

Перспективы повышения витаминной ценности пищевых концентратов – бульонных кубиков

Л. Н. Шатнюк¹, О. А. Вржесинская², В. М. Коденцова^{2,*}, А. Е. Матвеева³



¹ НОЧУ ДПО «Международная промышленная академия»,
115093, Россия, г. Москва, ул. Щипок, 18

² ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания,
биотехнологии и безопасности пищи»,
109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

³ ООО «Фабрика ароматов «ФАБАРОМ»,
117292, Россия, г. Москва, ул. Ивана Бабуйкина, 3

Дата поступления в редакцию: 23.03.2020
Дата принятия в печать: 29.05.2020

*e-mail: kodentsova@ion.ru



© Л. Н. Шатнюк, О. А. Вржесинская, В. М. Коденцова, А. Е. Матвеева, 2020

Аннотация.

Введение. Бульонные кубики нашли широкое применение как в домашнем, так и в общественном питании. Данные научнотехнической литературы свидетельствуют об отсутствии в бульонных кубиках микронутриентов (витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ). В пищевой промышленности есть положительный опыт обогащения бульонных кубиков йодом и железом. Учитывая высокую распространенность среди населения недостаточности витаминов группы В, целью работы была оценка возможности повышения микронутриентной ценности сухих пищевых концентратов для приготовления бульонов.

Объекты и методы исследования. Концентрат пищевой «Бульон сухой со вкусом курицы» и витаминно-минеральная смесь «Колос Форте», содержащая 5 витаминов группы В и железо в форме сульфата. Содержание витамина В₁ определяли флуорометрически тиохромным методом, витамина В₂ – флуорометрическим методом титрования рибофлавинсвязывающим белком.

Результаты и их обсуждение. Введение в рецептуру пищевого концентрата витаминно-минеральной смеси не оказывало влияния на органолептические показатели как сухого концентрата, так и восстановленного бульона. При добавлении витаминно-минерального премикса отмечалась хорошая сохранность витаминов, составившая 95–100 %. Дополнительное внесение витаминов группы В и железа в составе витаминно-минерального премикса дало возможность для увеличения содержания этих микронутриентов в порции готового бульона (200 мл) до уровня 19–30 % от рекомендуемого суточного потребления.

Выводы. Поведен анализ и систематизация материала по теме исследования, на основании которых выбран объект для обогащения премиксом. Разработаны пищевые концентраты – «бульонные кубики» с добавлением витаминно-минерального премикса, содержащего 5 витаминов группы В и железо. Повышенная микронутриентная ценность разработанного обогащенного концентрата позволяет рекомендовать его в качестве дополнительного источника витаминов и железа.

Ключевые слова. Витамины группы В, железо, витаминно-минеральный премикс, обогащенные пищевые концентраты, бульонные кубики

Для цитирования: Перспективы повышения витаминной ценности пищевых концентратов – бульонных кубиков / Л. Н. Шатнюк, О. А. Вржесинская, В. М. Коденцова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2. – С. 296–305. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-296-305>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Prospects for Increasing the Vitamin Value of Food Concentrates: Bouillon Cubes

L.N. Shatnyuk¹, O.A. Vrhessinskaya², V.M. Kodentsova^{2,*}, A.E. Matveeva³

¹ International Industrial Academy,
18, Shchipok Str., Moscow, 115093, Russia

Received: March 23, 2020

Accepted: May 29, 2020

*e-mail: kodentsova@ion.ru



© L.N. Shatnyuk, O.A. Vrhessinskaya, V.M. Kodentsova, A.E. Matveeva, 2020

Abstract.

Introduction. The lack of micronutrients in the diet of the Russian population continues to arouse the interest of the scientific community in the development of fortified foods. The range of enriched products on the domestic market remains quite poor. Bouillon cubes are popular in home cooking and catering. The data of the scientific and technical literature indicate an almost complete absence of micronutrients, e.g. vitamins, minerals, and trace elements, in bouillon cubes, with the exception of iodine when the formulation included iodized salt. There have also been successful attempts to fortify bouillon cubes with iron. Taking into consideration the high level of vitamin B deficiency in Russian population, the research objective was to assess the possibility of fortification of dry food concentrates to obtain bouillons rich in vitamins and iron.

Study objects and methods. The research featured dry food concentrate “Dry bouillon with chicken flavor” and the vitamin and mineral premix “Kolos Forte” containing five B vitamins and iron in the form of sulfate. The content of vitamin B₁ was determined fluorometrically by thiochrome method, and vitamin B₂ was determined by fluorometric titration with riboflavin-binding protein.

Results and discussion. The premix was selected based on a thorough analysis and systematization of the material on the research topic. The addition of a vitamin-mineral premix to the food concentrate did not affect the sensory properties of both dry concentrate and reconstituted bouillon. The added vitamins proved highly stable, amounting to 95–100%. The vitamin-mineral premix containing B vitamins and iron made it possible to increase the content of these micronutrients in a 200 mL bouillon portion to 19–30% of the recommended daily intake.

Conclusion. The diet of different population groups still remains poor in micronutrients, which makes food fortification an urgent task. The present article offers a comparative analysis of the nutritional value of chicken broths and those obtained from cubes fortified with vitamin and mineral premix. The vitamin value of one portion of reconstituted broth fortified with a vitamin and mineral premix which contained 19–30% of the recommended daily intake of vitamins and iron proved 2–5 times higher than that of actual meat broths. The research resulted in a new formulation for bouillon cubes with a vitamin-mineral premix containing five B vitamins and iron. The increased micronutrient value of the developed fortified product made it possible to recommend it as an additional source of vitamins and iron.

