

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81572>

Роль высокобелковых специализированных пищевых продуктов в повышении адаптационного потенциала спортсменов

И.В. Кобелькова^{1, 2}, М.М. Коростелева^{1, 3}, М.С. Кобелькова⁴¹ Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация² Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства, Москва, Российская Федерация³ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация⁴ Поликлиника № 2 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Сбалансированный рацион питания и приём высокобелковых специализированных пищевых продуктов играет ключевую роль в расширении адаптационного потенциала спортсменов и влияет на эффективность тренировочного процесса. Однако не всегда рацион питания, составленный из традиционных пищевых продуктов, может обеспечить адекватное высоким физиологическим потребностям спортсменов поступление белка, в связи с чем в ряде случаев целесообразно введение высокобелковых специализированных пищевых продуктов.

Специализированные продукты для спортсменов подразделяются в зависимости от компонентного состава и индивидуальных физиологических потребностей спортсмена с учётом спортивной специализации и фазы спортивного цикла на высокобелковые, белково-углеводные, углеводно-белковые, высокоуглеводные; напитки углеводно-минеральные, изотонические, гипотонические, а также биологически активные добавки к пище.

В статье представлены основные принципы применения специализированных пищевых продуктов в питании спортсменов. Приводится краткая характеристика белковых компонентов, наиболее часто используемых в составе данной группы продукции. Показано, что приём высокобелковых специализированных пищевых продуктов, сочетающих различные виды белков, обеспечивает не только максимальную скорость восстановительных процессов, но и стимулирует анаболические реакции, направленные на увеличение мышечной массы тела, влияя тем самым на повышение спортивной результативности.

Медико-биологическое обоснование при разработке рецептур инновационных специализированных пищевых продуктов, основным компонентом которых является белок, должно быть ведущим фактором в использовании сырьевой и технической базы для эффективного применения в системе подготовки спортсменов.

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты; белок; питание; спортсмены; выносливость; скоростно-силовые показатели; состав тела.

Как цитировать

Кобелькова И.В., Коростелева М.М., Кобелькова М.С. Роль высокобелковых специализированных пищевых продуктов в повышении адаптационного потенциала спортсменов // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 2. С. 92–99. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81572>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81572>

The role of high-protein specialized food in increasing the adaptive athletes' potencial

Irina V. Kobelkova^{1, 2}, Margarita M. Korosteleva^{1, 3}, Maria S. Kobelkova⁴

¹ Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russian Federation

² Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies FMBA of Russia, Moscow, Russian Federation

³ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

⁴ Polyclinic № 2 of department of presidential affairs of Russian Federation, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

A balanced diet and intake of high-protein specialized foods plays a key role in expanding the adaptive potential of athletes and affects the effectiveness of the training process. However, a diet composed of traditional food products may not always provide protein intake adequate to the high physiological needs of athletes, and therefore in some cases it is advisable to introduce high-protein specialized foods products.

Specialized products for athletes are subdivided, depending on the component composition and individual physiological needs of the athlete, taking into account sports specialization and the phase of the sports cycle, into high-protein, protein-carbohydrate, carbohydrate-protein, high-carbohydrate; carbohydrate-mineral drinks, isotonic, hypotonic, as well as biologically active food additives.

The article presents the basic principles of the use of specialized food products in the nutrition of athletes. A brief description of the protein components most commonly used in this product group is given. It has been shown that the intake of high-protein specialized food products that combine various types of proteins provides not only the maximum speed of recovery processes, but also stimulates anabolic reactions aimed at increasing muscle body mass, thereby affecting an increase in sports performance.

Biomedical rationale in the development of formulations of innovative specialized food products, the main component of which is protein, should be a leading factor in the use of raw materials and technical base for effective use in the training system of athletes.

Keywords: specialized food products for the nutrition of athletes; endurance; speed-strength indicators; body composition; milk protein.

