2. Spirichev V.B. *Mikronutrienty – vazhneishii alimentarnyi faktor v okhrane zdorov'ia. Gigienicheskie aspekty primeneniia vitaminov V proizvodstvennykh kollektivakh (analiticheskii obzor)* [Micronutrients – the major alimentary factor in health protection. Hygienic aspects of use of vitamins B work collectives (analytical review)]. Moscow, 2007. 63 p.

3. Dadali V.A., Makarov V.G. Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rastenii kak faktor detoksikatsii organizma [Biologically active substances of medicinal plants as a factor of detoxification of organism]. *Voprosy pitanija* [Nutricion Problems], 2003, no. 5, pp. 49-55.

4. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda* [Bases of a state policy of the Russian Federation in the field of healthy food of the population for the period till 2020]. The order of the Government of the Russian Federation of 25.10.2010 no. 1873–r. (In Russ.)

5. *Strategiia razvitiia pishchevoi i pererabatyvaiushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda* [Strategy of development of food and processing industry of the Russian Federation till 2020]. The order of the Government of the Russian Federation of 17.04.2012 no. 559-r. (In Russ.)

6. Spirichev V.B., Trikhina V.V., Poznyakovsky V.M. Obogashchenie pishchevykh produktov mikronutrientami – nadezhnyi put' optimizatsii ikh potrebleniia [Enrichment of foodstuff micronutrients – a reliable way of optimization of their consumption]. *Polzunovskij vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2012, no. 2/2, pp. 9 – 15.

[1]Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

[2]Company Sibtorg,
22A, st. Tukhachevskogo, Kemerovo, 650036, Russia

[3]Research and Manufacturing Association «ArtLife»,
8/2, st. Nakhimov, Tomsk, 634034, Russia

Дата поступления: 01.12.2014

УДК 663:613.26

В.В. Трихина[1], Е.Л. Лазаревич[2], В.З. Колтун[3]

КЛИНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАПИТКА ДЛЯ РАБОЧИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Оценка фактора питания в обеспечении здоровья и повышения надежности профессиональной деятельности рабочих промышленных предприятий представляется важной и актуальной задачей при разработке специализированных продуктов и оптимизации лечебно-профилактических рационов. Дана оценка фактического питания, витаминной обеспеченности и антиоксидантной системы у работников алюминиевого производства. Исследование экскреции аскорбиновой кислоты и рибофлавина показало, что содержание испытуемых витаминов находится ниже рекомендуемых норм. Установлена разбалансированность рациона по основным пищевым веществам и энергии. Полученные данные явились основой для научного обоснования рецептурной формулы специализированного напитка «Виталайф», обогащенного необходимыми нутриентами: витаминами С, А, D, Е, B_1, B_2, B_6, B_{12}, никотинамидом, пантотеновой, фолиевой кислотами, биотином и пектином. Представлены материалы по результатам клинических исследований эффективности разработанного продукта, который включали в рацион рабочих, в течение одного месяца два раза в день. Изучали экскрецию витаминов С и B_2 с мочой, содержание продуктов перекисного окисления липидов и активность ферментов антиоксидантной защиты (ТБК – активный продукт – малоновый диальдегид, активность каталазы и супероксиддисмутазы). Использование специализированного напитка в лечебно-профилактическом питании показало его эффективность в защите организма от воздействия неблагоприятных условий производства, что может служить фактором сохранения здоровья, профилактики профессиональных и производственно обусловленных заболеваний. Рассмотрены возможные механизмы такого влияния, связанные с прямым взаимодействием оксидантов с антиоксидантами, влиянием последних на улавливание свободных радикалов и синглетного кислорода, защитным действием, направленным на предотвращение контакта активных форм кислорода с биологически активными компонентами клетки, замещение и репарацию поврежденных ферментных структур.

Специализированный напиток, фактическое питание, лечебно-профилактический рацион.

Введение

Одной из мер профилактики профессионально обусловленных заболеваний рабочих промышленных предприятий, сохранения здоровья и работоспособности является разработка научно обоснованных рационов с учетом специфики труда, характера воздействия на организм неблагоприятных факторов производства [1, 2]. Указанное направление является одним из приоритетных в современной нутрициологии, что подтверждено рядом правительственных актов и постановлений [4, 5].

