

Научная статья

УДК 664.38:796/799

DOI: 10.17586/2310-1164-2023-16-1-10-20

## Исследование качества протеинового батончика для спортивного питания с рыбными белковыми добавками

Ю.О. Некрасова, О.Я. Мезенова\*, М.П. Андреев

*Калининградский государственный технический университет  
Россия, Калининград, \*mezenova@klgtu.ru*

**Аннотация.** Исследовали качество нового протеинового батончика для спортивного питания, обогащенного рыбными протеиновыми добавками, полученного гидролизом рыбной чешуи. Объектами исследования выступали два вида протеиновых добавок и готовый продукт. Изучены основные показатели качества батончика. Массовую долю влаги, жира и золы определяли по ГОСТ 5900-2014, ГОСТ 31902-2012 и ГОСТ 5901-2014; аминокислотный состав – методом ионно-обменной хроматографии; минеральный состав – атомно-абсорбционной спектрометрией. Биологическую ценность белка добавок и готового продукта определяли расчетным методом; структурно-механические характеристики – с помощью текстурного анализатора Brookfield CT3; органолептические показатели – по столбальной шкале; микробиологические – стандартными методами. Пептидно-протеиновая и белково-минеральная добавки содержали белка 98,8 и 54,1% соответственно. Вторая добавка содержала кальция и фосфора 22 и 12% соответственно. Аминокислотный состав батончика показал наличие всех незаменимых аминокислот и важных для спортсмена глицина, пролина, аланина. Массовая доля белка в готовом батончике составила 23,5%, что адекватно 24% его суммарной энергетической ценности и соответствует высокобелковым продуктам спортивного питания по ГОСТ 34006-2016. Доказано, что батончик массой 60 г является функциональным по содержанию кальция и фосфора (удовлетворение суточной нормы соответственно на 44 и 31,4%), витамина Е и пищевых волокон (удовлетворение на 22,4 и 58%). Органолептический анализ выявил его положительное восприятие по всем показателям и отсутствие рыбного привкуса. Суммарная балловая оценка продукта составила 85,75. Установлены рациональные значения реологических показателей: предельное напряжения сдвига 20–25 кПа, адгезия 200–220 мДж, число пенетрации 4,7–5,2 мм, модуль упругости 0,08–0,1. По результатам микробиологических исследований, срок годности протеинового батончиков составил 28 суток.

**Ключевые слова:** пищевые белковые вещества; протеиновый батончик; спортивное питание; рыбные белковые добавки; качество функционального продукта

**Благодарность:** авторы выражают благодарность научно-консультационной лаборатории UBF (Германия) за предоставленную возможность исследования и Фонду содействия инновациям, в рамках которого проведены исследования по программе «У.М.Н.И.К. – 2021»

Original article

## The quality of a protein bar for sports nutrition with fish protein supplements

Yulia O. Nekrasova, Olga Ya. Mezenova\*, Mikhail P. Andreev

*Kaliningrad State Technical University  
Kaliningrad, Russia, \*mezenova@klgtu.ru*

**Abstract.** The quality of a new protein bar for sports nutrition, enriched with fish protein supplements, obtained by hydrolysis of fish scales, was investigated. The objects of the study were two types of protein supplements and the finished product. The paper explores the main indicators of the bar quality. The mass fraction of moisture, fat, and ash was determined according to GOST 5900-2014, GOST 31902-2012 and GOST 5901-2014, the amino acid composition was determined by ion-exchange chromatography, and the mineral composition was determined by atomic absorption spectrometry. The biological value of the additives' protein and the finished product was determined by the calculation method, structural and mechanical characteristics – using a Brookfield CT3 texture analyzer, organoleptic indicators – on a 100-point scale, microbiological indicators – by standard methods. The peptide-protein and protein-mineral supplements contained 98.8% and 54.1% protein, respectively. The second supplement contained calcium and phosphorus, respectively, 22% and 12%. The amino acid composition of the bar showed the presence of all essential amino acids and glycine, proline, alanine, which are important for the athletes. The mass fraction of protein in the finished bar was 23.5%, which is adequate to 24% of its total energy value and corresponds to high-protein sports nutrition products according to GOST 34006-2016. It has been proven that a bar weighing 60 g is functional in terms of the content of calcium and phosphorus (satisfaction with the daily norm by 44% and 31.4%, respectively), vitamin E and dietary fiber (satisfaction

by 22.4% and 58%). The organoleptic analysis revealed its positive perception in all respects and the absence of a fishy aftertaste; the total scoring of the product was 85.75 points. Rational values of rheological parameters were established: limiting shear stress 20–25 kPa, adhesion 200–220 mJ, penetration number 4.7–5.2 mm, elastic modulus 0.08–0.1. According to the results of microbiological studies, the shelf life of protein bars was 28 days.