Keywords. B vitamins, iron, vitamin and mineral premix, fortified food concentrates, bouillon cubes

For citation: Shatnyuk LN, Vrhessinskaya OA, Kodentsova VM, Matveeva AE. Prospects for Increasing the Vitamin Value of Food Concentrates: Bouillon Cubes. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(2):296–305. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-296-305>.

Введение

В последние годы в жизнь современного человека прочно вошло понятие «бульонные кубики». Это спрессованные концентрированные и обезвоженные мясные (говяжий, куриный), рыбные или овощные бульоны – пищевой концентрат быстрого приготовления, при растворении которого в горячей воде получается готовый бульон. Удобство и быстрота приготовления являются преимуществом этой продукции [1, 2]. Пищевые концентраты транспортабельны и долго хранятся без искусственного охлаждения. В дальнейшем для изготовления бульонных кубиков стали использовать следующие ингредиенты (в порядке убывания по массе): пищевая соль (обычная или йодированная), загустители (мальтодекстрины, модифицированный крахмал), усилители вкуса и аромата, сахар, масло растительное, пищевые ароматизаторы, сушеные овощи (сельдерей, лук, морковь), травы и специи (куркума, петрушка, лавровый лист), красители натуральные (куркума молотая, сахарный

колер), сушеное мясо (курицы или говядины). Незначительное количество порошка мяса придает бульону натуральный запах, т. е. выполняет роль вкусо-ароматической добавки.

Бульонные кубики широко используются в общественном питании при приготовлении заправочных супов и других блюд на предприятиях экспресс-обслуживания [3]. Для торговой сети сухие супы и бульоны выпускают либо в насыпном виде, либо в виде бульонных кубиков. Сравнение натуральных бульонов с блюдом, приготовленным из «бульонных кубиков», показывает, что их состав имеет принципиальные отличия. Жир, который содержится в бульоне из кубиков, имеет растительное происхождение (пальмовое и подсолнечное масла). Цвет бульона достигается за счет красителей (сахарный колер E150, экстракт паприки E160c, куркума E100 и другие). Также в бульонных кубиках содержатся ароматизаторы (натуральные или идентичные натуральным), усилители вкуса и аромата (глутамат натрия E621, инозинат натрия E631,

Таблица 1. Пищевая и энергетическая ценность куриных бульонных кубиков

Table 1. Nutritional and energy value of chicken bouillon cubes

Пищевое вещество	Содержание в 100 г		
	«Кнорр»	«Галина Бланка»	«Магги»
Белок, г	7,0	4,0	0,6
Жиры, г	8,5	9,5	9,1
Углеводы, г	75	21	24
Энергетическая ценность, ккал	205	190	205
Масса 1 кубика, г	10	10	9

5'-гуанилат натрия 2-замещенный E627). При этом практически полностью отсутствуют микроэлементы и витамины. По мнению некоторых исследователей бульонные кубики являются искусственно созданной «пищей», представляющей собой смесь сухих ингредиентов [4]. На этикетке такой продукции часто указано, что продукт произведен «без добавления консервантов», хотя в этом содержится определенное лукавство, т. к. пищевая соль сама по себе обладает консервирующими свойствами.

Пищевая и энергетическая ценность некоторых бульонных кубиков различных производителей, присутствующих на российском рынке, представлены в таблице 1.

При приготовлении бульона из пищевого концентрата на 1 л воды вносится 1–2 бульонных кубика (10–20 г). Пищевая ценность готового бульона уменьшается в 50–100 раз.

Данные научно-технической литературы свидетельствуют о практически полном отсутствии в бульонных кубиках микронутриентов (витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ) [5, 6]. Исключение составляет продукция, в рецептуру которой включена йодированная соль (около 80 % в сухой смеси), поэтому в питании населения некоторых стран (Гаити, Сенегал) сухие приправы и бульонные кубики стали важным источником йода [7, 8]. Имеется также положительный опыт обогащения бульонных кубиков железом (в форме пирофосфата железа) в Нигерии [6, 9].

В России бульонные кубики широко используются в питании малоимущего населения. Они заменяют дорогие натуральные продукты различного рода «заменителями» из-за их низкой стоимости и доступности [10, 11]. «Заменители» широко применяются в общественном питании для сокращения времени приготовления блюд, а также в питании студенческой молодежи [1, 2, 12]. Учитывая крайне низкое содержание незаменимых микронутриентов в этой группе продуктов, а также широкое распространение полигиповитаминозных состояний у различных групп населения, возникает целесообразность технологической модификации

такого рода изделий через обогащение витаминами и микроэлементами [13–15].

Недостаток в рационе питания населения витаминов группы В является приоритетной проблемой в России. Дефицит витаминов группы В у взрослого и детского населения обнаруживается чаще, чем витаминами А, Е и С [15]. Дефицит витамина В₂, оцениваемый по концентрации в крови, обнаруживается у значительного количества обследованных: диапазон 25-75-й перцентиль обходится на уровне 30–50 % [15]. В рационе практически половины взрослых жителей Омска (47,5–49,7 %) был выявлен недостаток витаминов В₁ и В₆ [16]. Уровни потребления витаминов В₁, В₂, РР, фолатов в рационе питания подростков Омской области также не достигают рекомендуемых величин [17]. Недостаток витаминов группы В, оцениваемый по их экскреции с мочой, обнаруживается у детей дошкольного и школьного возраста еще чаще. Дефицит витамина В₁ имеет место у 61 % обследованных детей, витамина В₂ – у 33 %, витамина В₆ – у 73 %. Лишь 23 % обследованных детей были обеспечены всеми исследованными витаминами, тогда как их недостаток обнаруживается у 30 % детей [18]. К группе риска развития дефицита витаминов группы В относится население с низкими доходами, для которых характерно недостаточное потребление мясных и молочных продуктов, рыбы. Они являются источниками этих витаминов и железа.

