

© Мажаева Т.В., Дубенко С.Э., 2019

УДК 613.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ СКРИНИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В РАЦИОНАХ ПИТАНИЯ РАБОЧИХ

Т.В. Мажаева, С.Э. Дубенко

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Россия

В лечебно-профилактическом питании (ЛПП) для снижения токсического воздействия ксенобиотиков на организм работающих важен не только баланс поступающих с пищей макро- и микронутриентов, но и качество белка по содержанию незаменимых аминокислот. С целью оценки пищевой ценности и содержания аминокислот в рационах питания рабочих металлургического производства проведено исследование рационов питания двух предприятий расчетным и лабораторными методами. Выявлено, что комплексные обеды лечебно-профилактического питания уже на этапе расчета не соответствуют нормативным требованиям по жиру и углеводам на 34 и 16 % соответственно. По данным лабораторных исследований от 57 до 68 % комплексных обедов ЛПП не соответствуют рекомендуемым значениям по белкам, жирам и углеводам. Расхождение в данных по количеству определяемого пищевых веществ между расчетным и лабораторными методами может быть связано с калькуляционными ошибками, недоброжелением и качеством сырья, а также ограничением методов определения жира и углеводов. С комплексным обедом ЛПП рабочие могут покрывать почти суточную потребность для соответствующих энергозатрат в некоторых аминокислотах, однако необходимое количество этих аминокислот для работающих в контакте с тяжелыми металлами не установлено. В рационах ЛПП нарушено соотношение триптофан/лизин/метионин+цистин в сторону избытка триптофана, продукты дезаминирования которого обладают высокой токсичностью. Необходимо продолжить исследование готовых рационов ЛПП на пищевую ценность и содержание аминокислот с целью выявления факторов, влияющих на расхождение результатов исследований между расчетным и лабораторными методами, а также определения адекватного уровня потребления отдельных аминокислот для работающих в условиях воздействия токсических веществ.

**Ключевые слова:** лечебно-профилактическое питание, оценка пищевой ценности, аминокислотный состав рациона. **Для цитирования:** Мажаева Т.В., Дубенко С.Э. Результаты скрининговой оценки пищевой ценности и содержания аминокислот в рационах питания рабочих // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 9 (318). С. 40–43. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-40-43>

T.V. Mazhaeva, S.E. Dubenko □ RESULTS OF SCREENING ASSESSMENT OF NUTRITIONAL VALUE AND AMINO ACIDS CONTENT IN THE INDUSTRIAL WORKERS DIET □ Ekaterinburg Medical Research Center for Prevention and Health Protection in Industrial Workers of Rosпотребнадзор, 30 Popov Str., Ekaterinburg, 620014, Russia.

To decrease the toxic effects of xenobiotics on healthy workers in healthful and dietary meals, it's important to consider not only the proper diet intake of macro- and micronutrients, but protein quality in terms of essential amino acids. A study was conducted to evaluate nutritional value and amino acids content in the industrial workers diets of two metallurgical enterprises by calculation and laboratory methods. We found that set of healthful and dietary meals at the calculation stage do not comply with regulatory requirements for fats and carbohydrates by 34 and 16 percent, respectively. According to laboratory tests, from 57 to 68 percent of sets of healthful and dietary meals do not comply with regulatory requirements for proteins, fats and carbohydrates. The discrepancy in the data on the amount of determined nutrients between the calculated and laboratory methods may be due to calculation errors, shortage and quality of raw materials, as well as a limitation of methods for determining fat and carbohydrates. With a set of healthful and dietary meals workers can satisfy the almost daily requirement for the corresponding energy expenditures for some amino acids, however, the required amount of these amino acids in workers in contact with heavy metals has not been established. It has also been found that in diets of healthful and dietary meals, the ratio of tryptophan / lysine / methionine + cystine is violated towards an excess of tryptophan, whose deamination products are highly toxic. It is necessary to continue further investigation of ready-made diets of healthful and dietary meals for nutritional value and amino acid content in order to identify factors affecting the discrepancy within research results between calculation and laboratory methods, as well as establish adequate norms for amino acids intake in workers exposed to toxic substances.

