

© ДУБЕНКО С.Э., 2021

Читать
онлайн

Дубенко С.Э.

Эффективность использования специализированного пищевого продукта у рабочих медной промышленности

ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 620014, Екатеринбург, Россия

Введение. Сохранение здоровья и трудового долголетия, снижение профессиональной заболеваемости работающего населения России остаётся актуальным направлением в реализации государственной политики в области здравоохранения.

Цель исследования. Оценка эффективности использования у рабочих вспомогательных цехов медной промышленности в качестве лечебно-профилактического питания нового специализированного пищевого продукта «Нектар фруктовый, фруктово-овощной, обогащённый пищевыми волокнами, пектином и витаминами» (далее — Нектар), направленного на снижение неблагоприятного воздействия токсичных металлов производственной среды.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 34 рабочих. Использованы анкетные, клинико-лабораторные, статистические методы. **Результаты.** Рацион питания рабочих характеризовался высокой долей жировой составляющей (44,6% от общей калорийности рациона) и недостаточным ассортиментом пищевых продуктов, являющихся источниками аскорбиновой кислоты. Процент лиц, имеющих недостаточную алиментарную обеспеченность витаминами А, С, В₁, В₂ и РР, составил 32,6; 46,9; 75,5; 81,6 и 79,6% соответственно. Для рабочих исследуемой группы в зимний период была характерна низкая концентрация в сыворотке крови аскорбиновой кислоты (у 32,7%), а также нормальная концентрация в крови витаминов А и В₁. Показана эффективность курсового применения рабочими специализированного напитка Нектар, в результате его употребления в течение трёх и более недель отмечены статистически значимые положительные сдвиги в витаминном статусе (витамины А и С), системе антиоксидантной защиты организма (по показателям пероксидаза и МДА), а также субъективной оценке состояния здоровья по критерию работоспособности и утомляемости. У рабочих с высоким содержанием кадмия в крови при употреблении Нектаров произошло его снижение ниже биологически предельно допустимых значений*.

Заключение. Нектар может применяться в качестве лечебно-профилактического продукта питания для работающих в контакте с тяжёлыми металлами.

Ключевые слова: лечебно-профилактическое питание; эффективность; витамины; специализированный пищевой продукт

Для цитирования: Дубенко С.Э. Эффективность использования специализированного пищевого продукта у рабочих медной промышленности. *Гигиена и санитария.* 2021; 100 (3): 254–260. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-254-260>

Для корреспонденции: Дубенко Светлана Эдуардовна, врач-диетолог отдела гигиены питания, качества и безопасности продукции ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора РФ, 620014, Екатеринбург. E-mail: dubenko@ymrc.ru

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Благодарность. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 14.01.2021 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликована 16.04.2021

* МУК 4.1.1897-04 Атомно-абсорбционное измерение массовых концентраций свинца, кадмия, цинка и никеля в крови.

Svetlana E. Dubenko

Effectiveness of the use of specialized food item among copper industry workers

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

Introduction. Maintaining health and job longevity and decrease in the Russian working population's occupational morbidity rate remains a current trend in public policy in health care. The purpose of the research was to evaluate the effectiveness of a new specialized food item with the following definition: "Fruit and vegetable Nectar, enriched with dietary fiber, pectin and vitamins" (from now on "Nectar") as being healthy nutrition for individuals of auxiliary workshops of the copper industry.

Materials and methods. Thirty-four workers participated in the research. The questionnaire, clinical and laboratory as well as statistical methods were applied.

Results. Workers' diet involved a high proportion of fats (44.6% of the total dietary calories) and insufficient food items sources of ascorbic acid. The share of individuals with an inadequate nutritional supply of vitamins A, C, B₁, B₂, and PP was 32.6%, 46.9%, 75.5%, 81.6%, and 79.6%, respectively. Low concentration of ascorbic acid in the blood serum (in 32.7% of workers) and normal concentration of vitamin A and B₁ in blood were demonstrated in surveyed workers in the winter. The effectiveness of course consumption of Nectar specialized drink was shown in workers. Resulting from its consumption for three or more weeks, statistically significant positive alterations were observed in vitamin status (vitamin A and C), antioxidant defense system (in terms of peroxidase and MDA), together with a subjective health assessment in terms of work capacity and fatigue. Consumption of Nectar reduced cadmium content to environmentally safe level** in workers with high level of cadmium in blood.

Conclusion. Nectar may be used as a therapeutic and prophylactic food item for workers exposed to heavy metals.

Keywords: therapeutic and prophylactic food; effectiveness; vitamins; specialized food item

For citation: Dubenko S.E. Effectiveness of the use of specialized food item among copper industry workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (3): 254–260. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-254-260> (In Russ.)

For correspondence: Svetlana E. Dubenko, MD, a dietician at the Department of nutrition hygiene, quality and safety of goods, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection Industrial Workers, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation. Email: dubenko@ymrc.ru

Information about the authors: Dubenko S.E., <https://orcid.org/0000-0001-8008-6024>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: January 14, 2021 / Accepted: March 10, 2021 / Published: April 16, 2021

** Methodical instructions MUC 4.1.1897-04 Atomic absorption measurement of mass concentrations of lead, cadmium, zinc and nickel in the blood (in Russian).

Введение

Сохранение здоровья и трудового долголетия работающего населения России остаётся актуальным направлением в реализации государственной политики в области здравоохранения. В рамках национального проекта «Демография» ведётся работа по разработке и внедрению корпоративных программ по здоровьесбережению, в которые входят и мероприятия по совершенствованию алиментарной профилактики неинфекционных и профессиональных заболеваний, позволяющие на групповом уровне влиять на нездоровые привычки и максимально поддерживать адаптационные резервы организма [1, 2].