Восполнение недостаточного потребления витаминов и минеральных веществ с пищей производят путем обогащения рациона незаменимыми микронутриентами. Включение в рацион обогащенных пищевых продуктов массового потребления (спроса) промышленного производства является физиологичным способом обогащения рациона населения витаминами, не требующим изменения пищевых привычек. Учитывая, что у большинства населения имеется мультимикронутриентная недостаточность (недостаток одновременно нескольких витаминов и минеральных веществ), а в организме существуют межвитаминные метаболические взаимосвязи, предпочтительным является обогащение рациона не отдельными микронутриентами, а комплексом функционально связанных витаминов группы В [19, 20].

Проблему улучшения обеспеченности населения витаминами решают посредством регламентированного законом обогащения витаминами пищевой продукции. Примером может служить обязательное обогащение муки витаминами группы В (В₁, В₂, В₆, РР, В₉) и железом в США и Канаде, а также в странах СНГ. Целью обязательного обогащения продуктов питания является увеличение потребления микронутриентов для достижения адекватного уровня. Ликвидация дефицита микронутриентов является чрезвычайно острой проблемой для

Таблица 2. Химический состав и пищевая ценность витаминно-минерального премикса

Table 2. Chemical composition and nutritional value of the vitamin-mineral premix

Компонент (форма)	Содержание, г в 100 г смеси
Витамин В ₁ (тиамина гидрохлорид)	2,0
Витамин В ₂ (рибофлавин)	1,8
Витамин В ₆ (пиридоксина гидрохлорид)	3,0
Ниацин (никотинамид)	18
Фолиевая кислота	0,25
Аскорбиновая кислота* (Е300)	8,5
Fe (железа II сульфат моногидрат)	13
Мальтодекстрин	27
Калорийность, ккал	108

* технологическая добавка.

* a technological additive.

многих стран. В России она обозначена в качестве приоритетной задачи в Постановлении Правительства Российской Федерации «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации». Однако в РФ отсутствует законодательно принятое обязательное обогащение пищевой продукции. Витаминизацию своей продукции в порядке инициативы осуществляют изготовители. На основании вышесказанного в качестве продукта-носителя витаминов группы В и железа были выбраны бульонные кубики.

Технологическая модификация различных видов пищевых продуктов с целью обогащения микронутриентами производится путем добавления в процессе производства витаминов и минеральных веществ или их смесей. Экономически целесообразным, надежным и одновременно простым способом обогащения является использование готовых смесей микронутриентов – витаминно-минеральных комплексов (ВМК премикс) промышленного изготовления [13, 21].

Согласно ГОСТ Р 58040-2017 «Комплексы витаминно-минеральные. Общие технические условия» применение премиксов повышает точность дозировки добавляемых в продукт микронутриентов, обеспечивает равномерное распределение обогащений в обогащаемом продукте, а также позволяет проводить производственный контроль за внесением

премикса и содержанием входящих в состав ВМК микронутриентов через определение нескольких входящих в состав витаминов и/или минеральных веществ [21].

Целью настоящего исследования было изучение возможности повышения микронутриентной ценности сухих пищевых концентратов для приготовления бульонов за счёт внесения витаминно-минерального премикса.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования стали концентрат пищевой «Бульон сухой со вкусом курицы» (ООО «Фабрика ароматов «ФАБАРОН», Россия) и витаминно-минеральная смесь «Колос Форте» (ООО «Технологии здоровья», Россия), содержащая 5 витаминов группы В и железо в форме сульфата.

В состав пищевого концентрата «Бульон сухой со вкусом курицы» входят соль пищевая, загустители (мальтодекстрин, модифицированный крахмал), усилители вкуса и аромата (Е621, Е627, Е631), сахар, масла растительные, ароматизатор пищевой «курица», лук сушеный, молоко сухое обезжиренное, регулятор кислотности (лимонная кислота Е330), петрушка сушеная, красители натуральные (Е150с, Е101), куркума молотая, мясо курицы сушеное.

В таблице 2 представлены химический состав и пищевая ценность витаминно-минерального премикса «Колос Форте».

Витаминно-минеральный премикс вносили в сухую смесь пищевого концентрата в количестве 0,5 %. Для равномерного распределения витаминов по массе концентрата премикс предварительно смешивали с модифицированным крахмалом. Затем подготовленную предсмесь добавляли в сухую смесь пищевого концентрата на стадии введения сухих ингредиентов и тщательно перемешивали.

В сухой смеси и приготовленном из него готовом бульоне определяли содержание витаминов В₁ и В₂. Содержание витамина В₁ устанавливали флуорометрически тиохромным методом, витамина В₂ – флуорометрическим методом титрования рибофлавинсвязывающим белком после проведения кислотно-ферментативного гидролиза [22].

