







Пищевая композиция для алиментарной коррекции пищевых рационов детей подросткового возраста

Татьяна В. Алексеева ^{1,2}	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293
Наталья Е. Назарова ²	nazarova-iptd@mail.ru	 0000-0003-3373-3270
Анна И. Орлова ²	annasamurina@mail.ru	 0000-0001-8708-6537
Юлия Ю. Давыдова ¹	sovann@ya.ru	 0000-0003-0627-4021
Ирина Р. Новик ¹	irnovik@mail.ru	 0000-0002-4621-1001
Наталья А. Пиманова ¹	chem-sem@ya.ru	 0000-0003-1284-8765







¹ Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603000, Россия

² Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, ул. Горная, 13, г. Нижний Новгород, 603062, Россия

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы необходимости создания и востребованности на потребительском рынке товарных продуктовых линеек для детей подросткового возраста. Авторами предлагается состав пищевой системы для обогащения снековой продукции для подростков. В качестве компонентов пищевой системы были выбраны: жмых зародышей пшеницы, концентрат сывороточного белка, нут продовольственный и порошок ламинарии японской. Выбранные виды отечественного сырья обладают высоким биопотенциалом, привлекательными экономическими характеристиками и весьма перспективны при производстве пищевой продукции для детей старшей возрастной группы. Содержание белка в пищевой системе составляло 47 г на 100 г продукта. Применение обогатителя в составе готовых изделий, при полученном общем содержании белка целесообразно, поскольку его количество сопоставимо с суточной нормой, что прогнозируемо подтверждает принципы функциональности пищевой продукции. Технологический процесс производства пищевой системы включал этапы приёмки и подготовки сырья, дозирования и смешивания компонентов, упаковку. Исходя из данных удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах и энергии можно констатировать, что содержание в ПОС витаминов А, D, В₇, селена, хрома и меди имело уровень 15% и менее. Концентрация витаминов: В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, С, К и минеральных веществ – кальция, фосфора, калия, натрия, хлоридов, молибдена, фтора находилась в рамках 20–50%. При этом содержание железа, цинка, магния и витамина Е установлено более 50% или на уровне средней суточной потребности, что позволяет включать пищевую систему в изделия как витаминизированную добавку. Богатый витаминно-минеральный состав обогатителя прогнозируемо обеспечивает поддержание множества функций интенсивно развивающегося организма подростка, включая обеспечение правильной работы костной системы, мышц, сердца и мозга, выработку ферментов и гормонов. Высокая биологическая ценность добавки предполагает перспективность ее применения в качестве белкового и витаминно-минерального обогатителя в производстве высокоуглеводных кондитерских изделий, в частности снековых батончиков.

Ключевые слова: питание детей, снековые батончики, пищевая система, жмых зародышей пшеницы, концентрат сывороточного белка, нут продовольственный, порошок ламинарии, биологическая ценность

Research of consumer preferences in the production of bioactive pates for nutrition of pregnant women

Tatyana V. Alekseeva ^{1,2}	zyablova@mail.ru	 0000-0001-8035-7293
Natalia E. Nazarova ²	nazarova-iptd@mail.ru	 0000-0003-3373-3270
Anna I. Orlova ²	annasamurina@mail.ru	 0000-0001-8708-6537
Julia Y. Davydova ¹	sovann@ya.ru	 0000-0003-0627-4021
Irina R. Novik ¹	irnovik@mail.ru	 0000-0002-4621-1001
Natalia A. Pimanova ¹	chem-sem@ya.ru	 0000-0003-1284-8765

¹ Institute of Food Technologies and Design – branch of the Nizhny Novgorod state university of engineering and economics, str. Gornaya, 13, Nizhny Novgorod, 603062, Russia

² Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia

Для цитирования

Алексеева Т.В., Назарова Н.Е., Орлова А.И., Давыдова Ю.А., Новик И.Р., Пиманова Н.А. Пищевая композиция для алиментарной коррекции пищевых рационов детей подросткового возраста // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 4. С. 59–68. doi:10.20914/2310-1202-2022-4-59-68

For citation

Alekseeva T.V., Nazarova N.E., Orlova A.I., Davydova Ju.Y., Novik I.R., Pimanova N.A. Research of consumer preferences in the production of bioactive pates for nutrition of pregnant women. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 59–68. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-4-59-68

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Abstract. The article discusses the issues of the need to create and demand in the consumer market of commodity product lines for adolescents. The authors propose the composition of the food system for the enrichment of snack products for teenagers. As components of the food system, the following were chosen: wheat germ cake, whey protein concentrate, food chickpeas and Japanese kelp powder. The selected types of domestic raw materials have a high biopotential, attractive economic characteristics and are very promising in the production of food products for children of the older age group. The protein content in the food system was 47 g per 100 g of product. The use of an enricher in the composition of finished products, with the obtained total protein content, is advisable, since its amount is comparable to the daily norm, which predictably confirms the principles of the functionality of food products. The technological process of production of the food system included the stages of acceptance and preparation of raw materials, dosing and mixing of components, packaging. Based on the data on meeting the daily requirement for nutrients and energy, it can be stated that the content of vitamins A, D, B₇, selenium, chromium and copper in the FOS was 15% or less. The concentration of vitamins: B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂, C, K and minerals - calcium, phosphorus, potassium, sodium, chlorides, molybdenum, fluorine was within 20-50%. At the same time, the content of iron, zinc, magnesium and vitamin E is set to more than 50% or at the level of the average daily requirement, which allows the food system to be included in products as a fortified supplement. The rich vitamin and mineral composition of the fortifier predictably ensures the maintenance of many functions of a rapidly developing adolescent organism, including ensuring the proper functioning of the skeletal system, muscles, heart and brain, the production of enzymes and hormones. The high biological value of the additive suggests the prospect of its use as a protein and vitamin-mineral fortifier in the production of high-carbohydrate confectionery products, in particular snack bars.