Свердловская область относится к промышленно развитым регионам, где на работающее население воздействуют самые разные неблагоприятные факторы производственной среды, как химические, так и физические. По данным Роспотребнадзора, 9% трудоспособного населения области, подверженного канцерогенным факторам риска, работают в металлургической отрасли^{1,2}. На работающих в этой отрасли действует также комплекс тяжёлых металлов, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, соединения серы, оксиды азота и углерода, обладающие раздражающим и аллергенным действием.

К мерам профилактики возникновения профессиональных заболеваний относится в том числе и выдача рабочим молока или специализированных пищевых продуктов, обогащённых витаминами и пектином [3], что закреплено законодательством. Перечень химических веществ, при контакте с которыми необходимо организовать выдачу такого профилактического питания, приводится в Приказе МЗСР РФ № 45н³. Важно отметить, что у 16–18% населения Российской Федерации наблюдается пищевая непереносимость молока (лактазная недостаточность) [4], в отдельных популяционных группах она достигает 76% [5], следовательно, у этих лиц меры профилактики возникновения профессиональных заболеваний, заключающиеся в выдаче молока, будут неэффективны вследствие отказа от употребления данного пищевого продукта. Не первый год идёт дискуссия о пользе молока, исследователи приходят к мнению, что данный продукт имеет высокую пищевую ценность, но недостаточную для указанной выше цели [6]. Ассортимент же специализированных продуктов, обогащённых витаминами и другими биологически активными веществами, невелик [7–9].

Обеспеченность витаминами населения РФ исследуется в нашей стране на регулярной основе [10–14]. Однако чаще всего в такие исследования включаются дети и беременные женщины, данных по содержанию витаминов в организме рабочих отдельных профессиональных групп в литературе приводится недостаточно [15].

Цель работы – оценить эффективность использования у работающих во вредных условиях труда нового специализированного пищевого продукта, диетического профилактического питания «Нектар фруктовый, фруктово-овощной, обогащённый пищевыми волокнами пектином и витаминами» (далее – Нектар), направленного на ограничение неблагоприятного воздействия токсичных металлов производственной среды.

¹ Региональные особенности состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2018 году (по материалам Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2018 году»).

² Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2018 году».

³ Приказ МЗСР РФ от 16 февраля 2009 г. № 45н «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов».

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 34 рабочих двух вспомогательных цехов крупного предприятия по производству меди (слесари-ремонтники, газорезчики, электросварщики), употребляющих в качестве лечебно-профилактического питания (ЛПП) молоко в соответствии с Приказом № 45н. Средний возраст – $49,3 \pm 1,4$ года.

К основным химическим факторам, воздействующим на рабочих, относились никель, свинец, кадмий, теллур, арсин, хром, селен, медь, цинк, серная кислота, бенз(а)пирен, хлор, оксид азота, аммиак, кремний диоксид кристаллический, обладающие общетоксическим, канцерогенным и фиброгенным действием.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, одобрено локальным этическим комитетом ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора № 3 в 2020 г. От всех участников получено добровольное информированное согласие. Отклик на исследование составил 78%. В условиях производства в зимний период в течение 20–27 рабочих смен лица, включённые в исследование, получали 200 мл Нектара (2 вкуса: яблоко с грушей или абрикос с морковью), расфасованного в индивидуальную упаковку.

Исследование Нектара на содержание действующих биологических веществ осуществлялось по ГОСТ EN 14122-2013 «Продукты пищевые. Определение витамина В₁ с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии» и ГОСТ Р 54014-2010 «Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом». Оценка потребления пищевых веществ с суточным рационом питания у рабочих, включённых в исследование, проводилась с использованием частотного метода, оценивалось потребление 68 пищевых продуктов/блюд с указанием объёма порции⁴. Сравнение потребления нутриентов произведено по отношению к нормам физиологических потребностей⁵.

Исследование концентрации витаминов и тяжёлых металлов в крови, а также лабораторных показателей антиоксидантного статуса проведено дважды – до и после курсового приёма специализированного продукта лечебно-профилактического питания (Нектар). Уровень витаминов А, В₁, С в сыворотке крови определялся после забора крови из локтевой вены утром натощак методом конкурентного иммуноферментного анализа на автоматическом спектрофотометре Erosch (США). Антиоксидантный статус у рабочих изучен путём оценки активности каталазы сыворотки крови с молибдатом аммония [16] и пероксидазной активности крови индигокарминовым методом [17], о процессах перекисного окисления липидов судили по содержанию в крови малонового диальдегида (МДА), который определялся в кислой среде с тиобарбитуровой кислотой [18]. Концентрация тяжёлых металлов (свинец, медь, кадмий) определялась в сыворотке крови атомно-абсорбционным методом, сравнение проведено с данными МУК 4.1.1897-04 и данными литературы [19, 20]. Маркер свинцовой интоксикации аминокислотная кислота (АЛК) определялся в первой (утренней) порции мочи спектрофотометрическим методом с реактивом Эрлиха [21]. Метод апробирован, применяется в подобных исследованиях с 1988 г., показал свою релевантность, является рутинным и удобен тем, что не требует сбора суточной мочи.

Состояние здоровья рабочих проанализировано дважды с использованием анкетного метода (авторский опросник) по субъективной самооценке. Применён способ оценки

⁴ Методические рекомендации по использованию системы многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса и оценки риска алиментарно-зависимых заболеваний «Нутритест-ИП» института питания РАМН. М., 2006.