Качество концентрата определяли по органолептическим показателям (цвет, запах сухого бульона, вкус и аромат готового бульона).

Таблица 3. Органолептические характеристики пищевых концентратов

Table 3. Sensory properties of food concentrates

Показатель	«Бульон сухой со вкусом курицы»	«Бульон сухой со вкусом курицы» с добавлением премикса
Цвет	Желтый с вкраплениями сушеной зелени	Желтый с вкраплениями сушеной зелени. Отклонений не выявлено
Запах сухого концентрата	Яркий запах куриного бульона	Яркий запах куриного бульона. Отклонений не выявлено.
Вкус и аромат готового бульона	Сладко-соленый вкус с ароматом курицы, без посторонних нот	Сладко-соленый вкус с ароматом курицы, без посторонних нот. Отклонений не выявлено

Таблица 4. Аналитически определенное содержание витаминов в бульонных кубиках

Table 4. Analytically determined vitamin content in bouillon cubes

Витамин	Содержание витамина в 100 г бульонных кубиков	
	без добавления премикса	с добавлением премикса
B ₁ , мг	0,010 ± 0,001	9,6 ± 2,2
B ₂ , мг	0,040 ± 0,001	10,2 ± 0,4

Результаты и их обсуждение

Установлено, что введение в рецептуру сухой смеси пищевого концентрата витаминно-минерального премикса не оказывало влияния на органолептические показатели как сухого концентрата, так и восстановленного бульона (табл. 3).

Полученные аналитические данные по содержанию витаминов в концентратах (табл. 4) свидетельствуют о практически полном отсутствии витаминов B₁ и B₂ в небогатом продукте.

При добавлении витаминно-минерального премикса отмечается хорошая сохранность этих микронутриентов, составившая 95–100 %.

Дополнительное внесение витаминов группы В в составе витаминно-минерального премикса дало возможность увеличить содержание этих витаминов в одной порции готового бульона (200 мл) до уровня 20–30 % от рекомендуемого суточного потребления, железа – до 19 % (табл. 5).

Таким образом, сухая смесь пищевого концентрата с добавлением витаминно-минерального премикса отвечает требованиям ТР ТС 022/2011 и полностью соответствуют критериям обогащенного витаминами и железом пищевого продукта.

Полученные результаты целесообразно сравнить с пищевой ценностью истинных бульонов. Бульон (от фр. bouillir) представляет собой жидкий навар из мяса, рыбы или овощей. Первоначально бульонные кубики действительно представляли собой спрессованный концентрированный и обезвоженный мясной (говяжий, куриный), рыбный или овощной

Таблица 5. Содержание витаминов и степень удовлетворения суточной потребности для взрослых за счет потребления 1 порции бульона, приготовленного из концентрата

Table 5. Vitamin content and recommended daily intake for adults in one portion of broth prepared from the concentrate

Микронутриент	Содержание витамина в 200 мл бульона (2 кубика на 1 л воды), мг	Степень удовлетворения потребности, %*
Витамин B ₁	0,38	27
Витамин B ₂	0,40	25
Витамин B ₆	0,60	30
Ниацин	3,60	20
Фолиевая кислота	0,05	25
Железо	2,60	19

* в соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

*in accordance with Technical Regulation of Customs Union 022/2011 “Food products labeling”.

Таблица 6. Пищевая и энергетическая ценность готовых бульонов по базам данных США и Эстонии [23, 24]

Table 6. Nutrition and energy value of ready-made broths according to the databases of the USA and Estonia [23, 24]

Пищевое вещество	Содержание в 100 г		
	Говяжий бульон	Куриный бульон	Рыбный бульон
Белок, г	0,6–2,0	0,64–2,5	2,3
Жиры, г	0,10–0,22	0,21–1,2	0,8
Углеводы, г	0,04–1,2	0,44–3,5	0
Энергетическая ценность, ккал	4–13,7	6–34,8	16,4
Витамины			
Витамин B ₁ , мг	0,002–0,030	0,021–0,04	0,03
Витамин B ₂ , мг	0,01–0,09	0,059–0,090	0,08
Витамин B ₆ , мг	0,01–0,06	0,06	0,04
Ниацин, мг НЭ	0,14–0,90	0,219–1,6	1,2
Минеральные вещества			
Калий, мг	54–185	18–105	144
Кальций, мг	5–8	3–4	3
Натрий, мг	198–372	143–371	156
Железо, мг	0,17–0,27	0,07–0,21	0
Вода, г	95,9–97,6	92,2–97,8	96,6

бульон. Однако позже кубики начали изготавливать из отдельных ингредиентов, но прочно вошедшее в обиход название сохранилось.

Пищевая и энергетическая ценность натуральных бульонов представлена в таблице 6.

Порция бульона, приготовленного из мяса, птицы или рыбы, содержит белок (2–6 % от рекомендуемого суточного потребления) и жир животного происхождения, минеральные вещества и витамины, экстрактивные азотистые вещества. Как видно из таблицы 6, содержание витаминов группы В в порции бульона (200 мл) составляет 4–10 % от рекомендуемого уровня потребления этих витаминов. Содержание железа не превышает 4 % от рекомендуемого суточного потребления. Содержание калия приближается к 10 % от физиологической потребности. Содержание витаминов группы В в приготовленных из мяса бульонах в 10–20 раз превышает содержание витаминов в блюдах, приготовленных из бульонных кубиков.