Keywords: nutrition for children, snack bars, food system, wheat germ cake, whey protein concentrate, chickpeas, kelp powder, biological value

Введение

Укрепление здоровья подрастающего поколения путем формирования системы мотивации детей к здоровому образу жизни, корректировки состава пищевых рационов считается приоритетной задачей мировой государственной политики, что предполагает наращивание производства продуктов питания специальной направленности. По данным различных источников в России около 80% подростков имеют алиментарно-зависимые заболевания, процент которых может быть существенно снижен за счет совершенствования системы организации питания, создания новых ассортиментных продуктовых линеек направленного действия для алиментарной коррекции повседневных рационов на принципах здоровьесбережения. Особым вниманием у подростков пользуется пищевая продукция в виде снеков. За рубежом присутствует достаточный выбор снековых продуктовых линеек различной направленности. На продовольственном рынке в России аналогичная товарная продукция представлена в недостаточной степени и научные исследования в этом направлении весьма актуальны, целью которых, в частности, является разработка товарных линеек снековых батончиков для детей подросткового возраста [1–8].

Материалы и методы

Объектами исследований выступали жмых зародышей пшеницы (ТУ 9295–014–18062042–06 «Мука зародышей пшеницы пищевого назначения «ВИТАЗАР»), производимый ООО «ТОНЕКС» (г. Белгород, Россия); концентрат сывороточного белка (КСБ 80%) по ТУ 9229–008–86526272–2014 «Концентраты сухие белковые, с маркировкой КСБ ТМ», производимый ООО «ТАГРИС МОЛОКО» (г. Вязьма, Смоленская область, Россия); нут продовольственный I типа по ГОСТ 8758–76 «Нут. Требования при заготовках и поставках»,

производимый ООО «Центральная крупяная компания», (пос. Воля, Мценский район, Орловская область, Россия); порошок ламинарии японской, соответствующий ТУ 03.11.63–002–89213220–2019 «Пищевая рыбная продукция: водоросли сушеные и изделия из них. Технические условия», производимые ООО «Биоторг», (г. Корсаков, Южно-Сахалинская обл., Россия). Аминокислотный состав по ГОСТ 32195–2013 (триптофан – по ГОСТ 32201–2013). Аминокислотную сбалансированность и биологическую ценность определяли по методу академика Липатова Н.Н. мл. (Липатов и др., 1987, 1996). Органолептические показатели по ГОСТ 5897–90, ГОСТ 10967–2019, ГОСТ 29245–91. Массовую долю белка по ГОСТ Р 53951–2010, азота и сырого протеина по ГОСТ 13496.4–2019. Массовую долю жира по ГОСТ 31902–2012, сырого жира по ГОСТ 13496.15–2016. Состав жирных кислот по ГОСТ 31663–2012; Массовую долю углеводов по ГОСТ Р 51636–2000; крахмала по ГОСТ ISO 6493–2015, пищевых волокон по ГОСТ Р 54014–2010; сырой клетчатки по ГОСТ 31675–2012. Трипсинингибирующую активность по ГОСТ 33427–2015. Средний размер частиц по ГОСТ 27560–87. Активную кислотность (pH) исследуемых сред по ГОСТ 26180–84. Перекисное число по ГОСТ 31485–2012 и кислотность по ГОСТ 5898–87. Массовую долю влаги по ГОСТ 30483–97, ГОСТ 5900–2014. Массовую долю золы по ГОСТ Р 51411–99, ГОСТ 5901–2014. Витаминный состав по ГОСТ 29138–91, ГОСТ 29139–91, ГОСТ 32043–2012, ГОСТ 7047–55, ГОСТ 52147–2003. Минеральный состав по ГОСТ 32343–2013, ГОСТ 26657–97, ГОСТ 26570–85, ГОСТ 31660–2012, ГОСТ 2082.3–81, ГОСТ 31707–2012, ГОСТ EN 14083–2013. Микробиологические и токсикологические показатели в соответствии с правилами ЕС: ЕС853/2004 и техническими регламентами Таможенного союза ТС021/2011, ТС022/2011, ТС029/2012, ТС038/2013.

Отбор и подготовка проб для микробиологических испытаний по ГОСТ 26669–85. Определение значений КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15–94, ГОСТ ISO 7218–2015; наличие дрожжей, плесневых грибов по ГОСТ 10444.12–2013; протей по ГОСТ 28560–90; БГКП (колиформ) по ГОСТ 31747–2012; патогенных, в том числе бактерий рода *Salmonella* по ГОСТ 31659–2012. Содержание токсичных элементов: кадмия по ГОСТ 26933–86, свинца по ГОСТ 26932–86, мышьяка по ГОСТ 26930–86; ртути по ГОСТ 26927–86. Применяемое сырье соответствовало всем требованиям действующей нормативной или технической документации, по показателям значений безопасности – ТР ТС 021/2011, 2012 [9].

Результаты и обсуждение

На сегодняшний день штучная продукция, предназначенная для быстрого перекуса весьма популярна среди детей подросткового возраста. Вместе с тем, нутриентный состав основной массы таких изделий, в частности снеков, не соответствует физиологическим потребностям юношей и девушек. Эти виды товарной продукции требуют включения обогачителей направленного действия в зависимости от конкретных потребностей потенциальных покупателей.

Нами была произведена разработка компонентного состава и этапов подготовки пищевой обогащающей системы (ПОС) с учетом прогнозируемых потребительских свойств как самой добавки, так и готовой продукции с ее включением. В качестве компонентов ПОС были выбраны: жмых зародышей пшеницы (ЖЗП), концентрат сывороточного белка (КСБ), нут продовольственный 1-ого типа и порошок ламинарии японской. Выбранные виды отечественного сырья обладают высоким биопотенциалом, привлекательными экономическими характеристиками и весьма перспективны при производстве пищевой продукции для детей старшей возрастной группы.

