

ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ИЗОТОНИЧЕСКИЕ НАПИТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПИРУЛИНЫ В СПОРТИВНОМ ПИТАНИИ

Г.А. Губаненко¹, М.Д. Кудрявцев^{1, 2, 3, 4}, Е.А. Речкина⁵,
Л.В. Наймушина¹, Л.А. Маюрникова⁶

¹Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия,

²Сибирский юридический институт МВД России, г. Красноярск, Россия,

³Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева, г. Красноярск, Россия,

⁴Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия,

⁵Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия,

⁶Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Цель. Разработка изотонических спортивных витаминно-минеральных напитков на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод. **Материалы и методы.** Микроводоросль спирулина от производителя Royal Forest (ТУ 03.21.49-009-29903295-2017) приобреталась в специализированном магазине «Продукты здорового питания». Определение физико-химических показателей порошка спирулины проводили в соответствии с ГОСТ 31412-2010. Минеральный состав спирулины исследовали методом атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС) с использованием спектрометра Thermo Scientifici CaP-6500 DUO и программного пакета ITEVA. Определение содержания витаминов проводили в соответствии с ГОСТами и фармакопейными статьями. Направления создания изотонических витаминно-минеральных напитков с применением спирулины, фруктов и ягод формировали, опираясь на органолептические и дегустационные критерии. **Результаты.** С использованием АЭС определен минеральный состав спирулины от производителя Royal Forest и проведено соотношение содержания макро- и микроэлементов в спирулине с физиологическими нормами удовлетворения суточной потребности взрослого человека. Показано, что микроводоросль является источником железа и меди – содержание данных минералов достигает в 100 г продукта 27,9 и 66,3 % удовлетворения рекомендуемой суточной нормы соответственно. При исследовании содержания витаминов установлено, что наилучшие показатели обеспечения суточной нормы витаминами демонстрируют тиамин и рибофлавин – 18,5 и 26,3 % соответственно. На основе органолептического дегустационного оценивания представлены рецептуры предназначенных для спортивного питания изотонических витаминно-минеральных напитков, полученных комбинированием спирулины, фруктов и ягод. **Заключение.** Показано, что изотонические витаминно-минеральные фруктово-ягодные напитки с применением спирулины содержат богатый витаминно-минеральный комплекс и характеризуются повышенной пищевой и биологической ценностью. Такие напитки можно рекомендовать для питания в экстремальных условиях функционирования организма, в том числе для спортивного питания, а также для более быстрого и качественного восстановления после тяжёлых физических нагрузок.

Ключевые слова: спирулина, витаминно-минеральный комплекс, изотонические спортивные напитки, физиологические нормы, суточная потребность, рецептуры.

Введение. Очень важно изучить и решить проблему спортивного питания. Для этого необходимо понять его общую суть. Спортивное питание – это комплекс витаминов, минералов и всех необходимых питательных веществ, способный обеспечивать спортсмена энергией

и восстанавливать его физическое состояние. Организм спортсмена подвергается стрессам и большим нагрузкам. Крайне необходимо обеспечить грамотное сбалансированное спортивное питание для скорейшего восстановления после тяжёлых физических нагрузок.

Для решения этих важных задач и были созданы изотонические витаминно-минеральные напитки, предназначенные для спортивного питания. Помимо воды должны содержать биодоступные и легко усвояемые компоненты – минеральные соли, витамины, углеводы, биологически активные вещества для поддержания водно-солевого баланса организма спортсмена и пополнения затраченных на мышечную работу и дыхание физиологически значимых нутриентов [1–3]. Как правило, при создании спортивных напитков производители добавляют к воде необходимое количество минеральных электролитов и синтетических или выделенных из биосубстратов концентрированных углеводных / энергетических компонентов и витаминных добавок, которые, за исключением моносахаров, не всегда характеризуются хорошим коэффициентом утилитарности ингредиентов и, соответственно, низкой степенью усвоения продукта в целом.

Однако природой созданы уникальные источники витаминов, минералов и биологически активных веществ, которые синергетически обеспечивают антиоксидантные и иммуномоделирующие свойства. Таким природным микроорганизмом является многоклеточная нитевидная водоросль – спирулина (*Spirulina platensis*), которая несколько тысячелетий назад уже использовалась ацтеками в качестве лечебно-профилактической добавки к пище [4].

О потенциальном применении спирулины в питании свидетельствует ряд публикаций, в которых отражены данные о повышении иммунитета, снижении рисков появления сердечно-сосудистых заболеваний, а также о противоопухолевых и антитоксикологических свойствах спирулины [5–8]. В работе [9] отмечено, что при физических нагрузках применение спирулины увеличивает мышечную выносливость на 20–30 % по сравнению с группой плацебо.