Таким образом, витаминная ценность порции приготовленного из обогащенного витаминно-минеральным премиксом бульона из кубиков (19–30 % от рекомендуемого суточного потребления витаминов и железа) в 2–5 раз выше, чем у бульонов, приготовленных из мяса.

Для населения России характерно недостаточное потребление витаминов группы В, йода и ряда других микроэлементов [14]. Для устранения поливитаминой и микроэлементной недостаточности используют обогащение пищевой продукции недостающими в питании микронутриентами. Эффективность фортификации зависит от правильно выбранного для этих целей пищевого продукта, пищевых привычек и степени охвата населения, используемых форм обогащающих компонентов [25]. Биодоступность железа, оцененная с использованием радиоизотопа ^{57}Fe по его включению в эритроциты через 16 дней после 5-дневного периода включения в рацион женщин с дефицитом железа или анемией, из бульонных кубиков, содержащих 2,5 мг железа (в форме пирофосфата), составила примерно 10 % [6]. При этом добавление пирофосфата натрия не увеличивало усвоение этого микроэлемента.

Время от времени среди населения и даже медицинских работников возникает недоверие к добавленным витаминам, что тормозит решение проблемы коренного улучшения пищевого статуса и здоровья населения нашей страны. Сравнительное исследование биодоступности витаминов группы В продемонстрировало сопоставимое усвоение натуральных (проросшие зерна квиноа *Chenopodium quinoa*) и синтетических витаминов группы В (B_1 , B_6 , B_9 и B_{12}), сопровождавшееся увеличением их уровня в сыворотке крови и снижением концентрации гомоцистеина, повышение которого является фактором риска развития сердечно-сосудистых

заболеваний [26, 27]. Использованный для обогащения сульфат железа хорошо растворим в воде и обладает хорошей усвояемостью [28].

Большое содержание в бульонных кубиках поваренной соли наталкивает на ее замену йодированной солью. В настоящее время пищевая промышленность производит бульонные кубики с повышенным содержанием йода [13]. Во многих странах сухие приправы и бульонные кубики, основным ингредиентом которых является йодированная соль, стали важным источником йода [7]. В одном из недавних обследований дошкольников в Гаити была обнаружена вполне приличная медианная концентрация йода в моче – 128 мкг/л. Несмотря на то, что йодированную соль в домохозяйствах при приготовлении пищи не использовали, йод поступал из бульонных кубиков, используемых в каждой семье, на 80 % состоящих из йодированной соли. Бульонные кубики были произведены в соседней Доминиканской республике с использованием качественной йодированной соли [5].

Бульонные кубики, как уже отмечалось, широко используются в питании малоимущего населения, а также в общественном питании [6–9]. В ходе анкетирования было установлено, что бульонные кубики потребляют 31 % опрошенных студентов [12]. Для сравнения: в Бразилии 54,1 % студентов университета используют бульонные кубики почти каждый день [29].

Таким образом, эти концентраты могут быть использованы в качестве носителей микронутриентов, а повышение их микронутриентной ценности можно рассматривать как целевое обогащение пищевых продуктов для отдельных категорий населения.

С позиций доказательной медицины на основе анализа 51 исследования было установлено, что, несмотря на гетерогенность анализируемых исследований (различия по обогащаемым продуктам, микронутриентам, дозировке, возрасту участников, продолжительности включения в рацион обогащенных продуктов, различий в базовом рационе питания или исходной обеспеченности микронутриентами), использование в питании обогащенных витамином А, железом, йодом, фолиевой кислотой пищевых продуктов приводит к увеличению концентрации этих микронутриентов в сыворотке крови, снижению частоты выявления анемии на 34 %, уменьшению частоты развития зоба на 74 % и снижению вероятности возникновения дефектов нервной трубки на 41 % [30].

Выводы

Ликвидация дефицита микронутриентов в питании населения многих стран мира является проблемой, требующей постоянного и пристального внимания. Для научного сообщества эта проблема является определенным вызовом современности. Много-

летний опыт свидетельствует о целесообразности обогащения дефицитными микронутриентами продуктов массового потребления.

Бульонные кубики являются востребованными как предприятиями общественного питания, так и потребителями для домашнего использования. Разработаны пищевые концентраты – бульонные кубики с добавлением витаминно-минерального премикса, содержащего 5 витаминов группы В и железа. Дана сравнительная характеристика пищевой ценности истинных бульонов и порции приготовленного бульона из кубиков, обогащенных витаминно-минеральным премиксом. Показано, что витаминная ценность порции обогащенного бульона из кубиков (19–30 % от рекомендуемого суточного потребления витаминов и железа) в 2–5 раз выше, чем у бульонов, приготовленных из мяса. Повышенная микронутриентная ценность разработанного обогащенного концентрата позволяет рекомендовать его в качестве дополнительного источника витаминов и железа.

Критерии авторства

Л. Н. Шатнюк руководила проектом (концепция и дизайн исследования). О. А. Вржесинская определяла витамины В₁ и В₂ в продукции, обрабатывала экспериментальные данные, участвовала в

написании статьи. В. М. Коденцова осуществляла подбор литературы и готовила текст статьи. А. Е. Матвеева проводила выработку обогащенного микронутриентами концентрата и проводила его органолептическую оценку. Все авторы участвовали в анализе и интерпретации данных и окончательно утвердили рукопись для публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют отсутствие конфликтов интересов.