Известно, что при работе в условиях нагревающего микроклимата, который имеет место на металлургических предприятиях, в том числе при производстве алюминия, отмечаются значительные потери воды с потом, что приводит к повышенному расходу организмом витаминов и минеральных веществ.

Характерное сочетание неблагоприятных условий труда, при одновременном дефиците жизненно важных микронутриентов, является причиной проявления психосоматической дезадаптации и, как результат этого, увеличения частоты хронических, в том числе профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Основной вектор решения рассматриваемой проблемы – создание и практическая реализация новых видов специализированных продуктов, в том числе безалкогольных напитков с направленными функциональными свойствами. При этом необходимо подтверждение качества и потребительских свойств рассматриваемой продукции путем проведения экспериментальных исследований или клинических испытаний [3, 6].

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлся рацион питания рабочих алюминиевого производства, биологические среды (слюна, моча), витаминизированный безалкогольный напиток.

Фактическое питание изучали с использованием метода 24-часового воспроизведения (А.К. Батурин, 1998).

Аскорбиновую кислоту и рибофлавин определяли по уровню их экскреции с утренней часовой пробой мочи, взятой натощак, витамин С – по методу Тильманса, B_2 – флюорометрическим методом.

В качестве продукта перекисного окисления липидов исследовался малоновый диальдегид (МДА). Выбор этого показателя связан с тем, что одним из основных субстратов свободнорадикального окисления служат молекулы ПНЖК и липидные компоненты липопротеинов низкой и очень низкой плотности.

В результате окисления жирных кислот образуются гидроперекиси (диеновые конъюгаты), которые метаболизируются во вторичные продукты – малоновый диальдегид. Для его определения применяли флюорометрический метод основанный на том, что конечный продукт переокисления липидов – МДА – образует с тиобарбитуровой кислотой флюоресцирующий комплекс, интенсивность света которого прямо пропорциональна концентрации МДА.

Изучена активность двух антиоксидантных энзимов – супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Активность СОД определяли хемилюминисцентным методом, по степени ингибирования восстановления нитросинего тетразолия (НТЗ) в присутствии НАДН феназинметасульфата (ФМС).

Принцип определения активности каталазы основан на том, что фермент разрушает субстрат H_2O_2, неразрушенную часть перекиси водорода измеряют с помощью молибдата натрия.

Использовали наиболее простой и, вместе с тем, достоверный способ определения антиоксидантных возможностей организма – исследование слюны. В слюне присутствуют свободные радикалы, которые образуются в процессе антибактериальной защиты, а также ферментативным путем пероксидазных реакций. Показано, что слюна обладает антиоксидантными свойствами, т.к. содержит ферменты, ингибирующие свободнорадикальное окисление.

О влиянии ферментов слюны (каталазы и супероксиддисмутазы) свидетельствует обратная связь между их активностью и количеством ТБК-активных продуктов, их содержание коррелирует с аналогичными показателями в эритроцитах.

Общее количество исследований по каждому показателю составило 180. Материалы исследований подвергнуты статистической обработке. Методами параметрической статистики обработаны данные о состоянии фактического и лечебно-профилактического питания, а также материалы по содержанию продуктов перекисного окисления липидов в биологических средах (слюне) с определением средних значений, их ошибок и достоверности по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Для сравнения результатов клинических испытаний сформированы две группы. Основную группу, численностью 30 человек, составили работающие Новокузнецкого алюминиевого завода, мужчины основных профессий. В контрольную группу, аналогичной численности, вошли рабочие, подвергающиеся воздействию таких же производственных факторов, как и рабочие основной группы. Обе группы были идентичны по возрасту, коррекция рациона проводилась путем включения в его состав витаминизированного напитка «Виталайф» производства ЗАО «Алтайвитамины».

Исследования проводили до и после оптимизации лечебно-профилактического рациона. Предварительно дана оценка химического состава и энергетической ценности рациона питания рабочих (табл. 1).