**Keywords:** food proteins; protein bar; sports nutrition; fish protein supplements; functional product quality

**Acknowledgments:** The authors express their gratitude to the UBF scientific consulting laboratory (Germany) for the opportunity to study and the Innovation Promotion Foundation, within the framework of which the research was carried out under the program U.M.N.I.K. – 2022

## Введение

Сегодня рынок спортивного питания представлен множеством таких товарных категорий, как протеиновые смеси, креатин, аминокислотные и витаминные комплексы, жиросжигатели, гейнеры, энергетики, спортивные напитки, белково-углеводные батончики, изотоники и прочее. К основным категориям данных продуктов также относятся средства для увеличения массы тела, наращивания мышц, стимуляторы производительности и заменители пищи. Однако наибольшей популярностью у российских спортсменов пользуются протеиновые продукты, энергетики и аминокислотные комплексы, как поставщики хорошо усвояемых «строительных» аминокислот и «быстрой» энергии, имеющие в своем составе повышенное содержание белков и углеводов [1, 2].

Среди данных продуктов все большую популярность приобретают так называемые протеиновые батончики, представляющие собой белково-углеводные концентраты, обогащенные минеральными веществами и другими биологически активными компонентами, обладающие привлекательными органолептическими характеристиками [3]. Использование в составе таких продуктов специальных протеиновых добавок как основного источника белка представляется перспективным. С этой целью наиболее часто применяются концентраты белков молочной сыворотки, изоляты молочного и соевого белков [4, 5]. Альтернативным и перспективным сырьем для производства протеиновых добавок видится вторичное рыбное сырье (чешуя, хребты, головы рыб), богатое незаменимыми аминокислотами (особенно метионином и лизином) в отличие от большинства белков из растительных источников, а также заменимыми аминокислотами, участвующими в синтезе и репарации опорно-двигательного аппарата (глицин, пролин, аспарагин и др.) [6].

Сегодня на рынке спортивного питания протеиновых батончиков с рыбными белковыми добавками нет. Причиной такой ситуации, возможно, является специфические вкусо-ароматические свойства рыбных добавок, ограничивающие круг потенциальных потребителей и не всегда вписывающиеся гармонично в представление о качестве продукта. Для применения потенциала белковых рыбных добавок следует искать источники их изготовления с минимальным рыбным запахом (например, чешуя), использовать метод получения добавок с максимальной утилизацией рыбных жиров, обуславливающих «рыбный» запах, а также подобрать рецептурную композицию, сбалансированно дополняющую химический состав и органолептические свойства продукции.

В настоящее время потребителям продуктов спортивного питания предлагается широкий ассортимент высокобелковых батончиков. Они традиционно содержат белковые компоненты на уровне 20–50%, включают моно- и дисахара, другие низкомолекулярные соединения (глицерин), спирты (сорбит), липиды (пальмовое масло), а также витамины и минеральные вещества [7, 8]. Независимо от рецептур их создание является сложной задачей, прежде всего, из-за взаимодействия ингредиентов во время смешивания, в результате чего возможно получение продукта с проблемной консистенцией и/или быстро меняющимся сенсорным профилем. В результате продукт может иметь жесткую, мажущуюся, крошащуюся или с другими дефектами консистенцию, неприглядный внешний вид, неприятные вкусовые оттенки, посторонние запахи. Отверждение текстуры и изменение органолептических свойств может продолжиться при хранении батончика, что обусловлено различными физико-химическими процессами, например реакциями Майяра, кристаллизацией сахаров, молекулярными миграциями [9, 10]. В связи с этим важной задачей получения протеиновых батончиков для спортивного питания является изучение его основных показателей качества, прежде всего,

протеиновой составляющей, наличие ключевых биологически активных веществ, органолептических и структурно-механических характеристик, а также обоснование срока годности.

В спортивном протеиновом питании приоритетное значение имеет качественный состав аминокислот белков, в том числе содержание незаменимых аминокислот, а также наличие «структурных» аминокислот, формирующих опорно-двигательные ткани спортсмена. Источником первой группы аминокислот являются рыбные белки, отличающиеся сбалансированностью и высокой усвояемостью, наличием всех незаменимых аминокислот, богатые метионином и лизином, а также некоторые белки растительного происхождения (кедрового ореха, льна). К источникам второй группы аминокислот относятся коллагеновые белки, в том числе рыбного происхождения (чешуя, кости, кожа), содержащие такие «структурные» аминокислоты, как глицин, пролин, оксипролин, аспарагин и другие. Они участвуют в поддержании опорно-двигательного аппарата спортсмена, который претерпевает основные нагрузки в скоростно-силовых видах спорта (легкая атлетика, баскетбол, футбол и др.). Для повышения аминокислотной сбалансированности и во избежание дефицита аминокислот для мышечной ткани спортсмена, а также укрепления его опорно-двигательного аппарата необходимо употреблять белки из различных источников. Для повышения их усвояемости рационально нативные белки обогащать протеиновыми гидролизатами, прежде всего, коллагеновых и плохо усвояемых тканей, содержащих низкомолекулярные пептиды и аминокислоты [11, 12].

