ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-345-355
УДК 637.352:641.561

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания

Е. В. Каширских[1,*], О. О. Бабич[2], О. В. Кригер[2], С. А. Иванова[1]

[1] *ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6*

[2] *ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14*

**e-mail: k8enya@gmail.com*

Дата поступления в редакцию: 11.07.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

© Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер, С. А. Иванова, 2019

Аннотация. Питание играет важную роль при подготовке спортсменов, так как спортивные нагрузки – это большой расход энергии и нервно-психологическое напряжение. Обычный рацион питания не способен обеспечить потребности спортсменов, поэтому для этой группы людей используют обогащенные продукты и биологически активные добавки к пище. Качественный состав белка имеет важное значение в определении его пригодности в рационе человека. Традиционно, источником белка в рационе являются продукты животного происхождения, которые, несмотря на сбалансированный аминокислотный состав, все же имеют ряд недостатков. Растительные источники белков в последнее время привлекают интерес ученых и диетологов, так как обладают не только достаточным биологическим потенциалом, но также доступнее и дешевле в производстве и переработке. Посевная культура овса активно применяется в пищевой промышленности благодаря своим полезным свойствам. Работа посвящена исследованию биологического потенциала творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса, как компонента рациона для спортивного питания. Разработана технология производства творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного. Готовый продукт содержит 23,5 % белка и все незаменимые аминокислоты, что соответствует требованиям спортивного рациона. Сравнительный анализ содержания аминокислот в продуктах для спортивного питания, широко представленных в торговых сетях, и разработанном творожном продукте доказал конкурентоспособность и наличие биологического потенциала в творожном продукте, не уступающего характеристикам коммерческих продуктов. Установлено, что творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного, характеризуется сбалансированным аминокислотным, витаминным, макро- и микроэлементным составом. Это позволяет рекомендовать его в качестве функционального продукта питания для лиц, активно занимающихся спортом.

Ключевые слова. Творожный продукт, овес, растительные белки, функциональные продукты, спортивное питание

Для цитирования: Особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания / Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 345–355. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-345-355.

Original article

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

Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition

E.V. Kashirskih[1,*], O.O. Babich[2], O.V. Kriger[2], S.A. Ivanova[1]

[1] *Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia*

[2] *Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia*

**e-mail: k8enya@gmail.com*

Received: July 11, 2019
Accepted: August 30, 2019

© E.V. Kashirskih, O.O. Babich, O.V. Kriger, S.A. Ivanova, 2019

Abstract. The industry of sport nutrition is actively developing worldwide and includes a wide range of functional products. Healthy lifestyle is being actively promoted, hence the development of new types of products for athletes. Protein mixtures and amino acid complexes occupy a leading position in this market sector. Nutrition plays an important role in physical training, since athletic activity requires a lot of energy and causes neuro-psychological stress. A standard diet cannot meet the needs of athletes, so

this group of people uses fortified foods and biologically active food supplements. Today, sport nutrition is widely represented on the shelves of mass markets. However, most of the products are imported. The qualitative composition of the protein is important in determining its suitability for human diet. Products of animal origin have been a traditional source of protein in the diet and, despite its balanced amino acid composition, still have several disadvantages. Plant sources of protein have recently attracted the interest of scientists and nutritionists. Such products possess sufficient biological potential and are more affordable for production and processing. Oats is actively used in the food industry due to its beneficial properties. The present paper features the biological potential of the curd product fortified with an oat protein concentrate and its role in sport nutrition. The paper introduces a new technology for the production of a curd product fortified with an oat protein concentrate. The finished product contains 23.5% of protein and all essential amino acids, which meets the requirements of sport nutrition. A comparative analysis of the content of amino acids in popular sport nutrition products and the developed curd product proved the competitiveness of the latter. Its biological potential appeared to be not inferior to the characteristics of popular commercial products. The curd product fortified with an oat protein concentrate demonstrated a balanced amino acid, vitamin, macro, and microelement composition, which makes it possible to recommend it as a functional food product for people who are actively involved in sports.

Keywords. Curd product, oat, vegetable protein, functional product, sports nutrition

For citation: Kashirskih EV, Babich OO, Kriger OV, Ivanova SA. Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):345–355. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-345-355.

Введение

Современные потребители все чаще обращают внимание на состав пищевых продуктов и меняют свои пищевые пристрастия из-за растущего интереса к поддержанию и улучшению здоровья. Интенсивно расширяется производство продуктов функциональной направленности. Наблюдается тенденция к использованию натуральных и цельных растительных продуктов питания в повседневном рационе питания. Они обладают не только питательной ценностью, но и оказывают благоприятное физиологическое воздействие на организм человека. Кроме того, продукты растительного происхождения можно использовать в качестве ингредиентов и пищевых добавок для создания продуктов различной функциональной направленности [2].

Особого внимания требует питание спортсменов, так как им нужно сбалансированное питание из-за интенсивных физических нагрузок [2–5]. Необходимо включать в рацион питания спортсменов продукты, сбалансированные по содержанию белков с соответствующим аминокислотным профилем, углеводов, микроэлементов и витаминов, для поддержания нормальных физиологических функций организма и набора мышечной массы [6–8]. Потребляемые ежедневно продукты природного происхождения оказывают регуляторное воздействие на организм человека и позволяют использовать скрытые резервы организма при физической активности повышенной интенсивности. Поэтому разработка и создание новых продуктов функционального питания актуальны для спортсменов [9–12].

С точки зрения питания, при правильном сочетании растительные белки могут представить достаточное количество незаменимых аминокислот для обеспечения потребностей организма. Этого можно достичь использованием растительных компонентов совместно с белками животного происхождения. Использование растительного белка способствует развитию технологических инноваций в производстве функциональных молочных продуктов богатых белком [13–15].

Хотя белки растительного происхождения относительно дешевле животных, прямое потребление белков наземных растений в обычном рационе питания человека все еще довольно ограничено. Сегодня большая часть растительных белков используется в качестве корма для животных, для производства функциональных животных белков из молока, яиц и мяса. Если такое же количество растительных белков используется непосредственно для потребления человеком, то для выращивания продовольственных культур потребуется менее 10 % площадей для возделывания [17]. Для производства животных белков требуется примерно в 100 раз больше воды, чем для производства равного количества растительных белков [18].