В ряде исследований показано, что спирулина имеет ценный химический состав – богатый витаминно-минеральный комплекс и биологически активные компоненты, содержание которых может варьироваться в зависимости от ареала произрастания, сезона сбора, компании-производителя [4, 8].

В настоящее время достаточно популярны среди населения БАДы, содержащие спирулину, которые чаще всего производители

выпускают в таблетированных гранулах или порошках. Однако для создания изотонических витаминно-минеральных напитков спирулина пока не применялась.

При создании изотонических напитков со спирулиной для повышения питательной и биологической ценности, а также для получения гармоничных вкусоароматических характеристик нами предлагается введение фруктов и сибирских ягод.

Целью настоящего исследования являлась разработка изотонических спортивных витаминно-минеральных напитков на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод.

Материал и методы. Для создания изотонических витаминно-минеральных напитков со спирулиной приобретали порошок спирулины от производителя Royal Forest (ТУ 03.21.49-009-29903295-2017) в специализированном магазине «Продукты здорового питания», г. Красноярск. Минеральный состав порошка спирулины изучали методом атомно-эмиссионной спектроскопии с использованием спектрометра Thermo Scientific iCaP-6500 DUO и программного пакета iTEVA согласно методике [10]. Содержание витаминов в спирулине определяли в соответствии с ГОСТ 7047-55, ГОСТ Р 50928-96 и [11]. Фрукты и ягоды для создания напитков приобретали в супермаркетах и/или непосредственно у заготовителей. Витаминно-минеральные напитки с использованием спирулины разрабатывали, опираясь на органолептические и дегустационные критерии [12]. Расчеты комплексного содержания в напитках питательных компонентов, витаминов и минералов проводили в соответствии со справочными данными [13].

Погрешность измерения проведенных исследований не превышала 5%, доверительный интервал вычисляли по стандартной процедуре с использованием коэффициента Стьюдента (доверительная вероятность составляет 0,95).

Первый этап исследования был проведен на базе спортивных секций Торгово-экономического института СФУ г. Красноярска. В исследовании приняли участие 80 спортсменов. Цель опроса: выяснить отношение спортсменов к употреблению изотонических напитков до и после тренировок, влияние данных напитков на достижения спортивных показателей. На основе данных, полученных в результате опроса, построена круговая диаграмма (рис. 1).

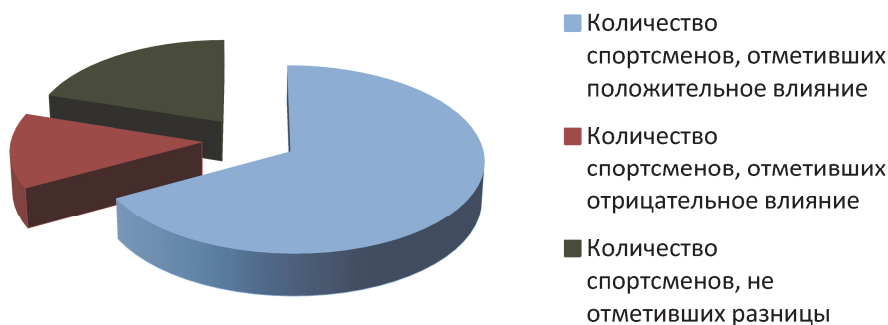


Рис. 1. Результаты опроса спортсменов о влиянии изотонических напитков на достижение спортивных показателей

На диаграмме видно, что большинство опрошенных спортсменов (67 %) отмечают положительное влияние изотонических напитков на достижения спортивных показателей, 13 % опрошенных отметили отрицательное влияние данных напитков. Небольшое количество спортсменов не заметили разницы (20 %).

Обсуждение. В табл. 1 представлены основные показатели высушенной и измельченной до порошкообразного состояния спирулины.

Данные проведенного эксперимента согласуются с результатами исследований, проведенных другими специалистами.

рального университета стало более быстрое и качественное восстановление спортсменов после тяжёлых тренировочных физических нагрузок. На этом основании можно рекомендовать к применению изотонические витаминно-минеральные напитки со спирулиной в спортивном питании. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что применение в питании спортсменов *изотонических спортивных витаминно-минеральных напитков на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод* является одним из важнейших факторов повышения уровня работоспособности.