**Keywords:** healthful and dietary meals, assessment of nutritional value, amino acid composition of the diet.

**For citation:** Mazhaeva T.V., Dubenko S.E. Rezul'taty skringovoi otsenki pishchevoi tsennosti i sodержaniya aminokislota v ratsionakh pitaniya rabochikh [Results of screening assessment of nutritional value and amino acids content in the industrial workers diet]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2019, no. 9 (318), pp. 40–43. (In Russ.) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-40-43>

В научной литературе публикуется большое количество данных о снижении токсичности и канцерогенеза химических веществ под влиянием ряда макро- и микронутриентов [3]. Однако лишь в немногих исследованиях изучалось непосредственно влияние дефицита или избытка этих нутриентов в рационе питания, а также влияние на токсичность металлов. Известно, что нутриенты в организме человека взаимодействуют с токсичными металлами на этапах всасывания, выведения, транспортировки; участвуют в процессах связывания с белками-мишенями и в процессах антиоксидантной защиты [8]. Имеются доказательства защитного действия макронутриентов, витаминов, минеральных веществ, пробиотиков и биологически активных пищевых веществ против токсичности Cd и Pb с описанием предлагаемых возможных механизмов [10]. На основе этих данных считается, что применение диетических стратегий выгодно как для профилактики, так и для снижения токсичности Cd и Pb, поскольку такие рекомендации доступны для ежедневного

рациона и, как ожидается, будут иметь очень мало побочных эффектов по сравнению, например, с хелатной терапией [13].

Немаловажную роль в процесс диффузии и распределения токсикантов, которые попадают в организм работающих во вредных условиях труда, а также их химического взаимодействия с компонентами биологической жидкости, играют белки, в том числе содержащие аминокислоты с SH-группой и незаменимые аминокислоты. Наибольшей детоксикационной способностью из заменимых аминокислот обладают аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты. Белки усиленно синтезируются в ответ на поступление целого ряда металлов в организм (Cd, Zn и т. д.) и образуют с ними нетоксичные комплексы [1, 11, 12].

Следовательно, в диетических стратегиях профилактики токсического воздействия ксенобиотиков важно определить не только содержание поступающего с пищей белка, но и баланс аминокислот и других макронутриентов, особенно насыщенных жиров.

**Цель исследования** – оценить пищевую ценность и содержание аминокислот в рационах питания рабочих металлургического производства.

**Материалы и методы.** Для изучения фактического содержания и баланса нутриентов в предоставляемых предприятиями комплексных обедах лечебно-профилактического питания (ЛПП) проведен отбор 40 проб обедов, по 20 от двух предприятий металлургической промышленности (Предприятие I и Предприятие II). Пищевая ценность блюд и рационов питания была рассчитана с помощью таблиц химического состава пищевых продуктов [4, 5].

Лабораторное исследование проводилось в аккредитованном испытательном лабораторном центре Центральный Екатеринбургский Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области». Пищевая ценность определялась по Методическим указаниям № 122-5/72<sup>1</sup>. Исследование белков проводилось по методу Кьельдаля, жиров – по методу Гербера, углеводов – по сухому веществу за минусом содержания золы, белка и жира с поправкой на коэффициент «открываемости» жира. Содержание аминокислот определяли на анализаторе аминокислот по методике измерения массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель»<sup>2</sup>. Полученные результаты оценивали на соответствие требованиям Приказа МЗ СР РФ № 46н<sup>3</sup>. Содержание аминокислот, в том числе незаменимых, в рационах питания ЛПП сравнивали с адекватным и верхним допустимым уровнем потребления пищевых веществ после перерасчета на калорийность, рекомендуемую лицам III группы физической активности<sup>4</sup>.

**Результаты исследования.** Меню комплексных обедов ЛПП на Предприятии I было составлено на основе разработанных нами рекомендаций, в том числе с учетом потерь пищевой ценности при термической обработке блюд. На Предприятии II специалисты предприятия общественного питания меню составляли самостоятельно, пищевая ценность была рассчитана без учета потерь на термическую обработку.

По результатам оценки содержания белка в представленных комплексных обедах ЛПП расчетным методом (с помощью таблиц) установлено, что его среднее количество на Предприятиях I и II составило  $60,7 \pm 1,6$  г и  $59,7 \pm 2,0$  г соответственно, то есть отклонения от рекомендуемой величины<sup>5</sup> были незначительными (2,1 и 5,2 % соответственно). Тем не менее показатели содержания белка в рационах питания в отдельные дни отличались между собой более, чем на 40 % (от 43 до 73 г) и составляли от 69,3 до 115,8 % от рекомендуемых величин.