В условиях быстрого роста населения мира продовольственная безопасность является глобальной проблемой в агропродовольственном секторе. Наибольшего эффекта использование растительных белков достигнет тогда, когда производство животных белков достигнет максимальных мощностей для обеспечения спроса растущего населения во всем мире. Переход к более устойчивому производству продуктов питания потребует меньшей зависимости от продуктов животного происхождения и предоставит потенциал для агропродовольственной промышленности в области изучения альтернативных источников белков [19, 20].

Посевная культура овса активно применяется в пищевой промышленности благодаря своим полезным свойствам. Ценность белков овса заключается в составе его белковой части, которая представлена незаменимыми аминокислотами (метионина, лизина, валина, триптофана, треонина, лейцина, изолейцина, фенилаланина) [21]. Белок овса сбалансирован по аминокислотному составу и практически полностью усваивается организмом. Диетологи часто рекомендуют включать овес в рацион при заболеваниях нервной системы, нарушениях сна и в восстановительный период после болезней, так как он имеет схожий состав с мышечным белком. Овсяные продукты благоприятно влияют на деятельность нервной системы, способствуют нормализации кроветворной системы организма. Эти факторы важны для питания спортсменов и людей, занимающихся тяжелым физическим трудом [22, 23].

Овёс как компонент рациона функциональной направленности обладает большим потенциалом, поэтому часто используется в составе продуктов для спортивного питания [24–26]. Авторы отмечают преимущества овса, в частности его питательного состава и общего содержания макро- и микроэлементов, в сравнении с другими зерновыми, в контексте рекомендаций диетического питания [27]. Проведены исследования о влиянии рациона питания при подготовке спортсменов к соревнованиям по бодибилдингу. Была разработана специальная диета, в состав которой обязательно включали 40 г овса в день. В результате эксперимента была доказана возможность применения научных стратегий питания для улучшения состояния организма спортсменов. Результаты подтверждены клиническими данными [28]. Отмечены высокие питательные качества овсяных отрубей и их натуральность. Они богаты белками, ненасыщенными жирными кислотами, витаминами и сложными крахмалами. Важным питательным веществом в овсяных отрубях является β-глюкан, который оказывает подтвержденное стимулирующее воздействие на иммунную систему. Это может способствовать повышению иммунной устойчивости к различным вирусным, бактериальным, протозойным и грибковым заболеваниям. Исследования на животных показали, что β-глюкан овса может компенсировать вызванное физической нагрузкой иммунное подавление и уменьшить восприимчивость к инфекции во время тяжелой тренировки [29]. Овес используется в качестве основы разнообразных питательных батончиков, которые популярны среди людей, ведущих здоровый образ жизни, и спортсменов [30]. Авторы провели анализ зависимости степени измельчения овса и его усвояемости организмом. Была отмечена уникальность липидного профиля овса и присутствия в составе растворимой клетчатки [31].

Главным недостатком существующих технологий переработки овса является сравнительно низкая пищевая ценность получаемых из него продуктов. Это связано со значительным переходом части питательных и биологически активных веществ во вторичное сырье, снижающим выход основного продукта. Создание белкового концентрата из зерен овса посевного с высокими функционально-технологическими свойствами и его использование в технологии молочных продуктов для людей, занимающихся спортом, является актуальным и перспективным направлением исследований. Целью работы является изучение особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлся белковый концентрат из белков овса, творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного.

Белковый концентрат из белков овса получен из зерен овса сорта «Сибирский голозерный» щелочной и кислотной экстракцией. Установлено, что белковый концентрат характеризуется высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, высокими значениями перевариваемости, пенообразующей способности, жиро- и водоудерживающей способности. На основании данных сравнительного анализа белковый концентрат обладает достаточными характеристиками, чтобы выступать в качестве альтернативной замены животных белков [32].

Рецептура творожного продукта представлена в таблице 1.

Производство обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири» состоит из последовательных технологических этапов: приемка и оценка качества коровьего молока; нагрев молока; нормализация молока до массовой доли жира 2,0 %; внесение в молочную смесь белкового концентрата из зерен овса посевного; пастеризация молочно-растительной смеси; охлаждение до температуры заквашивания и внесение бактериальной закваски; сквашивание; разрезка творожного сгустка и отделение сыворотки; самопрессование сгустка; охлаждение творожного продукта; фасовка, упаковка и хранение готового продукта.

Для определения структурно-маханических характеристик объекта исследования применяли ротационный вискозометр SMART фирмы Fungilab (Испания) по методикам, рекомендованным производителем прибора.

Определение водорастворимых витаминов и минерального состава в творожном продукте осуществляли методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105/105М» («Люмэкс», СПб, Россия).

Аминокислотный состав определяли с использованием автоматического аминокислотного анализатора Aracus PMA GmbH (PMA GmbH, Германия).

Результаты и их обсуждение

Одним из вариантов оптимизации состава молочных продуктов является комбинирование молочного сырья с растительными компонентами. Как правило, отмечается несбалансированность аминокислотного состава, недостаток пищевых волокон и избыток животных жиров. Эти недостатки потенцируют разработку новых рецептур.

С целью получения обогащенного творожного продукта варьировали концентрацию вносимого в известную рецептуру творога (нормализованное

Таблица 1. Рецептура обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 1. Formula of the fortified curd product for athletes ‘Energy of Siberia’

Компоненты	Нормы расхода, кг
Молоко коровье	920,00
Бактериальная закваска	50,00
Белковый концентрат, выделенный из зерна овса посевного	30,00
Итого	1000,00

Таблица 2. Влияние дозировки белкового концентрата из зерен овса на органолептические показатели обогащенного творожного продукта

Table 2. Effect of the dose of oat protein concentrate on the organoleptic characteristics of the fortified curd product

Наименование показателя	Значение показателя в зависимости от дозировки белкового концентрата, %				
	1	3	5	7	9
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся, без ощутимых частиц молочного белка			Неоднородная, с наличием ощутимых частиц молочного белка	
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов			Кисломолочные, с посторонним привкусом белкового концентрата	
Цвет	Белый, равномерный по всей массе			С кремовым оттенком	

молоко с массовой долей жира 2 % и бактериальная закваска) белкового концентрата из зерен овса посевного в диапазоне от 1 % до 9 % с шагом 2 % и регистрировали динамику таких свойств получаемого продукта, как органолептические (табл. 2), реологические и структурно-механические показатели. Среди реологических и структурно-механических характеристик особый интерес представляют влагоудерживающая способность (рис. 1), динамическая вязкость (рис. 2), показатель восстановления структуры (рис. 3) и коэффициент механической стабильности (рис. 4) творожного продукта.

