

А. Л. Фираго, А. В. Еремейшвили

Изучение особенностей эндоэкологического статуса детского населения г. Ярославля

Проведена оценка эндоэкологического статуса детей с помощью анализа химического состава их биосубстратов. В волосах и ногтях детей определено содержание тяжелых металлов – цинка, меди, свинца, кадмия. Выявлены особенности микроэлементного статуса детей, проживающих в г. Ярославль.

Ключевые слова: тяжелые металлы, цинк, медь, свинец, кадмий, дети, биосубстраты.

A. L. Firago, A. V. Ereimeishvili

Study of Features of the Endo-Environmental Status of Child Population in Yaroslavl

Using the quantitative chemical assay of biological substrates of children the assessment of their endo-environmental status was carried out. In children's hair and nails the existence of heavy metals (zinc, copper, lead, cadmium) was determined. The features of trace element status of children residing in Yaroslavl were revealed.

Keywords: heavy metals, zinc, copper, lead, cadmium, children, biological substrates.

Введение

Значительная антропогенная нагрузка на окружающую среду приводит к широкому распространению экологически обусловленных заболеваний у человека, ведущих к угнетению функций иммунной системы, нарушению репродуктивной функции, роста и развития организма и др. [2, 5, 6, 21]. Одной из особенностей экологически обусловленных заболеваний является длительный латентный период, в течение которого происходят метаболические изменения в ответ на постепенное накопление ксенобиотиков, на популяционном уровне это сопровождается увеличением неспецифической заболеваемости населения [13]. Эндоэкологический статус отражает спектры и количество содержащихся в организме человека токсических образований экзо- и эндогенного происхождения химической (в т. ч. тяжелые металлы) и биологической природы, а также возможность организма противостоять чужеродным агентам, проявляющуюся в иммунологическом напряжении, изменении гомеостаза и всех уровней регуляции обменных процессов в организме. В условиях химического загрязнения окружающей среды избыточное накопление ксенобиотиков в организме человека, приводит к нарушению эндоэкологического статуса [18].

Одним из возможных критериев оценки популяционного эндоэкологического статуса является анализ микроэлементного статуса населения,

особенно детского. Дети раннего возраста являются наиболее чувствительной моделью, при изучении воздействия химического загрязнения окружающей среды, в силу особенностей обменных процессов растущего организма, отсутствия профессионального контакта с тяжелыми металлами и вредных привычек; дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции, больше привязаны к территории проживания [2, 17]. Целью наших исследований стало изучение микроэлементного статуса детей (Zn, Cu, Pb, Cd), постоянно проживающих в разных экологических условиях.

Материал и методы исследования

В ходе работы обследовано 187 детей (средний возраст – 2 года 8 месяцев), из них 144 ребенка постоянно проживающих на территории г. Ярославля и 43 ребенка из условно «экологически чистого» сельского района Ярославской области (с. п. Бурмакино). Все дети посещали детские сады, т. е. находились в сопоставимых условиях питания и медицинского обслуживания. Пробы биосубстратов детей (волосы и ногти) отбирались в соответствии с методическими рекомендациями [15]. Количественное содержание ионов тяжелых металлов в биосубстратах детей определялось методом инверсионной вольтамперометрии [20, 24]. Статистическая обработка проводилась методами описательной статистики с использованием программ Statistica версии 5.5, 7.0 и AtteStat. Зна-

чимось различий между средними значениями оценивали (в зависимости от вида распределения признака в выборке) с использованием критериев Данна и Даннета [4]. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования было показано статистически значимое превышение содержания цинка, меди и кадмия в биосубстратах детей, проживающих в г. Ярославль, по сравнению с детьми из контрольного условно «экологически-чистого» района (табл. 1). Данные по содержанию свинца в достаточной мере противоречивы, поскольку в волосах детей из г. Ярославля концентрация данного металла была в 1,5 раза выше, а в ногтях в 1,7 ниже, чем у детей из контрольного района. Так как ногти, по сравнению с волосами, отражают микроэлементный статус ребенка за более короткий промежуток времени, возможный локальный перкутанный контакт со свинцом в период перед отбором проб мог стать причиной отмеченных различий.