To cite this article

Kobelkova IV, Korosteleva MM, Kobelkova MS. The role of high-protein specialized food in increasing the adaptive athletes' potencial. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(2):92–99. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81572>

Received: 01.10.2021

Accepted: 06.12.2021

Published: 10.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

Сбалансированный рацион питания и приём высокобелковых специализированных пищевых продуктов (СПП) играет ключевую роль в расширении адаптационного потенциала спортсменов, влияя на эффективность тренировочного процесса. Для обеспечения азотистого баланса и удовлетворения метаболических потребностей при низкой и средней физической активности достаточным считают потребление белка в пределах 1,03–1,34 г/кг в сутки для мужчин и 1,02–1,27 г/кг в сутки для женщин [1, 2]. Международное общество питания спортсменов (The International Society of Sports Nutrition, ISSN) рекомендует спортсменам большинства видов спорта ежедневное потребление белка на уровне 1,4–2,0 г/кг в сутки, при более высоких энергозатратах во время интенсивных силовых нагрузок на определённый период может потребоваться относительно высокое потребление белка — до 2,5 г/кг в сутки. Однако не всегда рацион питания, составленный из традиционных пищевых продуктов, может обеспечить поступление белка, адекватное высоким физиологическим потребностям спортсменов, в связи с чем в ряде случаев целесообразно введение высокобелковых СПП [3].

Изменение состава тела за счёт снижения доли жирового и увеличения безжирового компонента массы тела часто связывают с улучшением физической работоспособности. Известно, что потребление дополнительного количества белка к рациону, обеспечивающему азотистое равновесие, приводит к значительному приросту мышечной массы тела по сравнению с плацебо. Так, по результатам обследования 22 здоровых мужчин после 14-недельной программы силовых тренировок с включением в рационы СПП, содержащих по 25 г белка или углеводов, показано, что значительное увеличение безжировой массы тела и площади поперечного сечения мышц за счёт роста объёма мышечных волокон как I, так и II типов наблюдалось в группе, получавшей белок. Сообщалось также, что в группах лиц, получавших высокобелковые СПП в период силовых тренировок, произошло увеличение безжировой массы тела в среднем на 0,69 кг по сравнению с плацебо [1]. В других работах подтверждается, что дополнительный приём белка в количестве 15–25 г в 4–14-недельный период тренировок с отягощением способствует росту мышечной массы.

Выдвинута гипотеза, что для значительных изменений доли безжировой массы тела потребление белка должно превышать базовый уровень на 59%. У юниоров приём 20–30 г белка высокой биологической ценности до или после упражнений силовой направленности оказывался достаточным для максимальной стимуляции синтеза мышечного белка. L.S. Macnaughton и соавт. [2] установили, что дополнительный приём 40 г белка в составе концентрата молочной сыворотки значительно увеличивает синтез мышечного белка.

Различные пищевые источники белка, такие как соевый, говяжий, яичный и белки молочной сыворотки, а также эссенциальные аминокислоты и гидролизаты животных и растительных белков способны активировать синтез мышечного белка. Максимальная стимуляция мышечного анаболизма зависит не только от общего содержания эссенциальных аминокислот, но и от частоты и длительности постприандиальной аминокислотемии.

В большинстве исследований оценивали эффективность приёма только одного источника белка. В то же время растёт число исследований, подтверждающих, что приём различных белков из нескольких источников пищевых продуктов может иметь преимущество перед единственным источником. Например, 10-недельное исследование, проведённое С.М. Kerkick и соавт. [4], продемонстрировало, что комбинация 40 г молочной сыворотки и 8 г казеина в период силовых тренировок даёт наибольшее увеличение безжировой массы, определяемое с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, по сравнению с комбинацией 40 г сыворотки, 5 г глютамина и 3 г разветвлённых аминокислот или плацебо (48 г мальтодекстрина). Установлено также, что смесь сывороточного и соевого белков по сравнению только с сывороточным белком в большей степени увеличивала синтез мышечной ткани [3, 4].

Распределение времени приёма высокобелковых СПП в течение суток также может повлиять на адаптацию к физическим нагрузкам. Установлено, что во время постприандиальной фазы повышается синтез мышечных белков, что приводит к положительному азотистому обмену. Исследования показывают, что синтез мышечных белков быстро повышается до пиковых уровней в течение 30 мин после приёма белка и поддерживается на таком уровне в течение трёх часов, и далее быстро начинает снижаться до базовых значений. В частности, после приёма концентрата молочной сыворотки, эквивалентной 48 г белка, скорость синтеза миофибрилярного белка увеличивалась в 3 раза в течение 45–90 мин, а затем медленно снижалась до базового уровня [4, 5].

