УДК 664.916 + 577.1

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЧЕЛЯБИНЦЕВ КАК ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАЩЕННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Наумова Н.Л., Ребезов М.Б.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: pbio@yandex.ru

Исследованиями многих ученых в Челябинской области выявлены биогеохимические провинции, которые по своему происхождению являются естественными и антропогенными. В результате чего под действием природных и техногенных факторов сформировались геохимические аномалии с избыточным накоплением одних элементов – никеля, свинца, хрома, реже кобальта, и дефицитом других – селена, цинка, марганца, йода. Недостаток микроэлементов в почве через биохимические пищевые цепи формирует аналогичный недостаток минеральных веществ в пищевом рационе человека. Наиболее эффективным способом улучшения обеспеченности населения недостающими микронутриентами (в т. ч. минеральными компонентами) является производство и регулярное включение в рацион продуктов питания, обогащенных этими ценными биологически активными веществами. Но прежде чем разрабатывать новые обогащенные продукты, необходимо иметь сведения об обеспеченности населения каждым конкретным обогащающим микронутриентом. С этой целью были проведены исследования микроэлементного статуса различных возрастных групп населения г. Челябинска для выявления рисков развития гипоэлементозов и обоснования развития производства обогащенных продуктов питания минеральными компонентами, дефицит которых в пищевом рационе обусловлен геохимическими особенностями региона. Установлено, что практически каждый горожанин, начиная с 18-летнего возраста и на протяжении всей жизни, испытывает дефицит такого микроэлемента как Se. При этом риск развития гипоэлементоза Se довольно высок 93,2–96,2 %. У каждого второго челябинца независимо от возраста существует риск развития гипоэлементоза I. У каждого второго (третьего) горожанина (в зависимости от возраста) существуют риски развития гипоэлементозов Zn. Таким образом, научно обоснована необходимость развития производства продуктов питания массового потребления, обогащенных Se и I, и возможность производства пищевых продуктов специального (лечебно-профилактического) назначения, обогащенных Zn и Cu.

Ключевые слова: микроэлементы, элементный статус, обогащенные продукты питания

MICROELEMENT STATUS OF THE POPULATION OF CHELYABINSK AS BASIS OF PRODUCTION FORTIFIED FOODS

Naumova N.L., Rebezov M.B.

South Ural State University (Research University), Chelyabinsk, e-mail: pbio@yandex.ru

Research of many scientists in the Chelyabinsk region identified biogeochemical provinces, which in its origins are natural and man-made. As a result, under the influence of natural and anthropogenic factors emerged geochemical anomalies with excessive accumulation of certain elements – nickel, lead, chromium, cobalt, at least, and other deficit – selenium, zinc, manganese, and iodine. Micronutrient deficiencies in the soil through biochemical food chain generates a similar lack of minerals in the diet of man. The most effective way to improve the security of the population lacking micronutrients (including mineral components) is the production and regular inclusion in the diet of foods rich in these valuable biologically active substances. But, before we develop new fortified foods, it is necessary to have information about the security of the population by each individual enriching micronutrients. To this end, studies were carried out trace element status of different age groups in the city of Chelyabinsk to identify risks of deficiency elements and rationale of the production of fortified foods with mineral components, lack of which in the diet due to the geochemical characteristics of the region. It is established that virtually every citizen, starting with 18 years of age and throughout life, suffers from a lack of such trace elements as Se. The risk of deficiency is high Se 93,2–96,2 %. Every second Chelyabinsk, regardless of age are at risk of deficiency I. Every second (third) citizen (depending on age), there are risks of deficiency Zn. Thus, the need to develop scientifically sound food production with mass consumption of enriched Se and I, and the ability to produce food special (therapeutic and prophylactic) use enriched in Zn and Cu.