В работах [3, 14] отмечается, что увеличение скорости и интенсивности обменных процессов при серьезных физических нагрузках требует повышенного содержания макро- и микроэлементов. В настоящем исследовании методом атомно-эмиссионной спектроскопии определено содержание минералов в спирулине. Установлено, что в 100 г спирулины содержатся макроэлементы: Ca – $12,05 \pm 0,60$ мг, Mg – $19,03 \pm 0,95$ мг, K – $127,20 \pm 6,35$ мг, Na – $98,50 \pm 4,9$ мг, P – $11,20 \pm 0,55$ мг; микроэлементы: Fe – $2,80 \pm 0,14$ мг, Zn – $0,20 \pm 0,01$ мг, Cu – $0,60 \pm 0,03$ мг, Mn – $0,20 \pm 0,01$ мг, Se – $0,70 \pm 0,05$ мкг.

Важным фактором определения биологической ценности минеральной составляющей спирулины было соотношение с физиологическими нормами суточной потребности в макро- и микроэлементах для взрослого человека [15]. На рис. 2 представлены данные о содержании в порошке спирулины макро- и микроэлементов и процент удовлетворения минералами суточной нормы. Анализ показал, что наиболее высокие показатели удовлетворения рекомендуемой суточной нормы зарегистрированы для железа и меди – 27,9 и 66,3 % соответственно.

Таблица 1
Table 1
Основные физико-химические показатели порошка спирулины
The main physical and chemical properties of spirulina powder

№	Показатели Indicator	Значение Description
1	Цвет гранул / Granule color	Темно-зеленый Dark green
2	Размер гранул / Granule size	0,5–1,0 мм/mm
3	Влажность / Humidity	$8 \pm 0,4$ %
4	Зольность / Ash content	$1,88 \pm 0,09$ %
5	Гигроскопичность Hygroscopic properties	$260 \text{ cm}^3 / \text{ на } 100 \text{ г порошка}$ $260 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$
6	Насыпная плотность Bulk density	$280 \text{ cm}^3 / \text{ на } 100 \text{ г порошка}$ $280 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$
7	Уплотняемость без прессования Compaction without pressing	$150 \text{ cm}^3 / \text{ на } 100 \text{ г порошка}$ $150 \text{ cm}^3 / 100 \text{ g}$

Результатом применения изотонических спортивных витаминно-минеральных напитков на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод в спортивных секциях Торгово-экономического института Сибирского феде-

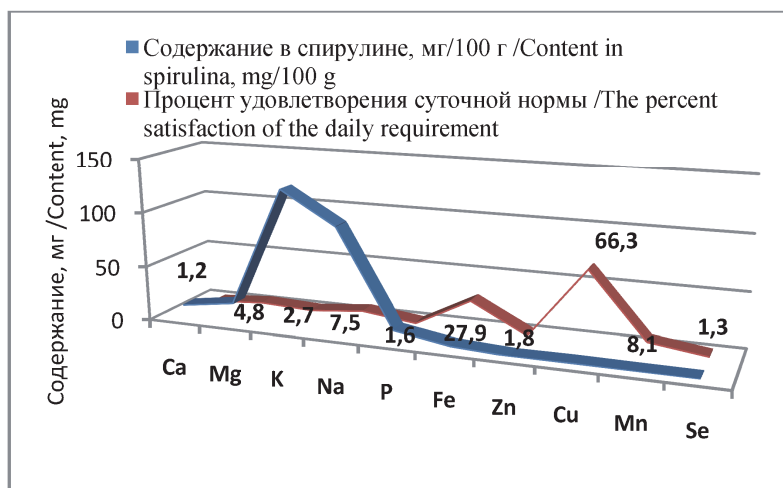


Рис. 2. Соотнесение содержания минералов (мг/100 г) в спирулине и процент удовлетворения суточной нормы
 Fig. 2. Correlation of mineral content (mg/100 g) in spirulina and the percentage of daily need satisfaction

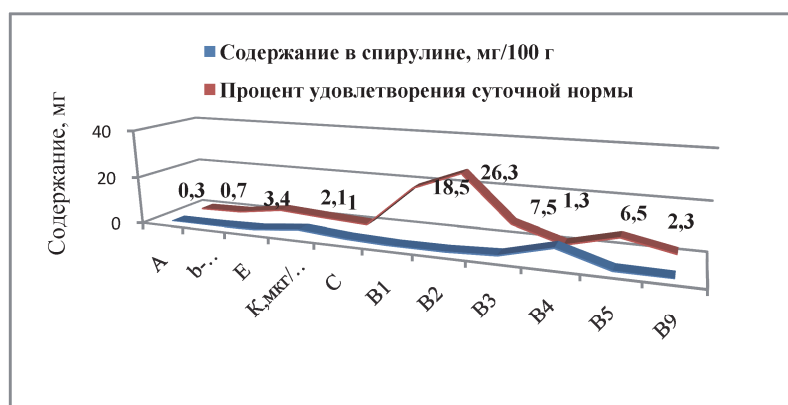


Рис. 3. Соотнесение содержания витаминов (мг/100 г) в спирулине и процент удовлетворения суточной нормы
 Fig. 3. Correlation of vitamin content (mg/100 g) in spirulina and the percentage of daily need satisfaction

Известно, что дефицит железа в питании спортсменов может привести к развитию анемии, тканевой гипоксии и в целом к снижению восстановительных ресурсов организма. Недостаток содержания меди затрудняет образование соединительной и костной ткани, высвобождение энергии из основных питательных компонентов, а также всасывание железа [3, 14].