На кафедре пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета разработаны технологии получения из коллагенсодержащих рыбных тканей двух видов пищевых добавок, представляющих собой высушенные протеиновые продукты глубокого гидролиза чешуи рыб и других коллагенсодержащих тканей (голов, костей, кожи). Это водорастворимая пептидно-протеиновая и водонерастворимая белково-минеральная добавки, которые практически не содержат жира. Первая включает более 80% массы низкомолекулярных коротких пептидов (ММ менее 10 кДа), а вторая добавка богата высокомолекулярным белком (45–55%) и ценными минеральными веществами (кальций, фосфор – более 20%). Данные добавки имеют вид тонкодисперсных порошкообразных смесей, специфические органолептические свойства, при этом в добавках из чешуи практически не проявляется рыбный запах [13]. Рыбные протеиновые добавки из чешуи были успешно апробированы в составе специализированных продуктов антистрессового, геродиетического, нейромедиаторного и спортивного назначения в виде желированных, капсулированных, мучных изделий, как источники эффективных аминокислот, коротких активных пептидов, фосфора и кальция [14–17].

Цель настоящей работы – изучение основных характеристик качества протеинового батончика для спортивного питания, изготовленного формованием сырья растительного и животного происхождения, с использованием протеиновых добавок из коллагенсодержащего рыбного сырья (чешуи сардины/сардинеллы).

Для достижения данной цели необходимо было изучить биологическую ценность протеиновых добавок и готового продукта, оценить его общий химический состав, количество функциональных ингредиентов, минеральный профиль, органолептические и реологические характеристики, а также обосновать рекомендуемый срок годности.

### **Объекты и методы исследования**

Исследования проводили на кафедре пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета и в Научно-исследовательской и консультационной лаборатории UBF (Альтландсберг, Германия).

Рецептура батончика и технология его изготовления ранее уже были опубликованы [18]. Сущность технологии заключается в формовании полезных для спортсмена компонентов, содержащих функциональные ингредиенты и обладающие адгезией (кедровый орех, льняной жмых, очищенные от косточек свежеполученные яблочные выжимки, протеиновые добавки из рыбной чешуи). Формованный продукт для закрепления цельности и повышения гастрономической привлекательности покрывали шоколадной глазурью.

В качестве рыбных белковых добавок в составе разработанного протеинового батончика для спортивного питания использовали пептидно-протеиновую и белково-минеральную добавки, полученные

из сухой чешуи сардины/сардинеллы комбинированным ферментативно-термическим гидролизом (ТУ 9283-005-00471544-2016 «Добавка пищевая технологическая «Ихтиоколлагеновый ферментолитат», ТУ 9283-006-00471544-2016 «Добавка пищевая технологическая «Белково-минеральный ихтиокомплекс»). Чешуя была представлена рыбконсервным комплексом ОАО «РоКон», как отходы при производстве консервов «Сардины в масле» [16, 17].

Исследование сырья и готового продукта проводили с помощью стандартных и общепринятых методов. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 5900-2014, золы – по ГОСТ 5901-2014, белка – по методу Кьельдаля (ГОСТ 7636), жира – по ГОСТ 31902–2012. Количество витамина С определяли йодометрическим методом в соответствии с ГОСТ 24556-89.

Аминокислотный состав белков рыбных протеиновых добавок определяли ионно-обменной хроматографией в лаборатории UBF (Альтландсберг, Германия). Там же оценивали минеральный состав белково-минеральной добавки методом атомно-абсорбционной спектрометрии, содержание витамина Е (альфа-, бета-, гамма- и дельта-токоферол) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе фирмы Shimadzu (Япония), суммарное содержание фенольных веществ (флавоноидов) с антиоксидантными свойствами методом спектрофотометрии на приборе U-3000 Hitachi (Япония) при длине волны 760 нм с реактивом Фолина–Чокальтеу. В качестве стандарта использовали галловую кислоту.

Органолептическую оценку качества проводили по специально разработанной пятибалльной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей (суммарная оценка 100 баллов), а также описательным и профильным методами.

Реологические свойства, как важные структурные показатели формованных протеиновых батончиков, определяли на текстурном анализаторе консистенции Brookfield СТ3 (США). Оценивали число пенетрации, модуль упругости, предельное напряжение сдвига (ПНС), адгезию на двух технологических операциях, формирующих структуру измельченной массы, – подсушки и глазирования батончиков [13, 14].