⁵ МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Таблица 1 / Table 1

Биологическая ценность Нектара
Biological value of Nectar

| Пищевое вещество Food substance | Содержание в порции (200 мл), не менее Content per serving (200 ml), not less than |
|---|--|
| Пищевые волокна (пектин, клетчатка), г Dietary fibers (pectin, fiber), g | 2.2 |
| Витамин: Vitamin: | |
| А, мг (mg) | 0.543 |
| D ₃ , мкг (µg) | 1.65 |
| Е, мг (mg) | 5.432 |
| С, мг (mg) | 46.15 |
| РР, мг (mg) | 6.81 |
| В ₁ , мг (mg) | 0.672 |
| В ₂ , мг (mg) | 0.756 |
| В ₆ , мг (mg) | 0.876 |
| Фолиевая кислота, мкг Folic acid, µg | 150 |
| В ₁₂ , мкг (µg) | 1.93 |

динамики состояния здоровья с использованием интегрального показателя состояния здоровья в баллах, где уменьшение количества баллов в процессе исследования отражает положительную динамику состояния здоровья (патент № 2697780) [22]. Профессиональная заболеваемость оценена по данным предприятия за 15 лет. Для статистической обработки данных использованы программы Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 20. Анализ независимых выборок проведён с использованием непараметрического метода Манна–Уитни, корреляционная зависимость – методом Пирсона, при сравнении зависимых групп использован метод Уилкоксона. Связь между параметрами считалась значимой при уровне $p < 0,05$.

Результаты

Состав действующих биологических веществ в порции (200 мл) Нектара представлен в табл. 1.

В связи с тем, что при исследовании витаминных премиксов оценка содержания витаминов проводится по 1–2 компонентам, в Нектарах определяли витамин В₁ и пектин. Результаты лабораторных испытаний, проведённые в аккредитованном испытательном лабораторном центре, подтвердили содержание в 1-й порции Нектара 0,7 мг витамина В₁ и 3 г пектина.

Изучение суточных рационов питания рабочих показало, что их калорийность в среднем составила $2290,4 \pm 103,6$ ккал. При достаточном потреблении белка ($86,0 \pm 4,1$ г/день) потребление общих жиров в среднем было избыточным, составило $113,5 \pm 5,8$ г в сутки при рекомендуемом 83–105 г в зависимости от тяжести трудового процесса, за счёт продуктов животного происхождения (мяса, колбасных изделий, пищевых жиров). Вклад белков, жиров и углеводов в общую калорийность рациона в среднем составил 15; 44,6 и 40,4% соответственно, что свидетельствует о дисбалансе рационов в сторону жировой составляющей и низкой доле углеводной составляющей. Данные по уровню микронутриентов в рационах питания рабочих в сравнении с нормами физиологической потребности (МР 2.3.1.2432-08) и процент лиц с недостаточной алиментарной обеспеченностью ими приведены в табл. 2.

Уровень поступления с рационами питания витаминов, а также минеральных веществ по отношению к норме фи-

Таблица 2 / Table 2

Среднее количество микронутриентов в суточном рационе питания рабочих (n = 34) и процент лиц с низким уровнем потребления микронутриентов

Average number of micronutrients in the daily diet of workers (n = 34) and the percentage of people with low levels of micronutrient intake

| Нутриент Nutrient | Уточнённая физиологическая потребность в сутки для взрослых (в России) The level of physiological need per day for adults (in Russia) | Среднее (M ± m) Average | % лиц с низким уровнем потребления % of people with low consumption |
|--|--|----------------------------|--|
| Витамин: Vitamin: | | | |
| А, мкг рет. экв. (retinol equivalent), µg | 900 | $1157,3 \pm 69,5$ | 32,6 |
| В ₁ , мг (mg) | 1,5 | $1,2 \pm 0,07$ | 75,5 |
| В ₂ , мг (mg) | 1,8 | $1,4 \pm 0,08$ | 81,6 |
| РР, мг (mg) | 20 | $16,0 \pm 0,7$ | 79,6 |
| С, мг (mg) | 90 | $124,8 \pm 13,8$ | 46,9 |
| Минерал: Mineral: | | | |
| К, мг (mg) | 2500 | $3145,5 \pm 153,8$ | 26,5 |
| Na, г (g) | 1,3 | $4,1 \pm 0,1$ | 0 |
| Ca, мг (mg) | 1000 | $809,3 \pm 52,0$ | 71,4 |
| Mg, мг (mg) | 400 | $317,6 \pm 16,5$ | 79,6 |
| P, мг (mg) | 800 | $1357,6 \pm 67,7$ | 10,2 |
| Fe, мг (mg) | 10 | $16,9 \pm 0,7$ | 8,2 |

зиологических потребностей и энергии (МР 2.3.1.2432-08) соответствовал по витаминам В₁, В₂ и ниацину 80; 77,8; 80% от физиологической нормы соответственно, а магния и кальция 79,4 и 80,9% соответственно. Дефицит потребления витаминов В₁, В₂, РР, магния и кальция был характерен для большей половины рабочих. Дефицита потребления витамина С в среднем не наблюдалось, но его низкий уровень в рационах был характерен для 46,9% рабочих, а минимальное потребление составляло 1/3 от рекомендованного.

Поступление с рационами витаминов В₁, В₂ и ниацина напрямую было связано с потреблением белка ($r = 0,708$; $r = 0,908$; $r = 0,947$ соответственно; $p < 0,01$) и жиров ($r = 0,714$; $r = 0,796$; $r = 0,773$ соответственно; $p < 0,01$), а витамина С – с потреблением общих углеводов и пищевых волокон ($r = 0,350$, $r = 0,814$; $p < 0,05$). Источником витамина В₁ в рационе питания, по данным опроса, служили злаковые и бобовые пищевые продукты. Богатые витамином В₂ и ниацином печень и рыба употреблялись рабочими редко, данные нутриенты поступали в первую очередь с мясной, в том числе колбасной продукцией. Источником аскорбиновой кислоты в рационах питания являлись преимущественно разные виды капусты и цитрусовые, с ними поступала в среднем половина от общего количества витамина С.

Анализ потребления витаминно-минеральных комплексов, по данным опроса, выявил, что систематически принимали витамины всего 10,2% рабочих и ещё 26,5% употребляли их эпизодически.

Результаты клинико-лабораторных исследований представлены в табл. 3.