Keywords: trace elements, element status, fortified foods

Исследованиями многих ученых в Челябинской области выявлены биогеохимические провинции, которые по своему происхождению являются естественными и антропогенными, образованными вследствие формирования земной коры и загрязнения биосферы промышленными выбросами [4, 9; 11, 12]. В результате чего под действием природных и техногенных факторов сформировались геохимические аномалии с избыточным накоплением одних элементов – никеля, свинца, хрома, реже кобальта, и дефицитом других – селена, цинка, марганца, йода [5, 9]. Формирование аномалий отрицательно сказывается на здоровье человека, в частности, происходит нарушение минерального обмена из-за изменения концентрации и соотношения элементов в окружающей среде, питьевой воде и пищевых продуктах [6, 10]. Экспериментальными и клиническими исследованиями подтверждено, что дефицит одних микроэлементов и избыток других микроэлементов способствует росту частоты злокачественных новообразований, лимфопролиферативных заболеваний, инфекционной

патологии, аутоиммунных и дегенеративных заболеваний, врожденных аномалий.

Неблагоприятные факторы техногенного характера преимущественно влияют на элементный статус населения, занятого на вредных производствах, или проживающего вблизи промышленных предприятий, в первую очередь, горнодобывающих, металлургических, машиностроительных [2]. Южный Урал – это регион интенсивного промышленного развития, причем многие металлургические и перерабатывающие предприятия сосредоточены в областном центре (металлургические комбинаты: ОАО «Мечел», ОАО «ЧМК»; трубопрокатный, тракторный, электролитный, цинковый завод и др.). Ко всему прочему в настоящее время регион испытывает на себе самые разнообразные по генезису радиоактивные воздействия [8].

Забота о здоровье человека и нации в целом – одно из основополагающих и значимых направлений социальной политики уважающего себя государства. Как убедительно свидетельствует мировой и отечественный опыт, наиболее эффективным и целесообразным с экономической, социальной, гигиенической и технологической точек зрения способом кардинального улучшения обеспеченности населения недостающими микронутриентами (в т.ч. минеральными компонентами) является разработка, производство и регулярное включение в рацион специализированных продуктов питания, обогащенных этими ценными биологически активными веществами. Поэтому одной из задач Концепции государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р) является развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, в т. ч. увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащенных минеральными веществами, включая массовые сорта хлебобулочных изделий, а также молочные продукты.

Включение в рацион пищевых продуктов, обогащенных минеральными компонентами, увеличивает не только микронутриентную обеспеченность рациона, но и корректирует дефицит минералов в организме человека.

Пищенутрицевтическая коррекция нарушений минерального обмена является одним из эффективных способов повышения уровня функциональных резервов организма человека, влияя на них как напрямую, так и косвенным образом через регуляцию минерального обмена и сопряженных с ним физиологических процессов и функций [6]. Но при разработке новых обогащенных продуктов необходимо иметь представление об обеспеченности населения каждым конкретным обогащающим микронутриентом.

Целью исследования явилось изучение микроэлементного статуса жителей областного центра Южно-Уральского региона с целью выявления рисков развития гипоэлементозов и необходимости развития производства обогащенных продуктов питания минеральными компонентами, дефицит которых в пищевом рационе обусловлен геохимическими особенностями региона.

Материал и методы исследования

Микроэлементный статус организма в целом отражает содержание микроэлементов в волосах, и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена. Именно волосы помогают диагностировать хронические заболевания, когда они себя еще ничем не проявляют [6]. Элементный статус человека в процессе онтогенеза претерпевает значительные изменения, что определяется как неравномерностью роста и развития отдельных тканей и органов, так и нейроэндокринными изменениями [1]. Поэтому образцы волос были взяты у 638 челябинцев 5 возрастных групп (1-я возрастная группа – 18–29 лет, 2-я возрастная группа – 30–39 лет, 3-я возрастная группа – 40–49 лет, 4-я возрастная группа – 50–59 лет, 5-я возрастная группа – старше 60 лет) в соответствии с данными Госкомстата Челябинской области о социально-демографических характеристиках населения города. Статистическая погрешность данных не превысила 5 % (при 95 %-м доверительном уровне). Образцы волос получали путем состригания с 3–5 мест на затылочной части головы, ближе к шее, помещали их в специальные пакеты, затем в конверты с идентификационными записями.

Анализ элементного состава волос проводили методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой на приборах Optima 2000 (Perkin Elmer) и ICAP-9000 (Thermo Jarrell Ash, США) в соответствии с МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03, утвержденных МЗСР. В связи с тем, что официальные нормативные показатели содержания большинства химических элементов в волосах не установлены, в качестве ориентировочных значений использовали рекомендуемые в настоящее время пределы физиологических норм (значения 25–75 центильных интервалов) или референтные значения для возрастных групп, предложенные А.В. Скальным [13, 14].