Срок годности протеинового батончика устанавливали по изменению микробиологических показателей при хранении при комнатной температуре. Определяли бактерии группы кишечной палочки (ГОСТ 31747-2012), показатель КМАФАнМ (ГОСТ 10444.15-94), содержание дрожжей и плесеней (ГОСТ 10444.12-2013).

## Результаты исследований

Определение содержания белка в рыбных протеиновых добавках, полученных из чешуи сардины и сардинеллы, показало, что обе добавки являются его эффективным источником. В пептидно-протеиновой растворимой добавке его количество составило 98,8%, а в белково-минеральной – 54,1%. Ранее установлен фракционно-молекулярный состав белков растворимой добавки, в которой основную массу (более 90%) составляют низкомолекулярные пептиды с молекулярной массой менее 10%, являющиеся физиологически активными и высоко усвояемыми компонентами. Белково-минеральная добавка богата высокомолекулярным белком (54,1%) и ценными минеральными веществами (кальций, фосфор содержатся соответственно 22,2 и 12,0%) [13, 14].

При анализе аминокислотного состава протеиновых рыбных добавок, представленного в таблице 1, видна существенная разница в их составе. В пептидно-протеиновой добавке содержатся все незаменимые аминокислоты с повышенным содержанием лизина, лейцина, фенилаланина. Среди заменимых аминокислот повышенное содержание имеют аланин, аргинин, глицин. Обнаружены и другие биологически активные азотистые соединения: карнозин, цитруллин, орнитин и таурин. Белково-минеральная добавка характеризуется пониженным содержанием всех исследуемых аминокислот, в том числе незаменимых. Среди заменимых аминокислот выделяются аланин, аргинин, серин, аспарагиновая кислота, глицин и гистидин. Показатели биологической ценности белков пептидно-протеиновой и белково-минеральной добавок составляют соответственно 59,9 и 10,7%.

Данные по общему химическому составу, содержанию биологически активных веществ в протеиновом батончике и соответствию их количественного уровня физиологической суточной потребности представлены в таблице 2.

**Таблица 1. Аминокислотный состав пептидно-белковой и белково-минеральной добавок, г/100 г продукта**  
**Table 1. Amino acid composition of peptide-protein and protein-mineral supplements, g/100 g of product**

Аминокислота	Пептидно-протеиновая добавка	Белково-минеральная добавка
незаменимые аминокислоты		
изолейцин	5,07	0,22
лейцин	11,68	1,38
валин	7,68	0,46
метионин	5,41	0,31
фенилаланин	6,81	0,73
триптофан	0,98	0
лизин	9,89	1,17
треонин	5,13	0,97
заменяемые аминокислоты		
аланин	9,99	1,04
аргинин	8,75	2,06
аспарагин	1,38	0,29
аспарагиновая кислота	2,5	0,96
карнозин	0,32	0
цитруллин	0,79	0
цистин	0	0
глутамин	1,17	0,14
глутаминовая кислота	6,2	0,52
глицин	7,16	0,75
гистидин	3,9	0,94
гидроксипролин	0,48	0
орнитин	3,56	0,16
пролин	2,75	0,2
серин	4,41	1,14
таурин	1,64	0,33
тирозин	3,68	0,62

**Таблица 2. Химический состав и энергетическая ценность протеинового батончика**  
**Table 2. Chemical composition and energy value of a protein bar**

Показатель	Содержание в 100 г	Содержание в 60 г батончика	Суточная потребность** г/сутки	% от суточной потребности (60 г продукта)
содержание влаги, %	18,5	–	–	–
содержание белка, %	23,5	14,1	81,7	17,2
содержание жира, %	10,5	6,3	96,5	5,2
содержание золы, %	4,2	2,53	–	–
содержание углеводов*, %	43,3	25,9	–	–
в т.ч. клетчатки, %	19,4	11,6	20	58
содержание кальция, г	0,73	0,44	1	44
содержание фосфора, г	0,36	0,22	0,7	31,4
содержание флавоноидов, мг/%	364,9	218,4	250	87,4
витамин E***, мг/%	5,6	3,36	15	22,4
витамин С, мг/%	3,5	2,07	90	2,2
энергетическая ценность, ккал	390,0	234,0	–	–

\*содержание углеводов получено расчетным способом

\*\*в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации

\*\*\* содержание витамина E получено расчетным путем на основе полученного его содержания в кедровых орехах

Анализ данных таблицы 2 показывает, что готовый протеиновый батончик является высокобелковым продуктом (массовая доля белка 23,5%), что соответствует 24% его суммарной энергетической ценности и позволяет отнести к высокобелковым продуктам питания в соответствии с ГОСТ 34006-2016 «Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения». По общепринятой классификации спортивного питания его