Contribution

L.N. Shatnyuk supervised the project and provided its concept and plan. O.A. Vrzhesinskaya determined the content of vitamins B₁ and B₂, processed experimental data, and participated in the writing of the article. V.M. Kodentsova selected the scientific literature and prepared the text of the article. A.E. Matveeva produced the fortified concentrate and conducted its sensory evaluation. All the authors participated in the analysis and interpretation of the data and approved the manuscript for publication.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2004. – 547 с.
2. Резниченко, И. Ю. К вопросу о классификации пищевых концентратов функционального назначения / И. Ю. Резниченко, И. А. Драгунова, В. М. Поздняковский // Пищевая промышленность. – 2007. – № 12. – С. 26.
3. Титова, Л. М. Разработка технологии традиционных для русской кухни блюд на предприятиях общественного питания экспресс обслуживания / Л. М. Титова, А. Х.-Х. Нугманов // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2013. – Т. 3. – С. 3226–3230.
4. Орлин, Н. А. Исследование бульонных кубиков / Н. А. Орлин, А. А. Листвина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 102–104.
5. Герасимов, Г. А. Наука умеет много гитик / Г. А. Герасимов // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2016. – Т. 12, № 2. – С. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket20162611>.
6. High bioavailability from ferric pyrophosphate-fortified bouillon cubes in meals is not increased by sodium pyrophosphate: a stable iron isotope study in young Nigerian women / A. Eilander, O. M. Funke, D. Moretti [et al.] // The Journal of Nutrition. – 2019. – Vol. 149, № 5. – P. 723–729. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/nxz003>.
7. Герасимов, Г. А. De Gustibus о рекомендациях ВОЗ «Обогащение пищевой соли йодом для профилактики заболеваний, вызванных дефицитом йода» / Г. А. Герасимов // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 5–8. DOI: <https://doi.org/10.14341/ket201445-8>.
8. Estimation of population iodine intake from iodized salt consumed through bouillon seasoning in Senegal / R. Spohrer, J. Knowles, V. Jallier [et al.] // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2015. – Vol. 1357, № 1. – P. 43–52. DOI: <https://doi.org/10.1111/nyas.12963>.
9. The effect of the “Follow in my Green Food Steps” programme on cooking behaviours for improved iron intake: a quasi-experimental randomized community study / R. Lion, O. Arulogun, M. Titiloye [et al.] // International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. – 2018. – Vol. 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0710-4>.
10. Чарыкова, О. Г. Современное состояние продовольственного обеспечения региона / О. Г. Чарыкова, С. В. Бадичев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. – 2007. – Т. 35, № 4. – С. 248–253.

11. Сальникова, Е. В. Продовольственное обеспечение населения региона / Е. В. Сальникова, И. И. Чернышева // Современная экономика: проблемы и решения. – 2016. – Т. 80, № 8. – С. 71–80.
12. Бойкова, О. И. О влиянии пищевых добавок в рационе студентов / О. И. Бойкова, М. В. Рымшина, В. С. Якушина // Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования / Г. Ю. Гуляев. – Пенза : «Наука и Просвещение», 2018. – С. 36–45.
13. Принципы обогащения микроэлементами продуктов растительного и животного происхождения / Г. И. Касьянов, А. М. Магомедов, А. М. Медведев [и др.] / Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и Международного Косыгинского Форума «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» / Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина. – М., 2019. – С. 74–78.
14. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113–124.
15. Витаминная обеспеченность взрослого населения Российской Федерации: 1987–2017 гг. / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. Б. Никитюк [и др.] // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 4. – С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10043>.
16. Оценка витаминной обеспеченности населения крупного административно-хозяйственного центра Западной Сибири / Е. А. Вильмс, Д. В. Турчанинов, Т. А. Юнацкая [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 3. – С. 277–280. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-277-280>.
17. Гигиеническая оценка содержания водорастворимых витаминов в рационе питания подростков / О. В. Козубенко, Д. В. Турчанинов, Л. А. Боярская [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 8. – С. 40–45.
18. Коденцова, В. М. Обеспеченность детей водорастворимыми витаминами (2015–2018 гг.) / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы практической педиатрии. – 2019. – Т. 14, № 2. – С. 7–14.
19. Спиричев, В. Б. Витамин D и его синергисты / В. Б. Спиричев, О. А. Громова // Земский врач. – 2012. – Т. 13, № 2. – С. 33–38.
20. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В. Б. Спиричев, В. М. Позняковский, В. В. Трихина // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2–2. – С. 9–15.
21. К рабочей дискуссии о проекте ГОСТ Р «Комплексы витаминно-минеральные. Общие технические условия» / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Т. Ю. Гроздова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2018. – № 2. – С. 28–34.
22. Скурихин, И. М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : Брандес–Медицина, 1998. – 341 с.
23. FoodData Central [Internet]. – Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/query=bouillon>. – Date of the application: 24.03.2020.
24. NUTRIDATA [Internet]. – Available from: <https://tka.nutridata.ee/et/?query=puljong&groups=&component=39&exclude=false&type=all&starts=false>. – Date of the application: 24.03.2020.
25. Assessing coverage of population-based and targeted fortification programs with the use of the fortification assessment coverage toolkit (FACT): background, toolkit development, and supplement overview / V. M. Friesen, G. J. Aaron, M. Myatt [et al.] // Journal of Nutrition. – 2017. – Vol. 147, № 5. – P. 981S–983S. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.116.242842>.
26. Bioverfügbarkeit eines natürlichen versus eines synthetischen Vitamin-B-Komplexes und deren Auswirkungen auf metabolische Prozesse / M. Lindschinger, F. Tatzber, W. Schimetta [et al.] // MMW – Fortschritte der Medizin. – 2020. – Vol. 162. – P. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.1007/s15006-020-0230-4>.
27. A randomized pilot trial to evaluate the bioavailability of natural versus synthetic vitamin B complexes in healthy humans and their effects on homocysteine, oxidative stress, and antioxidant levels / M. Lindschinger, F. Tatzber, W. Schimetta [et al.] // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2019. – Vol. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/6082613>.
28. Sodium pyrophosphate enhances iron bioavailability from bouillon cubes fortified with ferric pyrophosphate / C. I. Cercamondi, G. S. Duchateau, R. K. Harika [et al.] // British Journal of Nutrition. – 2016. – Vol. 116, № 3. – P. 496–503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114516002191>.
29. Gama, D. N. Food dyes present in ultra-processed foods consumed by university students / D. N. Gama, M. L. T. Polônio // Revista de Pesquisa – Cuidado e Fundamental Online. – 2018. – Vol. 10, № 2. – P. 310–317. DOI: <https://doi.org/10.9789/2175-5361.2018.v10i2.310-317>.
30. Improved micronutrient status and health outcomes in low-and middle-income countries following large-scale fortification: evidence from a systematic review and meta-analysis / E. C. Keats, L. M. Neufeld, G. S. Garrett [et al.] // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2019. – Vol. 109, № 6. – P. 1696–1708. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz023>.