Таким образом, сбалансированный рацион питания и приём СПП, сочетающих различные виды белков, обеспечивает не только максимально быстрое течение восстановительных процессов, но и стимулирует анаболические реакции, направленные на увеличение мышечной массы тела, влияя тем самым на повышение спортивной результативности.

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩАЯ ОБОРОТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Согласно ГОСТ 34006-2016¹, СПП для питания спортсменов подразделяются в зависимости от индивидуальных

¹ ГОСТ 34006-2016. Межгосударственный стандарт. Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения. Дата введения: 2018-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200145605>. Дата обращения: 06.02.2021.

физиологических потребностей спортсмена с учётом спортивной специализации и фазы спортивного цикла. Исходя из компонентного состава выделяют следующие виды СПП:

- 1) высокобелковые продукты для питания спортсменов: продукты, состоящие из белковых компонентов животного и/или растительного происхождения, с содержанием белка не менее 20% от энергетической ценности продукта, предназначенные для питания спортсменов с целью контроля мышечной и жировой массы тела, а также повышения скоростно-силовых показателей;
- 2) белково-углеводные продукты для питания спортсменов: продукты, содержащие в своём составе белковые и углеводные компоненты с преобладанием белковых, применение которых способствует увеличению абсолютных и относительных показателей мышечной массы тела спортсмена и восстановлению энергетических ресурсов организма;
- 3) углеводно-белковые продукты для питания спортсменов: продукты, содержащие в своём составе углеводные и белковые компоненты с преобладанием углеводных, применение которых способствует быстрому восстановлению энергетических ресурсов организма и увеличению абсолютных и относительных показателей мышечной массы тела;
- 4) высокоуглеводные продукты для питания спортсменов: продукты, содержащие в своём составе смесь углеводов (до 95%) с высоким и/или низким гликемическим индексом, обладающие лёгкой перевариваемостью, низкой осмоляльностью, применяемые спортсменами с целью пополнения энергетических ресурсов организма;
- 5) углеводно-минеральные напитки для питания спортсменов: напитки и сухие смеси для их получения, содержащие в своём составе углеводные компоненты и минеральные вещества — электролиты (растворимые в воде соли органических и неорганических кислот: хлорид кальция, фосфат кальция, цитрат натрия, хлорид калия, фосфат магния), способствующие поддержанию водно-электролитного баланса организма;
- 6) изотонические напитки для питания спортсменов: напитки (водные растворы) с осмоляльностью 270–330 мОсм/кг, содержащие в своём составе минеральные вещества (электролиты) и/или углеводные компоненты, допускающие наличие биологически активных веществ, употребление которых направлено на поддержание баланса жидкости и минеральных веществ в организме;
- 7) гипотонические напитки для питания спортсменов: напитки (водные растворы) с осмоляльностью менее 270 мОсм/кг, содержащие в своём составе

минеральные вещества (электролиты) и/или углеводные компоненты, допускающие наличие биологически активных веществ, употребление которых направлено на быстрое возмещение потерь жидкости и минеральных веществ в организме;

- 8) биологически активные добавки к пище для питания спортсменов: природные и/или идентичные природным биологически активные вещества, а также пробиотические микроорганизмы, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав СПП, действие которых направлено на активацию метаболических процессов, повышение адаптационного потенциала и/или повышение функциональной активности отдельных органов и систем организма спортсмена.

В то же время в консенсусном заявлении Международного олимпийского комитета (2018 г.) выделены следующие группы продуктов, неудачно именуемые при переводе на русский язык «пищевыми добавками» [6]:

- функциональные продукты; продукты, обогащённые дополнительными пищевыми веществами или компонентами, отличающимися от их типичного пищевого состава (например, обогащённые минеральными веществами и витаминами, а также продукты, обогащённые пищевыми веществами);
- готовые пищевые продукты и СПП для питания спортсменов, обеспечивающие в более удобной форме усвоение пищевых веществ (энергии) по сравнению с обычными продуктами (например, жидкие заменители пищи) или для использования во время тренировок (например, спортивные напитки, гели, батончики);
- отдельные нутриенты и другие компоненты пищевых продуктов или растительного сырья, представленные в изолированной или концентрированной форме;
- многокомпонентные продукты, содержащие различные комбинации нутриентов, описанных выше, которые нацелены на определённые результаты.