В табл. 2 и на рис. 3 приведены данные определения содержания витаминов в спирулине и соотнесения содержания с физиологическими нормами удовлетворения суточной потребности взрослого человека.

Наилучшие показатели обеспечения суточной нормы витаминами демонстрируют тиамин (B₁) и рибофлавин (B₂) – 18,5 и 26,3 % соответственно.

Таблица 2
Table 2

Содержание витаминов в спирулине
Vitamin content in spirulina

№	Витамины Vitamins	Содержание в 100 г Content per 100 g
1	A	3,06 ± 0,01 мкг/mcg
2	β-каротин β-carotene	33 ± 1,65 мкг/mcg
3	B1	0,20 ± 0,01 мг/mg
4	B2	0,30 ± 0,01 мг/mg
5	B3	1,20 ± 0,06 мг/mg
6	B4	6,5 ± 0,32 мг/mg
7	B5	0,3 ± 0,01 мг/mg
8	B9	0,9 ± 0,04 мкг/mcg
9	E	0,5 ± 0,03 мг/mg
10	K	2,5 ± 0,12 мкг/mcg
11	C	0,9 ± 0,02 мг/mg

Таблица 3
Table 3

Рецептуры витаминно-минеральных изотонических напитков с применением спирулины
Recipes for vitamin and mineral isotonic drinks with spirulina

Наименование сырья Raw material	Массовая доля сухих веществ, % Dry matter mass fraction, %	Расход сырья на 100 г готовой продукции, г Consumption of raw materials per 100 g of the finished product	
		В натуре / In kind	В сухих веществах / In dry matter
Рецептура № 1 / Recipe No 1			
Клубника / Strawberry	12,6	10,9	1,37
Ежевика / Blackberry	12,0	7,2	0,86
Голубика / Blueberry	12,3	7,2	0,88
Апельсин / Orange	14,0	72,7	1,01
Спирулина / Spirulina	95,32	2,04	1,94
Выход / Total		100	6,06
Рецептура № 2 / Recipe No 2			
Банан / Banana	25,09	70,0	17,56
Брусника / Lingonberry	13,0	12,0	1,56
Голубика / Bog blueberry	12,3	7,0	0,86
Черника / Blueberry	14,0	7,0	0,98
Спирулина / Spirulina	95,32	4,00	3,81
Выход / Total		100	24,77

Известно, что тиамин постоянно расходуется в процессах метаболизма белков, жиров и углеводов и в организме не накапливается, важно его постоянное поступление, особенно при экстремальных условиях функционирования [1]. Рибофлавин необходим для продукции эритроцитов и антител, а также для обеспечения нормальной работы щитовидной железы [1].

Таким образом, исследование химического состава спирулины показало наличие богатого витаминно-минерального комплекса и потенциальную возможность использования микроводоросли для создания изотонических напитков для питания спортсменов.

Разработаны рецептуры изотонических витаминно-минеральных напитков со спирулиной, где в качестве базовых ингредиентов использовали сладкие фрукты – бананы и сок апельсина с мякотью как компоненты углеводного (энергетического) наполнения, а также сибирские ягоды для формирования гармоничных органолептических вкусовых и цветовых характеристик. Фрукты и ягоды использовали в свежем виде, спирулину – в виде порошка. Все ингредиенты тщательно измельчали в блендере/миксере. В соответствии с критериями [12] проведена органолептическая оценка напитков. Рецептуры напитков, набравшие при комплексной дегустационной оценке наивысшие баллы, представлены в табл. 3.

В табл. 4 отражена питательная и биологическая ценность напитков по рецептурам № 1, 2: содержание белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов, их соответствие (в %) от рекомендуемой суточной нормы.