На основании результатов исследования определены следующие особенности фактического питания рабочих:

– доля жира в общей калорийности превышает рекомендуемые нормы, отмечается значительное превышение поступления НЖК, незначительный уровень поступления ПНЖК, особенно семейства δ–3 (отношение δ-6/δ-3 составляет 28 : 1), фосфолипидов и избыток потребления холестерина;

– недостаточное количество пищевых волокон, особенно пектинов, что снижает детоксикационные

возможности у работающих в неблагоприятных условиях труда;

– выявленный дефицит витаминов отличается сочетанной недостаточностью витаминов С, В1, А, каротиноидов, фолиевой кислоты и ряда минералов, то есть имеет характер полигиповитаминоза и полигипоминералоза;

– с учетом малого количества в рационах овощей, не подвергшихся термической обработке, и фруктов, содержащих биофлаваноиды, а также дефицита витаминов и минералов с антиоксидантной активностью, необходимо обратить внимание на решение проблемы обеспечения рабочих биоантиоксидантами, считая это направление приоритетным для профилактики профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Таблица 1

Химический состав и пищевая ценность

Пищевые вещества	Рекомендуемая норма	Показатели
Белки (г), в т.ч.:	89	88,5±6,2
– животные	49	40,6±6,9
– растительные	40	47,9±3,7
Жиры (всего), г:	104	141,3±10,7
– животные	72	105,9±9,5
– растительные	32	35,4±2,4
– НЖК	35	75,3±8,5
– МНЖК	41	46,5±4,8
– ПНЖК	28	19,3±2,7
– ПНЖК/НЖ	0,7–0,8	0,26
– холестерин	300	484,3±43,6
– фосфолипиды	7,0	4,7±0,4
Углеводы, (г):	456	484,3±28,2
– МД-сахариды	50–100	126,7±16,2
– пищевые волокна	20–40 г	16,7±1,5
Витамины, мг:		
– А, мкг	1000	712,6±51,4
– Е	15	12,5±3,1
– B_1	1,6	1,2±0,5
– B_2	2,0	1,5±0,5
– Ниацин	22	17,9±2,9
– B_6	2,0	2,2±0,5
– С	80	61,2±10,3
– фолиевая кислота, мкг	200	171,8±10,1
Минеральные вещества, мг:		
– калий, г	2,5–5,0	2250,9±45,6
– кальций	800	767,5±29,2
– фосфор	1200	2148,9±221,3
– магний	400	319,7±16,3
– железо	10	15,2±1,9
– цинк	15	12,4±1,4
– хром, мкг	50–200	45,7±6,4
– йод, мкг	150	46,5±9,5
Энергетическая ценность, ккал	3100	3562,9

Полученные материалы послужили основанием для разработки концентрата безалкогольного напитка «Виталайф», обогащенного витаминами С, А, D, Е, B_2, B_6, B_{12}, никотинамидом, пантотеновой и фолиевой кислотами, биотином и пектином.

Способ приготовления сухого напитка: 20 г (1 столовую ложку) засыпают в стакан (200 мл) питьевой воды и растворяют при перемешивании. В стакане восстановленного напитка содержится 1/4 часть суточной потребности взрослого человека в добавляемых нутриентах. Двойная порция специализированного продукта полностью удовлетворяет суточную потребность рабочих с учетом наличия вредных факторов производственной среды.

Прием напитка в количестве двух раз в день по 200 мл обеспечивает дополнительное поступление, мг.: витамина С – 34,0; А – 0,5; D – 200 МЕ; Е – 5,0; B_1 – 0,70; B_2 – 0,85; B_6 – 1,0; B_{12} – 150 мкг; никотинамид – 8,6; пантотеновая – 3,5; фолиевая – 0,2; биотин – 1,1; пектин – 2,0 г.

Особое профилактическое значение для рабочих алюминиевого производства имеет дополнительное введение в рацион пектина.

В результате проведения клинических исследований показано, что прием витаминизированного напитка в течение одного месяца в указанных количествах приводит к достоверному повышению экскреции витаминов С и В2 с мочой, в то время как в группе рабочих, не получавших напиток, существенных изменений не отмечено.

