

УДК 612.015(470.316):546.23

СЕЛЕНОВЫЙ СТАТУС ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ

© 2017 г. Е. А. Бакаева, А. В. Еремейшвили

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

В статье представлены результаты оценки селенового статуса детей города Ярославля, расположенного в селенодефицитном районе европейской части России. Образцы волос 201 ребенка в возрасте от 1 до 6 лет, посещающих дошкольные образовательные учреждения, были отобраны в 2011–2015 годах. Проведенный анализ биосубстратов выявил, что медиана концентрации эссенциального микроэлемента селена в волосах детей 1–3 лет составила 0,67 мкг/г, 4–6 лет – 0,78 мкг/г, что находится на нижней границе центильных интервалов для средней полосы России. Дефицит селена характерен для 46 % обследованных детей. В работе также оценена роль питьевой воды в обеспечении организма детей селеном. Для этого определено содержание микроэлемента в питьевой воде дошкольных образовательных учреждений города и рассчитана величина среднесуточной дозы перорального поступления селена в организм с питьевой водой. В результате установлено, что поступление селена с питьевой водой в организм детей дошкольного возраста г. Ярославля составляет менее 1 % от физиологически необходимой суточной потребности в данном элементе.

Ключевые слова: дети, биосубстраты, селен, питьевая вода

SELENIUM STATUS OF PRESCHOOL CHILDREN IN Yaroslavl REGION

E. A. Bakaeva, A. V. Ereymeyshvili

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

The article presents the assessment results of the selenium status of children living in Yaroslavl city which is situated in a selenium deficient area of the European part of Russia. Hair samples of 201 preschool children (1-6 year-old) were collected in 2011-2015. Bio-substrate analysis has revealed that median of the essential selenium content in the hair of 1-3 year-old children was 0.67 µg/g, of 4-6-year-old children - 0.78 µg/g, which was at the lower edge of the centile intervals for the central part of Russia. 46 % of the surveyed children had low hair selenium content. Additionally, in order to study the role of drinking water in supply of children's body with selenium, concentration of this micro-element in drinking water of the examined preschools was determined. Besides, average daily dose of selenium ingestion with drinking water has been calculated. As a result, it was stated that selenium ingestion with drinking water in preschool children's organism in Yaroslavl was lower than 1% of the essential daily demand.

Keywords: children, bio-substrates, selenium, drinking water

Библиографическая ссылка:

Бакаева Е. А., Еремейшвили А. В. Селеновый статус детей дошкольного возраста города Ярославля // Экология человека. 2017. № 3. С. 26–30.

Bakaeva E. A., Ereymeyshvili A. V. Selenium Status of Preschool Children in Yaroslavl Region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 3, pp. 26-30.

Из литературных источников известно, что баланс химических элементов в организме человека является необходимым условием сохранения его здоровья [4, 11, 12]. Особенно актуальна проблема дисбаланса химических элементов у детей, так как организм ребенка характеризуется несформированностью некоторых физиологических систем и в большей степени испытывает негативное влияние факторов окружающей среды [1, 5, 8, 12].

С момента открытия в 1957 году эссенциальной роли селена [17] в научной среде возник интерес к проблеме изучения биологических функций данного микроэлемента. Селен играет важную роль в обмене веществ через специфические, функционально зависящие от него селенопротеины. Они, в свою очередь, имеют важное значение в метаболизме щитовидной железы [17], иммунной и антиоксидантной защите организма [18], нейрохимических процессах и предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний [17, 21]. Исследования последних лет указывают на возможную роль селенопротеинов в процессах канцерогенеза

[14], замедлении прогрессирования СПИДа [13] и процессов старения [19], сперматогенезе [16].

Поступление селена в организм человека зависит от следующих факторов: геохимические особенности территории (содержание в почвах, питьевой воде и местных кормах для сельскохозяйственных животных), использование селеносодержащих удобрений в сельском хозяйстве, особенности рациона питания человека и способ приготовления пищи [22].

Селенодефицитные территории в России выявлены в Удмуртии, Читинской, Ленинградской, Костромской, Ивановской и Ярославской областях [4]. Обширных работ по выявлению содержания эссенциального микроэлемента селена в организме детей Ярославской области не проводилось, поэтому данные исследования представляют большой интерес.

