

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.6>

УДК: 613.287

Тип статьи: Обзор литературы / Articles review



## Специализированные пищевые продукты для питания спортсменов на основе белков молочной сыворотки

*И.В. Кобелькова<sup>1,2</sup>, М.М. Коростелева<sup>1,3\*</sup>, М.С. Кобелькова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», Москва, Россия

<sup>2</sup> Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГБУ «Поликлиника № 2» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Известно, что сбалансированный рацион питания и прием специализированных пищевых продуктов, сочетающих различные виды белков, играют ключевую роль в расширении адаптационного потенциала спортсменов и влияют на эффективность тренировочного процесса. В последние десятилетия реализуются различные медико-биологические и технологические стратегии в разработке специализированных пищевых продуктов (СПП), в том числе для питания спортсменов. Важное место среди функциональных ингредиентов СПП занимают белки молока и молочной сыворотки. Несмотря на то что среднестатистическое потребление белка в структуре рациона в Российской Федерации в течение последних нескольких лет находится на удовлетворительном уровне (в 2019 г. — 80,4 г/сут., в 2020 г. — 81,4 г/сут.), для спортсменов с высокой массой тела и крайне высокими энергозатратами (4000 ккал/сут. и выше) эти величины будут недостаточными. В связи с этим особое внимание при разработке СПП должно быть уделено различным белковым фракциям на уровне потребления не менее 1,2 г/кг массы тела спортсмена ежедневно для обеспечения пластических и иных функций в организме, физической работоспособности и выносливости.

**Ключевые слова:** специализированные пищевые продукты для питания спортсменов, выносливость, скоростно-силовые показатели, состав тела, молочный белок

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кобелькова И.В., Коростелева М.М., Кобелькова М.С. Специализированные пищевые продукты для питания спортсменов на основе белков молочной сыворотки. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(4):49–56. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.6>

**Поступила в редакцию:** 17.10.2021

**Принята к публикации:** 01.12.2021

**Online first:** 12.12.2021

**Опубликована:** 30.12.2021

\* Автор, ответственный за переписку

## Specialized food products for the nutrition of athletes based on whey proteins

*Irina V. Kobelkova<sup>1,2</sup>, Margarita M. Korosteleva<sup>1,3\*</sup>, Maria S. Kobelkova<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Polyclinic No. 2 of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

### ABSTRACT

It is known that a balanced diet and the intake of specialized foods that combine various types of proteins play a key role in expanding the adaptive potential of athletes and affect the effectiveness of the training process. In recent decades, various biomedical and technological strategies have been

implemented in the development of specialized food products, including those for the nutrition of athletes. Proteins of milk and whey occupy an important place among the functional ingredients. Despite the fact that the average per capita consumption of protein in the structure of the diet in the Russian Federation over the past few years has been at a satisfactory level (in 2019 — 80.4 g/day, in 2020 — 81.4 g/day), for athletes with high body weight and extremely high energy consumption (4000 kcal/day and above), these values will be insufficient. In connection with this, special attention should be paid to various protein fractions in the development of SPP at a consumption level of at least 1.2 g/kg of the athlete's body weight daily to ensure plastic and other functions in the body, physical performance and endurance.

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

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Kobelkova I.V., Korosteleva M.M., Kobelkova M.S. Specialized food products for the nutrition of athletes based on whey proteins. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(4):49–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.6>

**Received:** 17 October 2021

**Accepted:** 1 December 2021

**Online first:** 12 December 2021

**Published:** 30 December 2021

\* Corresponding author

Постоянный рост населения и возникшая в связи с этим потребность в поиске альтернативных и экономически выгодных источников животного белка — два фактора, которые в настоящее время являются движущей силой развития инновационных технологий в молочной промышленности [1]. Так, ООН прогнозирует прирост населения почти к 2050 г. на 50 % до 9,5 млрд. Такие факторы, как урбанизация, ухудшение экологии ведут к изменениям в моделях потребления, затрагивая как количественный, так и качественный состав рациона питания. Согласно опросам общественного мнения, более трети людей в возрасте 18–34 лет в Северной Америке утверждают, что стараются потреблять как можно больше белка. В настоящее время основным его источником в мире является белок растительного происхождения (57 %), а остальную часть составляют мясо (18 %), молочные продукты (10%), рыба и морепродукты (6 %) и другие продукты животного происхождения (9 %) [2, 3].