также можно отнести к гейнерам (белково-углеводным продуктам), поскольку 43,3% в нем приходится на углеводы, в том числе более 20% – это крахмал, моно- и дисахара, являющиеся углеводами быстрого усвоения. По содержанию важных для опорно-двигательного аппарата кальция и фосфора полученный продукт можно отнести к функциональному, поскольку употребление одного батончика массой 60 г позволяет удовлетворить суточную потребность в данных микроэлементах соответственно на 44 и 31,4%. Кроме того, в питании спортсменов необходимы пищевые волокна и фенольные вещества-антиоксиданты как стимуляторы пищеварения, в том числе симбиозного, а также в качестве компенсатора свободных окисляющих радикалов. Из таблицы 2 следует, что 60 г батончика по содержанию клетчатки, флавоноидов и витамина Е удовлетворяют физиологическую потребность соответственно на 58; 87,36 и 22,4%, что также свидетельствует о функциональном уровне продукта по данным биологически активным компонентам.

Биологическую ценность суммарного белка готового протеинового батончика определяли по содержанию незаменимых аминокислот в белоксодержащих компонентах батончика с учетом их массовых долей (таблица 3).

Таблица 3. Содержание незаменимых аминокислот в протеиновом батончике массой 60 г и в отдельных компонентах с учетом их массовых долей (мг/100 г)

Table 3. The content of essential amino acids in a protein bar weighing 60 g and in individual components, taking into account their mass fractions (mg/100 g)

Аминокислота	Содержание в батончике, г/100 г	Жмых льняной (г/35 г)	Кедровый орех (г/9 г)	Пептидно-белковая добавка+ белково-минеральная добавка (г/15 г)
лизин	2,05	0,17	0,57	1,30
метионин	0,93	0,07	0,16	0,70
триптофан	0,29	0,05	0,12	0,13
валин	1,55	0,22	0,34	1,00
лейцин	2,71	0,21	0,96	1,54
изолейцин	1,12	0,17	0,54	0,66
треонин	1,36	0,12	0,31	0,68
фенилаланин	2,17	0,14	0,65	0,02

На основании представленных расчетов по аминокислотной сбалансированности установлена высокая биологическая ценность суммарного белка батончика (71,4%), превышающая значение данного показателя в отдельных рыбных протеиновых добавках. Таким образом, комбинированием белоксодержащих компонентов различного происхождения было достигнуто повышение аминокислотной сбалансированности готового протеинового продукта.

При обосновании рецептуры протеинового батончика одним из факторов выбора компонентов помимо содержания белка являлась адгезионная способность добавок, обуславливающая формирование цельной формы продукта с прочной структурой, приближенной по консистенции к традиционным кондитерским батончикам. Важным фактором формирования прочности реструктурированной композиции является процесс подсушки, предусмотренный в технологии батончика.

В работе были исследованы реологические свойства батончиков до и после подсушки, а также после нанесения шоколадной глазури, завершающей процесс изготовления батончика. Измеряли число пенетрации, модуль упругости, предельное напряжение сдвига, адгезию, которые всесторонне характеризуют консистенцию батончика и ее изменение на названных операциях. Пенетрация как мера проникновения конусного тела в вязкую среду приоритетно характеризует густоту и плотность продукта. Показатель упругости отражает свойство материала возвращаться в изначальную форму при упругой деформации. Предельное напряжение сдвига свидетельствует о сопротивлении массы действию касательной составляющей приложенной силы и рассчитывается отношением напряжения сдвига к поверхности [19].

На рисунке 1 приведены кривые деформации, а в таблицах 4–5 даны количественные значения названных реологических показателей исследованных образцов батончика.

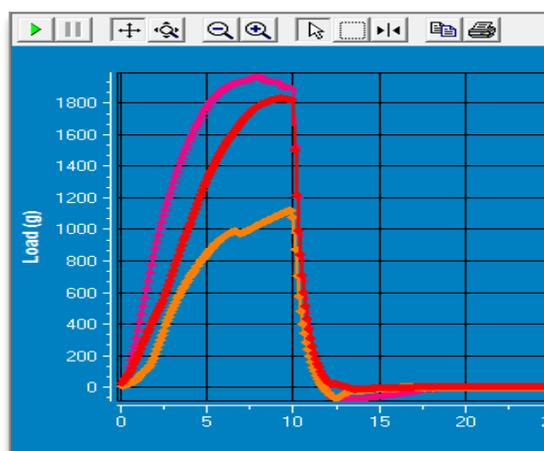


Рисунок 1 – Кривые деформации опытных образцов протеинового батончика: желтая линия – батончик до подсушки; розовая линия – батончик после подсушки; красная линия – готовый продукт с шоколадной глазурью. По оси ординат – значения нагрузки (g)