References

1. Spirichev VB, Shatnyuk LN, Pozdnyakovskiy VM. Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiya [Food fortification with vitamins and minerals. Science and technology]. Novosibirsk: Siberian University; 2004. 547 p. (In Russ.).

2. Reznichenko IYu, Dragunova LA, Poznyakovskiy VM. Concerning question on classification of food concentrates of functional purpose. *Food Industry*. 2007;(12):26. (In Russ.).
3. Titova LM, Nugmanov AH-H. Development of technology for traditional Russian dishes in Express Food Service enterprises. *Koncept*. 2013;3:3226–3230. (In Russ.).
4. Orlin NA, Listvina AA. Issledovanie bul'onnykh kubikov [A study of bouillon cubes]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2012;(4):102–104. (In Russ.).
5. Gerasimov GA. Science can handle many gitiks. *Clinical and experimental thyroidology*. 2016;12(2):6–11. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/ket20162611>.
6. Eilander A, Funke OM, Moretti D, Zimmermann MB, Owojuyigbe TO, Blonk C, et al. High bioavailability from ferric pyrophosphate-fortified bouillon cubes in meals is not increased by sodium pyrophosphate: a stable iron isotope study in young Nigerian women. *The Journal of Nutrition*. 2019;149(5):723–729. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/nxz003>.
7. Gerasimov GA. On WHO Guidelines “Fortification of food grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders”. *Clinical and experimental thyroidology*. 2014;10(4):5–8. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/ket201445-8>.
8. Spohrer R, Knowles J, Jallier V, Ndiaye B, Indorf C, Guinot P, et al. Estimation of population iodine intake from iodized salt consumed through bouillon seasoning in Senegal. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015;1357(1):43–52. DOI: <https://doi.org/10.1111/nyas.12963>.
9. Lion R, Arulogun O, Titiloye M, Shaver D, Jain A, Godwin B, et al. The effect of the “Follow in my Green Food Steps” programme on cooking behaviours for improved iron intake: a quasi-experimental randomized community study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2018;15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0710-4>.
10. Charykova OG, Badichev SV. Modern conditions of regional food provision. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya. Politologiya. Ehkonomika* [Scientific Reports of Belgorod State University. Series: History. Political science. Economy]. 2007;35(4):248–253. (In Russ.).
11. Salnikova EV, Chernysheva II. Food supply of the population of the region. *Modern Economics: problems and solutions*. 2016;80(8):71–80. (In Russ.).
12. Boikova OI, Rimshina MV, Yakushina VS. The influence of food additives in the diet of students. In: Gulyaev GYu, editor. *Fundamental'nye osnovy innovatsionnogo razvitiya nauki i obrazovaniya* [Foundations of the innovative development of science and education]. Penza: Nauka i Prosveshchenie; 2018. 36–45 p. (In Russ.).
13. Kasyanov GI, Magomedov AM, Medvedev AM, Mishkevich EYu. The principles of enrichment in trace elements of products of vegetable and animal origin. *Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma i Mezhdunarodnogo Kosygin'skogo Foruma “Sovremennye inzhenernye problemy klyuchevykh otrasley promyshlennosti”* [Proceedings of the International Scientific and Technical Symposium and the International Kosygin Forum “Modern engineering problems of key industries”]; 2019; Moscow. Moscow: Russian State University named after A.N. Kosygina; 2019. p. 74–78. (In Russ.).
14. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):113–124. (In Russ.).
15. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Vitamin status of adult population of the Russian Federation: 1987–2017. *Problems of Nutrition*. 2018;87(4):62–68. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10043>.
16. Vilms EA, Turchaninov DV, Yunatskaya TA, Sokhoshko IA. Assessment of vitamin provision of the population of the large administrative and economic center of the western Siberia. *Hygiene and Sanitation. Russian Journal*. 2017;96(3):277–280. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-277-280>.
17. Kozubenko OV, Turchaninov DV, Boyarskaya LA, Glagoleva ON, Pogodin IS, Luksha EA. Hygienic assessment of water-soluble vitamins content in the food ration of adolescents. *Hygiene and Sanitation. Russian Journal*. 2015;94(8):40–45. (In Russ.).
18. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA. Sufficiency of children with water-soluble vitamins (2015–2018). *Clinical Practice in Pediatrics*. 2019;14(2):7–14. (In Russ.).
19. Spirichev VB, Gromova OA. Vitamin D and its synergists. *Zemskiy vrach* [Zemsky Doctor]. 2012;13(2):33–38. (In Russ.).
20. Spirichev VB, Poznyakovskiy VM, Trikhina VV. Obogashchenie pishchevykh produktov mikronutrientami – nadezhnyy put' optimizatsii ikh potrebleniya [Micronutrient fortification of foods as optimization of their consumption]. *Polzunovskiy vestnik*. 2012;(2–2):9–25. (In Russ.).
21. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Grozdova TYu, Kulnich LA, Kalinin AYa. To the working discussion on the state standard project “Complexes vitamin-mineral. General specification”. *Food Industry*. 2018;(2):28–34. (In Russ.).
22. Skurikhin IM, Tutel'yan VA. *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov* [Procedures on food quality and safety analysis methods]. Moscow: Brandes–Meditsina; 1998. 341 p. (In Russ.).
23. FoodData Central [Internet]. [cited 2020 Mar 24]. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/query=bouillon>.
24. NUTRIDATA [Internet]. [cited 2020 Mar 24]. Available from: <https://tka.nutridata.ee/et/?query=puljong&groups=&component=39&exclude=false&type=all&starts=false>.