ЖЗП может рассматриваться в качестве источника растительного белка (33–39%), также в его составе присутствуют полиненасыщенные жирные кислоты, поликозанола, более 20 минералов (Ca, Mn, P, Zn, Fe, Se, витамины (A, D, E, гр. B) и пищевые волокна. ЖЗП представляет собой безопасный, доступный по цене, вторичный продукт, получаемый на отечественных производствах, включающий в свой состав эссенциальные вещества, которые необходимы для здорового развития и поддержания человеческого организма, находящегося на стадии пубертатного и постпубертатного периода. Основной плюс включения КСБ в ПОС состоит в высоком содержании

полноценного животного протеина (80%), содержащего все 8 незаменимых аминокислот. Вместе с тем в составе КСБ присутствует восемь витаминов (витами С, тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотеновая кислота, пиридоксин, кобаламины, кальциферол) и 7 видов наиболее значимых для подростков минеральных веществ (кальций, фосфор, магний, калий, натрий, железо, цинк). Применение ламинарии японской в составе пищевых продуктов для питания подростков является перспективным алиментарным способом лечения и профилактики йододефицита и других заболеваний, связанных с витаминной или минеральной недостаточностью. Включение в рацион водорослей комбу практикуется при лечении анемии у детей и подростков, болезней пищеварительной системы и запоров. Ламинария способствует выведению из кишечника продуктов метаболизма, нормализуя его микрофлору, нейтрализует действие патогенных микроорганизмов. Благодаря бактерицидным свойствам ламинарии организм активнее справляется с вирусами и бактериями, поэтому ее потребление особенно рекомендовано в сезон простуд. Нут является ценным источником углеводов и растительного белка. Он имеет множество потенциальных преимуществ для питания подростков. В сочетании с другими растительными компонентами (например, ЖЗП) он оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему, является профилактикой диабета 2 типа, акне, заболеваний пищеварительной системы. Кроме того, употребление нута в пубертатный период способствует наращиванию мышечной массы, укреплению костных и хрящевых тканей [6, 10].

Однако, семена нута, как и большинство бобовых, обладают антипитательными свойствами. Нут содержит в своем составе ингибиторы протеиназ, подавляющие активность протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), тем самым снижая степень усвоения белков – поскольку при попадании вместе с бобовыми в желудок ингибиторов трипсина отмечается снижение качества гидролиза белковой фракции пищи. Для снижения антипитательных свойств нутевого сырья в нашей работе было принято решение пойти по пути проращивания его семян. Для определения оптимального способа проращивания был проведен предварительный эксперимент: семена нута проращивали по известной методике в трех разных жидкостях: воде, молочной сыворотке и кефире (жирностью 1,5%) до длины ростка не более 0,2–0,5 см. Примечательно, что проращивание семян в воде заняло 12 часов после набухания, в сыворотке 18 часов,

а в кефире 26 часов. Пророщенный нут сушили до влажности 11–14%. Доля сырого протеина в сухом веществе пророщенных образцов составила для водной среды – 25,0%, для сыворотки – 25,0%, для кефира – 24,7%. Массовая доля жира в образцах составила 16,0, 15,8, 16,4% соответственно. Наибольшее содержание крахмала отмечено в образце 1 (вода) – 41%. Поскольку вода не является растворителем крахмала значение остается таким же как в нативном состоянии. В семенах нута, пророщенных

в сыворотке (33,4%) и кефире (35,8%) некоторая часть крахмала расщепляется под действием кислотного гидролиза с образованием молекул глюкозы. Аминокислотный состав пророщенных образцов превосходит аналогичные показатели нативной формы (таблица 1).

С целью выбора оптимального способа проращивания нута и возможности его комбинирования с привычными продуктами питания была проведена органолептическая оценка полученных образцов (таблица 2).

Таблица 1.

Массовые доли аминокислот в опытных образцах нута

Table 1.

The content of amino acids in experimental samples of chickpeas

Аминокислота Amino acid	Массовая доля в сухом веществе, %/ Content in dry matter			
	Контроль (нативные) Control (native)	Образец 1 (вода) Sample 1 (water)	Образец 2 (сыворотка) Sample 2 (serum)	Образец 3 (кефир) Sample 3 (curdled milk)
Валин Valine	0,80	1,11	1,12	1,10
Изолейцин Isoleucine	1,04	1,11	1,11	1,11
Лейцин Leucine	1,73	1,95	1,94	1,94
Лизин Lysine	1,59	1,74	1,70	1,64
Метионин Methionine	0,03	0,30	0,34	0,34
Цистеин Cysteine	0,19	0,23	0,21	0,23
Фенилаланин Phenylalanine	0,73	1,54	1,54	1,52
Тирозин Tyrosine	0,34	0,72	0,74	0,74
Треонин Threonine	0,82	0,94	0,96	0,94
Триптофан Tryptophan	0,11	0,13	0,13	0,13
Серин Serine	1,03	1,33	1,34	1,32
Аспаргиновая кислота + аспаргин Aspartic acid + aspartic acid	2,42	2,99	2,95	2,92
Глутаминовая кислота + глутамин Glutamic acid + glutamine	3,60	4,42	4,49	4,36
Глицин Glycine	0,85	1,00	1,00	0,99
Аланин Alanine	0,88	1,08	1,10	1,07
Гистидин Histidine	0,57	0,67	0,68	0,67
Пролин Proline	0,85	1,07	1,1	1,12
Аргенин Arginine	1,93	2,18	2,17	2,08

Таблица 2.

Органолептические свойства пророщенного нута

Table 2.