При оценке биологической ценности СПП следует ориентироваться на адекватный и верхний допустимый уровень потребления их компонентов, изложенный в Приложении 5 Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)².

Адекватный уровень потребления — уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчётных или экспериментально определённых величин или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей, для которых данное потребление считается адекватным.

² Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299. Режим доступа: <https://eec.eaeunion.org/comission/departement/depsanmer/sanmeri/p2299.php>. Дата обращения: 06.02.2021.

Верхний допустимый уровень потребления — наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически всех представителей популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

Информация, выносимая на этикетку, должна соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза 022/2011³ и содержать рекомендации о количестве принимаемого ежедневно СПП, с тем чтобы потребление активных ингредиентов не превышало верхнего допустимого уровня.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНГРЕДИЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

На мировом рынке для производства СПП широко представлены компоненты на основе молочных продуктов, характеризующиеся сбалансированным аминокислотным составом и рядом благоприятных функциональных и технологических свойств [7]. Эффективность потребления молочных белков в отношении показателей выносливости и скоростно-силовых характеристик спортсменов хорошо известна. Доказано, что приём молока ускоряет посттренировочное восстановление, увеличивает скорость заполнения депо гликогена, улучшает водно-солевой баланс [7, 8].

Продукты на основе α -лактальбумина обладают высокой биологической ценностью, благоприятным органолептическим профилем, высокой растворимостью и термостойкостью, что позволяет использовать α -лактальбумин в различных видах СПП [8].

Другое биологически активное соединение молока — лактоферрин — модулирует видовое разнообразие микробиома кишечника, снижает риск развития жировой дистрофии печени [9, 10]. Установлено, что приём лактоферрина в течение 8 нед. лицами с избыточной массой тела снижает уровень висцерального ожирения, что связывают с увеличением концентраций циркулирующих гормонов насыщения — глюкагоноподобного пептида-1 и пептида YY [8–11]. Обогащение рационов питания лабораторных животных α -лактальбумином вызывало увеличение концентрации глутатиона, числа лейкоцитов (CD4+) и лимфоцитов. О клинической эффективности сывороточного белка свидетельствует его способность увеличивать концентрацию инсулиноподобного фактора

роста 1, оказывающего положительное влияние на анаболизм и гипертрофию миоцитов. Кроме того, установлено, что комплекс коровьего α -лактальбумина и олеиновой кислоты, известный как BAMLET (Bovine Alpha-Lactalbumin Made Lethal to Tumor), обладает цитотоксическим действием в отношении раковых клеток [12, 13].

Анализ результатов лабораторных исследований, посвящённых изучению гуморального иммунного ответа на введение инфекционных агентов, установил, что сывороточные белки в большей степени усиливают выработку антител по сравнению с другими пищевыми белками [14–16].

Изоляты сывороточного белка являются одним из основных источников лейцина, играющего ведущую роль в стимуляции синтеза мышечного белка через анаболический сигнальный каскад комплекса рапамицина 1 [17–20].

В результате энзиматического гидролиза сывороточных белков образуется спектр биоактивных пептидов [21–23]. Применение гидролизатов в качестве функциональных ингредиентов в специализированных продуктах для спортсменов может ускорять их переваривание и всасывание, и быстрее оказывать положительное влияние не только на синтез мышечного белка, но и на показатели иммунного статуса, ферментативную активность, адаптационный потенциал в целом. Это необходимо для повышения выносливости во время физических нагрузок, а также особенно важно на дистанции ультрамарафона и во время посттренировочного восстановления [21, 22].

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЫНКА ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В течение нескольких десятилетий в агропромышленном комплексе отмечается падение производства сырого молока [24], в связи с чем переработка вторичных ресурсов (молочной сыворотки) вызывает значительный интерес как в рамках создания конкурентноспособных функциональных продуктов, так и для уменьшения негативного влияния на экологическую обстановку в результате слива сыворотки в окружающую среду. Установлено, что в Российской Федерации более половины объёма сыворотки не используется, при этом отказ от её последующей переработки равноценен потере 1,5 млн тонн молока. В рыночном сегменте сывороточных концентратов с высоким содержанием белка отмечается выраженный темп прироста производства в течение 5 лет. Прогнозируется увеличение производства ряда перспективных

³ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. N 881. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320347>. Дата обращения: 06.02.2021.