Несмотря на удовлетворительный уровень среднедушевого потребления белка в структуре рациона в Российской Федерации в течение последних нескольких лет (в 2019 г. — 80,4 г/сут., в 2020 г. — 81,4 г/сут.) [4], для спортсменов с высокой массой тела и крайне высокими энерготратами (4000 ккал/сут. и выше) эти величины будут недостаточными.

В соответствии с ГОСТ 34006–2016 «Производство пищевая специализированная. Производство пищевая для питания спортсменов. Термины и определения» к высокобелковым продуктам для питания спортсменов относят продукты, состоящие из компонентов животного и/или растительного происхождения с содержанием белка не менее 20 % от энергетической ценности, предназначенные для питания спортсменов с целью контроля мышечной и жировой массы тела, а также для повышения скоростно-силовых показателей. К белковым компонентам в СПП для питания спортсменов относят белки животного и/или растительного происхождения или продукты их частичного гидролиза (пептоны, пептиды) с массовой долей белка не менее 75 %, вносимые

в специализированные пищевые продукты в требуемых количествах как отдельно (монокомпонентные), так и в различных комбинациях (поликомпонентные) в зависимости от назначения продукта.

1. Продукты частичного гидролиза белков, получаемые путем ферментативного или кислотного гидролиза, используются в качестве монокомпонентного продукта или компонента продукта спортивного питания.

2. Изоляты белков: максимально очищенные фракции белков животного происхождения с массовой долей белка не менее 85 % и для изолированного соевого белка — с массовой долей белка не менее 90 %.

3. Концентраты белков: высококонцентрированные очищенные фракции белков молочной сыворотки с массовой долей белка не менее 75 % или белков молока с массовой долей белка не менее 85 %.

Еще одним компонентом СПП, служащим источником структурных элементов белка, являются кристаллические аминокислоты, легкодоступные для участия в метаболических процессах организма. Наиболее распространенными из них для введения в СПП являются три незаменимые аминокислоты с разветвленными боковыми цепями (ВСАА) — валин, лейцин, изолейцин.

При оценке пищевой и биологической ценности СПП, содержащих аминокислоты, следует ориентироваться на адекватный и верхний допустимый уровни потребления этих нутриентов, изложенные в Приложении 5 Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299 (Табл. 1.) [5].

Адекватный уровень потребления — уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, установленный на основании расчетных или экспериментально определенных величин, или оценок потребления пищевых и биологически активных веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей

Таблица 1

Величины суточного потребления пищевых и биологически активных веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) и БАД к пище (энергетическая ценность 10000 кДж или 2300 ккал) (выдержка из Приложения 5)

Table 1

Values of daily consumption of food and biologically active substances for adults as part of specialized food products (SPP) and dietary supplements to food (energy value 10000 kJ or 2300 kcal) (extract from Appendix 5)