Organoleptic properties of sprouted chickpeas

Показатель Value	Характеристика Characteristic		
	Образец 1 (вода) Sample 1 (water)	Образец 2 (сыворотка) Sample 2 (serum)	Образец 3 (кефир) Sample 3 (curdled milk)
Внешний вид Appearance	Зерно пророщенное, сухое		
Цвет Colour	Желтый, чистый Yellow, clear	От желтого до серо-желтого Yellow to greyish yellow	Серо-желтый Greyish yellow
Вкус Flavour	Нейтральный, чистый	Кисловатый Acidic	
Запах Aroma	Нейтральный, чистый	Кислый Sour	

Исходя их полученных результатов было принято решение о выборе в качестве раствора для проращивания семян нута водопроводной воды. Данный выбор связан с рядом технологических и экономических факторов: органолептическими свойствами, скоростью прорастания, массовой долей сырого протеина, аминокислотным профилем, стоимостью сырья. Основной этап работы по проращиванию семян нута проводили

следующим образом. В начале семена нута промывали, затем оставляли набухать в водной среде на протяжении 24 ч, после чего проращивали в водопроводной воде в течение 12 ч при температуре 19 ± 1 °C. В экспериментальных исследованиях использовали проклюнувшиеся зерновки нута с длиной ростка не более 0,2–0,5 см. В соответствии с литературными источниками, коррелирующими с результатами полученных

нами экспериментальных исследований, при такой длине ростка не отмечается снижения биологической ценности семян. В процессе эксперимента выяснено, что содержание ингибиторов трипсина в нативных семенах нута было на уровне 5,28 мг/г (в мг массы трипсина, ингибируемого к массе навески пробы). Далее установлено, что в процессе биоактивации содержание ингибиторов трипсина уменьшилось до значения 1,34 мг/г. Выявлено, что при набухании нутевого зерна в течение 12 ч трипсинингибирующая активность (ТИА) уменьшилась на 25,95%, по прошествии 24 ч – на 42,80%, а при дальнейшем проращивании на 74,62%. После биоактивации емкости с пророщенным зерном помещали в универсальную пароконвекционную печь «Рациональ», с предварительно установленным режимом «Сухой жар» (с мощностью конвекции воздуха 0,09 кВт, при температуре 30 °С), проросшие семена нута сушили в течение 15–20 минут до влажности 11–14%. После чего нут измельчали в блендере «Hamilton Beach HBF500-CE» до крупности частиц 0,3–0,5 мм.

Учитывая, что в период бурного развития организм подростка особенно нуждается в полноценных белках животного и растительного происхождения и их гармоничном соотношении, а также принимая во внимание то, что у детей этой возрастной группы часто наблюдается дефицит такого микроэлемента как йод, критерием соотношения элементов в ПОС было выбрано рациональное соотношение животного и растительного белка в пределах 60:40 и наличие йода в ПОС в пределах 412–824 мкг, рекомендуемые МР 2.3.1.0253–21, где приводятся данные о физиологических потребностях в пищевых нутриентах различных групп населения РФ. Приведенные нормы учитываются при планировании и регулировании выпуска пищевой продукции на территории РФ с учетом социально-демографических условий. Кроме того, ими следует руководствоваться при разработке специализированных ассортиментных линеек пищевой продукции для конкретных групп населения в России, в частности для детей подросткового возраста [11]. Выбор оптимального содержания отдельных компонентов ПОС осуществляли посредством разработанного программного модуля в среде QT Creator на языке C++. В качестве метода использовался численный метод сканирования [12–14]. Компонентный состав ПОС показан в таблице 3.

Содержание белка в ПОС составляло 47,29 г. на 100 г. продукта. При этом полученное соотношение животных и растительных белковых фракций находилось на требуемом уровне – 59:41. Последующее применение ПОС в составе готовых изделий, при полученном общем содержании

белка можно считать целесообразным, поскольку их количество сопоставимо с суточной нормой. Что в последующем прогнозируемо подтверждает принципы функциональности пищевой продукции, ограничивающие количество внесения пищевых компонентов в диапазоне 20–50% от суточной потребности организма подростков [11, 14].

Таблица 3.

Состав компонентов пищевой обогащающей системы

Table 3.

The composition of the components of the food enrichment system (FES)

Компонент Component	Содержание, мас. % Content, mass%
Жмых зародышей пшеницы Wheat germ cake	45
Концентрат сывороточного белка Whey protein concentrate	35
Нут Chickpea	15
Ламинария Laminaria	5

Технологический процесс производства ПОС включал этапы приёмки и подготовки сырья, дозирования и смешивания компонентов, упаковку. ЖЗП, КСБ, семена нута и порошок ламинарии проходили первичную обработку путем просеивания через сито с диаметром отверстий 6 мм для удаления случайных примесей. Нут подвергается предварительному проращиванию подготовке в соответствии с определенной методикой, приведенной выше. Для приготовления ПОС все подготовленные ингредиенты взвешиваются на весах «ТВЕС ВЭУ 6–1/2-А» и затем ЖЗП, КСБ, муку из пророщенных семян нута и порошок ламинарии помещают в бункер вертикального лопастного смесителя «ВЛС-20», установив мощность 1,5 кВт. Процесс перемешивания занимает 4 минуты (коэффициент вариации не менее 0,8). Далее ПОС расфасовывается в крафт-мешки (параметры: 380x130x245 мм, плотность крафта 120 г./м²) по 5 кг, на каждый мешок наклеивается этикетка и они направляются на хранение в условиях холодильной камеры (t = 4–6 °С, при относительной влажности воздуха 75–80%). Физико-химические показатели ПОС приведены в таблице 4. Полученная ПОС обладает благоприятными для включения в состав пищевой продукции органолептическими свойствами: консистенция и внешний вид представлены однородным сыпучим порошком, в котором допускается наличие комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии; цвет светло-соломенный, с белыми вкраплениями; вкус нейтральный, солоноватый, со слабым привкусом водорослей; запах нейтральный, со слабым ароматом морских водорослей.