Целью настоящего исследования было изучение особенностей содержания селена в биосубстратах детей дошкольного возраста города Ярославля. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: изучить региональные особенности

содержания селена в биосубстратах детей дошкольного возраста, проживающих с момента рождения в Ярославле; определить содержание селена в питьевой воде дошкольных образовательных учреждений города и оценить вклад воды в обеспечение организма детей данным элементом.

Методы

Поперечное популяционное исследование было проведено в период с 2011 по 2015 год. Был обследован 201 ребенок в возрасте от 1 до 3 ($n = 109$) и от 4 до 6 лет ($n = 92$), 95 мальчиков и 106 девочек. Средний возраст детей составил 3 года 10 мес. Все дети посещали дошкольные образовательные учреждения (ДОУ), то есть находились в сопоставимых условиях воспитания, медицинского обслуживания и питания. Отбор и обработка проб волос осуществлялись в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [15]. Содержание селена в волосах сопоставлялось с центильными интервалами для данного элемента в волосах детей (на примере Московской области) [11].

В процессе работы также определено содержание селена в питьевой воде ДОУ ($n = 72$). В г. Ярославле водозабор осуществляется из Горьковского водохранилища (р. Волга). Отбор, подготовка проб и оценка качества питьевой воды проводились в соответствии с государственными стандартами [10]. Была рассчитана величина среднесуточной дозы перорального поступления селена с питьевой водой в организм ребенка [9].

$$I = (C_w \times V \times EF \times ED) / (BW \times AT \times 365),$$

где I — поступление вещества с питьевой водой, мг/(кг×день); C_w — концентрация вещества в воде, мг/л; V — величина водопотребления, л/сут (дети: 1 л/сут); EF — частота воздействия, дней/год (350 дн./год); ED — продолжительность воздействия, лет (дети: 6 лет); BW — масса тела, кг (дети: 15 кг); AT — период осреднения экспозиции, лет (дети: 6 лет).

В качестве метода анализа выбрана инверсионная вольтамперометрия. Статистическая обработка данных проводилась в пакете программ Microsoft Office Excel 2007, Statistica 6.0 и AtteStat 12.0.5. Нормальность распределения признака в выборке проверена с помощью тестов Шапиро — Уилка и Колмогорова — Смирнова. Рассчитаны средние значения (M), стандартные ошибки (m), медиана (Me), интерквартильная широта — расстояние между 25 и 75 квартилями ($q_{25}-q_{75}$). Значимость различий при сравнении двух групп оценивали с использованием U -критерия Манна — Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$ [2].

Результаты

В ходе проведенного исследования установлено, что содержание селена в волосах обследованных детей г. Ярославля находится на нижней границе среднеширотных центильных интервалов [9]: медиана у детей 1–3 лет — 0,67 мкг/г; 4–6 лет — 0,78 мкг/г

(таблица). Статистически значимых отличий между уровнями селена в волосах детей обеих возрастных групп не обнаружено. Дефицит селена выявлен у 46 % обследованных дошкольников.

Содержание селена в волосах детей г. Ярославля в сравнении с данными для различных регионов России и мира

Город, регион	Возраст, лет	Параметр	Содержание селена в волосах
Ярославль* ($n=201$)	1–3 4–6	$Me (q_{25}-q_{75})$ $M \pm m$ $Me (q_{25}-q_{75})$ $M \pm m$	0,67 (0,40–1,01) 0,75±0,04 0,78 (0,26–1,02) 0,68±0,15
Москва ($n=844$) [7]	До 6	$M \pm m$	1,18±0,04
Санкт-Петербург ($n=253$) [7]	До 6	$M \pm m$	1,50±0,30
Тула ($n=159$) [7]	До 6	$M \pm m$	1,11±0,10
Иваново ($n=62$) [4]	5–18	$M \pm m$, маль- чики девочки	0,68 ± 0,05 0,54 ± 0,07
Новосибирск ($n=302$) [7]	До 6	$M \pm m$	1,28±0,06
Иркутск ($n=141$) [7]	До 6	$M \pm m$	1,38±0,15
Провинция Хэйлуцзян, северо-восток Китая, селенодефицитный регион ($n=122$) [20]	3–14	$Me (q_{25}-q_{75})$	0,341 (0,274–0,448)
Среднеширотные центильные интервалы, Московская обл. [11]	1–3 4–6	$q_{25}-q_{75}$	0,65–2,43 0,64–2,04

Примечания: * — собственные данные; M — среднее арифметическое; m — стандартная ошибка; Me — медиана, $q_{25}-q_{75}$ — диапазон концентраций между 25 и 75 квартилями.