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении элементного состава волос во всех возрастных группах было установлено превышение верхней границы допустимого уровня содержания таких микроэлементов, как Fe и Mn (табл. 1). Однако в различные периоды жизни человека концентрации этих элементов претерпевали колебания. Так, содержание Fe было выше «нормы» на 20,8 % – в 1-й возрастной груп-

пе и уже на 67,1 % – в 5-й возрастной группе; изменение содержания Mn происходило иначе (на 50,4 % было выше «нормы» в 1-й возрастной группе, однако в 5-й возрастной группе – снизилось до пределов «нормы»). Как следствие, выявлены незначительные риски развития гипоэлементозов Fe: 10,1–12,8 % (в зависимости от возраста) и Mn: 5,7–12,0 % (в зависимости от возраста) (табл. 2), и высокая вероятность развития гиперэлементоза Fe: 51,3–54,4 % (начиная со 2-й возрастной группы), и гиперэлементоза Mn: 41,1–28,0 % (начиная с 1-й возрастной группы).

Таблица 1

Содержание микроэлементов в волосах челябинцев в зависимости от возраста

Название элемента	Значения 25–75 центильных интервалов, мг/кг	Результаты исследования, мг/кг				
		18–29 лет (n = 158)	30–39 лет (n = 117)	40–49 лет (n = 135)	50–59 лет (n = 103)	более 60 лет (n = 125)
Fe	11,0–24,0	29,0 ± 0,5	36,2 ± 0,2	38,1 ± 0,3	39,8 ± 0,1	40,1 ± 0,2
Zn	155,0–206,0	175,3 ± 3,2	170,3 ± 3,1	166,2 ± 2,2	160,7 ± 2,5	158,5 ± 2,3
Cu	9,0–14,0	12,3 ± 0,5	11,2 ± 0,5	10,9 ± 0,4	10,7 ± 0,4	10,6 ± 0,3
I	0,27–4,20*	1,8 ± 0,2	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,9 ± 0,2
Se	0,69–2,20	0,2 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,25 ± 0,01	0,22 ± 0,02
Mn	0,32–1,13	1,7 ± 0,2	1,5 ± 0,1	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Co	0,040–0,160	0,041 ± 0,003	0,038 ± 0,003	0,067 ± 0,002	0,075 ± 0,001	0,077 ± 0,002

Примечание: * – референтные значения.

Содержание Co в биосредах 1-й и 2-й возрастных групп было в пределах нижней границы допустимого уровня, но уже начиная с 3-й возрастной и в последующих группах – наблюдается увеличение концентрации данного микроэлемента, которое, однако, не выходит за верхнюю границу допустимого уровня. Риск развития гипоэлементоза Co с возрастом повышается от 10,8 до 16,0 %, а гиперэлементоза Co – наоборот снижается с 13,3 до 6,4 %.

Хотя средние значения концентраций Zn и Cu в волосах всех возрастных групп установлены в пределах допустимых уровней, при этом с возрастом значительно повышается риск развития гипоэлементоза Zn (с 26,6 до 43,2 %) и относительно стабилен риск развития гипоэлементоза Cu (22,1–25,6 %). Риск развития гиперэлементозов в течение исследуемых периодов жизни челябинцев снижается незначительно: Zn – с 12,7 до 8,0 %, Cu – с 15,2 до 12,0 %.

У абсолютного большинства обследованного населения выявлен дефицит Se. В зависимости от возраста содержание микроэлемента было ниже нижней границы допустимого уровня на 29,0–32,0 %. Возможность развития гипоэлементоза Se в течение исследуемого периода жизни горожан составляет 93,2–96,2 % (в зависимости от возраста). К тому же превышений концентрации Se в волосах не установлено ни в одной возрастной группе.

Во многом аналогичная ситуация характерна для такого микроэлемента, как I. Несмотря на то, что средние значения концентрации I в волосах у всех возрастных групп были в пределах «нормы», риск развития гипоэлементоза довольно высок, особенно в молодом возрасте (58,9 % в 1-й возрастной группе) и снижается по мере увеличения возраста обследованных (41,6 % – в 5-й возрастной группе). Возможность развития гиперэлементоза I представлена единичными случаями.