Изучение обеспеченности рабочих тремя витаминами показало, что средние значения их концентрации в крови находились в диапазоне нормы. Несмотря на то что процент лиц

Таблица 3 / Table 3

Значения исследуемых показателей исходно и в конце исследования ($n = 34$)Initial values of the studied parameters and at the end of the study ($n = 34$)

| Показатель | Index | Норма Norm | % лиц с отклонением показателя (исходно) % of persons with a deviation of the index (initial) | Среднее ($M \pm m$) Average | | <i>p</i> |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--|----------------------------------|---|----------|
| | | | | исходно initial value | после курса приёма Нектара after a course of Nectar intake | |
| Витамин С, мг/л: | Vitamin C, mg/l: | | | | | |
| в крови | in the blood | 4–15 | 32.7 | 5.9 ± 0.5 | 8.6 ± 0.9 | 0.008* |
| в моче, мг/дл | in urine, mg/dl | – | – | – | 11.6 ± 1.0 | 0.051 |
| Витамин В ₁ , нг/мл | Vitamin B ₁ , ng/ml | 1.44–8.064 | 2.9 | 6.7 ± 0.6 | 7.1 ± 0.8 | 0.572 |
| Ретинол, мкг/мл | Retinol, µg/ml | 0.3–4.2 | 0 | 2.4 ± 0.1 | 3.1 ± 0.1 | 0.000* |
| Пероксидаза, мк кат/мл | Peroxidase, mc cat/ml | 4.5–8.5 | 14.2 | 6.5 ± 0.2 | 7.1 ± 0.2 | 0.003* |
| Каталаза, мк кат/мл | Catalase, mc cat/ml | 10.6–23.0 | 24.5 | 13.1 ± 0.9 | 14.3 ± 1.0 | 0.278 |
| МДА, мкмоль/л | MDA, µmol/l | 2.26–3.98 | 44.1 | 2.8 ± 0.1 | 3.0 ± 0.9 | 0.257 |
| АЛК, мкмоль/л | ALA, µmol/l | < 43 | 8.2 | 23.0 ± 1.7 | 22.8 ± 1.7 | 0.956 |
| Медь, мкг/дм ³ [19, 20] | Cu, µg/dm ³ [19, 20] | < 2000 | 0 | 768.0 ± 24.5 | 804.4 ± 35.8 | 0.411 |
| Свинец, мкг/дм ³ | Pb, µg/dm ³ | < 500** < 10*** | 0 97.1 | 51.0 ± 7.6 | 67.4 ± 13.4 | 0.282 |
| Кадмий, мкг/дм ³ | Cd, µg/dm ³ | < 5 | 5.9 | 0.8 ± 0.04 | 0.4 ± 0.02 | 0.161 |

Примечание. * – статистически значимые различия с исходными значениями; ** – МУК 4.1.1897-04; *** – Центр по контролю и профилактике заболеваемости США (U.S.CDC).

Note. * Statistically significant differences from baseline values; ** Methodical instructions MUK 4.1.1897-04; *** United States Centers for Disease Control and Prevention (U.S.CDC).

с дефицитом в рационе витамина В₁ был высоким, концентрация его в крови у большинства (95,7%) находилась в нормируемом методикой диапазоне. Низкого уровня ретинола в крови не было ни у одного из обследованных, что согласуется с данными Коденцовой В.М. и соавт. [10], хотя в рационе наблюдалось его низкое содержание у каждого третьего рабочего. Это может быть связано с неглубоким дефицитом (до 20%) данных витаминов в рационе или ограничениями методики опроса. Низкая концентрация в крови витамина С, несмотря на достаточный в среднем уровень потребления, обнаружена у 32,7% рабочих, что в 1,4 раза реже, чем дефицит витамина в рационе питания. Обращает внимание, что зависимость концентрации в крови аскорбиновой кислоты от её потребления не выявлено ($p = 0,285$). Распространённость дефицита в крови витамина С у лиц с разным уровнем потребления также не имела статистической значимости, 36,8% у лиц с низким уровнем потребления против 20% у лиц с рекомендованным МР 2.3.1.2432-08 уровнем потребления ($p = 0,808$). Это может быть следствием генетических полиморфизмов, связанных с всасыванием витамина С, особенностей течения сопутствующих соматических заболеваний, разного уровня уязвимости организма к ксенобиотикам в процессе их детоксикации и требует дальнейшего исследования в этом направлении [23].

Отклонение показателей антиоксидантной защиты организма (каталаза, пероксидаза, МДА) исходно наблюдалось у значительной доли рабочих (в 14,2–44,1% случаев).

Содержание кадмия в крови превышало биологически предельно допустимые значения (МУК 4.1.1897-04) у 2 рабочих (5,9%). Концентрация свинца в крови рабочих не превышала биологически предельно допустимые значения (БПДЗ 500 мкг/дм³). Однако центром по контролю и профилактике заболеваемости США (U.S.CDC) за «уровень обеспокоенности» признана концентрация в крови свинца больше 10 мкг/дм³, с чем согласны многие авторы [23–26]. Такой уровень выявлен у 97,1% рабочих. Концентрация меди в крови не нормируется законодательством, но, по данным литературы, критериальными значе-

ниями уровня меди, не вызывающими сдвигов показателей крови, предложены менее 2000 мкг/л [19, 20]. Несмотря на то что обследованные систематически контактировали с этим микроэлементом в процессе трудовой деятельности, высоких концентраций меди в крови (выше 2000 мкг/л) у рабочих не выявлено. Это может свидетельствовать об их адаптации к такому контакту или конкурентном механизме поступления биогенного металла в организм из воздуха рабочей зоны, содержащего смесь тяжёлых металлов. Маркер свинцовой интоксикации (АЛК) превышал референтные значения почти у каждого десятого рабочего.