Содержание в слюне продуктов перекисного окисления липидов и активность ферментов антиоксидантной защиты в основной и контрольной группе не отличалось (табл. 2).

Таблица 2

Содержание продуктов перекисного окисления липидов и активность ферментов антиоксидантной защиты (до проведения витаминизации)

Группа	X±m		
	ТБК-активный продукт (МДА) нмоль /см^3	Каталаза, МЕ /мг	Супероксиддисмутаза (СОД), МЕ /см^3
Основная	19,3±0,42	68,6±5,1	25,4±1,7
Контрольная	18,7±0,19	66,5±6,3	26,7±1,4

Выявлены отрицательные связи, характеризующие линейную зависимость между содержанием малонового диальдегида в слюне (r-0,65; P < 0,05), активностью каталазы и супероксиддисмутазы (r-0,52; P<0,05).

При приеме напитка рабочие получали дополнительно комплекс антиоксидантных веществ в виде витаминов, что послужило основанием для изучения продуктов перекисного окисления липидов и активности ферментов антиоксидантной защиты (табл. 3).

Таблица 3

Содержание продуктов перекисного окисления липидов и активность ферментов антиоксидантной защиты (после проведения витаминизации)

Группа	X±m		
	ТБК-активный продукт (МДА) нмоль /см^3	Каталаза, МЕ /мг	Супероксиддисмутаза (СОД), МЕ /см^3
Основная	13,1±0,29	89,8±7,7	32,8±1,7
Контрольная	17,9±0,31	68,7±6,0	25,4±2,5

Примечание. Различие статистически достоверно (P < 0,05)

Из данной таблицы следует, что в основной группе повысилась активность ферментов, обеспечивающих антиокислительный потенциал организма и улучшение его функционального состояния.

Защитное действие антиоксидантов в рассматриваемом случае обеспечивается следующими механизмами:

– прямым взаимодействием оксидантов с антиоксидантами (аскорбиновая кислота);

– улавливанием свободных радикалов и сиглентного кислорода витаминами Е, B_1, B_6 (ловушки свободных радикалов);

– защитным действием «структурных» антиоксидантов, предотвращающих контакт активных форм кислорода с функциональными компонентами клетки (витамин Е);

– замещением и репарацией поврежденных ферментных структур (витамин Е).

Витамин Е (токоферол) выполняет в тканях роль биологических антиоксидантов, которые инактивируют свободные радикалы, предотвращая развитие свободнораликальных процессов перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот. В связи с тем, что ПНЖК являются важнейшим компонентом биологических мембран, то эта способность витамина Е играет важную роль в поддержании структурной целостности и функциональной активности липидного слоя клеточных оболочек и субклеточных органелл.

Аскорбиновая кислота обладает выраженными антиоксидантными свойствами и защищает биологические мембраны фагоцитов от повреждающего действия продуцируемых клетками активных форм кислорода и хлора.

Материалы проведенных клинических испытаний позволяют заключить, что витамины и пектин, включенные в состав напитка, обладают действенным потенциалом защиты организма рабочих от воздействия неблагоприятных условий производства, и могут служить фактором сохранения здоровья, профилактики профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Список литературы

1. Пилат, Т.Л. Питание рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние. Т.1 / Т. Л. Пилат, А. В. Истомин, А. К. Батурин. – М., 2006. – 240 с.

2. Спиричев, В.Б. Микронутриенты – важнейший алиментарный фактор в охране здоровья. Гигиенические аспекты применения витаминов в производственных коллективах (аналитический обзор). – М., 2007. – 63 с.

3. Дадали, В.А. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма / В. А. Дадали, В. Г. Макаров // Вопросы питания. – 2003. – № 5. – С. 49–55.

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.12 года № 559-р. «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года».

6. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В.Б. Спиричев, В.В. Трихина, В.М. Позняковский // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 9 – 15.

[1]ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

[2]ЗАО «Компания Сибторг»,
650036, Россия, г. Кемерово, ул. Тухачевского, 22 А.