Лабораторные исследования комплексных обедов ЛПП показали, что среднее содержание белка по двум предприятиям отличалось от расчетного. Так, на Предприятии I среднее значение белка ( $62,8 \pm 1,8$  г) было на 3,5 % выше расчетного, а на Предприятии II – ниже на 13 % ( $52,4$  г). Диапазон разброса показателей по содержанию белка в разные дни на Предприятии I по лабораторным данным составлял более 40 %, а на Предприятии II – более 50 %, то есть  $52,4$ – $76,4$  г ( $85,9$ – $125,2$  % от рекомендуемых величин) и  $34,0$ – $78,8$  г ( $55,7$ – $129,2$  % от рекомендуемых величин) соответственно.

Таким образом, по результатам двух методов, расчетного и лабораторного, среднее содержание белка в рационах ЛПП на Предприятии I находилось в пределах допустимого диапазона отклонений от рекомендуемых величин, установленных приказом № 46н<sup>2</sup>, а на Предприятии II расчетный показатель незначительно отличался от рекомендуемых норм, в то время как по лабораторным данным он был ниже на 15,5 %.

По расчетным данным среднее содержание жиров в комплексных обедах ЛПП на Предприятии I составило  $50,7 \pm 1,7$  г, что соответствовало рекомендуемым нормам, и  $68,4 \pm 2,8$  г – на Предприятии II, что выше рекомендуемого на 34,1 %. Диапазон значений по количеству жиров в разные дни был от 60,8 до 171,6 % от рекомендуемого.

Среднее содержание жиров в рационе питания Предприятия I по лабораторным данным составило  $45,5 \pm 2,4$  г (диапазон значений 25–59 г или  $49,0$ – $115,7$  % от нормируемых величин), а на Предприятии II –  $44,3 \pm 2,7$  г ( $27$ – $68$  г или  $52,9$ – $133,3$  % от нормируемых величин), что ниже рекомендуемого в среднем на 13 % по двум предприятиям. При этом расхождение значений по количеству жиров между расчетными и лабораторными показателями на Предприятии I составило 11 %, а на Предприятии II – 35 %. Такие большие расхождения на Предприятии II можно объяснить не только калькуляционной ошибкой при расчетах (отсутствием учета потерь при термической обработке блюд, порционировании в технологических картах большинства рецептурных справочников), но и другими факторами. Например, нарушением технологии приготовления (недовложением сырья при приготовлении блюд), а также возможными ограничениями метода Гербера, то есть неполной «открываемостью» жиров при проведении лабораторного испытания. Данные по проценту «открываемости» жиров (от 60 до 95 %) при использовании метода Гербера в зависимости от группы блюд приводятся в методических указаниях МУ № 122-5/72<sup>1</sup>.

Среднее содержание углеводов по расчетным данным на Предприятии I составляло  $186,5 \pm 0,9$  г и находилось в пределах рекомендуемой нормы. Разброс значений в отдельные дни составил  $76,2$ – $112,1$  % от нормируемых величин. На Предприятии II среднее количество углеводов в рационах по расчетным данным было ниже рекомендуемого на 16,2 % ( $160,1 \pm 4,7$  г), разброс значений –  $63,8$ – $100,5$  % от нормируемых величин. Однако по лабораторным исследованиям на Предприятии I в предоставленных рационах в среднем определено  $223,6 \pm 8,7$  г углеводов, а на Предприятии II –  $208,8 \pm 6,7$  г, что выше рекомендуемых величин на 16,8 и 9,0 % соответственно. Диапазон значений по дням на Предприятии I составил  $78,9$ – $147,0$  % от нормируемой величины, а на Предприятии II –  $85,9$ – $136,4$  %. Учитывая, что при лабораторных исследованиях углеводы определяются по сухому веществу с поправкой на коэффициент «открываемости» жира, можно предположить, что при низкой «открываемости» жира будет происходить его недооценка, в то же время количество углеводов в пробе будет переоценено. Предполагаем, что полученные нами результаты расхождения в расчетных и лабораторных

<sup>1</sup> МУ от 23.10.91 № 122-5/72 «Методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания» (<http://docs.cntd.ru/document/1200049293>).