Таблица 4.
Физико-химические показатели пищевой
обогащающей системы (ПОС)

Table 4.
Physico-chemical parameters
of the food enrichment system (FES)

Показатель Index	Значение Value
Влажность, %, не более Moisture, %, max.	6,24
Белок, %, не менее Protein, %, no less	47,29
Углеводы, %, не менее, в т. ч.: Carbohydrates, %, no less, incl:	34,98
пищевые волокна, %, не менее dietary fibres, %, no less	2,59
Жир, %, не менее Fat, %, no less	6,74
Зола, %, не более Ash, %, no more	2,86

Пищевая ценность ПОС с точки зрения качества пищевой продукции представляет собой объект с хорошо сбалансированным соотношением основных питательных элементов с учетом потребности предполагаемого потребителя в пищевых веществах и энергии. Расчеты производили по известным формулам согласно рекомендациям Антиповой Л.В. с применением методов академика Липатова Н.Н. Принимая во внимание экспериментальные данные о массовой доле белка, углеводов, жиров, витаминов и минеральных веществ в ПОС, согласно МР 2.3.1.0253–21 определена возможность удовлетворения среднесуточной потребности организма подростков (15–17 лет) при употреблении 100 г. ПОС. Результаты расчета представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Удовлетворение суточной потребности в энергии

Table 5.

Meeting the daily requirement energy needs

Показатель Index	Рекомендуемое значение Recommended value		Удовлетворение суточной потребности при потреблении 100 г. ПОС, % Satisfaction of the daily requirement with the consumption of 100 g of the FES		Содержание в 100 г. ПОС Content in 100 g of the FES
	Юноши Male	Девушки Female	Юноши Male	Девушки Female	
Энергия (ккал) Energy (kcal)	2900	2500	12,04	13,97	373,34
Белки, г, в т. ч. Protein, g, incl.	87	75	54,34	63,04	47,29
животные, г animal, g	52,2	45	53,57	62,14	27,97
растительные, г vegetable, g	34,8	30	55,50	64,38	19,32
Жиры, г, в т. ч. Fats, g, incl.	97	83	6,95	8,12	6,74
ω -6, г	4,85–7,76	4,15–6,64	24,98–39,97	29,20–46,72	1,97925
ω -3, г	0,97–1,94	0,83–1,66	28,89–57,78	33,77–67,53	0,58435
холестерин, мг cholesterol, g	<300	<300	5,33	5,33	16,00
Углеводы, г, в т. ч.: Carbohydrates, g, incl:	421	363	7,34	8,51	34,98
Пищевые волокна, г Dietary fibres, g	20	22	12,95	11,77	2,59

Витаминный состав ПОС (таблица 6) весьма разнообразен и направлен на сохранение физической и умственной активности, поддержание здорового обмена веществ, укрепление иммунной системы, развитие костной и мышечной тканей детей подросткового возраста. Из таблицы 6 видно, что разработанная ПОС отличается высоким содержанием токоферола и аскорбиновой кислоты, обеспечивающих защиту клеток от окислительного стресса; филлохинона, нормализующего свертываемость крови;

витаминов группы В – пантотеновой кислоты, тиамина и рибофлавина, способствующих нормализации энергетического обмена; адрермина и ниацина, отвечающих за нормальное функционирование нервной системы; кобаламинов, нормализующих состав крови; фолатов, играющих важную роль в репродуктивных процессах.

Минеральный состав ПОС и степень удовлетворения суточной потребности приведены в таблице 7.

Таблица 6.

Удовлетворение суточной потребности в витаминах

Table 6.

Meeting the daily requirement for vitamins

Витамин, мг Vitamin, mg	Рекомендуемое значение Recommended meaning		Удовлетворение суточной потребности при потреблении 100 г. ПОС, % Satisfaction of the daily requirement with the consumption of 100 g of the FES		Содержание в 100 г. ПОС Content in 100 g of the FES
	Юноши Male	Девушки Female	Юноши Male	Девушки Female	
1	2	3	4	5	6
С	90,0	70,0	17,75	22,82	15,98
В ₁	1,5	1,3	138,27	159,54	2,07
В ₂	1,8	1,5	29,60	35,52	0,53
В ₆	2,0	1,6	37,31	46,64	0,75
В ₃	20,0	18,0	26,54	29,49	5,31

Продолжение таблицы 6 | Continuation of table 6

1	2	3	4	5	6
B ₁₂	0,003	0,003	42,36	42,36	1,27
B ₉	0,4	0,4	23,97	23,97	95,88
B ₅	5,0	4,0	182,76	228,45	9,14
B ₇	50,0	50,0	2,38	2,38	1,19
A	1,0	0,8	0,23	0,29	2,32
E	15,0	15,0	93,07	93,07	13,96
D	0,015	0,015	6,87	6,87	1,03
K	0,12	0,12	22,44	26,93	26,93

Таблица 7.

Удовлетворение суточной потребности в минералах

Table 7.

Meeting the daily requirement for minerals

Содержание, мг Content, mg	Рекомендуемое значение Recommended value		Удовлетворение суточной потребности при потреблении 100 г. ПОС, % Satisfaction of the daily requirement with the consumption of 100 g of the FES		Содержание в 100 г. ПОС Content in 100 g of the FES
	Юноши Male	Девушки Female	Юноши Male	Девушки Female	
Кальций Calcium	1200,0	1200,0	47,40	47,40	568,77
Фосфор Phosphorus	900,0	900,0	30,16	30,16	271,46
Магний Magnesium	300,0	400,0	116,73	87,55	350,2
Калий Potassium	2500,0	3200,0	47,16	36,84	1178,95
Натрий Sodium	1100,0	1300,0	24,50	20,73	269,52
Хлориды Chlorides	1900,0	2300,0	22,16	18,31	421,05
Железо Iron	15,0	18,0	68,28	56,90	10,24
Цинк Zinc	12,0	12,0	100,57	100,57	12,07
Йод Iodine	0,13	0,15	368,97	319,77	479,66
Медь Copper	0,8	1,0	18,58	14,86	148,63
Марганец Manganese	2,0	3,0	241,88	161,25	4,84
Молибден Molybdenum	0,045	0,065	26,42	18,29	11,89
Селен Selenium	0,040	0,050	11,23	8,97	4,49
Хром Chromium	0,025	0,035	0,76	0,54	0,19
Фтор Fluorine	0,28	0,32	48,31	42,28	135,28