Среднегодовое содержание селена в питьевой воде обследованных ДОУ составило $(0,0058 \pm 0,0004)$ мг/л, что ниже уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) — 0,01 мг/л [10]. Превышений ПДК селена в исследованных пробах питьевой воде не установлено. Для оценки роли питьевой воды в снабжении данным микроэлементом была рассчитана среднесуточная доза перорального поступления селена из питьевой воды [9] в организм детей г. Ярославля, которая составила $3,708 \times 10^{-4}$ мг/кг массы тела в сутки. В соответствии с рекомендациями научного комитета Европейского союза по продуктам питания [21] величина физиологически необходимого суточного поступления селена в организм детей 1–3 лет составляет 0,06 мг/сутки, детей 4–6 лет — 0,09 мг/сутки. Нами была предпринята попытка оценить вклад питьевой воды в поступление селена в организм дошкольников. Для этого необходимо отнести среднесуточную дозу перорального поступления данного элемента из питьевой воды к рекомендуемому суточному поступлению [3]. Выявлено, что поступление селена с питьевой водой в организм дошкольников г. Ярославля составляет менее 1 % от физиологически необходимой суточной потребности (0,62 % для детей

1–3 лет и 0,41 % для детей 4–6 лет).

В данной работе было также изучено содержание селена в биологических субстратах детей в зависимости от приема витаминно-минеральных комплексов, содержащих селен, в течение 3 мес. до исследования. В результате установлено, что уровень селена у детей, не принимавших витаминно-минеральные комплексы ($n = 89$, медиана 0,61 мкг/г), был статистически значимо ниже ($p = 0,018$), чем у детей, их принимавших ($n = 77$, медиана 0,86 мкг/г).

Обсуждение результатов

Проведенные исследования показали, что уровень селена в волосах обследованных дошкольников г. Ярославля приближается к нижней границе центильных интервалов для средней полосы России [11]. При этом дефицит данного элемента выявлен почти у половины детей. С учетом выявленных особенностей селенового статуса детей г. Ярославля представляет большой интерес сравнение полученных данных с результатами других исследований (см. таблицу).

Концентрация селена в биосубстратах обследованных детей г. Ярославля оказалась ниже уровней селена в волосах дошкольников ряда городов европейской части России: Москвы ($1,18 \pm 0,04$) мкг/г, Санкт-Петербурга ($1,50 \pm 0,30$) мкг/г, Тулы ($1,11 \pm 0,10$) мкг/г, а также Новосибирска ($1,28 \pm 0,06$) мкг/г и Иркутска ($1,38 \pm 0,05$) мкг/г [4]. Полученные в проведенном нами исследовании результаты соотносятся с литературными данными о низком содержании селена у детей г. Иваново (мальчики ($0,68 \pm 0,05$), девочки ($0,54 \pm 0,07$) мкг/г) [3], расположенного вблизи Ярославской области в селенодефицитном регионе. Необходимо отметить, что пониженные концентрации селена в биологических субстратах обследованных детей г. Ярославля выше по сравнению с уровнем селена у детей селенодефицитной провинции Китая Хэйлунцзян (медиана 0,341 мкг/г), где распространена болезнь Кешана [20], эндемичная кардиомиопатия, связанная с низким содержанием селена в окружающей среде, продуктах питания и организме человека.