Figure 1. Deformation curves of protein bar prototypes: yellow line – bar before drying; pink line – bar after drying; red line – finished product. Y-axis – load values (g)

Таблица 4. Значения пенетрации и модуля упругости образцов протеинового батончика, предназначенного для спортивного питания

Table 4. Values of penetration and modulus of elasticity for samples of a protein bar intended for sports nutrition

Продукт	Число пенетрации, мм	Модуль упругости
батончик до подсушки	4,69	0,08
батончик после подсушки	3,98	0,07
батончик с шоколадной глазурью	4,96	0,09

Таблица 5. Значения ПНС и адгезии образцов протеинового батончика, предназначенного для спортивного питания

Table 5. Values of PNS and adhesion for samples of a protein bar intended for sports nutrition

Продукт	Предельное напряжение сдвига, кПа	Адгезия, мДж
батончик до сушки	25,9	97,1
батончик после сушки	49,7	283,7
батончик с шоколадной глазурью	22,3	209,3

Анализ полученных реологических данных показывает, что в результате подсушки батончик становится более прочным, а после покрытия шоколадной глазурью показатели пенетрации и упругости увеличиваются, что свидетельствует о снижении прочностных свойств готовой продукции. На 10–12 сек. (рисунок 1) происходит разрушение структуры и разлом образцов батончика в результате приложенной силы. Однако наибольшей деформации подвергается батончик до подсушки, в то время как готовый продукт держит форму и имеет наиболее привлекательные потребительские свойства. При этом показатель адгезии повышается, а продукт приобретает монолитную не расслаивающуюся консистенцию. В результате проведенных реологических исследований были определены рациональные значения измеренных показателей (таблица 6), соблюдение которых позволяет получать продукт, цельный и прочный по форме, раскусывающийся без особых усилий, с желаемой структурой, адекватной традиционным кондитерским батончикам.

Таблица 6. Рациональные значение реологических показателей протеинового батончика, предназначенного для спортивного

Table 6. Rational values of rheological parameters of a protein bar intended for sports

Показатель	Значение
предельное напряжение сдвига, кПа	20–25
адгезия, мДж	200–220
число пенетрации, мм	4,7–5,2
модуль упругости	0,08–0,1

Для органолептической оценки гастрономической привлекательности нового продукта была использована стандартная описательная терминология. Внешний вид батончика – поверхность чистая, без повреждений; цвет – от светло-коричневого до темно-коричневого, однородный; вкус – приятный, свойственный данному виду батончика, сбалансированный по основным признакам, характерным для компонентов, без посторонних привкусов; запах – выраженный, сбалансированный, без посторонних оттенков, приятный; консистенция – плотная, раскусывающаяся без усилий, достаточно упругая; вид на срезе – однородная и цельная структура.

На следующем этапе был проведен сравнительный органолептический анализ качества двух протеиновых батончиков – экспериментального (с протеиновыми добавками из чешуи) и контрольного (Protein Bar, производство компании «Эвалар», для спортивного питания). Анализ проводили опытные дегустаторы по пятибалльной шкале с применением коэффициентов значимости (КЗ) отдельных показателей (суммарная максимальная оценка 100 баллов). Результаты сравнительных испытаний, приведенные в таблице 7, свидетельствуют о предпочтительности во вкусе, консистенции, виде на разрезе экспериментального батончика относительно производственного. Комплексный показатель качества разработанного продукта составил 85,75 баллов из возможных 100 (против 80,25 баллов у контрольного батончика Protein Bar), что адекватно категориям качества «высшая» и «первая» соответственно.

Таблица 7. Сравнительная органолептическая оценка показателей качества протеиновых батончиков  
Table 7. Comparative organoleptic evaluation of quality indicators for protein bars

Показатель	Разработанный батончик		Батончик Protein Bar	
	без учета КЗ	с учетом КЗ	без учета КЗ	с учетом КЗ
внешний вид поверхности	4,25	17,0	4,5	18,0
вкус	4,5	22,5	3,75	18,75
цвет	4,5	18,0	3,75	15,0
запах	4,5	13,5	5,0	15,0
консистенция	5,0	10,0	4,5	9,0
внешний вид на разрезе	4,75	4,75	4,5	4,5
комплексный показатель качества	85,75		80,25	

Для наиболее полной характеристики основных органолептических показателей (запаха и вкуса) протеинового батончика была предложена идентификация наиболее характерных оттенков (шоколадный, фруктовый, зерновой, ореховый, рыбный). Количественный анализ интенсивности их выражения позволил получить профилограммы запаха и вкуса батончика, представленные на рисунках 2 и 3. Наиболее выраженным в запахе и вкусе является шоколадный оттенок, не пропадающий даже при формировании пищевого комка при анализе вкуса. Далее по интенсивности следуют ореховый, яблочный и льняной привкусы и ароматы. Рыбный оттенок не был установлен ни одним из дегустаторов. Они отметили сбалансированность индивидуальных вкусо-ароматических оттенков, характерных для составляющих продукта, в общем специфическом вкусо-ароматическом букете, а также облагораживающий шоколадный эффект, обусловленный поверхностной глазурью.