Табл. 1. Содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей, проживающих в г. Ярославль ($M \pm m$, мкг/г)

	Г. Ярославль	Контрольная группа	$p <$
Объем выборки	144	43	
Волосы			
Zn	135,83±6,36	106,69±5,74	0,01
Cu	20,05±0,81	12,54±2,96	0,001
Pb	3,23±0,23	2,13±0,47	0,05
Cd	0,49±0,04	0,19±0,02	0,001
Ногти			
Zn	248,45±9,66	145,30±15,95	0,001
Cu	29,79±1,23	22,97±3,22	0,05
Pb	4,81±0,41	8,40±1,35	0,001
Cd	2,04±0,17	0,52±0,08	0,001

Для выявления наличия и оценки степени дисбаланса микроэлементного статуса обследованных детей в качестве «условной нормы» нами были приняты референтные значения Скального А. В. [8, 19]. При анализе данных, представленных на рис. 1 можно заключить, что выборка детей контрольного района характеризовалась большим процентом отмеченных случаев дефицитного содержания цинка в волосах (21 %). Однако, в целом, доля детей с избыточным и нормативным содержанием этого элемента в волосах в контрольном районе соответствовала данным по г. Ярославлю. Данные по содержанию цинка в ногтях обследованных детей не полностью соотносятся с ранее указанными результатами (рис. 2). В этом биосубстрате у детей

контрольного района недостаточное содержание цинка регистрировалось в 2,8 раз чаще, чем у выборки из г. Ярославль (где большую часть – 63 % – составили дети с «условно нормативным» содержанием цинка).

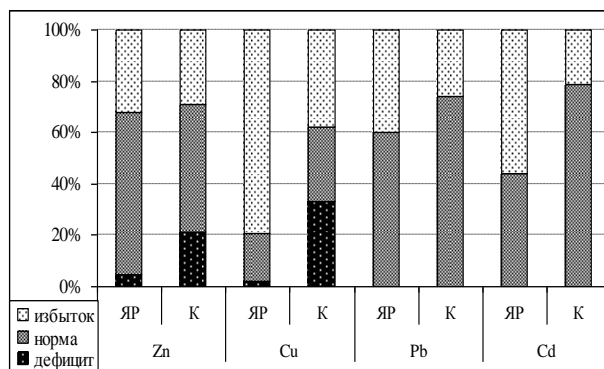


Рис. 1 Распространенность отклонений в содержании тяжелых металлов в волосах детей

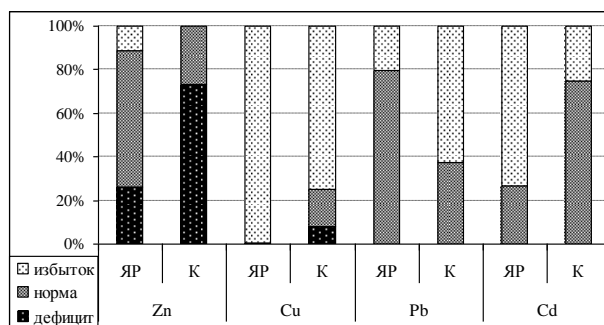


Рис. 2 Распространенность отклонений в содержании тяжелых металлов в ногтях детей

Несмотря на выявленный высокий процент детей с избыточным содержанием меди в волосах (38 %) в контрольном районе, у трети из обследованных детей (33 %) одновременно был отмечен и ее недостаток. В целом в обоих исследованных районах было зарегистрировано большое количество детей с повышенным уровнем меди в биосубстратах (особенно в ногтях для г. Ярославль – 99 %). Следует отметить, что при сравнении с центильными шкалами нормативного содержания тяжелых металлов по Park H.–S. [25] для детей аналогичной возрастной группы, практически 100 % обследованных нами детей попадало в группу с нормативным уровнем меди в волосах. Количество детей с повышенным уровнем кадмия в обоих биосубстратах было больше в г. Ярославль (более 50 % от общей выборки). В результате проведенного исследования трудно интерпретировать данные по избыточному содержанию свинца, поскольку для двух биосубстратов были показаны противоположные результаты.