Как следует из табл. 4, потребление порции (≈ 200 г напитка) по рецептуре 1 обеспечивает белками, жирами (преимущественно ПНЖК), углеводами, пищевыми волокнами 4,4 : 1,0 : 5,0 : 22,0 % от суточной нормы соответственно. Обогащение витаминами: тиамин – 8 %, рибофлавином – 8,8 %, ниацином – 4 %, холином – 13 %, пантотеновой кислотой – 10,4 %, фолиевой кислотой – 240 %, аскорбиновой кислотой – 117 % от СН. Содержание минералов в 200 г напитка № 1: К – 14,6 %, Na – 3,6 %, Ca – 6,6 %, Mg – 7,8 %, Fe – 5,4 %, P – 2,8 %, Zn – 2,6 %, Mn – 3,0 % от СН и т. д. Пример расчета демонстрирует хорошие показатели пищевой и биологической ценности напитка [12].

Таким образом, разработаны фруктово-ягодные напитки с применением спирулины, которые являются хорошими изотониками, содержащими питательные компоненты и богатый витаминно-минеральный комплекс. Такие напитки можно рекомендовать для питания атлетов, испытывающих серьезные физические нагрузки. Особенности питания после тренировки заключаются в выполнении главной функции, то есть в восстановлении орга-

Питательная и биологическая ценность
изотонических витаминно-минеральных напитков со спирулиной по рецептурам № 1, 2
Nutritional and biological value of isotonic vitamin and mineral drinks with spirulina according to recipes No 1-2

Химический состав Chemical composition		Рецептура № 1 / Recipe No 1		Рецептура № 2 / Recipe No 2	
		Содержание Content	% от суточной нормы % daily demand	Содержание Content	% от суточной нормы % daily demand
Белки, г/100 г / Protein, g/100 g		2,04 ± 0,10	2,2	5,58 ± 0,28	6,2
Жиры, г/100 г / Fat, g/100 g		0,39 ± 0,02	0,5	0,80 ± 0,04	1,0
Углеводы, г/100 г / Carb, g/100 g		8,91 ± 0,45	2,5	17,60 ± 0,88	4,9
Пищевые волокна, г/100 г Dietary fibers, g/100 g		2,21 ± 0,11	11,0	1,71 ± 0,09	8,6
Витамины Vitamins	B ₁ , мг/100 г / mg/100 g	0,06 ± 0,01	4	0,98 ± 0,49	65,0
	B ₂ , мг/100 г / mg/100 g	0,08 ± 0,01	4,4	0,06 ± 0,01	3,3
	B ₃ , мг/100 г / mg/100 g	0,41 ± 0,02	2,0	0,99 ± 0,05	5,0
	B ₄ , мг/100 г / mg/100 g	0,13 ± 0,01	6,5	0,26 ± 0,01	13,0
	B ₅ , мг/100 г / mg/100 g	0,26 ± 0,01	5,2	0,03 ± 0,01	0,6
	B ₉ , мкг/100 г / mcg/100 g	6,01 ± 0,30	120,0	1,69 ± 0,08	33,8
	C, мг/100 г / mg/100 g	52,7 ± 2,64	58,6	10,33 ± 0,52	11,5
	A, мкг/100 г / mcg/100 g	7,58 ± 0,38	0,8	17,11 ± 0,85	1,9
	E, мг/100 г / mg/100 g	0,39 ± 0,02	2,6	0,52 ± 0,03	3,8
Макро-и микроэлементы: Macro- and microelements	K, мг/100 г / mg/100 g	182,01 ± 9,10	7,3	266,82 ± 13,34	10,7
	Na, мг/100 г / mg/100 g	23,35 ± 1,17	1,8	26,46 ± 1,32	2,0
	Ca, мг/100 г / mg/100 g	32,64 ± 1,63	3,3	11,32 ± 0,57	1,1
	Mg, мг/100 г / mg/100 g	14,4 ± 0,72	3,6	31,94 ± 1,60	8,0
	Fe, мг/100 г / mg/100 g	0,49 ± 0,02	2,7	0,69 ± 0,03	3,83
	P, мг/100 г / mg/100 g	10,89 ± 0,54	1,4	21,07 ± 1,05	2,6
	Zn, мг/100 г / mg/100 g	0,15 ± 0,01	1,3	0,11 ± 0,01	0,9
	Cu, мкг/100 г / mcg/100 g	0,50 ± 0,03	0,0	0,02 ± 0,01	0,0
	Mn, мг/100 г / mg/100 g	0,03 ± 0,01	1,5	0,98 ± 0,05	49,0
	Se, мкг/100 г / mcg/100 g	-	-	0,7 ± 0,04	1,0
	Co, мкг/100 г / mcg/100 g	1,93 ± 0,10	19,3	-	-
	I, мкг/100 г / mcg/100 g	1,58 ± 0,08	1,6	0,02 ± 0,01	0,1
	F, мкг/100 г / mcg/100 g	14,32 ± 0,72	0,4	1,54 ± 0,08	0,0
	Cl, мг/100 г / mg/100 g	3,92 ± 0,14	0,2	-	-
	S, мг/100 г / mg/100 g	7,86 ± 0,39	1,6	0,03 ± 0,01	0,0

