УДК 611.781.1-053.4(470.1/.2):577.118

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОСУБСТРАТАХ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

© 2016 г. Е. А. Бакаева, А. В. Еремейшвили

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, г. Ярославль

В статье представлены результаты исследования содержания цинка, меди, свинца, кадмия и селена в волосах 236 детей (1–6 лет) – уроженцев ряда регионов Европейского Севера России: г. Инты и посёлков городского типа Троицко-Печорск Республики Коми и Плесецк Архангельской области. Анализ биосубстратов показал, что уровни микроэлементов в волосах обследованных детей отличаются в отдельных регионах и от референтных интервалов для средней полосы России. Почти у 50 % детей Инты содержание цинка в волосах понижено. Для всех исследуемых населенных пунктов характерно повышенное содержание меди: в Инте – у 71 % дошкольников, в Троицко-Печорске – у 53 %, в Плесецке – у 74 %. Уровень свинца у детей Инты и Троицко-Печорска Республики Коми превышает литературные данные. В Инте избыток свинца и кадмия встречается у половины обследованных детей, что может быть связано с экологической ситуацией и особенностями геохимических провинций Европейского Севера. Проанализирована связь между содержанием в организме определенных микроэлементов и развитием различных заболеваний.

Ключевые слова: дети, микроэлементы, биосубстраты, заболевания

CONTENTS OF SOME TRACE ELEMENTS IN BIOSUBSTRATES OF PRESCHOOL CHILDREN OF NORTHERN EUROPEAN IN RUSSIA

E. A. Bakaeva, A. V. Ereymeyshvili

Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

The paper presents results of research of the content of zinc, copper, lead, cadmium and selenium in hair of 236 native persons aged 1-6 years of some regions of northern European in Russia: in the city Inta and town Troitsko-Petschorsk of the Komi Republik and in the town Plesetsk of Arkhangelsk region. Research showed that the content of trace elements in hair of examined children differ from each other and the norm for the midland of Russia. Almost 50% of children of the city Inta the content of zinc in hair is lowered. All the studied places are characterized by high copper content: in Inta - for 71 % of preschool children, in Troitsko-Petschorsk - for 53 %, in Plesetsk - for 74 %. The content of lead at children in Inta and Troitsko-Petschorsk exceeds the norm. More than half of the examined children of Inta have an excess of lead. It can be connected with an environmental situation and the characteristics of geochemical provinces of Northern European. Connections between content of some trace elements in organism and development of diseases have been analyzed.

Key words: children, trace elements, biosubstrate, disease

Библиографическая ссылка:

Бакаева Е. А., Еремейшвили А. В. Содержание некоторых микроэлементов в биосубстратах детей дошкольного возраста в условиях Европейского Севера России // Экология человека. 2016. № 4. С. 26–31/

Bakaeva E. A., Ereymeyshvili A. V. Contents of Some Trace Elements in Biosubstrates of Preschool Children of Northern European in Russia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 4, pp. 26-31.

К районам Крайнего Севера и приравненным к ним территориям относится около 70 % площади Российской Федерации. Данные области представляют собой своеобразную климатогеографическую зону, где на организм человека оказывает влияние комплекс природных и антропогенных факторов [1, 3, 19, 20]. С медико-биологической точки зрения, среди условий Севера имеется ряд факторов, которые способны оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека [4, 6]. При воздействии холода показано нарушение баланса микроэлементов (для железа, кальция, магния, натрия, цинка, фтора), что может привести к развитию дефицита микроэлементов в организме [1, 4]. Согласно литературным данным, биогеохимическая среда Севера России характеризуется низким содержанием ряда биогенных элементов (йод, селен, кобальт, медь, цинк и ряд других), в результате чего возможно развитие экологически

обусловленных заболеваний населения [1]. Кроме того, на физиологические и биохимические процессы в организме человека на Севере оказывает влияние своеобразие рациона питания. В связи с ограниченным количеством местных видов продуктов питания и из-за трудностей, связанных с их транспортировкой, часть продуктов характеризуется незначительным содержанием ряда макро- и микроэлементов [1, 3]. Для северных территорий характерно наличие разнообразных этнических групп, которые находятся на различных стадиях адаптации к условиям Севера, что также может влиять на содержание микроэлементов в организме [3, 8, 9, 13]. Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению биогеохимических особенностей Севера России, ряд территорий его до сих пор остается не обследованными. Особое место занимает изучение связи микроэлементного статуса населения северных территорий с геохимическими

факторами и состоянием окружающей среды. В связи с вышесказанным представляет большой научно-практический интерес изучение микроэлементного статуса жителей северных территорий для профилактики экологозависимых заболеваний.