функциональных сывороточных ингредиентов (деминерализованная сыворотка; изоляты сывороточных белков; концентрат сывороточного белка, КСБ 80; сухой пермеат) для производства специализированной продукции [24, 25]. Хотя объём КСБ 80 и изолятов сывороточного белка не превышает 7% всего масштаба производства, тем не менее их реализация приносит треть мировой рыночной стоимости СПП для питания спортсменов. В странах Европейского союза вырабатывается большая часть сухой молочной сыворотки, в то же время отмечается тенденция роста её производства в Восточной Европе, Средней Азии, Африке и Латинской Америке. Аналогичная ситуация наблюдается в сфере производства сухой деминерализованной сыворотки: прирост в среднем на 10% в год с тенденцией к дальнейшему увеличению объёмов в мировом масштабе. Лидерами по производству КСБ являются Северная Америка и страны Евросоюза, однако уровни производства рассматриваемых ингредиентов за последние 5 лет остаются стабильными и не показывают значительного роста [24–26].

Задачи, стоящие перед производственным комплексом Российской Федерации в плане импортозамещения, обуславливают существенное увеличение объёмов переработки отечественной молочной сыворотки. Молочная промышленность в нашей стране ежегодно производит 5 тыс. тонн нативной сыворотки, из них переработке подвергается лишь 1/4. Россия — основной импортёр сухих сывороточных ингредиентов в Восточной Европе. Учитывая высокий сырьевой потенциал нашей страны, тенденции к модернизации, внедрение нового оборудования и технологий на отечественных предприятиях, в ближайшем будущем можно ожидать рост объёма производства КСБ и лактозы [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, научно обоснованный подход, в том числе медико-биологическое обоснование при разработке рецептур инновационных СПП, обогащённых дополнительными источниками белка, должны являться ведущим фактором для эффективного использования

сырьевой и технической базы в процессе импортозамещения на рынке СПП.

При сравнении отечественной и иностранной классификации СПП установлено, что в ГОСТе содержатся более конкретные определения специализированных продуктов для питания спортсменов исходя из компонентного состава и количественного содержания этих компонентов, что позволяет упростить алгоритм их введения при известном дефиците в базовом рационе.

Ежедневное поступление полноценного сбалансированного по содержанию эссенциальных аминокислот белка является базой для обеспечения эффективности посттренировочного восстановления и поддержания анаболических процессов в мышечной ткани, обеспечивающих максимальную эффективность тренировочных режимов и высокую результативность спортсменов на соревнованиях.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Вклад авторов. М.М. Коростелева, М.С. Кобелькова — подбор литературы, написание статьи; И.В. Кобелькова — редактирование, написание финальной версии статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. M.M. Korosteleva, M.S. Kobelkova — selection of literature, writing an article; I.V. Kobelkova — editing the article, writing the final version. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коростелева М.М., Кобелькова И.В., Ханферьян Р.А. Нутритивная поддержка в спорте: Часть I. Роль макронутриентов в повышении выносливости спортсменов (обзор зарубежной литературы) // Спортивная медицина: наука и практика. 2020. Т. 10, № 3. С. 18–26. doi: 10.47529/2223-2524.2020.3.18
2. Macnaughton L.S., Wardle S.L., Witard O.C., et al. The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein // *Physiol Rep*. 2016. Vol. 4, N 15. P. e12893. doi: 10.14814/phy2.12893
3. Tiller N.B., Roberts J.D., Beasley L., et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-

stage ultra-marathon training and racing // *J Int Soc Sports Nutr*. 2019. Vol. 16, N 1. P. 50. doi: 10.1186/s12970-019-0312-9

4. Kerkick C.M., Arent S., Schoenfeld B.J., et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing // *J Int Soc Sports Nutr*. 2017. Vol. 14. P. 33. doi: 10.1186/s12970-017-0189-4

5. Кобелькова М.С., Коростелева М.М., Кобелькова И.В. Влияние белка в рационе питания спортсменов для оптимизации показателей выносливости // Актуальные проблемы физической культуры и спорта. Развитие и перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции, Донецк, 17 июня 2021 г. В 2 ч. Ч. II. Донецк, 2021. С. 52–56.