Результаты анкетирования по критерию работоспособности и утомляемости, отражающие общее состояние здоровья рабочих, показали, что работоспособность по времени по пятибалльной шкале в среднем составила 2,5 (где 1 балл – возможность работать долго, 5 баллов – возможность продуктивно работать очень краткое время с перерывами), а работоспособность по скорости 2,4 (1 балл – возможность работать очень быстро/интенсивно, 5 баллов – невозможность работать быстро). Высоко оценили свою работоспособность 31,7% рабочих, у 8,2% она была неудовлетворительной. Утомляемость по пятибалльной шкале в среднем соответствовала 2,4 балла (1 балл – долго не устаю, 5 баллов – сильно устаю). Утомляемость в процессе выполнения трудовых обязанностей отсутствовала у четверти рабочих, а 4,1%, наоборот, отметили сильную утомляемость.

Свое состояние здоровья как очень хорошее и хорошее оценили 10,2 и 81,6% соответственно. Удовлетворительным его назвали 8,2% рабочих, неудовлетворительные оценки отсутствовали. При этом в 12,2% случаев респондентами отмечено улучшение здоровья за последний год, а в 4,1% – его ухудшение. В анкетах рабочим было предложено отметить наличие или отсутствие симптомов из списка в 31 наименовании. Анализ данных показал, что не предъявляли никаких жалоб 46,9% рабочих. Количество жалоб на 1 человека достигало 8 и в среднем у лиц, имеющих жалобы, составило 2,4.

На исследуемом предприятии регулярно регистрировалась профессиональная заболеваемость в группе профессий,

вошедших в исследование (в среднем 23,8% от всех случаев). Доминировали заболевания бронхолегочной системы: пневмокониоз, силикоз, профессиональный бронхит, рак органов дыхания.

В течение 1,5 мес (20–27 рабочих смен) лица, вошедшие в группу наблюдения, получали новый специализированный продукт лечебно-профилактического питания, обогащённый витаминами и пектином (Нектар).

Повторное измерение содержания в крови трёх витаминов после курсового приёма Нектара выявило положительную динамику концентрации в крови ретинола (в среднем $2,4 \pm 0,1$ до $3,1 \pm 0,1$ мкг/мл; $p = 0,000$) и витамина С ($5,9 \pm 0,5$ до $8,6 \pm 0,9$ мг/л; $p = 0,008$), что свидетельствует об улучшении обеспеченности рабочих этими витаминами (см. табл. 3).

Относительное количество лиц с недостаточностью витамина С в крови снизилось в 1,7 раза, с 32,7 до 17,6%.

Положительная динамика после курсового употребления Нектара отмечена в отношении показателей антиоксидантной системы. Так, активность пероксидазы в среднем увеличилась с $6,5 \pm 0,2$ до $7,1 \pm 0,2$ мк кат/мл ($p = 0,003$), что можно расценивать как повышение активности фермента. На фоне применения Нектара выявлено снижение частоты отклонений концентрации МДА от биохимической константы (у 12,5% рабочих в конце исследования против 44,1% исходно; $p = 0,012$), что свидетельствует об оптимизации показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты организма.

Средняя концентрация кадмия в крови снизилась в 2 раза, с $0,8 \pm 0,04$ до $0,4 \pm 0,02$ мкг/дм³. У всех лиц с высоким содержанием кадмия за период употребления Нектара произошла его нормализация. Содержание в крови свинца имело тенденцию к увеличению (в среднем с $51 \pm 7,6$ до $67,4 \pm 13,4$ мкг/дм³).

За период употребления Нектаров у рабочих уменьшилось количество предъявляемых жалоб. В конце исследования предъявляли жалобы на здоровье 14,7% рабочих против 53,1% исходно (в среднем 1 жалоба на 1 респондента, предъявляющего их, против 2,4 исходно; $p = 0,001$). Оценка динамики состояния здоровья рабочих по результатам опроса показала положительные сдвиги по критерию утомляемости, он улучшился ($p = 0,001$) в среднем на 0,7 балла по пятибалльной шкале, работоспособности по времени на 0,9 балла ($p = 0,001$) и работоспособности по скорости на 0,7 балла ($p = 0,029$).

В связи с тем, что оценка динамики изменений исследуемых показателей проводилась у здоровых рабочих без отрыва от производства и теоретически все показатели должны были находиться в пределах гомеостаза, кроме тех, уровень которых меняется в зависимости от типа питания и токсической нагрузки, в исследовании был применён комплексный интегральный показатель оценки состояния здоровья в баллах (патент № 2697780) [22]. Результаты оценки свидетельствуют о положительной динамике ($p = 0,001$) состояния здоровья у рабочих исследуемой группы за период употребления Нектара, произошло уменьшение интегрального показателя в баллах (исходно он оценён в среднем в 25,6, а в конце исследования – в 13,8 балла).

Обсуждение

Анализ вклада основных нутриентов (белков, жиров и углеводов) в общую калорийность рациона рабочих свидетельствует о его жировой направленности (в среднем 44,6% энергии поступало преимущественно за счёт животных жиров).

Сравнение данных позволило установить, что уровень дефицита в рационах питания витаминов В₁, В₂, ниацина, а также минеральных веществ магния и кальция по отношению к норме физиологических потребностей и энергии был неглубоким (ниже рекомендуемого на 19,1–22,2%), однако дефицит их потребления, характерный для боль-

шинства рабочих, свидетельствует о дисбалансе в питании. Полученные данные согласуются с данными эпидемиологических исследований, которые свидетельствуют о том, что обеспеченность витаминами при калорийности рациона ниже 2500 ккал не превышает 80% от рекомендуемых норм [27].

Учитывая, что витаминно-минеральные комплексы употреблял систематически только каждый десятый рабочий, можно сделать вывод, что основными источниками микронутриентов в привычных рационах были традиционные пищевые продукты. Учёными подчёркивается важность разнообразия в питании, что будет обеспечивать адекватность протекания метаболических процессов в организме [28]. Однако пищевые привычки рабочих свидетельствуют об однообразии рациона питания, так, например, 50% витамина С поступает всего с двумя пищевыми продуктами (капустой и цитрусовыми).