низма спортсмена после физической нагрузки. Сама нагрузка и характер выполнения физических упражнений определяется тренером и спортсменом. Это всегда огромный стресс для организма спортсмена. В связи с этим необходимо способствовать восстановлению организма здоровым и сбалансированным рационом питания. Данную функцию в нашем исследовании выполняют *изотонические спортивные витаминно-минеральные напитки на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод*.

Фруктово-ягодные напитки с применением спирулины необходимо включать в рационы спортсменов в периоды тренировочных сборов.

Закключение. В исследовании обоснована возможность применения микроводоросли

спирулина (*Spirulina platensis*) от ООО «Royal Forest» в качестве ингредиента спортивных изотонических витаминно-минеральных напитков.

Проведено определение базовых физико-химических показателей порошка спирулины в соответствии с ГОСТ 31412-2010. Методом атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС) исследован ее минеральный состав и проведено соотношение содержания макро- и микроэлементов с физиологическими нормами удовлетворения суточной потребности взрослого человека. Показано, что микроводоросль является источником железа и меди – содержание данных минералов достигает в 100 г продукта 27,9 и 66,3 % удовлетворения рекомендуемой суточной нормы соответственно.

При исследовании витаминного состава спирулины установлено, что наилучшие показатели обеспечения суточной нормы витаминами демонстрируют тиамин (В1) и рибофлавин (В2) – 18,5 и 26,3 % соответственно.

На основе органолептического дегустационного оценивания предложены рецептуры предназначенных для спортивного питания изотонических витаминно-минеральных напитков, полученных комбинированием спирулины, фруктов и сибирских ягод. Рассчитана питательная и биологическая ценность напитков.

Показано, что фруктово-ягодные напитки с применением спирулины содержат богатый витаминно-минеральный комплекс и характеризуются повышенной пищевой и биологической ценностью. Такие напитки можно рекомендовать для питания в экстремальных условиях функционирования организма, в том числе для спортивного питания.

Отмечено влияние разработанных изотонических спортивных витаминно-минеральных напитков на основе спирулины, фруктов и сибирских ягод на быстрое и качественное восстановление спортсменов после тяжёлых физических тренировочных нагрузок.

Литература

1. Hopkins, W.G. *The Optimum Composition for Endurance Sports Drinks* / W.G. Hopkins, M.R. Wood // *Sportscience*. – 2006. – Vol. 10. – P. 59–62.

2. *Функциональные напитки и напитки специального назначения* / Поль Пакен (ред.-сост.); пер. с англ. яз. И.С. Горожанкиной. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.

3. *Питание и спорт: моногр.* / А.В. Грязных, А.В. Ненашева, А.С. Аминов. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2015. – 99 с.

4. Ahsan, M. *A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish* / M. Ahsan, B. Habib, M. Parvin. – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2008. – 33 p. – <http://www.fao.org/3/a-i0424e.pdf> (дата обращения: 28.04.2019).

5. Hoseini, S.M. *Nutritional and Medical Applications of Spirulina Microalgae* / S.M. Hoseini, K. Khosravi-Darani, M.R. Mozafari // *Mini-Rev. in Med. Chem.* – 2013. – Vol. 13 (8). – P. 1231–1237. PMID: 23544470 DOI: 10.2174/1389557511313080009

6. Khan, Z. *Nutritional and Therapeutic Potential of Spirulina* / Z. Khan, P. Bhadouria, Z. Bisen // *Current Pharmaceutical Biotechnology*. – 2005. – Vol. 6 (5). – P. 373–379. DOI: 10.2174/138920105774370607

7. Kulshreshtha, A. *Spirulina in Health Care Management Current* / A. Kulshreshtha, A.J. Zacharia, U. Jarouliya // *Current Pharmaceutical Biotechnology*. – 2008. – Vol. 9 (5). – P. 400–405. DOI: 10.2174/138920108785915111

8. Liu, Z.L. *Studies of the Pharmacology and Toxicology of Spirulina Maxima* / Z.L. Liu, D.H. Cao // *Algal and Biotechnology: Proceeding of 4th Asia-Pasific Conference*. – 2000. – P. 233–250. DOI: 10.1007/978-94-015-9835-4_18

9. Zeinnalian, R. *The Effects of Spirulina Platensis on Anthropometric Indices, Appetite, Lipid Profile and Serum Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) in Obese Individuals: a Randomized Double Blinded Placebo Controlled Trial* / R. Zeinnalian, M.A. Farhangi, A. Shariat // *BMC Complement Altern Med.* – 2017. – Vol. 17 (1). – P. 225–238. DOI: 10.1186/s12906-017-1670-y

10. Зыкова, И.Д. *Особенности накопления макро- и микроэлементов в надземной части *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. в разные фенологические фазы* // И.Д. Зыкова, А.А. Ефремов, В.С. Герасимов и др. // *Химия растительного сырья*. – 2013. – № 2. – С. 189–193.