При сравнении полученных нами данных для г. Ярославль с результатами аналогичных исследований для других городов России (табл. 2) было

отмечено более высокое содержание меди и кадмия в биосубстратах обследованных нами детей (как и при сравнении с контрольной группой).

Табл. 2. Содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей различных городов России (M±m, мкг/г)

Город, регион	Zn	Cu	Pb	Cd
¹ г. Великий Устюг, Вологодская обл. [11]	153,00±15,00	11,14±0,48	3,46±1,08	0,11±0,02
¹ г. Владивосток, Приморский край [10]	131,77±2,21	10,42±0,32	7,27±0,14	0,52±0,04
¹ г. Гусь-Хрустальный, Владимирская обл. [6]	–	5,90 ^a	8,30 ^a	–
¹ г. Котлас, Архангельская обл. [21]	113,29±7,58	19,90±2,36	4,23±0,79	0,20±0,02
¹ г. Липецк, Липецкая обл. [6]	–	8,80 ^a	24,50 ^a	–
¹ г. Москва [9]	118,67±4,80	–	2,77±0,12	0,23±0,01
¹ г. Омск, Омская обл. [3]	86,59±8,04	8,49±0,26	1,28±0,26	0,07±0,01
¹ г. Оренбург, Оренбургская обл. [14]	70,90±14,40	13,03±0,41	3,60±0,60	0,12±0,03
¹ г. Подольск, Московская обл. [6]	–	33,80 ^a	7,60 ^a	–
¹ г. Ярославль	135,83±6,36	20,05±0,81	3,23±0,23	0,49±0,04
² г. Котлас, Архангельская обл. [21]	260,89±24,56	34,71±2,65	5,76±1,03	0,77±0,22
² г. Москва [7]	210,00 ^a	15,50 ^a	–	–
² г. Ярославль	248,45±9,66	29,79±1,23	4,81±0,41	2,04±0,17

Примечание: ¹ – волосы; ² – ногти; ^a – M

Содержание свинца в биосубстратах детей, проживающих в г. Ярославль либо соотносилось (г. Великий Устюг, г. Оренбург), либо было ниже литературных значений (г. Подольск, г. Гусь-Хрустальный, г. Липецк, г. Владивосток). Средние концентрации цинка в биосубстратах детей г. Ярославля, в целом соответствуют данным для других регионов России или несколько превышают их.

Таким образом, можно сделать вывод, что для детского населения г. Ярославля характерными особенностями микроэлементного статуса (по данным анализа волос и ногтей) является повышенное содержание меди, кадмия, а также небольшое превышение в содержании цинка. Регистрируемое повышенное (относительно литературных данных и результатов, полученных при сравнении с контрольным районом Ярославской области) содержание цинка в биосубстратах детей не следует рассматривать как его избыточное содержание в орга-

низме, т. к. при сравнении с «нормативными уровнями» по Скальному А. В. и Park Н.–S. данные концентрации располагаются в пределах физиологического уровня для данного элемента.

В свою очередь, необходимо обратить внимание на избыточное содержание в биосубстратах обследованных детей меди и кадмия. Медь, поступившая в организм в избытке, способна образовывать прочные связи с сульфгидрильными группами, инактивируя некоторые ферменты [1, 16]. Механизм токсического воздействия кадмия на организм связан как с нарушением белкового обмена [1], так и с вытеснением из организма эссенциальных элементов [1, 5, 16, 22]. Избыточное накопление в организме этих элементов может привести к нарушению функций почек [1, 12, 16, 22, 26], печени, иммунодефицитам, кожным заболеваниям, расстройствам нервной системы, развитию анемии [1, 12, 16, 23] и др.