Определение концентрации витаминов в крови, без сомнения, является доказательством их уровня в организме, но данный метод имеет ограничения из-за инвазивности и дороговизны. Кроме того, в связи с тем, что кровь является транспортной средой, недостаточность микронутриентов может распознаваться несвоевременно, после обеднения организма биоэлементами, и метод может быть малоинформативен на донологической стадии [29, 30].

По данным Коденцовой В.М. и соавт., изучавших витаминный статус трудоспособного населения РФ, дефицит потребления витамина С в среднем был незначительным, а дефицит в крови обнаружен всего у 1% населения [29]. В нашем исследовании дефицита потребления у рабочих аскорбиновой кислоты по среднему значению не выявлено, а его дефицит в крови встречался в 30 раз чаще, чем в популяции, что может быть связано с воздействием негативных факторов производственной среды, в том числе токсичных металлов. Необходимо отметить, что именно витамин С является функциональным маркером оптимальности нутритивного статуса [31].

Анализируя содержание в крови тяжёлых металлов, следует помнить, что они обладают токсическим и канцерогенным действием. БПДК кадмия в 100 раз ниже, чем у свинца, что связано с его большей токсичностью. Уровень в крови кадмия отражает экспозицию в течение предшествующих 2–3 мес или долговременное воздействие [23]. Положительную динамику концентрации кадмия можно считать благоприятным прогностическим фактором. Концентрация свинца в крови отражает количество недавно поступившего в организм свинца, может меняться в течение суток и зависит от концентрации в окружающей среде, индивидуальных факторов, скорости поглощения и экскреции [23, 32]. Его увеличение также может быть связано с выведением из органов-депо (костной ткани), но подтверждение этой гипотезы может быть получено только при одновременном измерении свинца в разных биосредах организма (крови, кале, моче).

Решение о выдаче рабочим молока или других равноценных пищевых продуктов, в том числе соков с мякотью, а также отказ от выдачи этих продуктов и замену их на денежную компенсацию принимает работодатель, это закреплено законодательством (Приказ МЗСР РФ № 45н). Следует заметить, что компенсационная выплата может снизить ценность данного профилактического мероприятия по сохранению здоровья из-за возможности его нецелевого использования. Расширение ассортимента продукции, используемой в лечебно-профилактическом питании, особенно у лиц с пищевой непереносимостью лактозы, позволит повысить мотивацию рабочих на получение ЛПП, а не денежной компенсации и соответственно качество профилактических мер по снижению профессиональной заболеваемости.

Приведённые данные положительной динамики витаминного, антиоксидантного статуса рабочих и работоспособности свидетельствуют об эффективности применения

специализированного продукта Нектар. Широко применяются в медицине интегральные показатели, поэтому в данном исследовании был применён способ оценки эффективности, включающий интегральный индекс состояния здоровья по 11 описанным выше лабораторным показателям, который показал статистически значимую положительную динамику состояния здоровья в исследуемой группе рабочих ($p = 0,001$).

Специализированный продукт Нектар может расширить список специализированных пищевых продуктов, выдаваемых в качестве ЛПП, особенно при переносимости молока. Важность регулярного адекватного поступления, в том числе аскорбиновой кислоты, с суточным рационом питания в условиях токсической нагрузки остаётся актуальной, поэтому необходимо проводить санитарно-просветительскую работу по мотивации к здоровому и разнообразному питанию у контингента, трудовая деятельность которого сопряжена с вредными условиями.

Заключение

Изначально низкое содержание в крови витамина С выявлено у каждого третьего рабочего медной промышленности. После курсового приёма напитка «Нектар фруктовый, фруктово-овощной, обогащённый пищевыми волокнами пектином и витаминами» в течение трёх и более недель отмечены статистически значимые положительные сдвиги в витаминном статусе (витамины А и С), системе антиоксидантной защиты организма, субъективной оценке состояния здоровья по критерию работоспособности и утомляемости, а также интегральному показателю состояния здоровья. Специализированный продукт Нектар может применяться в качестве лечебно-профилактического продукта питания при контакте с тяжёлыми металлами. Данный пищевой продукт может быть рекомендован также для расширения ассортимента напитков и для других категорий рабочих медной промышленности, не получающих ЛПП, для улучшения пищевого статуса.

Литература

(п.п. 27, 28, 31 см. References)