От типа структуры и механических свойств творожного продукта зависит его консистенция. Оценить данный показатель возможно анализируя реологические характеристики, которые зависят от химического состава, физических показателей и режимов технологической обработки продукта.

Согласно таблице 2 при концентрации белкового концентрата в творожном продукте 7 % и более

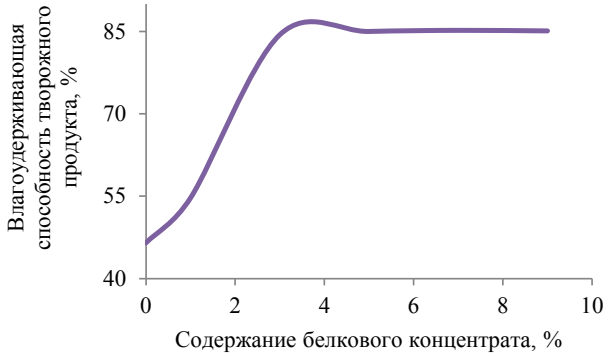

Рисунок 1. Зависимость влагоудерживающей способности творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 1. Effect of the content of protein concentrate on the water-holding capacity of the curd product

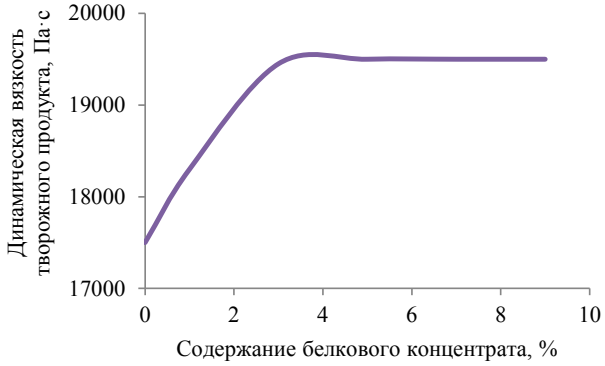

Рисунок 2. Зависимость динамической вязкости творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 2. Effect of the content of protein concentrate on the dynamic viscosity of the curd product

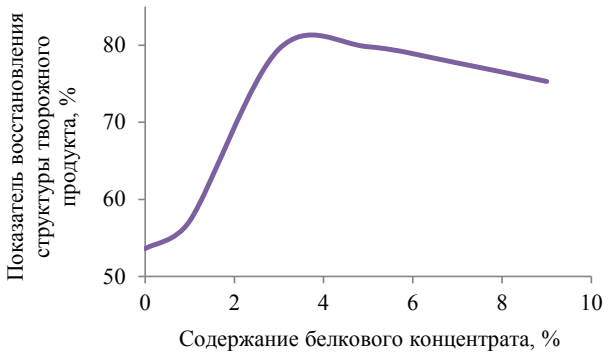

Рисунок 3. Зависимость показателя восстановления структуры творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 3. Effect of the content of protein concentrate on the recovery rate of the structure of the curd product

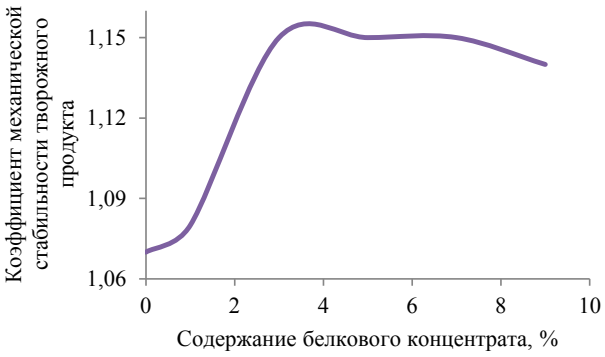

Рисунок 4. Зависимость коэффициента механической стабильности творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 4. Effect of the of the content of protein concentrate on the coefficient of mechanical stability of the curd product

продукт приобретает неоднородную консистенцию. Кроме того, появляется посторонний привкус белкового концентрата и кремовый оттенок, который не свойственен продукту, не содержащему белковый концентрат. На основании полученных результатов сделали вывод о том, что повышение содержания белкового концентрата из зерен овса в творожном продукте более 5 % не целесообразно.

Из рисунка 1 следует, что максимальная влагоудерживающая способность творожного продукта (85 %) достигается при содержании в нем 3 % белкового концентрата. Дальнейшее повышение дозировки белкового концентрата не сопровождается увеличением влагоудерживающей способности творожного продукта, которая остается постоянной вплоть до содержания 9 % функционального ингредиента.

Аналогичная картина наблюдается для динамической вязкости творожного продукта. Максимальная динамическая вязкость (19500 Па·с) зафиксирована при содержании 3 % белкового концентрата (рис. 2).

Что касается показателя восстановления структуры творожного продукта (рис. 3), то здесь отмечена следующая тенденция: до содержания белкового концентрата из зерен овса в 3 % данный показатель возрастает до максимального значения (79,5 %), но затем начинает снижаться. Такой же характер изменения зафиксирован для коэффициента механической стабильности творожного продукта (рис. 4). На основании полученных результатов исследования выбрали дозировку белкового концентрата из зерен овса, необходимую для создания обогащенного творожного продукта для спортсменов, равную 3 %.

Для полученного творожного продукта изучали физико-химические свойства (табл. 3). Установлено, что полученный творожный продукт характеризуется повышенным содержанием белка согласно [34]. Массовая доля белка в творожном продукте с жирностью 2 % должна быть не менее 18 %. Это позволяет рекомендовать разработанный творожный продукт для восполнения дефицита белковой составляющей в питании людей, занимающихся спортом и ведущих активный образ жизни.