Целью настоящей работы было изучение особенностей микроэлементного статуса детей от 1 до 6 лет различных территорий Европейского Севера России, а также установление верхней и нижней границы физиологической нормы содержания микроэлементов в волосах детей исследуемых территорий.

Методы

Поперечное популяционное исследование проводилось в период с 2011 по 2015 год.

Пробы отбирались в следующих населенных пунктах: городской округ Инта, включающий обследованные нами г. Инта и п.г.т. Верхняя Инта (район исследования 1), и п.г.т. Троицко-Печорск (район 2) Республики Коми, п.г.т. Плесецк Архангельской области (район 3). Инта находится на северо-востоке Республики Коми, в зоне лесотундры, в районе континентального климата. Основным видом промышленности Интинского района является добыча и обогащение угля, в последнее время развивается добыча природного газа. В отраслевой структуре промышленности Троицко-Печорска и Плесецка преобладают лесозаготовительная и лесоперерабатывающая отрасли.

Для изучения особенностей микроэлементного статуса детей методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание цинка, меди, свинца, кадмия и селена в волосах 236 постоянно проживающих в исследуемых населенных пунктах и посещающих дошкольные образовательные учреждения детей-уроженцев Севера (коми и потомки мигрантов-европеоидов), из них 115 в возрасте от 1 до 3 лет и 121 – от 4 до 6 лет (средний возраст обследованных детей 3 года 9 месяцев). Всего обследовано 114 мальчиков и 122 девочки. Рядом авторов [18] указывается на возможность использования волос в качестве биосубстратов для анализа при выявлении особенностей минерального обмена в связи с тем, что элементный состав волос во многом отражает состояние обмена химических элементов в организме.

В ходе работы производилось изучение медицинских карт формы № 026/у обследуемых детей, из которых были взяты данные о группе здоровья, частоте острых респираторных заболеваний, имеющих в анамнезе заболевания детей.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием методов параметрической и непараметрической статистики в пакете программ Microsoft Office Excel 2007, Statistica 5.5 и AtteStat 12.0.5. Рассчитывались средние значения (M) и ошибки измерения (m), медиана (Me). Значимость различий между средними значениями при сравнении двух групп оценивали с использованием t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна – Уитни (в за-

висимости от распределения в выборке. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. При статистической обработке данных были построены центильные шкалы.

Результаты

Для определения диапазонов содержания изучаемых в данном исследовании микроэлементов в волосах нами были рассчитаны границы стандартных центильных интервалов для детей 1–6 лет исследуемых районов (табл. 1).