1. Соболевская О.В., Черепов В.М., Соболевская М.С. Лучшие корпоративные практики охраны здоровья работающего населения. В кн.: *Материалы научно-практической конференции «Здоровье и безопасность на рабочем месте»*. Новополоцк-Полоцк; 2019: 298–302. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-298-302>
2. Введенский А.И. Корпоративные программы профилактики профессиональных заболеваний. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2020; 28(2): 202–6. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-298-302>
3. Порошин Е.В., Михеев Д.Н. Профилактические мероприятия, направленные на обеспечение безопасных условий труда и снижение профессиональных заболеваний. В кн.: *Материалы V Международной научно-практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве»*. Междуреченск; 2016: 176–7.
4. Алибеков Р.С., Овчинникова О.Ю. Лактозная переносимость и безлактозное молоко. *Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Разакова*. 2016; (1): 212–5.
5. Кунакова Р.В., Зайнуллин Р.А., Хуснутдинова Э.К., Хусаинова Р.И. Генетические предпосылки здорового питания. *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*. 2014; 19(1): 5–11.
6. Винников Д.В., Малевич Н.О., Батура В.А. Действие специализированных пищевых продуктов на работников, занятых во вредных и опасных условиях труда. В кн.: *Материалы научно-практической конференции «Здоровье и безопасность на рабочем месте»*. Новополоцк-Полоцк; 2019: 287–91. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-287-291>
7. Крючкова Е.Н. Оценка эффективности применения продуктов лечебно-профилактического питания при воздействии негативных факторов рабочей среды. В кн.: *Материалы научно-практической конференции «Здоровье и безопасность на рабочем месте»*. Новополоцк-Полоцк; 2019: 171–5. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-171-175>
8. Истомин А.В., Рахманов Р.С. Эффективность продуктов специализированного, диетического и профилактического питания. В кн.: *«Проблемы гигиенической безопасности и управления факторами риска для здоровья населения»*. Научные труды, посвященные 85-летию ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора. Нижний Новгород; 2014: 185–8.
9. Австриевских А.Н., Бебенин В.В., Голуб О.В. Концентраты киселей функционального назначения. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2009; (4): 118–9.
10. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Спиричев В.Б. Изменение обеспеченности витаминами взрослого населения Российской Федерации за период 1987–2009 гг. (к 40-летию лаборатории витаминов и минеральных веществ НИИ питания РАМН). *Вопросы питания*. 2010; 79(3): 68–72.
11. Коденцова В.М., Бекетова Н.А., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Характеристика обеспеченности витаминами взрослого населения Российской Федерации. *Профилактическая медицина*. 2018; 21(4): 32–7. <https://doi.org/10.17116/profmed201821432>
12. Спиричев В.Б., Трихина В.В. Обеспеченность микронутриентами рабочих промышленных предприятий и пути оптимизации лечебно-профилактических рационов. *Техника и технология пищевых производств*. 2015; (2): 87–92.
13. Коденцова В.М., Вржесинская О.А. Обеспеченность детей водорастворимыми витаминами (2015–2018 гг.). *Вопросы практической педиатрии*. 2019; 14(2): 7–14. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2019-2-7-14>
14. Коньшко Н.А. Клинические и социальные аспекты дисбаланса витаминов у беременных женщин (обзор литературы). *Сибирский медицинский журнал*. 2012; 27(2): 34–8.
15. Горбачев Д.О., Бекетова Н.А., Коденцова В.М., Кошелева О.В., Сокольников А.А., Сазонова О.В. и соавт. Оценка витаминного статуса работников Самарской ТЭЦ по данным о поступлении витаминов с пищей и их уровню в крови. *Вопросы питания*. 2016; 85(3): 71–81.
16. Королюк М.А., Иванова Л.К., Майорова И.Г., Токарева В.А. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988; (4): 44–7.
17. Попов Т., Нейковская Л. Метод определения пероксидазной активности крови. *Гигиена и санитария*. 1971; 60(10): 89–91.
18. Андреев Л.И., Кожемякин Л.А. Методика определения малонового диальдегида. *Лабораторное дело*. 1988; (11): 41–3.
19. Карамова Л.М., Ларионова Т.К., Башарова Г.Р. Критерии экологической безопасности тяжелых металлов в крови человека. *Медицина труда и промышленная экология*. 2010; (6): 21–3.
20. Скальный А.В. *Химические элементы в физиологии и экологии человека*. М.: МИР; 2004.
21. Архипова О.Г., Шацкая Н.Н., Семёнова Л.С. *Методы исследования в профпатологии*. М.: Медицина; 1988: 156–7.
22. Мажаева Т.В., Дубенко С.Э. Способ оценки эффективности рационов лечебно-профилактического питания для работающих приоритетных профессий медной металлургии. Патент РФ № RU 2697780 C1; 2019.
23. ВОЗ. Биомониторинг человека: факты и цифры. Копенгаген; 2015.
24. Кошкина В.С., Котляр Н.Н., Котельникова Л.В., Долгушина Н.А. Клинико-токсикологическая характеристика свинца и его соединений. *Медицинские новости*. 2013; (1): 20–5.
25. Ревич Б.А. *Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию*. М.; 2001.
26. Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Малых О.Л., Воронин С.А. и соавт. О влиянии экологически обусловленной экспозиции к свинцу на здоровье и развитие детей в промышленных городах Среднего Урала. *Биосфера*. 2010; 2(4): 554–65.
27. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Рисник Д.В., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможность ее коррекции. Состояние проблемы. *Вопросы питания*. 2017; 86(4): 113–24.
28. Цыган В.Н., Скальный А.В., Мокеева Е.Г. *Спорт. Иммунология. Питание*. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2012.
29. Шилов В.В., Маркова О.Л., Кузнецов А.В. Биомониторинг воздействия вредных химических веществ на основе современных биомаркеров. Обзор литературы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 591–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-591-596>

References

1. Sobolevskaya O.V., Cherepov V.M., Sobolevskaya M.S. Best corporate practices for health protection of the working population. In: *Materials of the Research and Practice Conference «Health and Safety in the Workplace»*. [Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste»]. Novopolotsk-Polotsk; 2019: 298–302. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-298-302> (in Russian)
2. Vvedenskiy A.I. The corporative programs of prevention of occupational diseases. *Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdavoookhraneniya i istorii meditsiny*. 2020; 28(2): 202–6. <https://doi.org/10.31089/978-985-7153-76-3-2019-1-3-298-302> (in Russian)
3. Poroshin E.V., Mikheev D.N. Prevention activities designed to guarantee safe working conditions and reduce occupational diseases. *Proceedings of the V International Research and Practice Conference «Modern Trends and Innovations in Science and Production»* [Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve»]. Mezhdurechensk; 2016: 176–7. (in Russian)