Пищевые и биологически активные компоненты пищи	Традиционные пищевые продукты и продовольственное сырье животного и растительного происхождения	Альтернативные источники идентичных традиционным источникам пищевых и биологически активных веществ	Адекватный уровень потребления (ед. измерения: мкг, мг, г, КОЕ/сутки)	Верхний допустимый уровень потребления (ед. измерения: мкг, мг, г, КОЕ/сутки)
<b>Аминокислоты</b>				
<b>Аминокислоты</b>	Белки животного и растительного происхождения	Нетрадиционное сырье животного, растительного, биотехнологического, происхождения, полученное путем химического синтеза		
<b>Незаменимые</b>	-»-	-»-		
Валин	-»-	-»-	2,5 г	3,9 г
Изолейцин	-»-	-»-	2,0 г	3,1 г
Лейцин	-»-	-»-	4,6 г	7,3 г
Лизин	-»-	-»-	4,1 г	6,4 г
Метионин+цистин	-»-	-»-	1,8 г	2,8 г
Треонин	-»-	-»-	2,4 г	3,7 г
Триптофан	-»-	-»-	0,8 г	1,2 г
Фенилаланин + тирозин	-»-	-»-	4,4 г	6,9 г
<b>Заменимые</b>				
Аланин	-»-	-»-	6,6 г	10,6 г
Аргинин	-»-	-»-	6,1 г	9,8 г
Аспарагиновая кислота	-»-	-»-	12,2 г	19,5 г
Гистидин	-»-	-»-	2,1 г	3,4 г
Глицин	-»-	-»-	3,5 г	5,6 г
Глутаминовая кислота	-»-	-»-	13,6 г	21,8 г
Глутамин	-»-	-»-	0,5 г	1,0 г (в СПП для спортсменов — 5 г)
Серин	-»-	-»-	8,3 г	13,3 г
Таурин	-»-	-»-	400 мг	1,2 г
Орнитин	-»-	-»-	200 мг	800 мг
Пролин	-»-	-»-	4,5 г	7,2 г

состояния здоровья) считается адекватным (используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена).

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 у всех лиц (конкретной) из общей популяции. По мере

увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

Отдельные пищевые вещества, в данном случае это аминокислота глутамин, имеют более высокие значения верхнего допустимого уровня потребления именно для спортсменов.

Ингредиенты на основе молочных продуктов для производства специализированных пищевых продуктов доминируют на мировом рынке. Они обладают рядом функциональных и технологических свойств,

что на фоне доказанного положительного влияния на состояние здоровья делает их конкурентоспособным компонентом для СПП [6]. Роль адекватного потребления молочных белков в развитии выносливости спортсменов широко исследована. Прием молока после физических упражнений ускоряет восстановление, увеличивает скорость заполнения депо гликогена, улучшает водно-солевой обмен. Кроме того, молочный белок имеет высокую оценку по шкале аминокислотного коэффициента усвояемости белков (PDCAAS) [6, 7].

Для увеличения содержания белка в молоке используют методы генетической селекции в сочетании с определенными режимами кормления животных. Например, в Ирландии содержание белка в молоке на фоне внедрения этих технологий в практику агропромышленного комплекса увеличилось в среднем с 3,2 до 3,5 % и более с 1996 по 2015 год [1].

Наиболее часто в качестве дополнительных источников молочных белков для обогащения традиционных продуктов используют следующие категории:

- молочный белок: концентрат молочного белка; изолят; гидролизат;
- на основе казеина: казеинаты из кислоты или сычужного фермента (в виде солей натрия или кальция) и мицеллярный казеин;
- на основе сыворотки: сухая и деминерализованная сухая сыворотка; концентраты, изоляты и гидролизаты сывороточного белка.

Известно, что  $\alpha$ -лактальбумин составляет от 15 до 20 % от общего количества белка в концентратах и изолятах сывороточного белка [7, 8]. На рынке он представлен в виде обогащенных  $\alpha$ -лактальбумином концентратов сывороточного белка (КСБ), полученных методами фильтрации, при этом  $\alpha$ -лактальбумин составляет примерно 45 % от общего количества белка. Продукты на основе  $\alpha$ -лактальбумина обладают высокой биологической ценностью, благоприятным органолептическим профилем, высокой растворимостью в воде в широком диапазоне pH (2,0–9,0) и термостойкостью. Эти характеристики позволяют использовать  $\alpha$ -лактальбумин в различных видах СПП, для которых необходимо высокое содержание высококачественного белка, включая также специализированные лечебные продукты. В настоящее время большинство исследований сосредоточено на изучении эффективности  $\alpha$ -лактальбумина как источника триптофана — предшественника серотонина и мелатонина для коррекции суточных ритмов сна и бодрствования. Показано, что специализированные продукты с лактоферрином модулируют микробиом кишечника, снижают вероятность развития жировой дистрофии печени и улучшают толерантность к глюкозе у мышей [8, 9]. В другом исследовании было установлено, что у лиц с избыточной массой тела прием лактоферрина в течение 8 недель снижает уровень висцерального ожирения. Это может быть связано с увеличением концентраций

циркулирующих гормонов насыщения, включая глюкагоноподобный пептид-1 и пептид YY [8–11].