Из таблицы 7 следует, что ПОС обладает исключительным минеральным составом. Отмечается высокое содержание йода, поддерживающего нормальное состояние щитовидной железы и тиреоидных гормонов; марганца, участвующего в синтезе тканей и половых гормонов; цинка, способствующего нормализации кислотно-щелочного баланса; магния, способствующего нормальному функционированию мышц, включая сердечную мышцу; железа, нормализующего синтез гемоглобина и миоглобина; кальция, обеспечивающего нормальное состояния костей; калия, поддерживающего нормальное кровяное давление; молибдена, являющегося кофактором ряда ферментов, отвечающих за метаболизм аминокислот.

Исходя из данных удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах и энергии можно констатировать, что содержание в ПОС витаминов А, D, В₇, селена, хрома и меди имело уровень 15% и менее, что согласовывается с общими принципам обогащения пищевой продукции. Концентрация витаминов: В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, С, К и минеральных веществ – кальция, фосфора, калия, натрия, хлоридов, молибдена, фтора находилась в рамках 20–50%, что свидетельствует о функциональности ПОС. При этом содержание железа, цинка, магния и витамина Е установлено более 50% или на уровне средней суточной потребности, что позволяет включать ПОС в изделия как витаминизированную добавку.

Массовая доля йода, марганца, витаминов В₁ и В₅ превышает суточную потребность, что необходимо учитывать при проектировании рецептур и технологий снековых батончиков для питания детей подросткового возраста.

Общеизвестно, что важным критерием ценности пищевых объектов считается содержание белковой фракции. Она представляет собой азотсодержащие вещества, образующиеся из аминокислот (АК), которые служат основным структурным компонентом мышц и других тканей тела, что является очень важным критерием для растущего организма детей в подростковом возрасте. Кроме того, белки используются для выработки гормонов, ферментов и гемоглобина, которые существенно влияют на состояние подростка в период бурного роста и развития всех систем жизнеобеспечения. Существенным критерием оценки пищевых объектов считается показатель биологической ценности (БЦ), который характеризует степень усвоения белкового азота. Показатель БЦ напрямую коррелирует с наличием незаменимых АК. Большинство животных белков имеют высокую биологическую ценность. Растительные протеины, наоборот, имеют недостаток таких незаменимых АК (лизин, треонин). Поэтому в пищевой продукции важно соотношение животных и растительных белков, находящихся в рациональном соотношении в ПОС, как было ранее установлено.

БЦ также зависит от сбалансированности аминокислот и их способности усваиваться, поэтому на следующем этапе работы проводили экспериментальные исследования по определению в ПОС состава АК, их скоров и расчета показателей биологической эффективности (таблицы 8–9). Анализ содержания незаменимых аминокислот и показателей их сбалансированности позволил выдвинуть предположение о том, что внесение ПОС в состав продуктов на основе растительного сырья позволит достичь большей степени сбалансированности их белкового состава.

Таблица 8.
Содержание незаменимых аминокислот
в пищевой обогащающей системе (ПОС)

Table 8.
Content of essential amino acids of the food
enrichment system (FES)

Аминокислота Amino acid	Содержание аминокислот в 100 г. белка ПОС (мг/100 г.) и их СКОР (%) The content of amino acids in 100 g protein of the FES (mg/100 g) and their SCOR
Валин Valine	31,02 (62,04)
Изолейцин Isoleucine	34,50 (86,25)
Лейцин Leucine	64,91 (92,73)
Лизин Lysine	31,77 (57,76)
Метионин + цистин Methionine + cystine	15,55 (44,42)
Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	45,04 (75,07)
Треонин Threonine	29,84 (74,60)
Триптофан Tryptophan	4,23 (42,30)

Таблица 9.
Показатели биологической ценности пищевой
обогащающей системы (ПОС)

Table 9.
Indicators of biological value
of the food enrichment system (FES)

Показатель Index	Значение Value
Коэффициент различия аминокислотного сбора (КРАС), % Amino Acid Scores Difference Ratio (CAS), %	24,60
Биологическая ценность (БЦ), % Biological value (BC), %	75,40
Показатель сопоставимой избыточности, % Comparable Redundancy Ratio, %	2,99
Коэффициент утилитарности Utility factor	0,59

Поскольку животные и растительные белки имеют различную степень усвоения организмом (93–96% – животные и 62–80% – растительные). Имея в составе ПОС (от общей массы) 27,97% белков растительного происхождения и 19,32% животного белка, был получен показатель биологической ценности равный 75,40%, что свидетельствует о небольшой величине избытка аминокислотного сбора (24,60%) и высоком биопотенциале данной системы [11, 15, 16–20].

Установлена высокая биологическая ценность добавки, позволяющая предположить перспективность ее применения в качестве белкового и витаминно-минерального обогатителя в производстве высокоуглеводных кондитерских изделий, в частности снековых батончиков.