Распространенность глубоких дефицитов Se, I в организме горожан, и относительных дефицитных состояний по Zn и Cu, скорее всего, указывает на недостаточность поступления этих микроэлементов с пищей и часто является следствием интоксикации организма тяжелыми металлами, в первую очередь – Pg, Hg, Cd, а также Fe и Mn.

Неблагоприятные изменения в обмене веществ могут приводить к снижению иммунитета и антиоксидантной защиты организма (дефицит Se) и нарушению кроветворения, анаболитических процессов в организме (дефицит Cu) [1].

Клиническими проявлениями дефицита Se являются повышение заболеваемости и смерти мужчин молодого возраста от заболеваний сердечной мышцы (т.н. болезнь Кешана), а также риск новообразований, болезней опорно-двигательного аппарата [3]. Эндемический зоб и кретинизм практически невозможно профилактировать одними добавками йода в рацион на фоне недостаточности селена.

Дефицит Cu отрицательно сказывается на кроветворении, всасывании железа, состоянии соединительной ткани, процессах

миелинизации в нервной системе, усиливает предрасположенность к бронхиальной астме, аллергодерматозам, кардиопатиям, витилиго [15].

Снижение содержания цинка в волосах является индикатором неблагоприятных тенденций в функционировании печени и регуляции липидного обмена; нарушений воспроизводительной функции; воспалений слизистых оболочки рта и носа; появления кровоизлияний, что подтверждают многочисленные исследования [1, 15].

Таблица 2

Риск развития гипо- и гиперэлементозов у челябинцев в зависимости от возраста

Название элемента	Результаты исследования				
	18–29 лет (n = 158)	30–39 лет (n = 117)	40–49 лет (n = 135)	50–59 лет (n = 103)	более 60 лет (n = 125)
Число лиц с относительно сниженным содержанием микроэлементов, %					
Fe	10,1	11,1	11,9	12,6	12,8
Zn	26,6	35,0	38,5	41,7	43,2
Cu	22,1	18,0	20,7	23,3	25,6
I	58,9	53,9	49,6	43,7	41,6
Se	96,2	95,7	94,2	93,2	93,6
Mn	5,7	7,7	9,6	11,6	12,0
Co	10,8	12,8	13,3	14,6	16,0
Число лиц с относительно повышенным содержанием микроэлементов, %					
Fe	27,8	51,3	51,8	53,4	54,4
Zn	12,7	13,7	9,6	7,8	8,0
Cu	15,2	9,4	10,4	11,7	12,0
I	2,5	3,4	5,9	6,8	7,2
Se	–	–	–	–	–
Mn	41,1	31,6	30,4	29,1	28,0
Co	13,3	12,8	8,2	6,8	6,4

Нехватка йода, как «строительного элемента» гормонов щитовидной железы, часто является причиной многих отклонений: ухудшения памяти и внимания, понижения интеллекта; атеросклероза, стойкого к лечению диетой и лекарствами; аритмии, при которой применение специальных препаратов не дает ощутимого и длительного эффекта; снижения уровня гемоглобина в крови, при котором лечение препаратами железа дает лишь скромный результат; ослабления иммунитета и др. [7].

Заключение

При изучении элементного состава волос челябинцев установлено, что практически каждый житель областного центра Южно-Уральского региона, начиная с 18-летнего возраста и на протяжении всей жизни, испытывает дефицит такого микроэлемента, как Se. При этом риск развития гипоэлементоза Se довольно высок 93,2–96,2 %. У каждого второго челябинца независимо от возраста существует риск развития гипоэлементоза I. У каждого второго (третьего) горожанина (в зависимости от возраста) существуют риски развития гипоэлементоза Zn, у каждого четвертого – гипоэлементоза Cu.

Только индивидуальный подход (на основе многоэлементного анализа биосубстратов) к коррекции отклонений в минеральном обмене позволит существенно повысить эффективность профилактических и восстановительных мероприятий с одновременным снижением фармакологической нагрузки на организм человека.

Таким образом, по результатам исследований научно обоснована необходимость и своевременность развития производства продуктов питания, обогащенных микроэлементами, в качестве коррекции дефицита минеральных элементов в организме человека.