<sup>2</sup> Методика М-04-38–2009 с изменениями № 1 от 01.02.2010. Свидетельство № 223.104.10.150/2009 от 20.11.2009. ФР.1.31.2010.07015

<sup>3</sup> Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 февраля 2009 г. № 46н «Об утверждении перечня производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи витаминных препаратов и правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания».

<sup>4</sup> МР 2.3.1.1915–04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» (<http://docs.cntd.ru/document/1200037560>).

<sup>5</sup> Методические указания по гигиеническому контролю за питанием в организованных коллективах (утверждено Минздравом СССР от 29.12.1986 № 4237-86) // Методические указания Минздрава СССР. 1986.

значениях по количеству жира и углеводов можно обосновать этим фактом.

В процессе исследования было оценено количество рационов питания, имеющих несоответствие рекомендуемым значениям пищевой ценности по лабораторным данным с учетом допустимого пятипроцентного отклонения [1]. Данные представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что по белку на Предприятии I только 10 % представленных рационов имели пищевую ценность ниже расчетной, а на Предприятии II – 65 % рационов. В то же время более 65 % рационов двух предприятий имели по жирам значения ниже расчетной и нормируемой величины. По углеводам наблюдались противоположные результаты.

Нами оценены данные, полученные лабораторным методом по содержанию в рационах ЛПП аминокислот (табл. 2), и произведено их сравнение с расчетными значениями.

В МР 2.3.1.1915–04 верхний допустимый уровень НАК дан на калорийность 2 300 ккал [2]. Он был пересчитан на усредненную калорийность рациона ЛПП № 2 и № 3, которая составила 1 473 ккал. По результатам оценки количества НАК в комплексных обедах, определенных расчетным методом, выявлено, что в среднем оно составило 21,3 г по двум предприятиям, а лабораторным методом – 27,9 г (25,0 г на Предприятии I и 30,8 г на Предприятии II).

Таким образом, выявлено, что количество НАК по лабораторным данным выше расчетного на 23,0 % и выше верхнего допустимого уровня потребления НАК (22,6 г).

Результаты лабораторного испытания рационов ЛПП на содержание аминокислот представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, количество отдельных НАК в комплексных обедах ЛПП на Предприятии I составило 43,9–78,1 % от суточного верхнего допустимого уровня потребления, а на Предприятии II – 65,6–84,6 %.

Таким образом, с одним приемом пищи рабочие могут покрывать почти суточную потребность в некоторых аминокислотах, что, с одной стороны, является неблагоприятным фактором, так как свободные аминокислоты, образовавшиеся при переваривании белков пищи и не участвующие в синтезе белков тела, могут стать источниками токсичных биогенных аминов и аммонийных солей. Наиболее высокой токсичностью обладают продукты дезаминирования триптофана [3]. С другой стороны, в литературе нет данных по потребности в отдельных аминокислотах для работающих в условиях воздействия тяжелых металлов.

Для характеристики биологической ценности белков, поступивших с рационом, было рассчитано соотношение отдельных аминокислот (триптофан/

**Таблица 1. Относительное количество рационов, имеющих по результатам лабораторных исследований несоответствие по пищевой ценности от расчетной и рекомендованной величины**

**Table 1. The relative number of rations having a discrepancy in nutritional value from the calculated and recommended value according to the results of laboratory studies**

Нутриент	Предприятие	Относительное количество несоответствующих рационов, %			
		от рекомендованной величины		от расчетной величины	
		в меньшую сторону	в большую сторону	в меньшую сторону	в большую сторону
Белки	Предприятие I	50	25	10	45
	Предприятие II	65	15	65	20
Жиры	Предприятие I	65	25	65	15
	Предприятие II	70	25	85	5
Углеводы	Предприятие I	15	65	5	85
	Предприятие II	20	60	0	90

**Таблица 2. Количество аминокислот, в том числе незаменимых (НАК), определенных расчетным и лабораторным методами в рационах ЛПП на двух предприятиях**

**Table 2. The number of amino acids, including essential amino acids, determined by calculation and laboratory methods in the diets of medical and preventive nutrition at two enterprises**

Показатель		Метод исследования	
		расчетный	лабораторный
Предприятие I	общее количество аминокислот, г	34,7 ± 0,2	54 ± 3,1
	количество НАК, г	21,3 ± 0,8	24,7 ± 1,7
Предприятие II	общее количество аминокислот, г	41,2 ± 0,1	65,6 ± 7,3
	количество НАК, г	21,2 ± 0,8	30,8 ± 3,7