Среднегодовой уровень селена в питьевой воде обследованных ДООУ г. Ярославля составляет ($0,0058 \pm 0,0004$) мг/л, что наиболее близко к содержанию селена в питьевой воде г. Санкт-Петербурга ($0,0015–0,0032$ мг/л) и выше по сравнению с концентрацией данного микроэлемента в питьевой воде городов Москва ($0,0002–0,0009$ мг/л) и Тула ($0,0004–0,0015$ мг/л) [3]. Важно также подчеркнуть, что поступление селена с питьевой водой в организм обследованных детей г. Ярославля составляет менее 1 % от физиологически необходимой суточной потребности в данном элементе [21]. В настоящее время в России отсутствуют утвержденные нормативы необходимого суточного поступления селена с питьевой водой в организм человека. Согласно утвержденным в США рекомендациям поступление селена с питьевой водой не должно превышать 5–10 % от суточной нормы

его поступления с продуктами питания [22].

В проведенном нами ранее исследовании установлено, что содержание подвижной формы селена в поверхностном слое (0–10 см) фоновых почв Ярославского района Ярославской области находится в диапазоне от 0,011 до 0,579 мг/кг, что в целом ниже по сравнению с его уровнем в почвах нечерноземной зоны России (0,394 мг/кг) [6]. Выявленные нами невысокие концентрации селена в фоновых почвах ярославского региона, питьевой воде и биосубстратах дошкольников г. Ярославля свидетельствуют о существовании на данной территории селенодефицитной геохимической провинции, что согласуется с литературными данными, по которым в почвах таежно-лесной нечерноземной зоны содержатся небольшие количества данного элемента [6]. В соответствии с данными литературных источников [4] территории Ярославской, Ивановской и Владимирской областей относятся к селенодефицитной биогеохимической провинции, что связано с низким уровнем легкоусваиваемых форм селена в почве и воде.

Выявленный дефицит селена у обследованных детей может быть связан не только с низким содержанием элемента в окружающей среде и его недостаточным поступлением в организм, но и избыточным содержанием тяжелых металлов [4]. В промышленной структуре г. Ярославля преобладает машиностроительная, лакокрасочная и химическая отрасли промышленности, в результате функционирования которых в окружающую среду поступают соединения тяжелых металлов. Согласно полученным нами ранее данным у детей дошкольного возраста г. Ярославля отмечается избыточное содержание свинца в волосах, что также может привести к развитию дефицита селена.

Дефицит такого важного эссенциального микроэлемента, как селен, играющего значительную роль в стабилизации генов, может отрицательно сказаться на развитии и функциональном состоянии растущего организма детей и адаптации к факторам окружающей среды [5, 7]. Необходимо также отметить, что при низком поступлении данного элемента в организм возможно нарушение функции щитовидной железы [17]. Йододефицитные состояния и связанные с этим заболевания щитовидной железы, распространенные в Ярославской области, осложняются также и низким уровнем селена.

С целью предотвращения и снижения риска развития селенодефицитных состояний у детей г. Ярославля целесообразно увеличение в рационе питания доли продуктов с высоким содержанием селена, а также грамотное применение витаминно-минеральных комплексов, содержащих данный микроэлемент. Наши данные показали статистически значимо более высокий уровень селена в биосубстратах детей, принимавших селеносодержащие витаминно-минеральные комплексы, что связано с поступлением данного микроэлемента в организм из этих комплексов.

Таким образом, у обследованных дошкольников

обеих возрастных групп г. Ярославля выявлены сходные нарушения микроэлементного статуса, связанные с дефицитом селена. Низкие концентрации селена в волосах детей отражают недостаточный уровень данного элемента в объектах окружающей среды ярославского региона (фоновые почвы и питьевая вода) и его недостаточное поступление в организм из рациона питания.

