.Г. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (6): 533–8.

REFERENCES

1. Agadzhanyan N.A., Skalny A.V., Detkov V.Yu. Elemental portrait of a humanP: morbidity, demography and the problem of managing people's health. *Ekologiya cheloveka*. 2013; (11): 3–12 (in Russian).

2. Suhanov SG, Gorbachev AL. Regional features of the microelement composition of biosubstrates in residents of the north-western region of Russia. *Trace elements in medicine*. 2017; (T. 18.) 2: 10–16 (in Russian).

3. Ashgabat Declaration on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases in the Context of Health 2020 [Online]. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/236191/Ashgabat-Declaration-4-December-2013-Rus.pdf. (Accessed 24 Feb 2019).

4. Zhminchenko VM and Gapparov MG. Current research trends in nutrition and food hygiene. *Nutrition issues*. 2015; (1): 4–14 (in Russian).

5. Turchaninov DV, Vil'ms EA, Glagoleva ON, Kozubenko OV, Danilova YuV, Gogadze NV et al. Approaches to the assessment and leading areas of prevention of the adverse effects of a complex of factors of nutrition and lifestyle on public health. *Hygiene and Sanitation*. 2015. 6 (94):15–20. (In Russian)

6. Panchenko LF, Mayev IV, Gurevich KG. *Clinical biochemistry of microelements*. M.: GOU VUNMTs MZ RF; 2004 (in Russian).

7. Novikov V.S., Soroko S.I. Modern problems of ecology. *Bulletin of education and development of science of the Russian Academy of Natural Sciences*. 2017; 2: 15–23 (in Russian).

8. Aftanas LI, Berezkina ES, Bonitenko EYu, Varenik VI, Gorbachev AL, Grabeklis AP, et al. *Elemental status of the Russian population*. Part 5. Elemental status of the population of the Siberian and the Far Eastern Federal Districts. SPb.: Medkniga «ELBI-SPb»; 2014 (in Russian).

9. Ivanov SI, Podunova LG, Skachkov VB, Tutelyan VA, Skalny AV, Demidov VA, et al. *Detection of chemical elements in biological matrix and specimens using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry and mass spectrometry: guidelines*. M.: FTsGSEN MZ RF; 2003 (in Russian).

10. Rao KS, Balaji T, Rao TP, Babu Y, Naidy GRK. Determination of iron, cobalt, nickel, manganese, zinc, copper, cadmium and lead in human hair by inductively-coupled plasma atomic emission spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. 2002; 8: 1333–8.

11. Rodushkin I, Axelsson MD. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. *Sci Total Environ*. 2003; 1–3: 23–39.

12. Nardi EP, Evangelista FS, Tormen L, Saint TD, Curtius AJ, de Sousa SS, et al. The use of inductively-coupled mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem*. 2009; 3: 727–32.

13. Griboff J, Wunderlin DA, Monferran MV. Metals, As and Se determination by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) in edible fish collected from three eutrophic reservoirs. Their consumption represents a risk for human health? *Microchem J*. 2017; 130: 236–44.

14. Rebrova OYu. *Statistical analysis of medical data. Software package Statistica*. M.: MediaSfera; 2003 (in Russian).

15. Skalny AV, Lakarova EV, Kuznetsov VV, Skalnaya MG. *Analytical methods in bioelementology*. SPb: Nauka; 2009 (in Russian).

16. Lyubchenko P.N., Revich B.A., Levchenko I.I. et al. Screening methods for identifying high-risk groups among workers exposed to toxic chemical elements. Methodical guidelines. Moscow, 1989 (in Russian).

17. Skalny A.V., Skalnaya M.G., Dubovoy R.M., Demidov V.A., Notov O.S. Identification and outpatient correction of disorders of mineral metabolism. Methodical guidelines. Moscow, 2009 (in Russian).

18. Agadzhanyan NA, Skalny AV, Berezkina ES, Demidov VA, Grabeklis AR, Skalnaya MG. Reference values of chemical elements levels in hair of adult population of the Republic of Tatarstan. *Ekologiya cheloveka*. 2016; (4): 38–44 (in Russian).

19. Skalny AV, Berezkina ES, Demidov VA, Grabeklis AR, Skalnaya MG. Ecological and physiological assessment of elemental status of adult population of the Republic of Bashkortostan. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (6): 533–8 (in Russian).

Дата поступления / Received: 05.04.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 19.04.2019

Дата публикации / Published: 05.2019