**Таблица 3. Среднее количество отдельных незаменимых аминокислот (г) на рацион ЛПП и от % суточного верхнего допустимого уровня потребления**

**Table 3. The average number of individual essential amino acids (g) per diet of medical and preventive nutrition and from percent of the upper acceptable daily intake**

НАК	Среднее количество НАК, г		% от верхнего допустимого суточного уровня потребления	
	Предприятие I	Предприятие II	Предприятие I	Предприятие II
Валин	3,4 ± 0,02	3,6 ± 0,03	66,1	72,1
Изолейцин+ лейцин	7,3 ± 0,06	9,0 ± 0,04	54,0	67,5
Лизин	3,7 ± 0,05	5,2 ± 0,02	43,9	63,4
Метионин + цистин	1,7 ± 0,03	2,3 ± 0,03	50,2	64,1
Треонин	2,3 ± 0,03	3,6 ± 0,02	48,5	76,0
Триптофан	1,2 ± 0,02	1,3 ± 0,01	78,1	84,6
Фенилаланин + тирозин	5,3 ± 0,04	5,8 ± 0,02	60,0	65,6

лизин/метионин+цистеин). Оптимальным считается их соотношение 1 : 3 : 3. В представленных рационах соотношение этих аминокислот составляет 1 : 3 : 1,4 на Предприятии I и 1 : 4 : 1,8 на Предприятии II, то есть наблюдается дисбаланс в сторону избытка триптофана, продукты дезаминирования которого обладают высокой токсичностью. Наиболее эффективная комбинация разветвленных аминокислот изолейцин/лейцин/валин составляет 1 : 2 : 2 [7]. Лабораторным методом аминокислоты изолейцин и лейцин определяются вместе, поэтому их сумма будет в оптимально составленном рационе соотноситься как 1,5 : 1. По результатам лабораторных испытаний в рационах ЛПП это соотношение в среднем составило 2,1 : 1 и 2,5 : 1 на Предприятиях I и II соответственно.

Известно, что отдельные аминокислоты участвуют в детоксикационном процессе, особенно при контакте с химическими факторами в процессе трудовой деятельности. Одним из многих факторов, влияющих на дополнительную потребность в отдельных аминокислотах (непрямых антиоксидантах), является и окислительный стресс. К известным веществам, участвующим в детоксикации, относится глутатион, который состоит из трех аминокислот — цистина, глицина и глутаминовой кислоты [6, 9]. Синтез глутатиона лимитирован наличием цистина, который входит в состав тиоловых ферментов и, в свою очередь, образуется из серина и метионина. По результатам исследований в комплексных обедах ЛПП количество глутаминовой кислоты и глутамин в среднем на Предприятиях I и II составило 10,8 и 8,6 г соответственно, что находится между адекватным и верхним допустимым уровнем потребления (МР 2.3.1.1915–04). В то же время необходимо отметить, что лабораторным методом цистин в рационах ЛПП не был обнаружен, то есть его уровень оказался ниже чувствительности прибора. Это может быть расценено как его недостаток в рационе и как фактор, влияющий на недостаточное образование глутатиона. Таким образом, содержание аминокислот находится в пределах норм, рекомендуемых для населения, кроме цистина, однако для работающих во вредных условиях эти нормативы могут быть недостаточными.

#### Выводы

1. На промышленных предприятиях I и II без должного контроля за составлением меню комплексные обеды лечебно-профилактического питания уже на этапе расчета не соответствуют нормативным требованиям по жиру и углеводам на 34 и 16 % соответственно.

2. В 37 % исследуемых лабораторным методом комплексных обедов ЛПП определяется недостаточное количество белка и в 39 % — жира. Около 40 % обедов ЛПП избыточны по углеводам.

3. Расхождение в данных по количеству определяемого жира между расчетным и лабораторным методами может быть связано с калькуляционными ошибками, недоложением и качеством сырья, а также ограничением метода Гербера.

4. Расхождение по содержанию углеводов связано с отсутствием методики определения общего количества углеводов, что снижает качество оцениваемых показателей, в том числе калорийности.

5. С комплексным обедом ЛПП рабочие могут покрывать почти суточную потребность в некоторых аминокислотах, однако необходимое количество этих аминокислот для работающих в контакте с тяжелыми металлами не установлено.