Таким образом, обоснованы рациональные параметры получения творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного. Установлено содержание белкового концентрата в творожном продукте (3 %), позволяющее получить продукт с оптимальными органолептическими, реологическими, структурно-механическими и физико-химическими показателями. Повышенное содержание белка в творожном продукте (23,5 %) открывает возможность его использования в качестве функционального продукта питания для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни.

Таблица 3. Физико-химические показатели творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного

Table 3. Physicochemical parameters of the curd product fortified with an oat protein concentrate

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля белка, %	23,5 ± 1,2
Массовая доля влаги, %	73,8 ± 3,7
Массовая доля жира, %	2,0 ± 0,1
Кислотность, °Т	225 ± 11

Важным показателем продуктов спортивного питания является биологическая ценность, то есть содержание аминокислот (особенно незаменимых) и таких микронутриентов, как витамины и минеральные вещества. В природе существует много аминокислот, но всего 22 аминокислоты участвуют в построении живого организма и обмене веществ, восемь из которых являются незаменимыми и должны поступать в живой организм с пищей. Особенно это важно для спортсменов в связи с увеличением скорости обмена веществ в процессе тренировок. [35].

Был изучен аминокислотный состав обогащенного творожного продукта. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Анализ результатов, представленных в таблице 4, свидетельствует о том, что творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса, содержит все эссенциальные аминокислоты в достаточном количестве.

Был проведен сравнительный анализ содержания аминокислот в продуктах для спортивного питания, широко представленных в торговых сетях, и разработанным творожным продуктом. В основе высокобелковой смеси «100% Oats & Whey» использованы сывороточный концентрат протеина и сывороточный изолят протеина. В основе высокобелковой смеси «100% Whey Gold Standard» использован изолят сы-

Таблица 4. Аминокислотный состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 4. Amino-acid composition of the fortified curd product for athletes ‘Energy of Siberia’

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты в творожном продукте, г/100 г продукта
Аспарагиновая кислота	2,35 ± 0,12
Серин	0,97 ± 0,05
Треонин	1,08 ± 0,05
Глутаминовая кислота	4,95 ± 0,25
Пролин	0,55 ± 0,03
Глицин	1,47 ± 0,07
Аланин	1,33 ± 0,07
Цистин	0,10 ± 0,01
Метионин	0,75 ± 0,04
Лейцин	1,92 ± 0,10
Изолейцин	1,05 ± 0,05
Тирозин	0,63 ± 0,03
Фенилаланин	1,22 ± 0,06
Гистидин	0,54 ± 0,03
Лизин	1,28 ± 0,06
Валин	1,57 ± 0,08
Аргинин	1,59 ± 0,08
Сумма аминокислот	23,35 ± 1,17

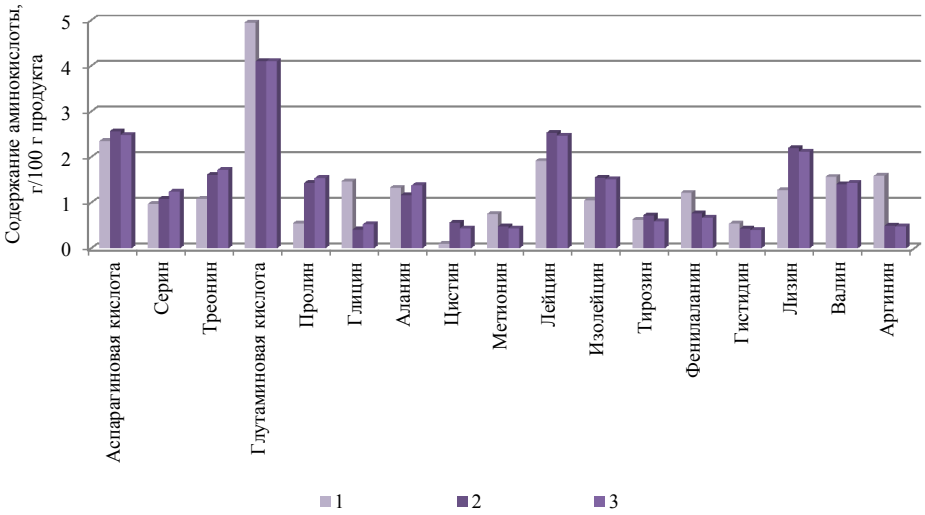

Рисунок 5. Сравнительный анализ аминокислотного состава высокобелковых продуктов: 1 – творожный продукт «Энергия Сибири»; 2 – высокобелковая смесь «100% Natural & Whey»; 3 – высокобелковая смесь «100% Whey Gold Standart»

Figure 5. Comparative analysis of the amino acid composition of high-protein products: 1 – curd product ‘Energy of Siberia’; 2 – high-protein mixture ‘100% Natural & Whey’; 3 – high-protein mixture ‘100% Whey Gold Standard’

вороточного протеина, концентрат сывороточного протеина и сывороточные пептиды [36]. Анализ данных представлен на рисунке 5.

Содержание белка во всех исследуемых продуктах составляет 23,5 % ± 1 %. Содержание аминокислот в продуктах массмаркета и разработанном творожном продукте в большинстве случаев практически одинаковы. Несмотря на свое количество в продукте, пролина и цистина в творожном продукте в 3 раза меньше, чем в коммерческих продуктах, содержание глутаминовой кислоты в 1,2 раза больше, глицина в 3 раза больше, метионина в 1,5 раз больше, фенилаланина в 1,6 раз больше, аргинина в 3 раза больше. Показано, что творожный продукт соответствует характеристикам продуктов, популярных среди спортсменов, не уступая их характеристикам – массовой доле белка и сбалансированным аминокислотным составом.

Витамины являются важнейшим компонентом в спортивном питании в связи с тем, что они влияют на энергетический обмен и синтез белка. При соблюдении сбалансированного питания необходимое количество витаминов синтезируется в организме самостоятельно. При повышенных физических нагрузках процессы метаболизма ускоряются и образующегося количества витаминов в живом организме спортсмена недостаточно. Поэтому люди, занимающиеся спортом, должны увеличить потребление витаминов с пищей [36, 37]. Результаты изучения витаминного состава обогащенного творожного продукта для питания спортсменов приведены в таблице 5.