В ряде работ, посвященных изучению гуморального иммунного ответа на введение инфекционных агентов, было показано, что сывороточные белки усиливают выработку антител в большей степени по сравнению с другими пищевыми белками. Ведение  $\alpha$ -лактальбумина в рацион лабораторных животных приводило к увеличению концентрации глутатиона в печени, количества лейкоцитов ( $CD4^+$ ) и лимфоцитов. Сходные результаты получены на фоне приема другой аминокислоты — цистеина в составе СПП на основе концентратов сывороточных белков. О клинической эффективности сывороточного белка свидетельствует его способность увеличивать концентрацию IGF-1, который является важным фактором, влияющим на рост скелетной мышечной массы. Кроме того, установлено, что комплекс коровьего  $\alpha$ -лактальбумина и олеиновой кислоты, известный как BAMLET (bovine alpha-lactalbumin made lethal to tumor), обладает цитотоксическим действием в отношении раковых клеток [12, 13].

Коррекция рационов питания путем включения в них обогащенных витаминно-минеральными комплексами молочных напитков снижала частоту распространенности неадекватного пищевого статуса в условиях несбалансированного питания [14].

Изоляты сывороточного белка (ИСБ) также являются источником незаменимых аминокислот и широко используются в качестве функциональных ингредиентов для специализированных пищевых продуктов. В частности, сывороточные белки признаны одним из основных источников лейцина, играющего ведущую роль в стимуляции синтеза мышечного белка через анаболический сигнальный каскад комплекса рапамицина 1 (mTORC1). Кроме того, изоляты содержат высокий уровень других эссенциальных аминокислот, необходимых для поддержания оптимального анаболизма [15–17].

Производство белковых гидролизатов позволяет получить ряд биоактивных пептидов [17, 18]. В частности, девять пептидов с последовательностями FFG, FFFL, PFL, WWK, WCY, FPIL, CPA, FLLA, FEPL ингибируют *in vitro* ангиотензин I-превращающий фермент (АПФ-I) аналогично антигипертензивным лекарственным средствам, таким как Каптоприл, Сампатрилат, Лизиноприл и Эналаприл. Считается, что пептиды пищевого происхождения более безопасны к применению, чем фармацевтические препараты, из-за отсутствия побочных эффектов [20].

Частично гидролизованное молоко, обогащенное сывороточными белками, предложено в качестве альтернативы нативным молочным белкам при клинических состояниях, сопровождающихся нарушениями функций желудочно-кишечного тракта и повышенной сенсibilизацией [21–23]. У спортсменов использование гидролизатов в качестве функциональных ингредиентов в специализированных продуктах 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.

Все большую популярность на мировом рынке приобретают относительно новые белковые ингредиенты, полученные путем микрофльтрации молока при производстве мицеллярного казеинового белка и нативной сыворотки, а также отдельные фракции молока:  $\alpha$ -лактальбумин,  $\beta$ -лактоглобулин, иммуноглобулины, лактоферрин, лактопероксидаза и гликомакропептид.

Рынок греческого йогурта в США расширился из-за роста потребительского спроса на высокобелковые продукты. В США под брендом fairlife® производят молоко, прошедшее ультрафльтрацию для увеличения содержания белка на 50 % по сравнению с традиционным [24].

Тенденции последних десятилетий в развитии молочного животноводства связаны с падением производства сырого молока. В условиях его дефицита и проводимой государством природоохранной политики большое значение имеет рациональное и комплексное использование сырья, в том числе за счет переработки вторичных ресурсов, основным из которых является молочная сыворотка [24, 25, 26].