Список литературы

1. Бузинов Р. В., Зайцева Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б. Социально-гигиенический мониторинг в Архангельской области: достижения и перспективы : монография. Архангельск : СГМУ, 2005. 260 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. М. : Практика, 1998. 459 с.
3. Горбунов А. В., Ляпунов С. М., Окина О. И., Серегина И. Ф. Роль питьевой воды в обеспечении организма человека микроэлементами // Экология человека. 2012. № 2. С. 3–8.
4. Гришина Т. Р., Сатарина Т. Е., Калачева А. Г., Громова О. А., Шильяев Р. Р., Золотова Е. А. Элементный статус подростков и молодых людей, проживающих на территории Ивановской области // Вестник Ивановской медицинской академии. 2012. Т. 17, № 1. С. 15–19.
5. Корчина Т. Я. Экологические факторы Севера и селеновый статус некоренного населения // Экология человека. 2007. № 5. С. 3–7.
6. Краснощекова Т. А., Перепёлкина Л. И. Экологические аспекты содержания селена в почвах Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. Т. 2, № 6. С. 81–84.
7. Лобанова Ю. Н., Ломакин Ю. В. Эколого-физиологические особенности элементного статуса детей дошкольного возраста из различных регионов России // Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / Н. А. Гресь, А. В. Скальный. Минск : Харвест, 2011. С. 36–42.
8. Лыжина А. В., Бузинов Р. В., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б. Химическое загрязнение продуктов питания и его влияние на здоровье населения Архангельской области // Экология человека. 2012. № 12. С. 3–9.
9. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2004. 132 с.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Утв. МЗ 26.09.2001.
11. Скальный А. В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии им. И. И. Мечникова 2002. № 1–2. С. 62–65.
12. Транковская Л. В. Роль дисбаланса химических элементов в формировании нарушений здоровья детей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Владивосток, 2004. 48 с.
13. Baum M. K., Campa A., Miguez-Burbano M. J., Burbano X., Shor-Posner G. Role of selenium in HIV/AIDS // D. L. Hatfield (ed.), Selenium: its molecular biology and role in human health. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001. P. 247–255.
14. Combs G. F., Lu L. Selenium as a cancer preventive agent // D. L. Hatfield (ed.), Selenium: its molecular biology and role in human health. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001. P. 205–217.
15. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. App. II. Technical reports series. № 197. Vienna : IAEA, 1980. P. 351–367.
16. Flohé L., Brigelius-Flohé R., Maiorino M., Roveri A., Wissing J., Ursini F. Selenium and male reproduction // D. L. Hatfield (ed.), Selenium: its molecular biology and role in human health. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001. P. 273–281.
17. Gärtner R. Wichtige Spurenelemente für die Schilddrüse. Die Bedeutung von Jod, Selen und Eisen für die Schilddrüsenfunktion // Prävention und Gesundheitsförderung. 2007. Vol. 3. P. 185–190.
18. Huang Z., Rose A. H., Hoffmann P. R. The Role of Selenium in Inflammation and Immunity: From Molecular Mechanisms to Therapeutic Opportunities // Antioxidants & Redox Signaling. 2012. Vol. 16 (7). P. 705–743.
19. McKenzie R. C., Rafferty T. S., Beckett G. J., Arthur J. R. Effects of selenium on immunity and aging // D. L. Hatfield (ed.), Selenium: its molecular biology and role in human health. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001. P. 257–272.
20. Hou J., Wang T., Liu M., Li S., Chen J., Liu C., Zhang H., Wang Y., Liu Z., Liang N., Wan Y., Li Q., Sun S., Zhang L., Feng H., Liu Y., Wang H. Suboptimal selenium supply - a continuing problem in Keshan disease areas in heilongjiang province // Biological Trace Element Research. 2011. Vol. 143. P. 1255–1263.
21. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Selenium. Brussels, Belgium, 2000. 18 p.
22. Rayman M. P. Review: The importance of selenium to human health // Lancet. Vol. 356. P. 233–241.

References

1. Buzinov R. V., Zaytseva T. N., Lazareva N. K., Gudkov A. B. *Sotsial'no-gigienicheskii monitoring v Arkhangel'skoi oblasti: dostizheniya i perspektivy* [Socio-Hygienic monitoring in the Arkhangelsk region: Achievements and Prospects]. Arkhangelsk, 2005, 260 p.
2. Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika* [Primer of biostatistics]. Moscow, Practice Publ., 1998, 459 p.
3. Gorbunov A. V., Lyapunov S. M., Okina O. I., SerEGINA I. F. Estimation of drinking water role in microelements supply of human body. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 2, pp. 3-8. [in Russian]
4. Grishina T. R., Satarina T. E., Kalacheva A. G., Gromova O. A., Shilyaev R. R., Zolotova E. A. Status of trace elements in adolescents and young people - inhabitants of Ivanovo region. *Vestnik Ivanovskoi meditsinskoi akademii* [Bulletin of the Ivanovo Medical Academy]. 2012, 17 (1), pp. 15-19. [in Russian]
5. Korchina T. Ya. Ecological factors or the North and selenium state of unnative population. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, 5, pp. 3-7. [in Russian]
6. Krasnoshchekova T. A., Perepelkina L. I. Ecological aspects of selenium content in the soils of the Amur region. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik* [Agricultural Journal in the Far East Federal District]. 2008, 2 (6), pp. 81-84. [in Russian]
7. Lobanova Yu. N., Lomakin Yu. V. *Ekologo-fiziologicheskie osobennosti elementnogo statusa detei doshkol'nogo vozrasta*