Из таблицы 5 следует, что потребление 100 г творожного продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма в витамине B_{12} на 66,7 %, в витамине B_1 – на 24,6 %, в витамине B_5 – на 18,8 %. Витамин B_{12} регулирует процесс кроветворения, процесс трансметилирования холина, метионина, креатина, нуклеиновых кислот и нуклеотидов, способствует повышению биологической ценности растительных рационов. Витамин PP оказывает положительное влияние на жировой обмен, содействует нормальному росту тканей, снижает уровень холестерина в крови, принимает участие в преобразовании жиров и сахара в энергию. Витамин PP в организме человека обладает профилактическим действием при гипертонии, диабете, сердечно-сосудистых заболеваниях. Витамин B_6 принимает участие в синтезе гемоглобина и белковом обмене. Витамин B_1 в организме человека играет значительную роль в обменных процессах воды, жиров, углеводов и минеральных солей. Обеспечивает нормальный рост и развитие основных систем организма (сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной). Витамин B_5 входит в состав многих ферментов, необходим для обмена аминокис-

Таблица 5. Витаминный состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 5. Vitamin composition of the fortified curd product for athletes ‘Energy of Siberia’

Наименование витамина	Содержание витамина в творожном продукте, мг/100 г продукта	Доля от рекомендуемой суточной потребности, %
Витамин B_1 (тиамин)	0,32 ± 0,03	24,6
Витамин B_2 (рибофлавин)	0,05 ± 0,01	4,0
Витамин B_5 (пантотеновая кислота)	0,75 ± 0,08	18,8
Витамин B_6 (пиридоксин)	0,15 ± 0,02	9,4
Витамин PP (ниацин)	1,33 ± 0,01	6,7
Витамин B_{12} (цианокобаламин)	0,0020 ± 0,0002	66,7
Витамин C (аскорбиновая кислота)	0,67 ± 0,07	0,7

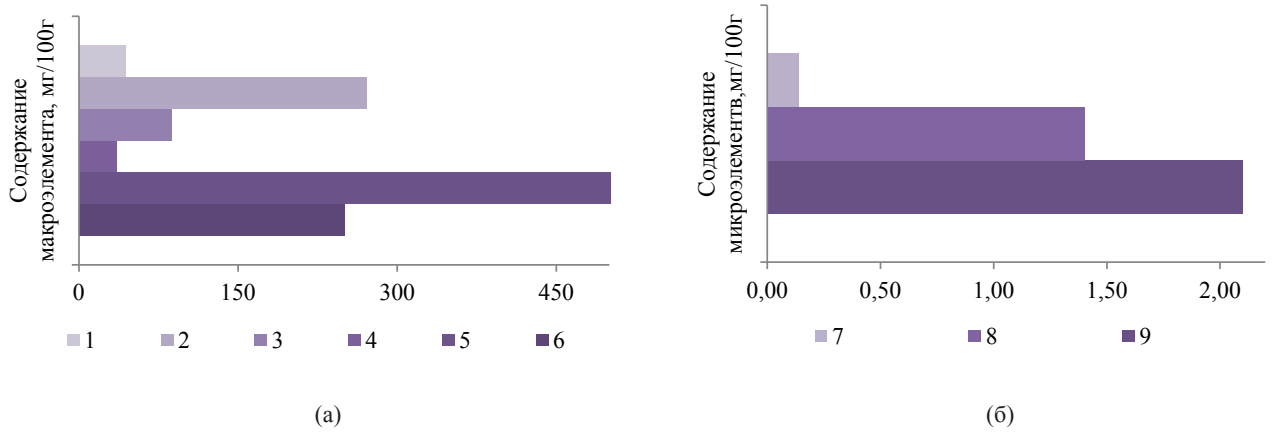

Рисунок 6. Макроэлементный (а) и микроэлементный (б) состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»: 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Figure 6. Macroelement (a) and microelement (b) composition of the fortified curd product for athletes 'Energy of Siberia': 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

лот, углеводов и жиров, а также синтеза жизненно важных жирных кислот, гистамина, гемоглобина, ацетилхолина, холестерина [15].

Диетологи выделяют ряд минеральных веществ, без которых продукты спортивного питания являются не полноценными. В продуктах должны присутствовать соли кальция, так как для усвоения организмом спортсменов большого количества белка, который присутствует в продуктах питания спортивного назначения, необходимо потреблять в два раза больше кальция. Недостаток кальция может привести к нарушению минерального и гормонального баланса. Также важным компонентом в питании спортсменов являются соли натрия и калия, участвующие в процессе энергообмена. В процессе тренировок спортсмен теряет большое количество этих солей. Цинк и магний усиливают концентрацию анаболических гормонов, но их содержание должно быть минимальным, так как в больших количествах они токсичны [38, 39]. Результаты изучения содержания минеральных веществ в творожном продукте, обогащенным белковым концентратом из зерен овса посевного, отражены на рисунке 6.

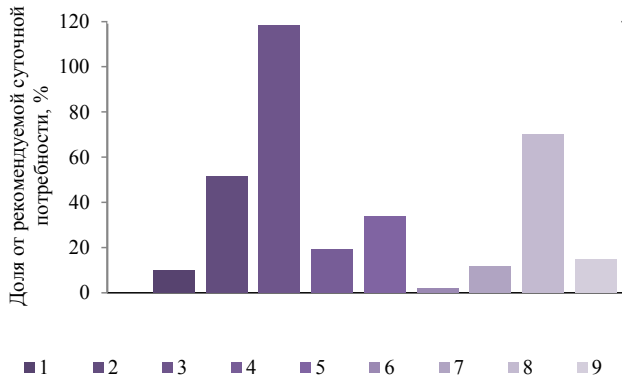

Рисунок 7. Результаты определения доли от рекомендуемой суточной потребности минеральных веществ при употреблении обогащенного творожного продукта: 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Figure 7. Percentage of the recommended daily consumption of mineral substances when using the fortified curd product: 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Результаты, представленные на рисунке 6, позволили сделать вывод о том, что из макроэлементов в обогащенном творожном продукте преобладают кальций (517 мг/100 г продукта), фосфор (271 мг/100 г продукта) и калий (250 мг/100 г продукта). Творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса, характеризуется высоким содержанием таких микроэлементов, как железо (2,1 мг/100 г продукта) и марганец (1,4 мг/100 г продукта).