Таблица 1
Содержание микроэлементов в волосах детей, мкг/г

Район	Возраст детей, лет	Микроэлементы, M±m, Me, Q25–Q75				
		Цинк	Медь	Свинец	Кадмий	Селен
1	1–3 (n=39)	79,88±5,33 57,20 ^{2,3} 31,10–103,29	27,54±1,97 17,07 ² 9,11–40,26	6,72±0,62 3,52 ^{2,3} 1,97–8,28	0,25±0,03 0,14 ³ 0,001–0,389	0,67±0,05 0,57 ³ 0,33–0,90
	4–6 (n=58)	92,94±4,42 79,92 ^{2,3} 43,97–140,58	23,32±1,11 19,93 ² 11,28–31,87	4,41±0,29 2,75 ² 1,70–5,45	0,25±0,02 0,14 0,001–0,378	0,60±0,05 0,49 ^{2,3} 0,20–0,77
2	1–3 (n=67)	129,84±5,16 111,54 ¹ 52,12–199,92	15,98±0,63 14,04 ¹ 6,79–21,19	6,72±0,30 5,61 ^{1,3} 2,86–8,93	0,27±0,02 0,09 ³ 0,001–0,437	0,88±0,10 0,82 ³ 0,77–1,16
	4–6 (n=44)	136,08±6,84 110,20 ¹ 65,45–184,45	16,08±0,83 12,70 ^{1,3} 7,62–20,84	5,37±0,35 3,65 ^{1,3} 1,87–7,15	0,26±0,02 0,10 0,001–0,462	0,67±0,06 0,69 ¹ 0,34–0,92
3	1–3 (n=9)	99,77±8,20 106,20 ¹ 58,17–129,54	21,13±2,69 22,28 7,23–29,77	3,14±0,50 1,77 ^{1,2} 1,06–3,88	0,09±0,03 0,001 ^{1,2} 0,001–0,106	0,45±0,04 0,43 ^{1,2} 0,24–0,62
	4–6 (n=19)	134,69±8,66 112,13 ¹ 76,92–171,14	27,49±2,01 22,95 ² 13,56–39,24	3,29±0,25 3,02 ² 1,61–4,75	0,29±0,04 0,26 0,001–0,458	0,79±0,03 0,77 ¹ 0,63–0,94
a	1–3	51,00–143,00	7,80–11,40	0,68–3,05	0,07–0,38	0,65–2,43
	4–6	71,00–153,00	7,68–11,30	0,56–2,80	0,05–0,31	0,64–2,04
b	1–15	132–192	9,31	3,30	0,37	2,41

Примечания: индексами ^{1,2,3} отмечены статистически значимые ($p < 0,05$) различия между исследуемыми районами (1, 2, 3 соответственно) для детей в определенной возрастной группе (1–3 и 4–6 лет соответственно); M – среднее арифметическое; m – стандартная ошибка; Me – медиана, Q₂₅–Q₇₅ – диапазон концентраций между 25 и 75 квартилями; индексами а, б отмечены референтные данные – ^аСкальный А. В. [17]; ^бРешетник Л. А. [16]

Установлено, что наименьший уровень цинка ($p < 0,001$) отмечается у детей обеих возрастных групп в Инте. В среднем для 43 % детей города характерно недостаточное содержание цинка в волосах. Во всех

исследуемых районах в обеих возрастных группах уровень меди в волосах детей выше данных отечественных исследователей для средней полосы России [17]. В частности, в Троицко-Печорске избыточное содержание меди отмечается у 53 % детей, в Инте – у 71 %, в. Плесецке – у 74 %.

По сравнению с остальными районами уровень свинца в волосах детей 1–3 лет ($p = 0,007$) и 4–6 лет ($p = 0,034$) в Троицко-Печорске выше. В данном районе исследования избыточное содержание свинца выявлено у 67 % детей. Необходимо подчеркнуть, что содержание свинца в биосубстратах детей обеих возрастных групп района 2 и детей 1–3 лет района 1 превышает литературные данные [17]. Содержание кадмия в волосах детей 1–6 лет исследуемых районов не превышает литературных данных. Наиболее низкий уровень этого элемента для детей 1–3 лет установлен в районе 3 ($p < 0,001$).

В табл. 1 приведены интервалы концентраций микроэлементов от 25 до 75 квартиля. При сопоставлении полученных нами данных с референтными значениями для детей дошкольного возраста средней полосы России [17] выявлено смещение интервальных показателей содержания цинка в волосах детей обеих возрастных групп Инты в меньшую сторону. Для исследуемых населенных пунктов характерны более высокие интервалы уровня меди и свинца в волосах детей. Так, в Инте избыток свинца встречается у 53 % обследованных детей, в Троицко-Печорске – у 67 %, Плесецке – у 44 %. При сравнении диапазонов крайних нормальных значений с референтными величинами в аналогичной группе детей [17] выявлено более низкое содержание селена в волосах детей всех районов. Наибольшее количество детей с дефицитом селена выявлено в Инте (71 %).