11. *Государственная фармакопея. Вып. 2. Общие методы анализа, лекарственное растительное сырье*. – XI изд. – М.: Медицина, 1990. – 440 с.

12. Габинская, О.С. *Потребительские предпочтения в оценке критериев и факторов конкурентоспособности напитков: моногр.* / О.С. Габинская. – Кемерово: Кемеровский ин-т (фил.) РГТЭУ, 2011. – 200 с.

13. *Химический состав пищевых продуктов* / под ред. И.М. Скурихина и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

14. Красина, И.Б. *Современные исследования спортивного питания* / И.Б. Красина, Е.В. Бродовая // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 5. – <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26809> (дата обращения: 28.04.2019).

15. *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рек.* – М.: Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

Губаненко Галина Александровна, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания, доктор технических наук, профессор Торгово-экономического института, Сибирский федеральный университет 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, Россия. E-mail: gubanenko@list.ru ORCID: 0000-0002-3049-0835.

Кудрявцев Михаил Дмитриевич, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры физической культуры, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79; профессор кафедры физической подготовки, Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел России, 660131, г. Красноярск, ул. Рокоссовского, 20; профессор кафедры теоретических основ физического воспитания, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 660049, г. Красноярск, ул. Лебедевой, 89; профессор кафедры физического воспитания, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, 660014, г. Красноярск, пр. имени газеты Красноярский Рабочий, 31. E-mail: kumid@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2432-1699.

Речкина Екатерина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии консервирования и пищевой биотехнологии, доцент Института пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет. 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90. E-mail: rehkina.e@list.ru, ORCID: 0000-0002-8045-9529.

Наймушина Лилия Викторовна, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, Сибирский федеральный университет. 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79. E-mail: naimlivi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8900-3069.

Маюрникова Лариса Александровна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания, Кемеровский государственный университет. 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6. E-mail: nir30@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4592-8382.

Поступила в редакцию 19 мая 2020 г.

DOI: 10.14529/hsm200315

VITAMIN-MINERAL ISOTONIC DRINKS WITH SPIRULINA IN SPORTS NUTRITION

G.A. Gubanenko¹, gubanenko@list.ru, ORCID: 0000-0002-3049-0835,

M.D. Kudriavtsev^{1,2,3,4}, kumid@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2432-1699,

E.A. Rechkina⁵, rehkina.e@list.ru, ORCID: 0000-0002-8045-9529,

L.V. Naimushina¹, naimlivi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8900-3069,

L.A. Mayurnikova⁶, nir30@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4592-8382

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation,

²Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Krasnoyarsk, Russian Federation,

³Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russian Federation,

⁴Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation,

⁵Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation,

⁶Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

Aim. The paper is aimed at developing isotonic vitamin and mineral drinks with spirulina, fruits and Siberian berries. **Materials and Methods.** Spirulina microalgae (Royal Forest, TU 03.21.49-009-29903295-2017) was purchased at the Healthy Food Products specialized store. The physicochemical parameters of spirulina powder were determined in accordance with GOST 31412-2010. The mineral composition of spirulina was studied by atomic emission spectroscopy (AES) using the Thermo Scientific iCaP-6500 DUO spectrometer and the iTEVA software package. The determination of vitamin content was carried out in accordance with GOST

and pharmacopoeial standards. Directions for creating isotonic vitamin and mineral drinks with spirulina, fruits and berries were determined based on organoleptic criteria. **Results.** The mineral composition of spirulina (Royal Forest) was determined, and the content of macro- and microelements in spirulina was correlated with physiological norms for satisfying daily demand of an adult. It is shown that microalgae are a source of iron and copper as the content of these minerals in 100 g of the product reaches 27.9 and 66.3 % of recommended daily intake, respectively. When studying the content of vitamins, it was found that thiamine and riboflavin showed the best indicators of ensuring daily demand of vitamins – 18.5 and 26.3 %, respectively. Based on the assessment of organoleptic properties, the recipes for isotonic vitamin and mineral drinks made of spirulina, fruits and berries are presented. **Conclusion.** It is shown that isotonic vitamin and mineral fruit and berry drinks with spirulina contain a vitamin-mineral complex and are characterized by increased nutritional and biological value. Such drinks can be recommended for extreme conditions and sports nutrition, including faster and better recovery after heavy physical exertion.