4. Alibekov R.S., Ovchinnikova O.Yu. Lactose intolerance and lactose-free milk. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova*. 2016; (1): 212–5. (in Russian)
5. Kunakova R.V., Zaynullin R.A., Khusnutdinova E.K., Khusainova R.I. Genetic background of healthy food. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan*. 2014; 19(1): 5–11. (in Russian)
6. Vinnikov D.V., Malevich N.O., Batura V.A. Effect of specialized food products on workers employed in harmful and dangerous working conditions. In: *Materials of the Research and Practice Conference «Health and Safety in the Workplace»: [Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste»]*. Novopolotsk-Polotsk; 2019: 287–91. (in Russian)
7. Kryuchkova E.N. Evaluation of the effectiveness of therapeutic and preventive nutrition products under the influence of negative factors of the working environment. In: *Materials of the Research and Practice Conference «Health and Safety in the Workplace»: [Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste»]*. Novopolotsk-Polotsk; 2019: 171–5. (in Russian)
8. Istomin A.V., Rakhmanov R.S. Efficiency of specialized, dietary and preventive nutrition products. In: *«Issues of Hygienic Safety and Management of Risk Factors for Public Health». Research Papers Dedicated to the 85th Anniversary of the Federal State Budgetary Institution “NNIIGP” of Rosпотребнадзор [«Problemy gigienicheskoy bezopasnosti i upravleniya faktorami riska dlya zdorov'ya naseleniya»]*. Nauchnye trudy, posvyashchennye 85-letiyu FBUN «NNIIGP» Rosпотребнадзора. Nizhniy Novgorod; 2014: 185–8. (in Russian)
9. Avstrieviskikh A.N., Bebenin V.V., Golub O.V. Concentrates of berry starch drinks for functional purposes. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. 2009; (4): 118–9. (in Russian)
10. Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Spirichev V.B. The alteration of vitamin status of adult population of the Russian Federation in 1987–2009 (to the 40th anniversary of the laboratory of vitamins and minerals of institute of nutrition at Russian Academy of Medical Sciences). *Voprosy pitaniya*. 2010; 79(3): 68–72. (in Russian)
11. Kodentsova V.M., Beketova N.A., Nikityuk D.B., Tutel'yan V.A. Characteristics of vitamin provision in the adult population of the Russian Federation. *Profilakticheskaya meditsina*. 2018; 21(4): 32–7. <https://doi.org/10.17116/profmed201821432> (in Russian)
12. Spirichev V.B., Trikhina V.V. Supply of workers of industrial enterprises with micronutrients and the ways of health-promoting diet optimization. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2015; (2): 87–92. (in Russian)
13. Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A. Sufficiency of children with water-soluble vitamins (2015–2018). *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2019; 14(2): 7–14. <https://doi.org/10.20953/1817-7646-2019-2-7-14> (in Russian)
14. Konyshko N.A. Clinical and social aspects of vitamin imbalance in pregnant women (review). *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 27(2): 34–8. (in Russian)
15. Gorbachev D.O., Beketova N.A., Kodentsova V.M., Kosheleva O.V., Sokol'nikov A.A., Sazonova O.V., et al. Assessment of vitamin status of the workers of Samara thermal power plant according to data on vitamin intake and their levels in blood. *Voprosy pitaniya*. 2016; 85(3): 71–81. (in Russian)
16. Korolyuk M.A., Ivanova L.K., Mayorova I.G., Tokareva V.A. Method for the determination of catalase activity. *Laboratornoe delo*. 1988; (4): 44–7. (in Russian)
17. Popov T., Neykovskaya L. Way to determine the peroxidase activity of blood. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1971; 60(10): 89–91. (in Russian)
18. Andreev L.I., Kozhemyakin L.A. Method for the determination of malondi-aldehyde. *Laboratornoe delo*. 1988; (11): 41–3. (in Russian)
19. Karamova L.M., Larionova T.K., Basharova G.R. Criteria of ecologic safety for serum levels of heavy metals in humans. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2010; (6): 21–3. (in Russian)
20. Skal'nyy A.V. *Chemical Elements in Physiology and Ecology [Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka]*. Moscow: MIR; 2004. (in Russian)
21. Arkhipova O.G., Shatskaya N.N., Semenova L.S. *Research Methods in Occupational Pathology [Metody issledovaniya v profpatologii]*. Moscow: Meditsina; 1988: 156–7. (in Russian)
22. Mazhayeva T.V., Dubenko S.E. Method for assessment of efficiency of therapeutic and preventive food rations for working priority occupations of copper metallurgy. Patent RF № RU 2697780 C1; 2019. (in Russian)
23. WHO. Human biomonitoring: facts and figures. Copenhagen; 2015. (in Russian)
24. Koshkina V.S., Kotlyar N.N., Kotel'nikova L.V., Dolgushina N.A. Clinical and toxicological properties of lead and its compounds. *Meditsinskie novosti*. 2013; (1): 20–5. (in Russian)
25. Revich B.A. *Contamination of the Environment and Health of Population. Introduction to Environmental Epidemiology [Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i zdorov'ye naseleniya. Vvedenie v ekologicheskuyu epidemiologiyu]*. Moscow; 2001. (in Russian)
26. Privalova L.I., Katsnel'son B.A., Kuz'min S.V., Gurvich V.B., Malykh O.L., Voronin S.A., et al. The impact of the environmental lead exposure on the health and development of children in copper-producing townships of the Middle Urals. *Biosfera*. 2010; 2(4): 554–65. (in Russian)
27. Mareschi J.P., Cousin F., de la Villeon B., Brubacher G.B. Caloric value of food and coverage of the recommended nutritional intake of vitamins in the adult human. Principle foods containing vitamins. *Ann. Nutr. Metab.* 1984; 28(1): 11–23. (in French)
28. Wu F., Mitchell N.J., Male D., Kensler Th.W. Reduced foodborne toxin exposure is a benefit of improving dietary diversity. *Toxicol. Sci.* 2014; 141(2): 329–34. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfu137>
29. Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Risnik D.V., Nikityuk D.B., Tutel'yan V.A. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Voprosy pitaniya*. 2017; 86(4): 113–24. (in Russian)
30. Tsygan V.N., Skal'nyy A.V., Mokeeva E.G. *Sport. Immunity. Food [Sport. Immunitet. Pitaniye]*. St. Petersburg: ELBI-SPb; 2012. (in Russian)
31. Benzie I.F. Vitamin C: prospective functional markers for defining optimal nutritional status. *Proc. Nutr. Soc.* 1999; 58(2): 469–76. <https://doi.org/10.1017/s0029665199000610>
32. Shilov V.V., Markova O.L., Kuznetsov A.V. Biomonitoring of influence of harmful chemicals on the basis of the modern biomarkers. Literature review. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 591–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-591-596> (in Russian)