6. В рационах ЛПП нарушено соотношение триптофан/лизин/метионин+цистин в сторону избытка триптофана, продукты дезаминирования которого обладают высокой токсичностью.

7. С целью коррекции существующих или разработки новых методов исследования пищевой ценности необходимо продолжить исследование готовых рационов на содержание жиров и углеводов, чтобы выявить факторы, влияющие на расхождение результатов исследований между расчетным и лабораторным методами.

8. Необходимо проводить исследования по определению адекватного уровня потребления отдельных аминокислот для работающих в условиях воздействия вредных химических веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

(пп. 6–13 см. References)

1. Кудряшева А.А., Преснякова О.П. Медико-биологические особенности натуральных пищевых аминокислот // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 68–73.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия / Издание 2-е, перераб. и испр. СПб.: ГИОРД, 2001.
3. Пилат Т.Л., Кузьмина Л.П., Измерова Н.И. Детоксикационное питание. ГЭОТАР-Медиа, 2012. 688 с.
4. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. Рипол Классик, 1987.
5. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских продуктов питания: Справочник. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

#### REFERENCES

1. Kudryasheva A.A., Presnyakova O.P. Mediko-biologicheskie osobennosti natural'nykh pishchevykh aminokislot [Medical and Biological Features of Natural Food Amino Acids]. *Pishchevaya promyshlennost'*, 2014, no. 3, pp. 68–73. (In Russ.)
2. Nechaev A.P., Traubenbergs S.E., Kochetkova A.A. et al. *Pishchevaya khimiya* [Food chemistry]. 2-nd Edition. Saint-Petersburg: GIORД Publ., 2001. (In Russ.)
3. Pilat T.L., Kuz'mina L.P., Izmerova N.I. *Detoksikatsionnoe pitanie* [Detox diet]. GEOTAR-Media Publ., 2012. 688 p. (In Russ.)
4. Skurikhin I.M., Volgarev M.N. *Khimicheskii sostav pishchevykh produktov* [The chemical composition of food]. Ripol Klassik, 1987. (In Russ.)
5. Skurikhin I.M., Tutel'yan V.A. *Khimicheskii sostav rossiiskikh produktov pitaniya: Spravochnik* [Chemical composition of Russian food: A guide]. Moscow: DeLi print Publ., 2002, 236 p. (In Russ.)
6. Jozefczak M. et al. Glutathione is a key player in metal-induced oxidative stress defenses. *International journal of molecular sciences*, 2012, vol. 13, no. 3, pp. 3145–3175.
7. King J.C., Garza C. Harmonization of nutrient intake values. *Food and nutrition bulletin*, 2007, no. 28 (1), suppl. 1, pp. 3–12.
8. Klein A.V., Kiat H. Detox diets for toxin elimination and weight management: a critical review of the evidence. *Journal of human nutrition and dietetics*, 2015, vol. 28, no. 6, pp. 675–686.
9. Seth C.S. et al. Phytoextraction of toxic metals: a central role for glutathione. *Plant, cell & environment*, 2012, vol. 35, no. 2, pp. 334–346.
10. Sha'bani Najmeh et al. Survey of the detoxification effect of green tea extract on the reproductive system in rats exposed to lead acetate. *Advanced biomedical research*, 2015, vol. 4. 155. DOI 10.4103/2277-9175.161582
11. Sharma S.S., Dietz K.J. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. *Journal of experimental botany*, 2006, vol. 57, no. 4, pp. 711–726.
12. Sobrino-Plata J. et al. Glutathione is a key antioxidant metabolite to cope with mercury and cadmium stress. *Plant and soil*, 2014, vol. 377, no. 1–2, pp. 369–381.
13. Zhai Q., Narbad A., Chen W. Dietary strategies for the treatment of cadmium and lead toxicity. *Nutrients*, 2015, vol. 7, no. 1, pp. 552–571.

#### Контактная информация:

**Мажаева** Татьяна Васильевна, заведующая отделом гигиены питания, качества и безопасности продукции ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора  
e-mail: mazhaeva@ymrc.ru

#### Contact information:

**Mazhaeva** Tatiana, Head at the Department of Food Hygiene, Quality and Safety of Products of Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers of Rospotrebnadzor  
e-mail: mazhaeva@ymrc.ru