6. Maughan R.J., Burke L.M., Dvorak J., et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete // *Br J Sports Med.* 2018. Vol. 52, N 7. P. 439–455. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027
7. Коростелева М.М., Агаркова Е.Ю. Принципы обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами // *Молочная промышленность.* 2020. № 11. С. 6–8. doi: 10.31515/1019-8946-2020-11-6-8
8. Кобелькова И.В., Коростелева М.М. Особенности обогащения пробиотиками специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов // *Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность. Сборник материалов II Национальной (Всероссийской) конференции ученых / под общ. ред. А.Ю. Просекова. Кемерово, 2021. С. 108–110.*
9. Mathai J.K., Liu Y., Stein H.H. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS) // *Br J Nutr.* 2017. Vol. 117, N 4. P. 490–499. doi: 10.1017/S0007114517000125
10. Layman D.K., Lönnerdal B., Fernstrom J.D. Applications for α -lactalbumin in human nutrition // *Nutr Rev.* 2018. Vol. 76, N 6. P. 444–460. doi: 10.1093/nutrit/nuy004
11. Oikawa S.Y., Macinnis M.J., Tripp T.R., et al. Lactalbumin, not collagen, augments muscle protein synthesis with aerobic exercise // *Med Sci Sports Exerc.* 2020. Vol. 52, N 6. P. 1394–1403. doi: 10.1249/MSS.0000000000002253
12. Qin L., Sun F.H., Huang Y., et al. Effect of pre-exercise ingestion of α -lactalbumin on subsequent endurance exercise performance and mood states // *Br J Nutr.* 2019. Vol. 121, N 1. P. 22–29. doi: 10.1017/S000711451800274X
13. Sumi K., Ashida K., Nakazato K. Resistance exercise with anti-inflammatory foods attenuates skeletal muscle atrophy induced by chronic inflammation // *J Appl Physiol* (1985). 2020. Vol. 128, N 1. P. 197–211. doi: 10.1152/jappphysiol.00585.2019
14. Delgado Y., Morales-Cruz M., Figueroa C.M., et al. The cytotoxicity of BAMLET complexes is due to oleic acid and independent of the α -lactalbumin component // *FEBS Open Bio.* 2015. Vol. 5. P. 397–404. doi: 10.1016/j.fob.2015.04.010
15. Rammer P., Groth-Pedersen L., Kirkegaard T., et al. BAMLET activates a lysosomal cell death program in cancer cells // *Mol Cancer Ther.* 2010. Vol. 9, N 1. P. 24–32. doi: 10.1158/1535-7163.MCT-09-0559
16. Gade J., Beck A.M., Bitz C., et al. Protein-enriched, milk-based supplement to counteract sarcopenia in acutely ill geriatric patients offered resistance exercise training during and after hospitalisation: study protocol for a randomised, double-blind, multicentre trial // *BMJ Open.* 2018. Vol. 8. P. e019210. doi: 10.1136/bmjopen-2017-019210
17. Naclerio F., Larumbe-Zabala E. Effects of whey protein alone or as part of a multi-ingredient formulation on strength, fat-free mass, or lean body mass in resistance-trained individuals: a meta-analysis // *Sports Med.* 2016. Vol. 46, N 1. P. 125–137. doi: 10.1007/s40279-015-0403-y
18. West D.W., Abou Sawan S., Mazzulla M., et al. Whey protein supplementation enhances whole body protein metabolism and performance recovery after resistance exercise: a double-blind crossover study // *Nutrients.* 2017. Vol. 9, N 7. P. 735. doi: 10.3390/nu9070735
19. Morton R.W., Murphy K.T., McKellar S.R., et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults // *Br J Sports Med.* 2018. Vol. 52, N 6. P. 376–384. doi: 10.1136/bjsports-2017-097608
20. Jakubczyk A., Karaś M., Rybczyńska-Tkaczyk K., et al. Current trends of bioactive peptides-new sources and therapeutic effect // *Foods.* 2020. Vol. 9, N 7. P. 846. doi: 10.3390/foods9070846
21. Lau J.L., Dunn M.K. Therapeutic peptides: historical perspectives, current development trends, and future directions // *Bioorg Med Chem.* 2018. Vol. 26, N 10. P. 2700–2707. doi: 10.1016/j.bmc.2017.06.052
22. Chamata Y., Watson K.A., Jauregi P. Whey-derived peptides interactions with ACE by molecular docking as a potential predictive tool of natural ACE inhibitors // *Int J Mol Sci.* 2020. Vol. 21, N 3. P. 864. doi: 10.3390/ijms21030864
23. Abd El-Salam M.H., El-Shibiny S. Preparation, properties, and uses of enzymatic milk protein hydrolysates // *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017. Vol. 57, N 6. P. 1119–1132. doi: 10.1080/10408398.2014.899200
24. Ребезов М.Б., Зинина О.В., Нурымхан Г.Н., и др. Вторичное сырье молочной отрасли: современное состояние и перспективы использования // *АПК России.* 2016. Т. 75, № 1. С. 150–155.
25. Рязанцева К.А., Коростелева М.М. Рынок функциональных продуктов, обогащенных сывороточными ингредиентами // *Молочная промышленность.* 2021. № 1. С. 30–33. doi: 10.31515/1019-8946-2021-01-30-32
26. Володин Д.Н., Золоторева М.С., Топалов В.К. Сывороточные ингредиенты: анализ рынка и перспективы производства // *Молочная промышленность.* 2015. № 3. С. 60–62.