В данной работе было изучено накопление микроэлементов у различных групп уроженцев Севера (коренное население): коми и потомков мигрантов-европеоидов, родившихся и проживающих на Севере (табл. 2). Для сравнения в таблице приведены также данные для средней полосы России на примере г. Ярославля, полученные в проведенном нами ранее исследовании. Из данных таблицы видно статистически значимо более низкое содержание цинка у детей коми ($p = 0,046$) и потомков мигрантов на Севере ($p < 0,001$) по сравнению с таковым у детей г. Ярославля. Дефицит цинка встречается примерно у трети обеих групп уроженцев Севера (34 % у коми и 36 % у потомков мигрантов). Необходимо также подчеркнуть, что уровень селена в волосах детей Ярославля выше, чем у обеих групп уроженцев Севера – коми ($p = 0,031$) и потомков мигрантов ($p = 0,003$).

В процессе работы был изучен уровень микроэлементов в волосах детей при различных заболеваниях. В качестве контроля выбраны практически здоровые дети. В результате анализа данных установлено (табл. 3), что уровень кадмия ($p = 0,014$) и свинца ($p < 0,001$) в организме часто болеющих детей превышает

Таблица 2
Содержание микроэлементов у различных групп уроженцев Севера $M \pm m$, Me, Q25-Q75, мкг/г

№	Группа населения	Цинк	Медь	Свинец	Кадмий	Селен
1	Коми (n=38)	116,73±6,61	19,29±1,20	5,99±0,43	0,25±0,02	0,60±0,08
		97,14 ³	14,01	3,93	0,10	0,56 ³
		50,81–170,13	6,93–60,68	1,92–7,89	0,001–0,410	0,25–0,82
2	Потомки мигрантов (n=131)	108,65±3,58	20,24±0,72	5,55±0,22	0,24±0,01	0,61±0,03
		78,75 ³	15,49	3,70	0,10 ³	0,54 ³
		45,71–153,00	8,10–25,81	2,19–7,12	0,001–0,416	0,26–0,87
3	г. Ярославль (n=201)	133,79±3,61	18,22±0,52	5,05±0,17	0,28±0,01	0,74±0,05
		102,45 ^{1,2}	14,65	3,63	0,142	0,66 ^{1,2}

Примечание. Индексами ^{1,2,3} отмечены статистически значимые ($p < 0,05$) различия между исследуемыми группами населения.

контрольный. Нами также выявлена статистически значимо более высокая концентрация кадмия ($p = 0,034$), свинца ($p < 0,001$) и меди ($p = 0,033$) у детей с анемией по сравнению с практически здоровыми детьми.

Таблица 3
Сравнительная характеристика содержания микроэлементов в волосах детей-уроженцев Севера при различной форме патологии $M \pm m$, Me, Q₂₅–Q₇₅, мкг/г

Форма патологии	Zn	Cu	Pb	Cd	Se
Частые простудные заболевания, n=64	112,25±4,61	19,50±1,04	5,24±0,28	0,29±0,02	0,63±0,03
	92,61	13,13	3,41*	0,14*	0,59
	49,25–169,24	8,09–23,75	1,77–6,69	0,001–0,482	0,31–0,85
Анемия, n=16	108,07±5,49	22,22±2,04	5,97±0,42	0,37±0,05	0,80±0,15
	119,76	19,60*	5,20*	0,16*	0,73
	63,02–135,37	7,78–34,12	2,75–8,93	0,001–0,683	0,26–1,11
Практически здоровые дети (контроль), n=48	104,68±3,39	16,25±0,71	2,42±0,12	0,22±0,02	0,70±0,04
	101,01	13,32	2,19	0,13	0,68
	62,81–141,39	8,67–22,03	1,15–3,18	0,001–0,376	0,44–0,87

Примечание. Индексом * отмечены статистически значимые ($p < 0,05$) различия между исследуемыми группами заболеваний и контролем.

Обсуждение результатов

В результате проведенного нами исследования выявлено более низкое по сравнению с литературными данными [17] содержание цинка в биосубстратах детей Инты (табл. 1). Концентрация меди в волосах обследованных детей выше данных отечественных исследователей. Накопление этого элемента может быть связано с пониженным содержанием в организме детей цинка, который является антагонистом меди [14, 18]. В литературе имеются сведения о физиологическом соотношении содержания цинка к меди в волосах детей на уровне 10:1 [17, 18]. В настоящем исследовании для детей Инты было обнаружено соотношение 4:1, для детей Троицко-Печорска – 8:1,

Плесеца — 5:1 что ниже литературных данных. Установленное повышенное содержание меди у обследованных детей подтверждается данными о балансе цинк/медь в волосах.