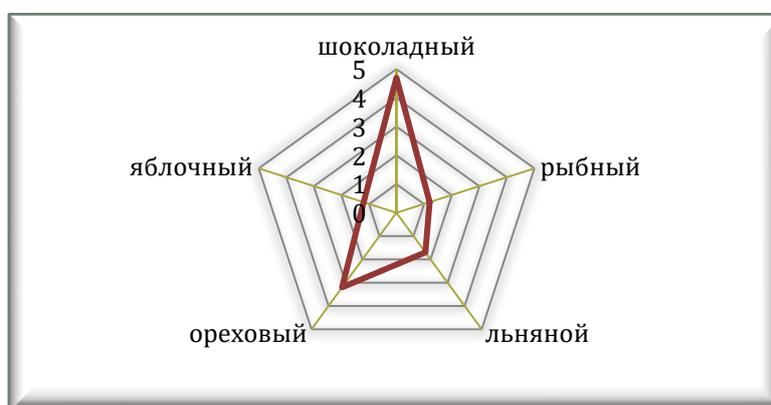


Рисунок 2 – Профиль запаха протеинового батончика  
Figure 2. Protein bar smell profile

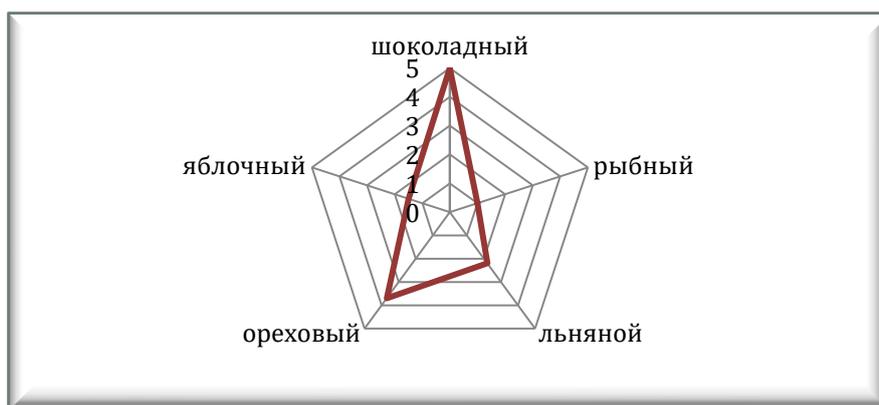


Рисунок 3 – Профиль вкуса протеинового батончика  
Figure 3. Protein bar flavor profile

Заключительный этап исследований был посвящен обоснованию срока годности протеинового батончика по ключевым санитарно-гигиеническим показателям. Полученные в процессе хранения разработанного продукта микробиологические показатели по обсеменению готового продукта свидетельствуют о превышении нормативного значения КМАФАнМ после 35 суток хранения ( $1 \cdot 10^4$  КОЕ/г). При этом по содержанию бактерии группы кишечной палочки, дрожжей и плесеней превышение регламентированного уровня не установлено. С учетом коэффициента резерва был рекомендован срок годности нового протеинового батончика 28 суток.

## Заключение

Протеиновый батончик для спортивного питания, изготовленный формованием сырья растительного и животного происхождения с использованием добавок из коллагенсодержащего рыбного сырья, имеет показатели качества адекватные требованиям, предъявляемым к спортивному протеиновому питанию. При употреблении одного батончика массой 60 г организм получает 234 ккал, что позволяет быстро восполнить энерготраты организма после тренировки и удовлетворить суточную потребность в белке на 17,2%. Установлена высокая биологическая ценность комбинированного белка (71,4%). С ним в организм спортсмена поступают быстро усваиваемые незаменимые и заменимые аминокислоты, участвующие во многих метаболических процессах, в том числе активные короткие пептиды. По содержанию важных для опорно-двигательного аппарата спортсмена кальция и фосфора батончик является функциональным, его употребление позволяет удовлетворить суточную потребность в данных микроэлементах соответственно на 44 и 31,4%. По содержанию клетчатки, флавоноидов и витамина Е, участвующих в пищеварительных и антиоксидантных процессах, батончик удовлетворяет физиологическую потребность соответственно на 58; 87,36 и 22,4%, что также свидетельствует о его функциональном уровне.