REFERENCES

1. Korosteleva MM, Kobelkova IV, Khanferyan RA. Nutritional support in sports: Part I. The role of macronutrients in improving the endurance of athletes (review of foreign literature). *Sports Medicine: Science and Practice.* 2020;10(3):18–26. (In Russ). doi: 10.47529/2223-2524.2020.3.18
2. Macnaughton LS, Wardle SL, Witard OC, et al. The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiol Rep.* 2016;4(15):e12893. doi: 10.14814/phy2.12893
3. Tiller NB, Roberts JD, Beasley L, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019;16(1):50. doi: 10.1186/s12970-019-0312-9
4. Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:33. doi: 10.1186/s12970-017-0189-4
5. Kobelkova MS, Korosteleva MM, Kobelkova IV. The influence of protein in the diet of athletes to optimize endurance performance. In: Actual problems of physical culture and sports. Development and prospects: Materials of the II International Scientific and Practical Conference, Donetsk, June 17, 2021. Part II. Donetsk; 2021. P. 52–56. (In Russ).

6. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med.* 2018;52(7):439–455. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027
7. Korosteleva MM, Agarkova E.Yu. Principles of food fortification with functional ingredients. *Molochnaya promyshlennost'*. 2020;(11):6–8. (In Russ). doi: 10.31515/1019-8946-2020-11-6-8
8. Kobelkova IV, Korosteleva MM. Features of the enrichment of specialized food products with probiotics for the nutrition of athletes. In: Actual directions of scientific research: technology, quality and safety: collection of materials of the II National (All-Russian) conference of scientists. Ed. by A.Y. Prosekov. Kemerovo; 2021. P. 108–110. (In Russ).
9. Mathai JK, Liu Y, Stein HH. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *Br J Nutr.* 2017;117(4):490–499. doi: 10.1017/S0007114517000125
10. Layman DK, Lönnerdal B, Fernstrom JD. Applications for α -lactalbumin in human nutrition. *Nutr Rev.* 2018;76(6):444–460. doi: 10.1093/nutrit/nuy004
11. Oikawa SY, Macinnis MJ, Tripp TR, et al. Lactalbumin, not collagen, augments muscle protein synthesis with aerobic exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2020;52(6):1394–1403. doi: 10.1249/MSS.0000000000002253
12. Qin L, Sun FH, Huang Y, et al. Effect of pre-exercise ingestion of α -lactalbumin on subsequent endurance exercise performance and mood states. *Br J Nutr.* 2019;121(1):22–29. doi: 10.1017/S000711451800274X
13. Sumi K, Ashida K, Nakazato K. Resistance exercise with anti-inflammatory foods attenuates skeletal muscle atrophy induced by chronic inflammation. *J Appl Physiol (1985).* 2020;128(1):197–211. doi: 10.1152/jappphysiol.00585.2019
14. Delgado Y, Morales-Cruz M, Figueroa CM, et al. The cytotoxicity of BAMLET complexes is due to oleic acid and independent of the α -lactalbumin component. *FEBS Open Bio.* 2015;5:397–404. doi: 10.1016/j.fob.2015.04.010
15. Rammer P, Groth-Pedersen L, Kirkegaard T, et al. BAMLET activates a lysosomal cell death program in cancer cells. *Mol Cancer Ther.* 2010;9(1):24–32. doi: 10.1158/1535-7163.MCT-09-0559