В настоящем исследовании получены результаты о распространенности избыточного содержания свинца в волосах детей, что может быть связано со значительной долей детей с дефицитом элемента-антагониста свинца — цинка. Кроме того, накопление свинца и меди в волосах дошкольников Инты возможно в связи с функционированием в окрестностях города предприятий по добыче угля, в результате чего происходит выброс в окружающую среду соединений свинца, меди и кадмия [15], что особенно опасно при пониженном уровне цинка в организме [14].

Во всех исследованных населенных пунктах отмечается недостаточное по сравнению с референтными интервалами содержание селена в волосах детей, что позволяет отнести данные территории к селенодефицитным. При недостаточном поступлении селена в организм возможно нарушение нормального функционирования щитовидной железы, т. к. селен входит в состав фермента дейодиназа, участвующего в активировании гормонов щитовидной железы [21]. Дефицит йода, характерный для северных регионов, может осложняться дефицитом селена. Распространенность патологии щитовидной железы (в первую очередь эндемичного зоба) занимает одно из ведущих мест в структуре общей заболеваемости Архангельской области и Республики Коми [5, 7].

Согласно литературным данным [1, 3, 20], морфофункциональные характеристики коренного населения Севера являются адекватными местным условиям. Несмотря на это, многие климатогеографические и биогеохимические факторы северных регионов могут оказать негативное влияние на содержание микроэлементов в организме. В данном исследовании было изучено накопление микроэлементов у различных групп коренного населения Севера. Установлена статистически значимо более низкая концентрация цинка и селена у уроженцев севера (коми и потомки мигрантов) по сравнению с жителями Ярославля, расположенного в средней полосе России. Предполагаем, что это может быть связано с некоторыми особенностями питания и недостаточным потреблением эссенциальных элементов жителями северных регионов. Из литературных данных [3] известно, что в условиях холодового воздействия возможно развитие дефицита цинка в организме [1, 3, 4]. В связи с ограниченным количеством местных видов продуктов питания и из-за трудностей, связанных с их транспортировкой, часть продуктов характеризуется незначительным содержанием ряда химических элементов [1, 3]. Кроме того, низкое содержание в почвах и питьевой воде северных территорий цинка и селена создает предпосылки для нарушений обмена цинка в организме [4].

Большой интерес представляют данные других ис-

следователей о содержании микроэлементов в волосах жителей Крайнего Севера и приравненных к ним территорий (табл. 4). Необходимо подчеркнуть, что возраст обследованных в представленных в таблице работах и настоящей статье отличается. В проведенном на территории Ханты-Мансийского автономного округа исследовании выявлено сходное содержание свинца и кадмия в волосах детей-ханты 6–16 лет [9]. По данным [8], в волосах коренного взрослого населения Ямало-Ненецкого автономного округа (ненцы, коми, ханты) отмечается пониженное содержание меди по сравнению с литературными данными [17], а уровень свинца ниже полученного в проведенном нами исследовании. В упомянутой работе получены концентрации кадмия в волосах, которые соотносятся с полученными нами данными. Согласно проведенному в г. Анадырь (Чукотка) микроэлементному анализу волос девочек-аборигенов (чукчи, эскимосы) 10–14 лет [13], для обследованной группы характерен дефицит селена. Авторами также изучены особенности микроэлементного состава волос детей Магаданской области [11, 13]. У девочек-аборигенов 10–14 лет Северо-Эвенского района Магаданской области (эвены, коряки) выявлен дефицит селена и меди, а концентрации свинца и кадмия ниже полученных в нашей работе значений. В противоположность этому низкий уровень цинка в волосах детей данной территории сходен с полученными нами результатами в Инте. У детей 15–18 лет Магадана авторами получены близкие с полученными нами концентрации селена и меди в волосах, более низкие концентрации свинца и кадмия и более высокая — для цинка [13]. Для детей 3–15 лет северных районов Томской области [2] также характерно недостаточное по сравнению с литературными данными [15] содержание селена в волосах, а уровень цинка превышает полученный в нашем исследовании.