Заключение

С применением математических методов был подобран и оптимизирован состав ПОС для обогащения снековой продукции для подростков. ПОС включает в свой состав недорогие, отечественные сырьевые источники, обладает высокой технологичностью и биопотенциалом. Она характеризуется нейтральным запахом и вкусом, имеет светло-желтый цвет, что позволяет ее вносить в пищевые системы без потери их традиционных органолептических показателей. При этом ПОС обладает хорошей сыпучестью (что позволяет ее легко перемещать разными видами транспортных систем в условиях производства) и относительно длительными сроками хранения, что раскрывает широкие возможности применения этого вида сырья на предприятиях пищевой промышленности. Богатый витаминно-минеральный состав ПОС прогнозируемо обеспечивает поддержание множества функций интенсивно развивающегося организма подростка, включая обеспечение правильной работы костной системы, мышц, сердца и мозга, выработку ферментов и гормонов. Установлена высокая биологическая ценность добавки, позволяющая предположить перспективность ее применения в качестве белкового и витаминно-минерального обогатителя в производстве высокоуглеводных кондитерских изделий, в частности снековых батончиков для лиц подросткового возраста.

Литература

- 1 Антипова Л.В., Родионова Н.С., Попов Е.С. Тенденции развития научных основ проектирования пищевых продуктов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 1. С. 8–11.
- 2 Артемова Е.Н., Владимирова О.Г. Организация торговой деятельности на предприятиях общественного питания. Орел: ОрёлГТУ, 2009. 111 с.
- 3 Belokurov S.V., Rodionova N.S., Belokurova E.V., Alexeeva T.V. Modeling of process of lifting power change of baker's yeast pressed depending on nature and quantity of introduced vegetable component // Journal of Physics: International Conference Information Technologies in Business and Industry. 2018. P. 1–4.
- 4 Ponomaryova E.I., Lukina S.V., Magomedov M.G. Production technology of functional bakery products // European Journal of Natural History. 2015. № 6. P. 59–73.

- 5 Cheremushkina I. V., Ryazanov A. N., Samokhvalov A. A. Biotech Cluster as a criterion of food security formation // Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. 2017. P. 159-166. doi: 10.1007/978-3-319-45462-7_18
- 6 Алексеева Т.В., Попов Е.С., Албычева Л.А. Исследование потребительских предпочтений при производстве снэковых батончиков для школьного питания // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 6 (71). С. 101–108.
- 7 Распоряжение Правительства Российской Федерации «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» от 25 октября 2010 г. № 1873-р. URL: <http://www.rg.ru>
- 8 Vasilenko I.N., Cheremushkina I.V., Slepokurova Y.I. More Efficient daily industry in the face of market volatility and risks // Proceedings of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. P. 062053.
- 9 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" № ТР ТС 021/2011. 2012. 242 с.
- 10 Алексеева Т.В., Калгина А.А., Родионов А.А. Исследование реологических свойств пасты на основе жмыха зародышей пшеницы как компонента пищевых систем из животного сырья // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. № 4 (19). С. 133–138.
- 11 Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Москва: Госсанэпиднадзор РФ, 2021. 41 с.
- 12 Кандзюба С.П., Громов В.Н. Delphi 6/7. Базы данных и приложения. СПб: ООО «ДиаСофт», 2012. 340 с.
- 13 Роб П., Коронел К. Системы баз данных: проектирование, реализация и управление. Санкт-Петербург: BHV, 2010. 450 с.
- 14 ГОСТ Р ИСО 22004–2017. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Руководство по применению ИСО 22000. Москва: Стандартинформ, 2017. 36 с.
- 15 Алексеева Т.В., Агаева Н.Ю., Калгина Ю.О. Конструирование компонентного состава пищевой композиции для балансирования ПНЖК – состава // Теория и практика персонализированного питания. 2019. № 2. С. 75–85.
- 16 Артемова Е.Н., Василенко З.Н. Растительные добавки в технологии пищевых продуктов. Орел: ОрелГТУ, 2004. 244 с.
- 17 Falbe J., Willett W.C., Rosner B., Gortmaker S. L. et al. Longitudinal relations of television, electronic games, and digital versatile discs with changes in diet in adolescents // The American journal of clinical nutrition. 2014. V. 100. №. 4. P. 1173-1181. doi: 10.3945/ajcn.114.088500
- 18 Valladolid-Acebes I., Fole A., Martín M., Morales L. et al. Spatial memory impairment and changes in hippocampal morphology are triggered by high-fat diets in adolescent mice. Is there a role of leptin? // Neurobiology of learning and memory. 2013. V. 106. P. 18-25. doi: 10.1016/j.nlm.2013.06.012
- 19 Grosso G., Marventano S., Buscemi S., Scuderi A. et al. Factors associated with adherence to the Mediterranean diet among adolescents living in Sicily, Southern Italy // Nutrients. 2013. V. 5. №. 12. P. 4908-4923. doi: 10.3390/nu5124908
- 20 Winpenny E.M., van Sluijs E.M., White M., Klepp K.I. et al. Changes in diet through adolescence and early adulthood: longitudinal trajectories and association with key life transitions // International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2018. V. 15. №. 1. P. 1-9. doi: 10.1186/s12966-018-0719-8