Библиографический список

1. Авцын, А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология [Текст] / А. П. Авцын и др. – М. : Медицина, 1991. – 496 с.
2. Бакшеева, С. С. Закономерности формирования эндоэкологического статуса детей в условиях крупного промышленного города [Текст] : автореф. дисс. ... докт. биол. наук: 03.02.08 / Бакшеева Светлана Сергеевна. – Красноярск, 2011. – 34 с.
3. Вильмс, Е. А. Состояние минерального обмена и коррекция микроэлементозов у детей дошкольного возраста в крупном промышленном центре Западной Сибири [Текст] / Е. А. Вильмс и др. // Педиатрия. – 2010. – Т. 89. – № 1. – С. 81–86.
4. Гланц, С. Медико-биологическая статистика [Текст] / С. Гланц ; перевод с англ. – М. : Практика, 1998. – 459 с.
5. Залавина, С. В. Многоэлементный портрет детей в условиях накопления кадмия [Текст] / С. В. Залавина и др. // Вестник Оренбургского Гос. Ун-та. Приложение Биоэлементология. – 2006. – № 12. – С. 101–103.
6. Ильченко, И. Н. О создании системы ранней диагностики и профилактики изменений здоровья детей, обусловленных воздействием тяжелых металлов [Текст] / И. Н. Ильченко и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 70–74.

7. Конь, И. Я. Изучение обеспеченности цинком, медью и селеном московских детей дошкольного возраста [Текст] / И. Я. Конь и др. // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 51–54.

8. Кудрин, А. В. Микроэлементы в иммунологии и онкологии [Текст] / А. В. Кудрин, О. А. Громова. – М. : ГЭОТАР–Медиа, 2007. – 544 с.

9. Лобанова, Ю. Н. Особенности микроэлементного статуса детей из различных регионов России [Текст] : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Лобанова Юлия Николаевна. – М., 2007. – 18 с.

10. Лучанинова, В. Н. Характеристика и взаимосвязь элементного статуса и некоторых иммунологических показателей у детей, часто болеющих острыми респираторными заболеваниями [Текст] / В. Н. Лучанинова, Л. В. Транковская, А. А. Зайко // Педиатрия. – 2004. – № 4. – С. 22–26.

11. Маймулов, В. Г. Система мероприятий по предупреждению и уменьшению возникновения экологически зависимых заболеваний [Текст] / В. Г. Маймулов и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 14–17.

12. Мудрый, И. В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы кадмием [Текст] / И. В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 32–35.

13. Назамбаева, З. И. Информационное значение биокумуляции металлов в волосах у детей дошкольного возраста [Текст] / З. И. Назамбаева и др. // Гигиена и санитария. – 1999. – № 1. – С. 34–36.

14. Нигматуллина, Ю. Ф. Эколого-физиологические факторы, влияющие на формирование элементного статуса детей Оренбуржья [Текст] : автореф. дисс. ... канд. мед. наук: 03.00.13 / Нугматуллина Юлия Фаатовна. – М., 2007. – 18 с.

15. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: методические указания [Текст] МУК 4.1.1482–03, МУК 4.1.1483–03 : С. И. Иванов и др. – М. : Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.

16. Ребров, В. Г. Витамины, макро- и микроэлементы [Текст] / В. Г. Ребров, О. А. Громова. – М. : ГЭОТАР–Медиа, 2008. – 960 с.

17. Сетко, Н. П. Эндоекологический статус как критерий риска экологически обусловленной заболе-

ваемости [Текст] / Н. П. Сетко, Н. Н. Абзалилова // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 93–94.

18. Синдром экологической дезадаптации у детей Беларуси и пути его коррекции [Текст] : Методические рекомендации. – Минск, 2000. – 42 с.

19. Скальный, А. В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал [Текст] / А. В. Скальный // Вестник СПбГМА им. И.И. Мечникова. – 2002. – № 1–2. – С. 62–65.

20. Текуцкая, Е. Е. Методы и практика контроля содержания тяжелых металлов в биосредах [Текст] / Е. Е. Текуцкая и др. // Гигиена и санитария. – 1999. – № 4. – С. 72–74.

21. Фираго, А. Л. Содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей от 1 до 3 лет, проживающих в условиях антропогенной нагрузки (на примере Ярославской области) [Текст] : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Фираго Анна Львовна. – Нижний Новгород, 2012. – 24 с.

22. Chaney, R.L. An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks [Text] / R.L. Chaney et al. // BioMetals. – 2004. – Vol.17. – № 5. – P. 549–553.

23. Kozielc, T. Hair copper concentration in healthy children, teenagers, and adults living in Szczecin, Poland [Text] / T. Kozielc et al. // Biological trace element research. – 2003. – Vol.93. – № 1–3. – P. 47–53.