Особо интересны данные о микроэлементном статусе жителей Европейского Севера России. В осуществленном в Приморском районе Архангельской области исследовании [10] авторами выявлено недостаточное содержание селена в волосах у детей 7–11 лет. Концентрация цинка превышает полученные нами данные, что может быть связано с потреблением большого числа морепродуктов, богатых цинком, в приморских территориях. Уровень элементов-антагонистов цинка — свинца, меди, кадмия — находится ниже установленных нами данных. Для южных территорий Архангельской области, удаленных от морского побережья, характерен низкий уровень селена в волосах школьников, а концентрация меди ниже полученных нами данных и близка к референтным интервалам [12].

В результате изучения содержания микроэлементов в волосах обследованных нами детей с различными заболеваниями установлено, что уровень кадмия и свинца в организме часто болеющих детей и детей с анемией превышает контрольный. В литературе имеются указания на снижение устойчивости к

Таблица 4

Содержание микроэлементов в волосах жителей различных территорий Крайнего Севера России и приравненных к ним территорий (литературные данные), мкг/г

Район	Возраст, лет	Микроэлемент				
		Цинк	Медь	Свинец	Кадмий	Селен
п. Лямино, Тюменская обл. [9]	Дети-ханты 6–16	196,34± 7,59	10,06± 1,41	2,54± 0,21	0,06± 0,01	0,73± 0,28
Ямало-Не-нецкий автономный округ [7]	20–59	q25– q75 79,3– 135,0	q25– q75 2,7– 7,0	q25– q75 0,02– 0,1	q25– q75 0,03– 0,13	–
г. Анадырь, Чукотка [13]	Девочки 10–14	144,82± 11,45	9,01± 0,41	1,18± 0,34	0,02± 0,002	0,32± 0,05
п. Эвенск, Магаданская обл. [13]	Девочки 10–14	67,86± 6,87	3,40± 0,36	0,35± 0,1	0,01± 0,002	0,37± 0,04
г. Магадан [11]	4–7	Ме 111,31	Ме 10,37	Ме 0,72	Ме 0,03	Ме 0,60
п. Рикасиха Приморского района, Архангельская обл. [10]	7–11	Ме 170,2	Ме 9,0	–	Ме 0,03	Ме 0,4
п. Ротковец Коношского района, Архангельская обл. [12]	Маль- чики Девочки 8–15	157,50± 8,63 168,01± 10,84	11,60± 1,50 9,43± 0,72	3,32± 0,49 0,62± 0,13	0,12± 0,01 0,034± 0,004	0,21± 0,02 0,23± 0,02

инфекциям, особенно у детей, при увеличении количества свинца в организме [18]. Кадмий обладает способностью снижать клеточный иммунитет [14]. В соответствии с литературными данными [14, 18], свинец нарушает синтез гемоглобина, в результате чего возможно развитие микроцитарной анемии, морфологически схожей с железодефицитной анемией. В литературе имеются данные о том, что избыток кадмия может привести к развитию гипохромной анемии [14]. Согласно [14, 18], медь участвует в обмене железа и созревании эритроцитов. В ряде случаев при анемии отмечается избыток меди, также установленный в настоящем исследовании.

Таким образом, у детей дошкольного возраста исследованных территорий Европейского Севера России выявлены значительные нарушения микроэлементного статуса и дефицит эссенциального микроэлемента селена, а у детей Инты Республики Коми – и сниженный уровень цинка. На фоне недостатка этих элементов в организме происходит накопление меди и свинца. В условиях Севера данные изменения в микроэлементном статусе могут привести к снижению адаптационных резервов организма, что создает основу для формирования экологозависимых заболеваний.

Список литературы

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г., Милованов А. П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
2. Барановская Н. В., Швецова Д. В., Судыко А. Ф.

Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 1. С. 212–220.

3. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург : УрО РАН, 2005. 190 с.