Являясь частью молекул РНК и ДНК, фосфор является важным соединением, принимающим участие в реакциях биосинтеза. Он входит также в состав молекул аденозинтрифосфата, при помощи которых запасается энергия в биологических клетках. Железо является активатором многих каталитических процессов в организме и участвует в транспортировке газов кровью. Марганец в организме образует металлокомплексы с белками, нуклеиновыми кислотами, АТФ, АДФ, отдельными аминокислотами [40].

Из рисунка 7 следует, что при употреблении 100 г обогащенного творожного продукта удовлетворяется суточная потребность организма в таких минералах, как кремний (на 118,3 %), марганец (на 70,0 %), кальций (51,7 %), фосфор (33,9 %) и магний (19,3 %).

Таким образом, творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного, характеризуется сбалансированным аминокислотным, витаминным, макро- и микроэлементным составом, что позволяет включать его в рацион питания спортсменов.

Выводы

Разработана технология производства творожного продукта «Энергия Сибири», обогащенного концентратом белка из зерен овса посевного. Установлено, что добавление белкового концентрата в количестве 3 % в рецептуру приводит к получению творожного продукта с оптимальными значениями реологических и структурно-механических характеристик.

Сравнительный анализ биологического потенциала разработанного творожного продукта доказал, что по качественным характеристикам он не уступает импортным высокобелковым продуктам спортивного питания, широко представленным на рынке функционального питания.

Показано, что творожный продукт «Энергия Сибири» обогащен водорастворимыми витаминами группы В. Потребление 100 г творожного продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма в витамине B_{12} на 66,7 %, в витамине B_1 – на 24,6 %, в витамине B_5 – на 18,8 %.

Разработана техническая документация (ТУ 9284-252-020283316-2019) на творожный продукт, обогащенный концентратом белка из зерен овса посевного, для спортсменов.

Показано, что творожный продукт характеризуется высокой массовой долей белка (23,5 %), сбалансированным аминокислотным и витаминным составом. Это позволяет рассматривать его в качестве функционального продукта питания для лиц, активно занимающихся спортом.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания (проект 15.4642.2017/8.9).

Список литературы

1. Production of Whey Powder Added Fruit Beverages and Some Quality Characteristics / B. E. Argan, O. Güneşer, A. K. Toklucu [et al.] // Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 3, № 8. – P. 651–658. DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i8.651-658.425.

2. Wildman, R. E. C. Nutraceuticals and functional foods / R. E. C. Wildman, M. Kelly // Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods / R. E. C. Wildman. – Boca Raton : CRC Press, 2007.

3. Newsholme, E. Biochemistry for the medical science / E. Newsholme, A. Leech. – Wiley, 1984. – 982 p.

4. Nutritional strategies to promote postexercise recovery / M. Beelen, L. M. Burke, M. J. Gibala [et al.] // International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. – 2010. – Vol. 20, № 6. – P. 512–532. DOI: https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.6.515.

5. Urgent Need of Nutritional Strategy and Innovated Functional Foods for Athletes Health and Fitness / S. Y. Al-Okbi, H. M. Wahba, M. S. Mohamed [et al.] // Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 90–101. DOI: https://doi.org/10.12816/0008178.

6. Plasma amino acid concentrations in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system / M. Parry-Billings, R. Budgett, Y. Koutedakis [et al.] // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1992. – Vol. 24, № 12. – P. 1353–1358.

7. Colombani, P. C. Role of dietary proteins in sports / P. C. Colombani, S. Mettler // International Journal for Vitamin and Nutrition Research. – 2011. – Vol. 81, № 2–3. – P. 120–124. DOI: https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000060.

8. Sánchez, O. A. Prevalence of protein supplement use at gyms / O. A. Sánchez, M. T. Miranda León, E. Guerra-Hernández // Nutricion Hospitalaria. – 2011. – Vol. 26, № 5. – P. 1168–1174. DOI: https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.5110.

9. Lipid peridonation and antioxidant vitamins under extreme endurance stress / L. Rokitzki, E. Logemann, A. N. Sagredos [et al.] // Acta Physiologica Scandinavica. – 1994. – Vol. 151, № 2. – P. 149–154. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09732.x.

10. McArdle, W. D. Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance / W. D. McArdle, F. I. Katch, V. L. Katch. – Baltimore : Williams & Wilkins. – 1996.

11. Gonzalez, J. T. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilization during exercise / J. T. Gonzalez, E. J. Stevenson // British Journal of Nutrition. – 2012. – Vol. 107, № 3. – P. 339–349. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007114511006684.

12. Dietary intake and the markers of muscle damage in elite basketball players after a basketball match / N. Kostopoulos, N. Apostolidis, D. Mexis [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 394–401. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2017.01058.

13. Khurana, H. K. Recent trends in development of fermented milk / H. K. Khurana, S. K. Kanawjia // Current Nutrition and Food Science. – 2007. – Vol. 3, № 1. – P. 91–108. DOI: https://doi.org/10.2174/1573401310703010091.

14. Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – A Review / J. B. Krolczyk, T. Dawidziuk, E. Janiszewska-Turak [et al.] // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2016. – Vol. 66, № 3. – P. 157–165. DOI: https://doi.org/10.1515/pjfns-2015-0052.

15. Day, L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security / L. Day // Trends in Food Science and Technology. – 2013. – Vol. 32, № 1. – P. 25–42. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005.

16. Просеков, А. Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А. Ю. Просеков, М. Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – Т. 15, № 4. – С. 68–71.

17. Aiking, H. Future protein supply / H. Aiking // Trends in Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 22, № 2–3. – P. 112–120. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005.

18. Pimentel, D. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment / D. Pimentel, M. Pimentel // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2003. – Vol. 78, № 3. – P. 660S–663S. DOI: https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S.