Согласно отчету Международной молочной федерации, в России почти половина сыворотки не используется, является отходами производства и при неправильной утилизации ухудшает экологическую ситуацию. В молочной сыворотке содержится около 50 % сухих веществ, отказ от ее использования (дальнейшей переработки) эквивалентен потере 1,5 млн тонн молока. В то же время подавляющая часть продуктов переработки молочной сыворотки (сывороточные концентраты с высоким содержанием белка, деминерализованная молочная сыворотка) показывает высокие (10–14 % годовых) темпы роста производства за последние пять лет. По некоторым прогнозам, ожидается увеличение производства таких сывороточных ингредиентов, как деминерализованная сыворотка, изоляты сывороточных белков, КСБ 80, сухой пермеат и лактоза, являющихся наиболее перспективными компонентами СПП для спортсменов различной специализации [25, 26].

Интересно отметить, что КСБ 80 и ИСБ составляют менее 7 % от общего объема производства, но более 30 % мировой рыночной стоимости. При этом рост производства ингредиентов распределяется неравномерно по регионам. Так, согласно данным 3A Business Consulting, большая часть сухой молочной сыворотки производится на территории стран Европейского союза (ЕС) и набирает темпы роста в Восточной Европе (регион Россия — Беларусь — Украина), Средней Азии, Африке и Латинской Америке, в то время как в Северной Америке

производство сухой сыворотки остается на прежнем уровне. Рост производства сухой деминерализованной сыворотки в мировом масштабе был значительным — в среднем на 10 % в год, и ожидается дальнейшее увеличение объемов производства. Лидеры по производству деминерализованной сыворотки — также страны ЕС, при этом и Латинская Америка выходит на международную арену поставок. Финская компания Valio объявила об инвестировании 70 млн евро в расширение производства сухой сыворотки для удовлетворения спроса на детское питание на китайском рынке. В регионе Россия — Беларусь — Украина среднегодовой рост производства за последние пять лет составил 50 %. Здесь преобладает деминерализованная сыворотка, производимая методом нанофльтрации в основном для внутреннего потребления. Лидерами по производству КСБ являются Северная Америка и страны ЕС, однако производство рассматриваемых ингредиентов за последние пять лет остается стабильным и не показывает значительного роста. Исключение составляют высокобелковые продукты КСБ 80 и ИСБ, среднегодовой рост производства которых составил 11–14 % [24, 25, 26].

Задачи, стоящие перед производственным комплексом Российской Федерации в плане импортозамещения, обуславливают существенное увеличение объемов переработки отечественной молочной сыворотки. Согласно оценке экспертов ЗАО «Агриконсалт», предприятиями России ежегодно производится порядка 5000 тыс. т натуральной сыворотки, однако в промышленную переработку поступает не более 25 %. При этом Россия — основной импортер сухих сывороточных ингредиентов в Восточной Европе. Производство таких продуктов, как КСБ и лактоза, на территории России практически полностью отсутствует, хотя можно ожидать роста объемов их производства с учетом увеличивающегося спроса, а также большого сырьевого потенциала нашей страны, тенденции к модернизации, внедрению нового оборудования и технологий на отечественных предприятиях. По данным компании Innova Market Insights, около 3 % новинок среди продуктов питания и напитков, запущенных на мировом рынке, позиционировались как обогащенные белком или высокобелковые продукты. В сегменте молочных продуктов доля таких новинок превысила 7 % [24–26].

Таким образом, глобальный рынок сывороточного белка показывает более высокие темпы роста, чем рынок традиционных пищевых продуктов и ингредиентов в целом. Многие отрасли промышленности в поисках качественных, альтернативных и экономически выгодных источников сырья приходят к выводу о целесообразности использования в производстве фракций сывороточных белков в качестве функциональных ингредиентов СПП для питания спортсменов. Научно обоснованный подход, в том числе медико-биологическое обоснование при разработке рецептур инновационных специализированных пищевых продуктов, обогащенных

дополнительными источниками белка, должен выступать ведущим фактором для эффективного использования сырьевой, технической базы и интеллектуального потенциала нашей страны. Ежедневное поступление полноценного сбалансированного