4. Горбачев А. Л., Добродеева Л. К., Теддер Ю. Р., Шацова Е. Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний // Экология человека. 2007. № 1. С. 4–11.

5. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения Республики Коми в 2013 году». Сыктывкар : Министерство здравоохранения Республики Коми, 2014. 250 с.

6. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты : монография. Архангельск : Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.

7. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Архангельской области по итогам деятельности за 2013 год. Архангельск : Министерство здравоохранения Архангельской области, 2014. 74 с.

8. Кирилюк Л. И. Гигиеническая значимость тяжелых металлов в оценке состояния здоровья населения Крайнего Севера : дис. ... д-ра биол. наук. 2006. 337 с.

9. Корчина Т. Я., Говорухина А. А., Сорочун И. В., Маракулина Т. В., Ниязова А. Г. Обеспеченность витаминами А, Е, С и химическими элементами детей ханты, проживающих на севере Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. 2006. № 5. С. 144–150.

10. Кубасов Р. В., Горбачев А. Л., Кубасова Е. Д. Роль биоэлементов в увеличении объема щитовидной железы у детей, проживающих в Приморском регионе // Экология человека. 2007. № 6. С. 9–14.

11. Луговая Е. А., Атласова Е. М. Содержание биоэлементов в волосах детей дошкольного возраста г. Магадана // Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 811–815.

12. Луговая Е. А., Максимов А. Л. Половозрастные отличия элементной системы у детей и подростков Европейского и Азиатского Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2011. № 1 (214). С. 39–42.

13. Максимов А. Л., Луговая Е. А. Сравнительная оценка элементного статуса девочек-аборигенов различных районов Северо-Востока России // Экология человека. 2010. № 7. С. 30–35.

14. Ребров В. Г., Громова О. А. Витамины, макро- и микроэлементы. М. : ГЕОТАР-Медиа, 2008. 968 с.

15. Рекомендации 52.24.581-97. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития угледобывающей промышленности и сопутствующих производств : утв. Гидрохимическим институтом Росгидромета 18.09.1997.

16. Решетник Л. А. Клинико-гигиеническая оценка микроэлементных дисбалансов у детей Прибайкалья : дис. ... д-ра мед. наук. 2000. 362 с.

17. Скальный А. В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник С.-Петербургской ГМА им. И. И. Мечникова. 2002. № 1–2 (3). С. 62–65.

18. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М. : Изд. дом «Оникс 21 век» : Мир, 2004. 272 с.

19. Унгурияну Т. Н., Новиков С. М., Бузинов Р. В., Гудков А. Б., Осадчук Д. Н. Риск для здоровья населения от

химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в городе с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью // Гигиена и санитария. 2010. № 4. С. 21–24.

20. Чащин В. П., Сюрин С. А., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.

21. Köhrle J., Jakob F., Contempré B., Dumont J.E. Selenium, the thyroid and the endocrine system // *Endocrine Reviews*. 2005. Vol. 26. P. 944–984.

References

1. Avtsyn A. P., Zhavoronkov A. A., Marachev A. G., Milovanov A. P. *Patologiya cheloveka na Severe* [Human pathology in the north]. Moscow, 1985, 416 p.

2. Baranovskaya N. V., Shvetsova D. V., Sudyko A. F. Regional specificity of the elemental composition of hair of children living in Tomsk region. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk polytechnic University]. 2011, 319 (1), pp. 212-220. [in Russian]

3. Boiko E. R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and biochemical bases of human activity in the North]. Yekaterinburg, 2005, 190 p.

4. Gorbachev A. L., Dobrodeeva L. K., Tedder Yu. R., Shatsova E. N. Biogeochemical description of northern regions. Microelements status of Arkhangelsk region and prediction of endemic diseases development. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, 1, pp. 4-11. [in Russian]

5. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii zdorov'ya naseleniya Respubliki Komi v 2013 godu». [State report "On the health of the population in the Komi Republic in 2013"]. Syktyvkar, 2014, 250 p.

6. Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennyh A. A. *Novosyoly na Evropeiskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [Settlers in the European North. Physiological and hygienic aspects]. Arkhangelsk, 2012, 285 p.