References

- 1 Antipova L.V., Rodionova N.S., Popov E.S. Trends in the development of the scientific basis for food design. News of higher educational institutions. Food technology. 2018. no. 1. pp. 8–11. (in Russian).
- 2 Artemova E.N., Vladimirova O.G. Organization of trading activities at catering establishments. Orel, Orel State Technical University, 2009. 111 p. (in Russian).
- 3 Belokurov S.V., Rodionova N.S., Belokurova E.V., Alexeeva T.V. Modeling of process of lifting power change of baker's yeast pressed depending on nature and quantity of introduced vegetable component. Journal of Physics: International Conference Information Technologies in Business and Industry. 2018. pp. 1–4.
- 4 Ponomaryova, E.I., Lukina S.V., Magomedov M.G. Production technology of functional bakery products. European Journal of Natural History. 2015. no. 6. pp. 59–73.
- 5 Cheremushkina I.V., Ryazanov A.N., Samokhvalov A.A. Biotech Cluster as a criterion of food security formation. Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. 2017. pp. 159-166. doi: 10.1007/978-3-319-45462-7_18
- 6 Alekseeva T.V., Popov E.S., Albycheva L.A. Study of consumer preferences in the production of snack bars for school meals. Technology and commodity science of innovative food products. 2021. no. 6 (71). pp. 101–108. (in Russian).
- 7 Order of the Government of the Russian Federation «Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition for the period up to 2020» dated October 25, 2010. №. 1873-r. Available at: <http://www.rg.ru>. (in Russian).
- 8 Vasilenko I.N., Cheremushkina I.V., Slepokurova Y.I. More Efficient daily industry in the face of market volatility and risks. Proceedings of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. pp. 062053.
- 9 Technical Regulations of the Customs Union "On Food Safety" № TR TS 021/2011. 2012. 242 p. (in Russian).
- 10 Alekseeva T.V., Kalgina A.A., Rodionov A.A. Study of the rheological properties of a paste based on wheat germ oil cake as a component of food systems from animal raw materials. Izvestiya VUZov. Applied chemistry and biotechnology. 2016. no. 4 (19). pp. 133–138. (in Russian).
- 11 Guidelines 2.3.1.0253–21. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation. Moscow, State Sanitary Inspection of the Russian Federation, 2021. 41 p. (in Russian).
- 12 Kandzyuba S.P., Gromov V.N. Delphi 6/7. Databases and applications. St. Petersburg, LLC «DiaSoft», 2012. 340 p. (in Russian).
- 13 Rob P., Coronel K. Database systems: design, implementation and management]. St. Petersburg, BHV, 2010. 450 p. (in Russian).

14 GOST R ISO 22004–2017. Food safety management systems. Guidance on the application of ISO 22000. Moscow, Standartinform, 2017. 36 p. (in Russian).

15 Alekseeva T.V., Agaeva N.Y., Kalgina Y.O. The construction of the component composition of the food composition for balancing PUFA – composition. 2019. no. 2. pp. 75–85. (in Russian).

16 Artemova E.N., Vasilenko Z.N. Herbal additives in food technology. Orel, Orel State Technical University, 2004. 244 p. (in Russian).

17 Falbe J., Willett W.C., Rosner B., Gortmaker S. L. et al. Longitudinal relations of television, electronic games, and digital versatile discs with changes in diet in adolescents. The American journal of clinical nutrition. 2014. vol. 100. no. 4. pp. 1173–1181. doi: 10.3945/ajcn.114.088500

18 Valladolid-Acebes I., Fole A., Martín M., Morales L. et al. Spatial memory impairment and changes in hippocampal morphology are triggered by high-fat diets in adolescent mice. Is there a role of leptin? Neurobiology of learning and memory. 2013. vol. 106. pp. 18–25. doi: 10.1016/j.nlm.2013.06.012

19 Grosso G., Marventano S., Buscemi S., Scuderi A. et al. Factors associated with adherence to the Mediterranean diet among adolescents living in Sicily, Southern Italy. Nutrients. 2013. vol. 5. no. 12. pp. 4908–4923. doi: 10.3390/nu5124908

20 Winpenny E.M., van Sluijs E.M., White M., Klepp K.I. et al. Changes in diet through adolescence and early adulthood: longitudinal trajectories and association with key life transitions. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2018. vol. 15. no. 1. pp. 1–9. doi: 10.1186/s12966-018-0719-8

Сведения об авторах

Татьяна В. Алексеева д.т.н., профессор., кафедра биологии, химии, экологии и методик обучения, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Горная, 13, г. Нижний Новгород, 603062, Россия, zablova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Наталья Е. Назарова к.т.н., заместитель директора по учебной работе, Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, ул. Горная, 13, г. Нижний Новгород, 603062, Россия, nazarova-iptd@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

Анна И. Орлова к.э.н., заведующий кафедрой, кафедра технологии общественного питания., Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, ул. Горная, 13, г. Нижний Новгород, 603062, Россия, annasamurina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8708-6537>

Юлия Ю. Давыдова к.х.н., заведующий кафедрой, кафедра биологии, химии, экологии и методик обучения, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603000, Россия, sovann@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0627-4021>

Ирина Р. Новик к.п.н., доцент, кафедра биологии, химии, экологии и методик обучения, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603000, Россия, irnovik@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4621-1001>

Наталья А. Пиманова доцент, кафедра биологии, химии, экологии и методик обучения, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, ул. Ульянова, 1, г. Нижний Новгород, 603000, Россия, chem-sem@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1284-8765>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Tatyana V. Alekseeva Dr. Sci. (Engin.), professor, biology, chemistry, ecology and teaching methods department, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia, zablova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8035-7293>

Natalia E. Nazarova Cand. Sci. (Engin.), deputy director for academic affairs, Institute of Food Technologies and Design – branch of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, str. Gornaya, 13, Nizhny Novgorod, 603062, Russia, nazarova-iptd@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3373-3270>

Anna I. Orlova Cand. Sci. (Econ.), catering technology department, Institute of Food Technologies and Design – branch of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, str. Gornaya, 13, Nizhny Novgorod, 603062, Russia, annasamurina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8708-6537>

Julia Y. Davydova Cand. Sci. (Chem.), head of department, biology, chemistry, ecology and teaching methods department, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia, sovann@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0627-4021>

Irina R. Novik Cand. Sci. (Ped.), associate professor, biology, chemistry, ecology and teaching methods department, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia, irnovik@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4621-1001>

Natalia A. Pimanova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, biology, chemistry, ecology and teaching methods department, Nizhny Novgorod State Pedagogical University, str. Ulyanova, 1, Nizhny Novgorod, 603000, Russia, chem-sem@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1284-8765>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18/10/2022	После редакции 10/11/2022	Принята в печать 01/12/2022
Received 18/10/2022	Accepted in revised 10/11/2022	Accepted 01/12/2022