19. De Boer, J. On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives / J. De Boer, H. Aiking // Ecological Economics. – 2011. – Vol. 70, № 7. – P. 1259–1265. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.001.

20. Prosekov, A. Yu. Food security: The challenge of the present / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // Geoforum. – 2018. – Vol. 91. – P. 73–77. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030.

21. Питательная ценность белков яровой пшеницы, ячменя и овса / В. А. Воробев, Г. М. Сафина, Р. А. Максимов [и др.] // Нива Урала. – 2008. – № 1. – С. 19–20.

22. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods / P. Rasane, A. Jha, L. Sabikhi [et al.] // Journal of Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 52, № 2. – P. 662–675. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1.

23. Prosekov, A. Yu. Theory and practice of prion protein analysis in food products / A. Yu. Prosekov // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2, № 2. – P. 106–120. DOI: https://doi.org/10.12737/5467.

24. Ryan, L. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential / L. Ryan, P. S. Thondre, C. J. K. Henry // Journal of Food Composition and Analysis. – 2011. – Vol. 24, № 7. – P. 929–934. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.02.002.

25. Molecular characterisation of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet / C. Ballabio, F. Uberti, S. Manferdelli [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2011. – Vol. 54, № 1. – P. 110–115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.04.004.

26. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran / A. Prosekov, O. Babich, O. Kriger [et al.] // Food Bioscience. – 2018. – Vol. 24. – P. 46–49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003.

27. Gulvady, A. A. Nutritional comparison of oats and other commonly consumed whole grains / A. A. Gulvady, R. C. Brown, J. A. Bell // Oats Nutrition and Technology / Y. F. Chu. – Wiley Blackwell, 2013. – P. 71–93. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118354100.ch4.

28. A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study / S. L. Robinson, A. Lambeth-Mansell, G. Gillibrand [et al.] // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2015. – Vol. 12, № 1. DOI: https://doi.org/10.1186/s12970-015-0083-x.

29. Effect of oat bran on time to exhaustion, glycogen content and serum cytokine profile following exhaustive exercise / F. F. Donatto, J. Prestes, A. B. Frollini [et al.] // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2010. – Vol. 7. DOI: https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-32.

30. Gonzalez, E. Flavoring nutrition bars / E. Gonzalez, M. Draganchuk // Cereal Foods World. – 2003. – Vol. 48, № 5. – P. 250–251.

31. Decker, E. A. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits / E. A. Decker, D. J. Rose, D. Stewart // British Journal of Nutrition. – 2014. – Vol. 112. – P. S58–S64. DOI: https://doi.org/10.1017/S000711451400227X.

32. Каширских, Е. В. Технология получения белкового концентрата овса посевного с высокими физико-химическими и функционально-технологическими характеристиками / Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 216–226. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-216-226.

33. ГОСТ 34006-2016. Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения. М. : Стандартинформ, 2017. – 8 с.

34. Pasin, G. US Whey products and sports nutrition / G. Pasin, S. L. Miller // Applications monograph. – 2005. – Vol. 14.

35. Protein Products [Electronic resource]. – Available from: https://www.optimumnutrition.com/en-us. – Date of the application: 04.06.2019.

36. Paul, G. L. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition / G. L. Paul // Journal of the American College of Nutrition. – 2009. – Vol. 28. – P. 464S–472S. DOI: https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10718113.

37. Development of new combined sports nutrition products / O. Kolman, G. Ivanova, M. Kudryavtsev [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2018. – Vol. 18. – P. 401–407. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s156.

38. Wirnitzer, K. C. Vegan nutrition: latest boom in health and exercise / K. C. Wirnitzer // Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods / A. M. Grumezescu, A. M. Holban. – Academic Press, 2018. – P. 387–453. DOI: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814625-5.00020-0.

39. Harrison, L. Developing food products for consumers concerned with physical activity, sports, and fitness / L. Harrison, R. Smith // Developing Food Products for Consumers with Specific Dietary Needs / S. Osborn, W. Morley. – Woodhead Publishing, 2016. – P. 215–239. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100329-9.00011-6.

40. Теппермент, Дж. Физиология обмена веществ и эндокринной системы / Дж. Теппермен, Х. М. Теппермен. – М. : Мир. – 1989. – 656 с.

References

1. Argan BE, Güneşer O, Toklucu AK, Yüceer YK. Production of Whey Powder Added Fruit Beverages and Some Quality Characteristics. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology. 2015;3(8):651–658. DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i8.651-658.425.

2. Wildman REC, Kelly M. Nutraceuticals and functional foods. In: Wildman REC, editor. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. Boca Raton: CRC Press; 2007.

3. Newsholme E, Leech A. Biochemistry for the medical science. Wiley; 1984. 982 p.

4. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, Van Loon LJC. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2010;20(6):512–532. DOI: https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.6.515.

5. Al-Okbi SY, Wahba HM, Mohamed MS, Taha MN. Urgent Need of Nutritional Strategy and Innovated Functional Foods for Athletes Health and Fitness. Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences. 2014;22(2):90–101. DOI: https://doi.org/10.12816/0008178.

6. Parry-Billings M, Budgett R, Koutedakis Y, Blomstrand E, Brooks S, Williams C, et al. Plasma amino acid concentrations in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1992;24(12):1353–1358.

7. Colombani PC, Mettler S. Role of dietary proteins in sports. International Journal for Vitamin and Nutrition Research. 2011;81(2–3):120–124. DOI: https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000060.

8. Sánchez OA, Miranda León MT, Guerra-Hernández E. Prevalence of protein supplement use at gyms. Nutricion Hospitalaria. 2011;26(5):1168–1174. DOI: https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.5110.

9. Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Keul J. Lipid peridonation and antioxidant vitamins under extreme endurance stress. Acta Physiologica Scandinavica. 1994;151(2):149–154. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09732.x.

10. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996.

11. Gonzalez JT, Stevenson EJ. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilization during exercise. British Journal of Nutrition. 2012;107(3):339–349. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007114511006684.

12. Kostopoulos N, Apostolidis N, Mexis D, Mikellidi A, Nomikos T. Dietary intake and the markers of muscle damage in elite basketball players after a basketball match. Journal of Physical Education and Sport. 2017;17(1):394–401. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2017.01058.