[3]ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный
институт усовершенствования врачей»,
654005, Россия, г. Новокузнецк, пр. Строителей, 5.

SUMMARY

V.V. Trihina[1], E.L. Lazarevich[2], V.Z. Koltun[3]

CLINICAL TESTS OF PROPHYLACTIC DRINK EFFICIENCY FOR WORKERS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

The nutrition factor assessment in health promotion and increase of professional activity of workers of industrial enterprises is essential when developing specialized foods and optimizing cure-and-disease-preventive diets. The assessment of actual nutrition, vitamin supply, and antioxidant system of workers engaged in aluminum production has been given. Investigation of excretion of ascorbic acid and riboflavin has shown that the amount of examined vitamins is below the recommended norms. Nutritional unbalance of primary food substances and energy has been established. The data obtained were the basis for scientific justification of a recipe for a specialized «Vitalife» drink enriched with necessary nutrients: vitamins C, A, D, E, B_1, B_2, B_6, B_{12}, nicotinamide, pantothenic and folic acids, biotin and pectin. The results of clinical tests of the efficiency of the developed product are presented. The drink was included in the diet of workers for one month, two times per day. The excretion of vitamins C and B2 with urine, the content of products of peroxide oxidation of lipids, and activity of antioxidant protection ferments (thiobarbituric acid – an active product – malonic dialdehyde, activity of a catalase and superoxidedismutase) have been studied. The application of the specialized drink in prophylactic nutrition has shown its efficiency in protection of the human organism from unfavorable working conditions which can be perceived as a factor of health promotion and prevention of professional and production-caused diseases. The possible mechanisms of such influence connected with direct interaction of oxidizers with antioxidants, the influence of the latter on capture of free radicals and singlet oxygen, protective action aiming to prevent the contact of active forms of oxygen with biologically active components of a cell, replacement and reparation of the damaged ferment structures have been considered.

Specialized drink, actual nutrition, prophylactic diet.

References

1. Pilat T.L., Istomin A.V., Baturin A.K. *Pitanie rabochih pri vrednyh i osobo vrednyh uslovij truda. Istorija i sovremennoe sostojanie. T. 1.* [Food of working or harmful and especially harmful working conditions. History and current status. Vol. 1.]. Moscow, 2006. 240 p.

2. Spirichev V.B. *Mikronutrienty – vazhneishii alimentarnyi faktor v okhrane zdorov'ia. Gigienicheskie aspekty primeneniia vitaminov V proizvodstvennykh kollektivakh (analiticheskii obzor)* [Micronutrients – the major alimentary factor in health protection. Hygienic aspects of use of vitamins B work collectives (analytical review)]. Moscow, 2007. 63 p.

3. Dadali V.A., Makarov V.G. Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rastenii kak faktor detoksikatsii organizma [Biologically active substances of medicinal plants as a factor of detoxification of organism]. *Voprosy pitanija* [Nutricion Problems], 2003, no. 5, pp. 49-55.

4. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda* [Bases of a state policy of the Russian Federation in the field of healthy food of the population for the period till 2020]. The order of the Government of the Russian Federation of 25.10.2010 no. 1873–r. (In Russ.)

5. *Strategiia razvitiia pishchevoi i pererabatyvaiushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda* [Strategy of development of food and processing industry of the Russian Federation till 2020]. The order of the Government of the Russian Federation of 17.04.2012 no. 559-r. (In Russ.)

6. Spirichev V.B., Trikhina V.V., Poznyakovsky V.M. Obogashchenie pishchevykh produktov mikronutrientami – nadezhnyi put' optimizatsii ikh potrebleniia [Enrichment of foodstuff micronutrients – a reliable way of optimization of their consumption]. *Polzunovskij vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2012, no. 2/2, pp. 9 – 15.

[1]Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

[2]Company Sibtorg,
22A, st. Tukhachevskogo, Kemerovo, 650036, Russia

[3]Novokuznetsk State Institute of Postgraduate Medicine,
5, Stroiteley ave., Novokuznetsk, 654005, Russia.

Дата поступления: 01.12.2014