#### Вклад авторов:

**Кобелькова Ирина Витальевна** — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

**Коростелева Маргарита Михайловна** — написание текста статьи.

**Кобелькова Мария Сергеевна** — написание текста статьи.

#### Список литературы

- Hernández-Castellano L.E., Nally J.E., Lindahl J., Wapapat M., Alhidary I.A., Fangueiro D., et al. Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. *Trop. Anim. Health Prod.* 2019;51(5):1009–1017. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01866-6>
- Hayes M. Food Proteins and Bioactive Peptides: New and Novel Sources, Characterisation Strategies and Applications. *Foods.* 2018;7(3):38. <https://doi.org/10.3390/foods7030038>
- United Nations. Revision of World Population Prospects 2019 [Internet]. Available at: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/keyfindingswpp2015.pdf>
- Федеральная служба государственной статистики. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2020 году по итогам Выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств [Интернет]. Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb\\_prod\\_pitan-2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb_prod_pitan-2020.pdf)
- Евразийская экономическая комиссия. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010. Режим доступа: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2\\_299.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2_299.aspx)
- Коростелева М.М., Агаркова Е.Ю. Принципы обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами. *Молочная промышленность.* 2020;(11):6–8. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-11-6-8>
- Кобелькова И.В., Коростелева М.М. Особенности обогащения пробиотиками специализированных пищевых продуктов для питания спортсменов. В: *Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность: сборник материалов II Национальной (Всероссийской) конференции ученых в рамках III международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии».* Кемерово; 2021. с. 108–110.
- 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;117(4):490–499. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000125>
- Layman D.K., Lönnnerdal B., Fernstrom J.D. Applications for  $\alpha$ -lactalbumin in human nutrition. *Nutr. Rev.* 2018;76(6):444–460. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy004>
- Oikawa S.Y., Macinnis M.J., Tripp T.R. et al. Lactalbumin, Not Collagen, Augments Muscle Protein Synthesis with Aerobic

по содержанию эссенциальных аминокислот белка — залог обеспечения эффективности посттренировочного восстановления и поддержания анаболизма мышечной ткани, обеспечивающих плодотворность тренировочного процесса и высокую результативность спортсменов.

#### Authors' contributions:

**Irina V. Kobelkova** — editing, approval of the final version of the article.

**Margarita M. Korosteleva** — writing the text of the article.

**Maria S. Kobelkova** — writing the text of the article.

#### References

- Hernández-Castellano L.E., Nally J.E., Lindahl J., Wapapat M., Alhidary I.A., Fangueiro D., et al. Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. *Trop. Anim. Health Prod.* 2019;51(5):1009–1017. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01866-6>
- Hayes M. Food Proteins and Bioactive Peptides: New and Novel Sources, Characterisation Strategies and Applications. *Foods.* 2018;7(3):38. <https://doi.org/10.3390/foods7030038>
- United Nations. Revision of World Population Prospects 2019 [Internet]. Available at: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/keyfindingswpp2015.pdf>
- Federal State Statistics Service. Food consumption in households in 2020 based on the results of a sample survey of household budgets [Internet]. Available at: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb\\_prod\\_pitan-2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Potreb_prod_pitan-2020.pdf) (In Russ.).
- Eurasian Economic Commission Unified sanitary and epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary and epidemiological surveillance (control) dated May 28, 2010 [Internet]. Available at: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2\\_299.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2_299.aspx) (In Russ.).
- Korosteleva M.M., Agarkova E.Yu. Principles of food fortification with functional ingredients. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry.* 2020;(11):6–8 (In Russ.). <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-11-6-8>
- Kobelkova I.V., Korosteleva M.M. 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 in the framework of the III international symposium “Innovations in food biotechnology”.* Kemerovo; 2021. p. 108–110 (In Russ.).
- 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;117(4):490–499. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000125>
- Layman D.K., Lönnnerdal B., Fernstrom J.D. Applications for  $\alpha$ -lactalbumin in human nutrition. *Nutr. Rev.* 2018;76(6):444–460. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy004>
- 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;52(6):1394–1403. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002253>

Exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 2020;52(6):1394–1403. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002253>

11. Erratum in: Med. Sci. Sports Exerc. 2021;53(1):247.
12. **Qin L., Sun F.H., Huang Y., Sheridan S., Sit C.H., Wong S.H.** Effect of pre-exercise ingestion of  $\alpha$ -lactalbumin on subsequent endurance exercise performance and mood states. Br. J. Nutr. 2019;121(1):22–29. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00585.2019>
14. **Delgado Y., Morales-Cruz M., Figueroa C. M., Hernández-Román J., Hernández G., Griebenow K.** The cytotoxicity of BAMLET complexes is due to oleic acid and independent of the  $\alpha$ -lactalbumin component. FEBS Open Bio. 2015;5:397–404. <https://doi.org/10.1016/j.fob.2015.04.010>
15. **Rammer P., Groth-Pedersen L., Kirkegaard T., Daugaard M., Rytter A., Szyniarowski P., et al.** BAMLET activates a lysosomal cell death program in cancer cells. Mol. Cancer Ther. 2010;9(1):24–32. <https://doi.org/10.1158/1535-7163.MCT-09-0559>
16. **Gade J., Beck A.M., Bitz C., Christensen B., Klausen T.W., Vinther A., Astrup A.** 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0403-y>
18. **West D.W.D., Abou Sawan S., Mazzulla M., Williamson E., Moore D.R.** Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. Nutrients. 2017;9(7):735. <https://doi.org/10.3390/nu9070735>
19. **Morton R.W., Murphy K.T., McKellar S.R., Schoenfeld B.J., Henselmans M., Helms E., 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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>
20. **Jakubczyk A., Karaś M., Rybczyńska-Tkaczyk K., Zielińska E., Zieliński D.** Current Trends of Bioactive Peptides—New Sources and Therapeutic Effect. Foods. 2020;9(7):846. <https://doi.org/10.3390/foods9070846>
21. **Lau J.L., Dunn M.K.** Therapeutic peptides: Historical perspectives, current development trends, and future directions. Bioorg. Med. Chem. 2018;26(10):2700–2707. <https://doi.org/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;21(3):864. <https://doi.org/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;57(6):1119–1132. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.899200>
24. **Carrillo W., Monteiro K.M., Martínez-Maqueda D., Ramos M., Recio I., Ernesto de Carvalho J.** Antiulcerative Activity of Milk Proteins Hydrolysates. J. Med. Food. 2018;21(4):408–415. <https://doi.org/10.1089/jmf.2017.0087>
11. Erratum in: Med. Sci. Sports Exerc. 2021;53(1):247.
12. **Qin L., Sun F.H., Huang Y., Sheridan S., Sit C.H., Wong S.H.** Effect of pre-exercise ingestion of  $\alpha$ -lactalbumin on subsequent endurance exercise performance and mood states. Br. J. Nutr. 2019;121(1):22–29. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00585.2019>
14. **Delgado Y., Morales-Cruz M., Figueroa C. M., Hernández-Román J., Hernández G., Griebenow K.** The cytotoxicity of BAMLET complexes is due to oleic acid and independent of the  $\alpha$ -lactalbumin component. FEBS Open Bio. 2015;5:397–404. <https://doi.org/10.1016/j.fob.2015.04.010>
15. **Rammer P., Groth-Pedersen L., Kirkegaard T., Daugaard M., Rytter A., Szyniarowski P., et al.** BAMLET activates a lysosomal cell death program in cancer cells. Mol. Cancer Ther. 2010;9(1):24–32. <https://doi.org/10.1158/1535-7163.MCT-09-0559>
16. **Gade J., Beck A.M., Bitz C., Christensen B., Klausen T.W., Vinther A., Astrup A.** 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0403-y>
18. **West D.W.D., Abou Sawan S., Mazzulla M., Williamson E., Moore D.R.** Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. Nutrients. 2017;9(7):735. <https://doi.org/10.3390/nu9070735>
19. **Morton R.W., Murphy K.T., McKellar S.R., Schoenfeld B.J., Henselmans M., Helms E., 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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>
20. **Jakubczyk A., Karaś M., Rybczyńska-Tkaczyk K., Zielińska E., Zieliński D.** Current Trends of Bioactive Peptides—New Sources and Therapeutic Effect. Foods. 2020;9(7):846. <https://doi.org/10.3390/foods9070846>
21. **Lau J.L., Dunn M.K.** Therapeutic peptides: Historical perspectives, current development trends, and future directions. Bioorg. Med. Chem. 2018;26(10):2700–2707. <https://doi.org/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;21(3):864. <https://doi.org/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;57(6):1119–1132. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.899200>
24. **Carrillo W., Monteiro K.M., Martínez-Maqueda D., Ramos M., Recio I., Ernesto de Carvalho J.** Antiulcerative Activity of Milk Proteins Hydrolysates. J. Med. Food. 2018;21(4):408–415. <https://doi.org/10.1089/jmf.2017.0087>