24. Mahajan, R.K. Stripping voltammetric determination of zinc, cadmium, lead and copper in blood samples of children aged between 3 months and 6 years [Text] / R.K. Mahajan, T.P.S. Walia, K. Sumanjit // Online journal of health and allied sciences. – 2005. – Vol.4. – № 1. – P. 1–8.

25. Park, H.–S. Assessment of reference values for hair minerals of Korean preschool children [Text] / H.–S. Park, K.–O. Shin, J.–S. Kim // Biological trace element research. – 2007. – Vol.116. – № 2. – P. 119–130.

26. Yamanaka, O. Association between renal effects and cadmium exposure in cadmium–nonpolluted area in Japan [Text] / O. Yamanaka et al. // Environmental research. – 1998. – Vol.77. – № 1. – P. 1–8.

Bibliograficheskiy spisok

1. Avcyn, A. P. Mikrojelementozy cheloveka: jetiologija, klassifikacija, organopatologija [Tekst] / A. P. Av-cyn i dr. – M. : Medicina, 1991. – 496 s.

2. Baksheeva, S. S. Zakonomernosti formirovanija jendojekologicheskogo statusa detej v uslovijah krupnogo promyshlennogo goroda [Tekst] : avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk: 03.02.08 / Baksheeva Svetlana Serge-evna. – Krasnojarsk, 2011. – 34 s.

3. Vil'ms, E. A. Sostojanie mineral'nogo obmena i korrekcija mikrojelementozov u detej doskol'nogo vozrasta v krupnom promyshlennom centre Zapadnoj

Sibiri [Tekst] / E. A. Vil'ms i dr. // Pediatrija. – 2010. – T. 89. – № 1. – S. 81–86.

4. Glanc, S. Mediko-biologicheskaja statistika [Tekst] / S. Glanc ; perevod s angl. – M. : Praktika, 1998. – 459 s.

5. Zalavina, S. V. Mnogojelementnyj portret detej v uslovijah nakoplenija kadmija [Tekst] / S. V. Zalavina i dr. // Vestnik Orenburgskogo Gos. Un-ta. Prilozhenie Biojelementologija. – 2006. – № 12. – S. 101–103.