25. Friesen VM, Aaron GJ, Myatt M, Neufeld LM. Assessing coverage of population-based and targeted fortification programs with the use of the fortification assessment coverage toolkit (FACT): background, toolkit development, and supplement overview. *Journal of Nutrition*. 2017;147(5):981S–983S. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.116.242842>.

26. Lindschinger M, Tatzber F, Schimetta W, Schmid I, Lindschinger B, Cvirn G, et al. Bioverfügbarkeit eines natürlichen versus eines synthetischen Vitamin-B-Komplexes und deren Auswirkungen auf metabolische Prozesse. *MMW – Fortschritte der Medizin*. 2020;162:17–27. (In Ger.). DOI: <https://doi.org/10.1007/s15006-020-0230-4>.

27. Lindschinger M, Tatzber F, Schimetta W, Schmid I, Lindschinger B, Cvirn G, et al. A randomized pilot trial to evaluate the bioavailability of natural versus synthetic vitamin B complexes in healthy humans and their effects on homocysteine, oxidative stress, and antioxidant levels. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2019;2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/6082613>.

28. Cercamondi CI, Duchateau GS, Harika RK, van den Berg R, Murray P, Koppenol WP, et al. Sodium pyrophosphate enhances iron bioavailability from bouillon cubes fortified with ferric pyrophosphate. *British Journal of Nutrition*. 2016;116(3):496–503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114516002191>.

29. Gama DN, Polônio MLT. Food dyes present in ultra-processed foods consumed by university students. *Revista de Pesquisa – Cuidado e Fundamental Online*. 2018;10(2):310–317. DOI: <https://doi.org/10.9789/2175-5361.2018.v10i2.310-317>.

30. Keats EC, Neufeld LM, Garrett GS, Mbuya MNN, Bhutta ZA. Improved micronutrient status and health outcomes in low- and middle-income countries following large-scale fortification: evidence from a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2019;109(6):1696–1708. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz023>.

Сведения об авторах

Шатнюк Людмила Николаевна

д-р техн. наук, профессор кафедры пищевых производств, НОЧУ ДПО «Международная промышленная академия», 115093, Россия, г. Москва, ул. Щипок, 18, тел.: +7 (495) 532-89-97, e-mail: ls0901@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0388-4089>

Вржесинская Оксана Александровна

канд. био. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14, тел.: +7 (495) 698-53-30, e-mail: vr.oksana@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8973-8153>

Коденцова Вера Митрофановна

д-р био. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ, «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14, тел.: +7 (495) 698-53-30, e-mail: kodentsova@ion.ru

Матвеева Анна Евгеньевна

главный технолог, ООО «Фабрика ароматов «ФАБАРОМ», 117292, Россия, г. Москва, ул. Ивана Бабушкина, 3, тел.: +7 (915) 240-70-44, e-mail: gubarenkova@faberon.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5676-9597>

Information about the authors

Lyudmila N. Shatnyuk

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Food Production, International Industrial Academy, 18, Shchipok Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (495) 532-89-97, e-mail: ls0901@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0388-4089>

Oksana A. Vrzhesinskaya

Cand.Sci.(Bio.), Leader Researcher of the Laboratory of Vitamins and Minerals, Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 2/14, Ustinsky pr., Moscow, 109240, Russia, phone: +7 (495) 698-53-30, e-mail: vr.oksana@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8973-8153>

Vera M. Kodentsova

Dr.Sci.(Bio.), Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Vitamins and Minerals, Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 2/14, Ustinsky pr., Moscow, 109240, Russia, phone: +7 (495) 698-53-30, e-mail: kodentsova@ion.ru

Anna E. Matveeva

Chief Technologist, LLC FABAROM Fragrance Factory, 3, Ivan Babushkina Str., Moscow, 117292, Russia, phone: +7 (915) 240-70-44, e-mail: gubarenkova@faberon.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5676-9597>