25. **Ребезов М.Б.** Вторичное сырье молочной отрасли: современное состояние и перспективы использования. АПК России. 2016;75(1):150–155.

26. **Рязанцева К.А., Коростелева М.М.** Рынок функциональных продуктов, обогащенных сывороточными ингредиентами. Молочная промышленность. 2021;(1):30–33. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-01-30-32>

27. **Володин Д.Н., Золоторева М.С., Топалов В.К.** Сывороточные ингредиенты: анализ рынка и перспективы производства. Молочная промышленность. 2015;(3):60–62.

25. **Rebezov M.B.** Secondary raw materials of the dairy industry: current state and prospects of use. APK Rossii = Agro-industrial complex of Russia. 2016;75(1):150–155 (In Russ.).

26. **Ryazantseva K.A., Korosteleva M.M.** The market for functional products enriched with whey ingredients. Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry. 2021;(1):30–33 (In Russ.). <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-01-30-32>

27. **Volodin D.N., Zolotoreva M.S., Topalov V.K.** Whey ingredients: market analysis and production prospects. Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry. 2015;(3):60–62 (In Russ.).

#### Информация об авторах:

**Кобелькова Ирина Витальевна**, к.м.н., в.н.с. лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», 109240, Россия, Москва, Устьинский пр., 2/14; доцент Академии постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», 125371, Москва, Волоколамское ш., 91. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147> ([irinavit66@mail.ru](mailto:irinavit66@mail.ru))

**Коростелева Маргарита Михайловна\***, к.м.н., в.н.с. лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии», 109240, Россия, Москва, Устьинский пр., 2/14; доцент кафедры управления сестринской деятельностью ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> ([korostel@bk.ru](mailto:korostel@bk.ru))

**Кобелькова Мария Сергеевна**, врач ФГБУ «Поликлиника № 2» Управления делами Президента Российской Федерации, 119146, Россия, Москва, 2-я Фрунзенская улица, д. 4 стр. 1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6742-8528> ([kobelkovams@gmail.com](mailto:kobelkovams@gmail.com))

#### Information about the authors:

**Irina V. Kobelkova**, MD, PhD, Senior Researcher of Sports Anthropology and Nutrition Laboratory of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustyinsky side str., Moscow, 109240; Associate Professor of Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency, 91, Volokolamskoye road, Moscow, 125371, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-5147> ([irinavit66@mail.ru](mailto:irinavit66@mail.ru))

**Margarita M. Korosteleva\***, PhD, interim Senior Researcher of Sports Anthropology and Nutrition Laboratory of the Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, Ustyinsky side str., Moscow, 109240, Russia; Associate Professor of Department of Nursing Management of the Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maclay str., Moscow, 117198, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> ([korostel@bk.ru](mailto:korostel@bk.ru))

**Maria S. Kobelkova**, doctor of the Polyclinic No. 2 of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, 4 bldg. 1, 2nd Frunze str., Moscow, 119146, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6742-8528> ([kobelkovams@gmail.com](mailto:kobelkovams@gmail.com))

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author