7. *Doklad o sostoyanii zdorov'ya naseleniya i organizatsii zdravookhraneniya v Arkhangel'skoi oblasti po itogam deyatel'nosti za 2013 god* [State report on the state of health of the population and public health organization in the Arkhangelsk region on the results of operations for 2013]. Arkhangelsk, 2014, 74 p.

8. Kirilyuk L. I. *Gigienicheskaya znachimost' tyazhelykh metallov v otsenke sostoyaniya zdorov'ya naseleniya Krainego Severa (dok. dis.)* [Hygienic importance of heavy metals in the assessment of the health status of the population of the Far North (Doct. Diss.)]. 2006, 337 p.

9. Korchina T. Ya., Govorukhina A. A., Sorokun I. V., Marakulina T. V., Niyazova A. G. Supply of vitamins A, E, C and chemical elements of Khanty children living in the north of the Tyumen region. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Tyumen State University]. 2006, 5, pp. 144-150. [in Russian]

10. Koubassov R. V., Gorbachev A. L., Koubassova E. D. Role of bioelements in increase of thyroid gland volume in children living in coastal districts. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, 6, pp. 9-14. [in Russian]

11. Lugovaya E. A., Atlasova E. M. Bioelement content observed in the hair samples of preschool children of Magadan town. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2012, 9, pp. 811-815. [in Russian]

12. Lugovaya E. A., Maximov A. L. Age- and sex-related difference in element system showed by the children and adolescents of European and Asian North. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Health of the population and habitat]. 2011, 1, pp. 39-42. [in Russian]

13. Maximov A. L., Lugovaya E. A. A comparative estimation of the trace element status observed in aborigine girls residing in different areas of the Russian Northeast. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 7, pp. 30-35. [in Russian]

14. Rebrov V. G., Gromova O. A. *Vitaminy, makro- i mikroelementy* [Vitamins, trace- and macroelements]. Moscow, 2008, 968 p.

15. *Rekomendatsii 52.24.581-97. Organizatsiya i funktsionirovanie sistemy spetsial'nykh nablyudenií za sostoyaniem prirodnoi sredy v raionakh razvitiya ugledobyvayushchei promyshlennosti i sopushtvuyushchikh proizvodstv* [Recommendations 52.24.581-97. Organization and functioning of the system of special observations on the state of the environment in the areas of coal mining and related industries]. Approved by hydrochemical institute of Federal Hydrometeorology and Environmental Monitoring Service]. 18.09.1997.

16. Reshetnik L. A. *Kliniko-gigienicheskaya otsenka mikroelementnykh disbalansov u detei Pribaikal'ya (dok. dis.)* [Clinical-hygienic estimate of trace elements disbalance of children in the Cisbaikalia (Doc. Diss.)]. 2000, 362 p.

17. Skalniy A. V. Establishment of limits of the permissible content of chemical elements in hair of children using centile scales. *Vestnik S.-Peterburgskoi GMA im. I. I. Mechnikova* [Bulletin of North-Western State Medical University named I. I. Mechnikov]. 2002, 1-2 (3), pp. 62-65. [in Russian]

18. Skalniy A. V., Rudakov I. A. *Bioelementy v meditsine* [Chemical elements in medicine]. Moscow, 2004, 272 p.

19. Ungurjanu T. N., Novikov S. M., Buzinov R. V., Gudkov A. B., Osadchuk D. N. Public health risk from chemicals, air pollutants in the city with developed pulp and paper industry. *Gigiena i sanitariya*. [Hygiene and sanitation]. 2010, 4, pp. 21-24.

20. Chashhin V. P., Syurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Yu. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and Industrial Ecology]. 2014, 9, pp. 20-26. [in Russian]

21. Köhrle J., Jakob F., Contempré B., Dumont J.E. Selenium, the thyroid and the endocrine system. *Endocrine Reviews*. 2005, 26, pp. 944-984.

Контактная информация:

Бакаева Евгения Александровна — младший научный сотрудник факультета биологии и экологии ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова» Министерства образования и науки России
Адрес: 150000, г. Ярославль, ул. Советская, 14
E-mail: evgeniya-bakaeva@yandex.ru