13. Khurana HK, Kanawjia SK. Recent trends in development of fermented milk. Current Nutrition and Food Science. 2007;3(1):91–108. DOI: https://doi.org/10.2174/1573401310703010091.

14. Krolczyk JB, Dawidziuk T, Janiszewska-Turak E, Sołowiej B. Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – A Review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2016;66(3):157–165. DOI: https://doi.org/10.1515/pjfns-2015-0052.

15. Day L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. Trends in Food Science and Technology. 2013;32(1):25–42. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005.

16. Prosekov AYu, Kurbanova MG. Analiz sostava i svoystv belkov moloka s tsel′yu ispol′zovaniya v razlichnykh otraslyakh pishchevoy promyshlennosti [Analysis of the composition and properties of milk proteins to be used in various sectors of food industry]. Food Processing: Techniques and Technology. 2009;15(4):68–71. (In Russ.).

17. Aiking H. Future protein supply. Trends in Food Science and Technology. 2011;22(2–3):112–120. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005.

18. Pimentel D, Pimentel M. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. The American Journal of Clinical Nutrition. 2003;78(3):660S–663S. DOI: https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S.

19. De Boer J, Aiking H. On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives. Ecological Economics. 2011;70(7):1259–1265. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.001.

20. Prosekov AYu, Ivanova SA. Food security: The challenge of the present. Geoforum. 2018;91:73–77. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030.

21. Vorobev VA, Safina GM, Maksimov RA, Nikolaeva LS. Pitatel′naya tsennost′ belkov yarovoy pshenitsy, yachmenya i ovsa [Nutritional value of proteins of spring wheat, barley, and oats]. Niva Urala [Niva Urala]. 2008;(1):19–20. (In Russ.).

22. Rasane P, Jha A, Sabikhi L, Kumar A, Unnikrishnan VS. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods. Journal of Food Science and Technology. 2015;52(2):662–675. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1.

23. Prosekov AYu. Theory and practice of prion protein analysis in food products. Foods and Raw Materials. 2014;2(2):106–120. DOI: https://doi.org/10.12737/5467.

24. Ryan L, Thondre PS, Henry CJK. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. Journal of Food Composition and Analysis. 2011;24(7):929–934. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.02.002.

25. Ballabio C, Uberti F, Manferdelli S, Vacca E, Boggini G, Redaelli R, et al. Molecular characterisation of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet. Journal of Cereal Science. 2011;54(1):110–115. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.04.004.

26. Prosekov A, Babich O, Kriger O, Ivanova S, Pavsky V, Sukhikh S, et al. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran. Food Bioscience. 2018;24:46–49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003.

27. Gulvady AA, Brown RC, Bell JA. Nutritional comparison of oats and other commonly consumed whole grains. In: Chu YF, editor. Oats Nutrition and Technology. Wiley Blackwell; 2013. pp. 71–93. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118354100.ch4.

28. Robinson SL, Lambeth-Mansell A, Gillibrand G, Smith-Ryan A, Bannock L. A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2015;12(1). DOI: https://doi.org/10.1186/s12970-015-0083-x.

29. Donatto FF, Prestes J, Frollini AB, Palanch AC, Verlengia R, Cavaglieri CR. Effect of oat bran on time to exhaustion, glycogen content and serum cytokine profile following exhaustive exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010;7. DOI: https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-32.

30. Gonzalez E, Draganchuk M. Flavoring nutrition bars. Cereal Foods World. 2003;48(5):250–251.

31. Decker EA, Rose DJ, Stewart D. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. British Journal of Nutrition. 2014;112:S58–S64. DOI: https://doi.org/10.1017/S000711451400227X.

32. Kashirskih EV, Babich OO, Kriger OV. Production Technology for Oat Protein with Advanced Physicochemical, Functional, and Technological Properties. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):216–226. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-216-226.

33. State Standard 34006-2016. Specialized foodstuffs. Food products for sportsmens nutrition. Terms and definition. Moscow: Standartinform; 2017. 8 p.

34. Pasin G, Miller SL. US Whey products and sports nutrition. Applications monograph. 2005;14.

35. Protein Products [Internet]. [cited 2019 Jun 04]. Available from: https://www.optimumnutrition.com/en-us.

36. Paul GL. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition. Journal of the American College of Nutrition. 2009;28:464S–472S. DOI: https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10718113.

37. Kolman O, Ivanova G, Kudryavtsev M, Gavrilyuk O, Osipov A, Ivanova A. Development of new combined sports nutrition products. Journal of Physical Education and Sport. 2018;18:401–407. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s156.

38. Wirnitzer KC. Vegan nutrition: latest boom in health and exercise. In: Grumezescu AM, Holban AM, editors. Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods. Academic Press; 2018. pp. 387–453. DOI: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814625-5.00020-0.

39. Harrison L, Smith R. Developing food products for consumers concerned with physical activity, sports, and fitness. In: Osborn S, Morley W, editors. Developing Food Products for Consumers with Specific Dietary Needs. Woodhead Publishing; 2016. pp. 215–239. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100329-9.00011-6.

40. Tepperman J, Tepperman XM. Metabolic and Endocrine Physiology an Introductory Text. Moscow: Mir; 1989. 656 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Каширских Егор Владимирович
аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: k8enya@gmail.com

Бабич Ольга Олеговна
д-р техн. наук, профессор, директор Института живых систем, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, тел.: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-4921-8997

Кригер Ольга Владимировна
ведущий научный сотрудник научно-исследовательского института биотехнологии, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: olgakriger58@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1489-0716

Иванова Светлана Анатольевна
д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой общей математики и информатики, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: pavvm2000@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1252-9572

Information about the authors

Egor V. Kashirskih
Postgraduate Student, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: k8enya@gmail.com

Olga O. Babich
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Director of the Institute of living systems, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-4921-8997

Olga V. Kriger
Leading Researcher Research Institute of Biotechnology, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: olgakriger58@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1489-0716

Svetlana A. Ivanova
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of General Mathematics and Informatics, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: pavvm2000@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1252-9572