Keywords: spirulina, vitamin and mineral complex, isotonic sports drinks, physiological norms, daily demand, formulations.

References

1. Hopkins W.G., Wood M.R. The Optimum Composition for Endurance Sports Drinks. *Sportscience*, 2006, vol. 10, pp. 59–62.
2. Paken P. *Funktsional'nyye napitki i napitki spetsial'nogo naznacheniya* [Functional Drinks and Special Drinks], english translation. St. Petersburg, Profession Publ., 2010. 496 p.
3. Gryaznykh A.V., Nenasheva A.V., Aminov A.S. *Pitaniye i sport: monografiya* [Nutrition and Sport. Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2015. 99 p.
4. Ahsan M., Habib B., Parvin M. *A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008. 33 p. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i0424e.pdf> (accessed 28.04.2019)
5. Hoseini S.M., Khosravi-Darani K., Mozafari M.R. Nutritional and Medical Applications of Spirulina Microalgae. *Mini-Rev. in Med. Chem*, 2013, vol. 13 (8), pp. 1231–1237. PMID: 23544470 DOI: 10.2174/1389557511313080009
6. Khan Z., Bhadouria P., Bisen Z. Nutritional and Therapeutic Potential of Spirulina. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 2005, vol. 6 (5), pp. 373–379. DOI: 10.2174/138920105774370607
7. Kulshreshtha A., Zacharia A.J., Jarouliya U. Spirulina in Health Care Management Current. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 2008, vol. 9 (5), pp. 400–405. DOI: 10.2174/138920108785915111
8. Liu Z.L., Cao D.H. Studies of the Pharmacology and Toxicology of Spirulina Maxima. *Algal and Biotechnology: Proceeding of 4th Asia-Pasific Conference*, 2000, pp. 233–250. DOI: 10.1007/978-94-015-9835-4_18
9. Zeinnalian R., Farhangi M.A., Shariat A. The Effects of Spirulina Platensis on Anthropometric Indices, Appetite, Lipid Profile and Serum Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) in Obese Individuals: a Randomized Double Blinded Placebo Controlled Trial. *BMC Complement Altern Med.*, 2017, vol. 17 (1), pp. 225–238. DOI: 10.1186/s12906-017-1670-y
10. Zykova I.D., Efremov A.A., Gerasimov V.S., Lesthok A.A. [Features of Accumulation of Macro- and Microelements of the Above-Ground Part of Filipendula Ulmaria Maxim in Different Phenological Phases]. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya* [Chemistry of Plant Raw Material], 2013, no. 2, pp. 189–193. (in Russ.)
11. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR: Vyp. 2. Obshchie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e* [State Pharmacopoeia of the USSR. Iss. 2. General Methods of Analysis. Medicinal Plant Raw Materials], 11nd ed. Moscow, Medicine Publ., 1990. 440 p.
12. Gabinskaya O.S. *Potrebitel'skiye predpochteniya v otsenke kriteriyev i faktorov konkurentosposobnosti napitkov: monografiya* [Consumer Preferences in the Evaluation of Criteria and Factors of the Competitiveness of Beverages. Monograph]. Kemerovo, Kemerovo Institute (branch) of RGTEU Publ., 2011. 200 p.

13. Skurihin I.M. et al. Himicheskiy sostav pishchevyh produktov [Chemical Composition of Food]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 224 p.

14. Krasina I.B., Brodovaya E.V. [Modern Studies of Sports Nutrition]. *Sovremennyye problemy v nauke i obuchenii* [Modern Problems of Science and Education], 2017, no. 5. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26809> (accessed 28.04.2019)

15. *Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevyh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federacii: Metodicheskie rekomendacii* [Norms of Physiological Needs for Energy and Nutrients for Different Groups of the Population of the Russian Federation]. Moscow, Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor Publ., 2009. 36 p.

Received 19 May 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Витаминно-минеральные изотонические напитки с применением спирулины в спортивном питании / Г.А. Губаненко, М.Д. Кудрявцев, Е.А. Речкина и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 129–138. DOI: 10.14529/hsm200315

FOR CITATION

Gubanenko G.A., Kudriavtsev M.D., Rechkina E.A., Naimushina L.V., Mayurnikova L.A. Vitamin-Mineral Isotonic Drinks with Spirulina in Sports Nutrition. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 129–138. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200315