iz razlichnykh regionov Rossii [Ecological and physiological characteristics of the trace element status of preschool children from different regions of Russia]. In: N. A. Gres', A. V. Skal'nyi (ed.). *Bioelementnyi status naseleniya Belarusi: ekologicheskie, fiziologicheskie i patologicheskie aspekty* [Bioelemental status of the population of Belarus: ecological, physiological, and pathological aspects]. Minsk, Kharvest Publ., 2011, pp. 36-42.

8. Lyzhina A. V., Buzinov R. V., Ungurjanu T. N., Gudkov A. B. Chemical contamination of food and its impact on population health in Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 12, pp. 3-9. [in Russian]

9. *Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu R 2.1.10.1920-04* [Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals]. Moscow, 2004, 132 p.

10. Sanitarnye pravila i normy 2.1.4.1074-01. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva [Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]. Approved by Ministry of health of Russia 26.09.2001.

11. Skalnyi 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]

12. Trankovskaya L. V. *Rol' disbalansa khimicheskikh elementov v formirovanii narushenii zdorov'ya detei* (avtoref. dokt. diss.) [Role of disbalance of chemical elements in the formation of health disorders in children. Doct. Diss. Abstract]. 2004, 48 p.

13. Baum M. K., Campa A., Miguez-Burbano M. J., Burbano X., Shor-Posner G. Role of selenium in HIV/AIDS. In: D. L. Hatfield (ed.), *Selenium: its molecular biology and role in human health*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001, pp. 247-255.

14. Combs G. F., Lu L.. Selenium as a cancer preventive agent. In D. L. Hatfield (ed.), *Selenium: its molecular biology and role in human health*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001, pp. 205-217.

15. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. App. II. *Technical reports series*. N 197. Vienna, IAEA, 1980, pp. 351-367.

16. Flohé L., Brigelius-Flohé R., Maiorino M., Roveri A., Wissing J., Ursini F. *Selenium and male reproduction*. In: D. L. Hatfield (ed.), *Selenium: its molecular biology and role in human health*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001, pp. 273-281.

17. Gärtner R. Wichtige Spurenelemente für die Schilddrüse. Die Bedeutung von Jod, Selen und Eisen für die Schilddrüsenfunktion. *Prävention und Gesundheitsförderung*. 2007, 3, pp. 185-190.

18. Huang Z., Rose A. H., Hoffmann P. R. The Role of Selenium in Inflammation and Immunity: From Molecular Mechanisms to Therapeutic Opportunities. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2012, 16 (7), pp. 705-743.

19. McKenzie R. C., Rafferty T. S., Beckett G. J., Arthur J. R. Effects of selenium on immunity and aging. In D. L. Hatfield (ed.), *Selenium: its molecular biology and role in human health*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Mass., 2001, pp. 257-272.

20. Hou J., Wang T., Liu M., Li S., Chen J., Liu C., Zhang H., Wang Y., Liu Z., Liang N., Wan Y., Li Q., Sun S., Zhang L., Feng H., Liu Y., Wang H. Suboptimal selenium supply - a continuing problem in Keshan disease areas in heilongjiang province. *Biological Trace Element Research*. 2011, 143, pp. 1255-1263.

21. Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Selenium. Brussels, Belgium. 2000. 18 p.

22. Rayman M. P. Review: The importance of selenium to human health. *Lancet*. 356, pp. 233-241.

Контактная информация:

Бакаева Евгения Александровна — младший научный сотрудник факультета биологии и экологии ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова»

Адрес: 150000, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14

E-mail: evgeniya-bakaeva@yandex.ru