16. Gade J, Beck AM, Bitz C, et al. Protein-enriched, milk-based supplement to counteract sarcopenia in acutely ill geriatric patients offered resistance exercise training during and after hospitalisation: study protocol for a randomised, double-blind, multicentre trial. *BMJ Open.* 2018;8:e019210. doi: 10.1136/bmjopen-2017-019210
17. Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of whey protein alone or as part of a multi-ingredient formulation on strength, fat-free mass, or lean body mass in resistance-trained individuals: a meta-analysis. *Sports Med.* 2016;46(1):125–137. doi: 10.1007/s40279-015-0403-y
18. West DW, Abou Sawan S, Mazzulla M, et al. Whey protein supplementation enhances whole body protein metabolism and performance recovery after resistance exercise: a double-blind crossover study. *Nutrients.* 2017;9(7):735. doi: 10.3390/nu9070735
19. Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med.* 2018;52(6):376–384. doi: 10.1136/bjsports-2017-097608
20. Jakubczyk A, Karaś M, Rybczyńska-Tkaczyk K, et al. Current trends of bioactive peptides—new sources and therapeutic effect. *Foods.* 2020;9(7):846. doi: 10.3390/foods9070846
21. Lau JL, Dunn MK. Therapeutic peptides: historical perspectives, current development trends, and future directions. *Bioorg Med Chem.* 2018;26(10):2700–2707. doi: 10.1016/j.bmc.2017.06.052
22. Chamata Y, Watson KA, Jauregi P. Whey-derived peptides interactions with ACE by molecular docking as a potential predictive tool of natural ACE inhibitors. *Int J Mol Sci.* 2020;21(3):864. doi: 10.3390/ijms21030864
23. Abd El-Salam MH, El-Shibiny S. Preparation, properties, and uses of enzymatic milk protein hydrolysates. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017;57(6):1119–1132. doi: 10.1080/10408398.2014.899200
24. Rebezov MB, Zinina OV, Nurymkhan GN, et al. Secondary raw materials of the dairy industry: current state and prospects of use. *APK Rossii.* 2016;75(1):150–155. (In Russ).
25. Ryazantseva KA, Korosteleva MM. The market for functional products enriched with whey ingredients. *Molochnaya promyshlennost'*. 2021;(1):30–33. (In Russ). doi: 10.31515/1019-8946-2021-01-30-32
26. Volodin DN, Zolotoreva MS, Topalov VK. Whey ingredients: market analysis and production prospects. *Molochnaya promyshlennost'*. 2015;(3):60–62. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Кобелькова Ирина Витальевна**, к.м.н.;

адрес: Россия, 109240, Москва, Устьинский пр-д, д. 2/14;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147>;

e-Library SPIN: 1190-1096; e-mail: irina66@mail.ru

Коростелева Маргарита Михайловна, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X>;

e-Library SPIN: 5276-9459; e-mail: korostel@bk.ru

Кобелькова Мария Сергеевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6742-8528>;

e-Library SPIN: 7552-2534; e-mail: kobelkovams@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Irina V. Kobelkova**, MD, Cand. Sci. (Med.);

address: 2/14, Ustinskiy proezd, Moscow, 109240, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147>;

e-Library SPIN 1190-1096; e-mail: irina66@mail.ru

Margarita M. Korosteleva, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X>;

e-Library SPIN: 5276-9459; e-mail: korostel@bk.ru

Maria S. Kobelkova;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6742-8528>;

e-Library SPIN: 7552-2534; e-mail: kobelkovams@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author