Для формирования цели и задач политики Уральского региона в области здорового питания необходимо использовать данные элементного состава волос челябинцев, что послужит основополагающей составляющей для разработки средне- и долгосрочной программы в области производства продуктов массового потребления, обогащенных такими минеральными компонентами, как Se и I, и производства пищевых продуктов специального (лечебно-профилактического) назначения, обогащенных такими микроэлементами, как Zn и Cu, дефицит которых в пищевом рационе обусловлен геохимическими особенностями региона.

Список литературы

1. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, А.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.

2. Боев В.М. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования / В.М. Боев, В.Ф. Куксанов, В.В. Быстрых – М.: Медицина, 2002. – 344 с.

3. Голубкина Н.А. Экологические аспекты обогащения продуктов питания селенома // Экологические системы и приборы. – 2004. – №7. – С. 32–35.

4. Грибовский Г.П. Научное обоснование комплекса мероприятий по снижению влияния аномального содержания микроэлементов на организм животных и санитарное качество продуктов животноводства в биогеохимических провинциях Южного Урала: автореф. дис. … д-ра вет. наук: 16.00.06. – М., 1996. – 46 с.

5. Грибовский Г.П. Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза. / Г.П. Грибовский, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Плохих // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. – М.: Наука, 2003. – 362 с.

6. Дубовой, Р.М. Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция: дис. … д-ра мед. наук: 14.00.51. – М., 2009. – 370 с.

7. Дударькова, Н.В. Йододефицитные состояния и пути их коррекции. / Н.В. Дударькова, В.А. Столярова // Федеральный и региональный аспекты государственной политики в области здорового питания: Тез. докл. межд. симпозиума. – Кемерово, 2002. – С. 22–23.

8. Влияние радиационного и химического загрязнения водоемов ПО «Маяк» на состояние фитопланктонных сообществ / Н.В. Духовная, Д.И. Осипов, Г.А. Тряпицына и др. // Вопросы радиационной безопасности. – 2011. – № 1. – С. 24–36.

9. Кабыш А.А. О взаимосвязи микроэлементозного состава почвы и состояния здоровья сельскохозяйственных животных // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, животноводства, товароведения, обществознания и подготовки кадров на Южном Урале: материалы междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию УГИВМ / УГИВМ. – Ч.1. – 1999. – С. 53–55.

10. Оберлис Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.

11. Рабинович М.И. Влияние тяжелых металлов на качество продуктов животноводства в техногенных провинциях Южного Урала / М.И. Рабинович, И.В. Черетских, Н.А. Котов // Опыт и пробл. обеспечения продовольственной безопасности государства. Секция 5. Экол. аспекты продовольственной безопасности, контроль за качеством пищ. продуктов: материалы межрегион. науч.- практ. конф. (28-30.05., 1998) / УГСХА. – 1998. – С. 231–234.

12. Сердюк А.И. Геохимические провинции Южного Урала в зоне промышленных выбросов. / А.И. Сердюк, Г.П. Грибовский – ВНИИМЭИ Агропром. – 1990. – 7 с.

13. 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.

14. 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.

15. Система выявления и оздоровления детей групп риска с повышенным содержанием солей тяжелых металлов в биосредах в условиях антропогенного воздействия. / А.В. Скальный, В.Г. Маймулов, Т.С. Чернякина, И.Ш. Якубова, М.Г. Скальная. – СПб.: СПбМА им. И.И. Мечникова, 2004. – 32 с.

References

1. Mikrojelementozy cheloveka: jetiologija, klassifikacija, organopatologija. / A.P. Avcyn, A.A. Zhavoronkov, M.A. Rish, A.S. Strochkova. M.: Medicina, 1991. 496 p.

2. Boev V.M. Himicheskie kancerogeny sredy obitanija i zlokachestvennye novoobrazovanija / V.M. Boev, V.F. Kuksanov, V.V. Bystryh M.: Medicina, 2002. 344 p.

3. Golubkina N.A. Jekologicheskie aspekty obogawenija produktov pitanija selenom // Jekologicheskie sistemy i pribory. 2004. no. 7. pp. 32–35.

4. Gribovskij G.P. Nauchnoe obosnovanie kompleksa meroprijatij po snizheniju vlijanija ano-mal'nogo soderzhanija mikrojelementov na organizm zhivotnyh i sanitarnoe kachestvo produktov zhivotnovodstva v biogeohimicheskih provincijah Juzhnogo Urala: Avtoref. dis. … dokt. vet. na-uk: 16.00.06. – Moskva, 1996. 46 p.