6. Il'chenko, I. N. O sozdanii sistemy rannej diagnostiki i profilaktiki izmenenij zdorov'ja detej, obuslovlennyh vozdeystviej tjazhelyh metallov [Tekst] / I. N. Il'chenko i dr. // *Gigiena i sanitarija*. – 2007. – № 6. – S. 70–74.
7. Kon', I. Ja. Izuchenie obespechennosti cinkom, med'ju i selenom moskovskih detej doshkol'nogo vozrasta [Tekst] / I. Ja. Kon' i dr. // *Gigiena i sanitarija*. – 2001. – № 1. – S. 51–54.
8. Kudrin, A. V. Mikrojelementy v immunologii i onkologii [Tekst] / A. V. Kudrin, O. A. Gromova. – M. : GJeOTAR–Media, 2007. – 544 s.
9. Lobanova, Ju. N. Osobennosti mikrojelementnogo statusa detej iz razlichnyh regionov Rossii [Tekst] : avtoref. diss. ... kand. biol. nauk: 03.00.13 / Lobanova Julija Nikolaevna. – M., 2007. – 18 s.
10. Luchaninova, V. N. Harakteristika i vzaimo-svjaz' jelementnogo statusa i nekotoryh immunologicheskikh pokazatelej u detej, chasto bolejušhiih ostrymi respiratornymi zabolevanijami [Tekst] / V. N. Luchaninova, L. V. Trankovskaja, A. A. Zajko // *Pediatrica*. – 2004. – № 4. – S. 22–26.
11. Majmulov, V. G. Sistema meroprijatij po prepuzhdeniju i umen'sheniju vozniknovenija jekologicheski zavisimyh zabolevanij [Tekst] / V. G. Majmulov i dr. // *Gigiena i sanitarija*. – 2007. – № 6. – S. 14–17.
12. Mudryj, I. V. Jekologo-gigienicheskie aspekty zagruznenija pochvy kadmiem [Tekst] / I. V. Mudryj // *Gigiena i sanitarija*. – 2003. – № 1. – S. 32–35.
13. Nazambaeva, Z. I. Informacionnoe znachenie biokumuljatsii metallov v volosah u detej doshkol'nogo vozrasta [Tekst] / Z. I. Nazambaeva i dr. // *Gigiena i sanitarija*. – 1999. – № 1. – S. 34–36.
14. Nigmatullina, Ju. F. Jekologo-fiziologicheskie faktory, vlijajushhie na formirovanie jelementnogo statusa detej Orenburzh'ja [Tekst] : avtoref. diss. ... kand. med. nauk: 03.00.13 / Nugmatullina Julija Faatovna. – M., 2007. – 18 s.
15. Opredelenie himicheskikh jelementov v biologicheskikh sredah i preparatah metodami atomnoj emissioнной spektrometrii s induktivno svjazannoj plazmoj i mass-spektrometriej: metodicheskie ukazanija [Tekst] MUK 4.1.1482–03, MUK 4.1.1483–03 : S. I. Ivanov i dr. – M. : Federal'nyj Centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2003. – 56 s.
16. Rebrov, V. G. Vitaminy, makro- i mikrojelementy [Tekst] / V. G. Rebrov, O. A. Gromova. – M. : GJeOTAR–Media, 2008. – 960 s.
17. Setko, N. P. Jendojekologicheskij status kak kriterij riska jekologicheski obuslovlennoj zabolevaemosti [Tekst] / N. P. Setko, N. N. Abzalilova // *Gigiena i sanitarija*. – 2001. – № 5. – S. 93–94.
18. Sindrom jekologicheskoj dezadaptacii u detej Belarusi i puti ego korrekcii [Tekst] : Metodicheskie rekomendacii. – Minsk, 2000. – 42 s.
19. Skal'nyj, A. V. Ustanovlenie granic dopustimogo soderzhanija himicheskikh jelementov v volosah detej s primeneniem centil'nyh shkal [Tekst] / A. V. Skal'nyj // *Vestnik SPbGMA im. I.I. Mechnikova*. – 2002. – № 1–2. – S. 62–65.
20. Tekuckaja, E. E. Metody i praktika kontrolja soderzhanija tjazhelyh metallov v biospedah [Tekst] / E. E. Tekuckaja i dr. // *Gigiena i sanitarija*. – 1999. – № 4. – S. 72–74.
21. Firago, A. L. Soderzhanie tjazhelyh metallov v biosubstratah detej ot 1 do 3 let, prozhivajušhiih v uslovijah antropogennoj nagruzki (na primere Jaroslavskoj oblasti) [Tekst] : avtoref. diss. ... kand. biol. nauk: 03.02.08 / Firago Anna L'vovna. – Nizhnij Novgorod, 2012. – 24 s.
22. Chaney, R.L. An improved understanding of soil Cd risk to humans and low cost methods to phytoextract Cd from contaminated soils to prevent soil Cd risks [Text] / R.L. Chaney et al. // *BioMetals*. – 2004. – Vol.17. – № 5. – R. 549–553.
23. Kozielec, T. Hair copper concentration in healthy children, teenagers, and adults living in Szczecin, Poland [Text] / T. Kozielec et al. // *Biological trace element research*. – 2003. – Vol.93. – № 1–3. – R. 47–53.
24. Mahajan, R.K. Stripping voltammetric determination of zinc, cadmium, lead and copper in blood samples of children aged between 3 months and 6 years [Text] / R.K. Mahajan, T.P.S. Walia, K. Sumanjit // *Online journal of health and allied sciences*. – 2005. – Vol.4. – № 1. – R. 1–8.
25. Park, H.–S. Assessment of reference values for hair minerals of Korean preschool children [Text] / H.–S. Park, K.–O. Shin, J.–S. Kim // *Biological trace element research*. – 2007. – Vol.116. – № 2. – R. 119–130.
26. Yamanaka, O. Association between renal effects and cadmium exposure in cadmium–nonpolluted area in Japan [Text] / O. Yamanaka et al. // *Environmental research*. – 1998. – Vol.77. – № 1. – R. 1–8.