5. Gribovskij G.P. Biogeohimicheskie provincii Urala i problemy tehnogeneza. / G.P. Gribovskij, Ju.G. Gribovskij, N.A. Plohih // Tehnogenez i biogeohimicheskaja jevoljucija tak-sonov biosfery. M.: Nauka, 2003. 362 p.

6. Dubovoj R.M. Jelementnyj status pri dejstvii neblagoprijatnyh faktorov proizvodstvennoj dejatel'nosti i ego alimentarnaja vosstanovitel'naja korrekcija: Dis. … dokt. med. nauk: 14.00.51. Moskva, 2009. 370 p.

7. Dudar'kova N.V. Jododeficitnye sostojanija i puti ih korrekcii. / N.V. Dudar'kova, V.A. Stoljarova // Tez. dokl. mezhd. simpoziuma «Federal'nyj i regional'nyj aspekty gosudarst-vennoj politiki v oblasti zdorovogo pitanija». Kemerovo, 2002. pp. 22–23.

8. Vlijanie radiacionnogo i himicheskogo zagrjaznenija vodoemov PO «Majak» na sostojanie fitoplanktonnyh soobwestv / N.V. Duhovnaja, D.I. Osipov, G.A. Trjapicyna i dr. // Voprosy radiacionnoj bezopasnosti. 2011. no. 1. pp. 24–36.

9. Kabysh A.A. O vzaimosvjazi mikrojelementoznogo sostava pochvy i sostojanija zdorov'ja sel'sko-hozjajstvennyh zhivotnyh // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny, zhivotnovodstva, tovarovedenija, obwestvoznanija i podgotovki kadrov na Juzhnom Urale : M-ly mezh-dunar. nauch.- prakt. konf., posv. 70-letiju UGIVM / UGIVM. Ch.1. 1999. pp. 53–55.

10. Oberlis D. Biologicheskaja rol' makro- i mikrojelementov u cheloveka i zhivotnyh. / D. Oberlis, B. Harland, A. Skal'nyj Spb.: Nauka, 2008. 544 p.

11. Rabinovich M.I. Vlijanie tjazhelyh metallov na kachestvo produktov zhivotnovodstva v tehno-gennyh provincijah Juzhnogo Urala / M.I. Rabinovich, I.V. Cheretskih, N.A. Kotov // Opyt i probl. obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti gosudarstva. Sekcija 5. Jekol. aspekty pro-dovol'stvennoj bezopasnosti, kontrol' za kachestvom piw. produktov: M-ly mezhregion. nauch.- prakt. konf. (28-30.05., 1998) / UGSHA. 1998. pp. 231–234.

12. Serdjuk A.I. Geohimicheskie provincii Juzhnogo Urala v zone promyshlennyh vybrosov. / A.I. Serdjuk, G.P. Gribovskij VNIIMJeI Agroprom. 1990. 7 p.

13. Skal'nyj A.V. Ustanovlenie granic dopustimogo soderzhanija himicheskih jelementov v volo-sah detej s primeneniem centil'nyh shkal // Vestnik S.-Peterburgskoj GMA im. I.I. Mechnikova, 2002. no. 1–2 (3). pp. 62–65.

14. Skal'nyj A.V. Referentnye znachenija koncentracii himicheskih jelementov v volosah, polu-chennye metodom ISP-AJeS // Mikrojelementy v medicine. 2003. T. 4. Vyp. 1. pp. 55–56.

15. Sistema vyjavlenija i ozdorovlenija detej grupp riska s povyshennym soder-zhaniem solej tjazhelyh metallov v biosredah v uslovijah antropogennogo vozdejstvija / A.V. Skal'nyj, V.G. Majmulov, T.S. Chernjakina, I.Sh. Jakubova, M.G. Skal'naja – Sankt-Peterburg, SPbMA im. I.I. Mechnikova, 2004. 32 p.

Рецензенты:

Тихонов С.Л., д.т.н., профессор, ведущий специалист ООО «Инновационная компания «Антей», г. Челябинск.

Гордиевских М.Л., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции» ФГОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия», г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 02.02.2012.