Установлены рациональные значения структурно-механических показателей батончика: предельное напряжение сдвига 20–25 кПа, адгезия 200–220 мДж, число пенетрации 4,7–5,2 мм, модуль упругости 0,08–0,1. В пределах данных значений разработанный протеиновый батончик обладает заданной консистенцией, адекватной традиционным изделиям этой группы. Сравнительный сенсорный анализ определил более высокий органолептический уровень готового продукта, относительно выпускаемого промышленностью, при этом рыбных оттенков во вкусе и запахе не установлено. Рекомендуемый срок годности батончика составляет 28 суток.

## Литература

1. Valenta R., Dorofeeva Yu. Sport nutrition: the role of macronutrients and minerals in endurance exercises. *Foods and Raw Materials*. 2018, V.2, pp. 403–412. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-2-403-412
2. Худяков М.С. Рынок спортивного питания // Сибирский торгово-экономический журнал. 2015. № 1. С. 89–91.
3. Jovanov P., Sakač M., Jurdana M., Pražnikar Z.J., [et al.]. High-protein bar as a meal replacement in elite sports nutrition: A pilot study. *Foods*. 2021, V. 10, Is. 11, article 2628. <https://doi.org/10.3390/foods10112628>

4. Abdel-Salam F.F., Ibrahim R.M., Ali M.I. Formulation and evaluation of high energy-protein bars as a nutritional supplement for sports athletics. *American Journal of Food Science and Technology*. 2022, V. 10, no. 1, pp. 53–65. DOI: 10.12691/ajfst-10-1-8
5. Jabeen S., Inam-ur-Raheem M., Hettiarachchy N., Sameen A., Riaz A., Khan W., Ayub Z., Abdullah M., Aadil R.M. Effect of nutri-bar in the development of stamina building and exercise-performance in young male-athletes. *Food Science and Technology*. 2021, V. 41, Is. 4, pp. 1017–1024. <https://doi.org/10.1590/fst.26620>
6. Khiari Z., Ndagijimana M., Betti M. Low molecular weight bioactive peptides derived from the enzymatic hydrolysis of collagen after isoelectric solubilization/precipitation process of turkey by-products. *Poultry Science*. 2014, V. 93, Is. 9, pp. 2347–2362. DOI: 10.3382/ps.2014-03953
7. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П., Молибога Е.А. Современное состояние и перспективы развития производства специализированных продуктов для питания спортсменов // Вопросы питания. 2017. Т. 86. N 2. С. 100–106.
8. Edenfield K.M. Sports supplements: Pearls and pitfalls. *Prim Care*. 2020, V. 47, no. 1, pp. 37–48. DOI: 10.1016/j.por.2019.10.002
9. Беркетова Л.В., Еремина С.В. Протеинсодержащие продукты – как альтернатива источникам белка в рационе // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 8. С. 154–161. DOI: 10.5281/zenodo.1345205
10. Jang L.G., Choi G., Kim S.W., Kim B.Y., Lee S., Park H. The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: An observational study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019, V. 16, Is. 1, article 21. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0290-y>
11. Кременевская М.И., Арет В.А., Соснина О.А., Панченко М.Ю., Рубцов А.К., Москвичева Е.В. Особенности технологии функциональных ингредиентов, обогащенных биологически активными веществами хондропротекторного действия // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2021. № 1. С. 43–52. DOI: 10.17586/2310-1164-2021-14-1-43-52
12. Мезенова О.Я., Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С., Мерзель Й.-Т., Хелинг А. Биотехнология гейнеров для спортивного питания на основе активных пептидов рыбной чешуи // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2014. Т. 10. № 1. С. 20–24.
13. Мезенова Н.Ю., Верхотуров В.В., Мезенова О.Я., Волков В.В., Байдалинова Л.С. Определение технологических показателей порошков биологически активных пептидов из рыбьей чешуи в составе биопродукта для спортивного питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6. № 2. С. 104–114. DOI: 10.21285/2227-2925-2016-6-2-104-114
14. Матковская М.В., Мезенова О.Я. Биотехнология продуктов геродиетического профиля // Вестник Международной академии холода. 2015. № 4. С. 23–26.
15. Король С., Мезенова О.Я. Обоснование состава и качества желированного биопродукта, предназначенного для повышения стрессоустойчивости организма // Вестник молодежной науки. 2020. № 3. С. 11. DOI: 10.46845/2541-8254-2020-3(25)-11-11
16. Романенко Н.Ю., Мезенова О.Я., Некрасова Ю.О. Специализированные продукты спортивного питания с использованием протеиновых композиций гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья // Вестник МГТУ. 2021. Т. 24. № 4. С. 414–427. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-414-427>
17. Некрасова Ю.О., Мезенова О.Я., Мерзель Й.-Т. Обоснование использования биопотенциала гидролизатов коллагенсодержащего рыбного сырья в протеиновом спортивном питании // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11. N 4. С. 603–616. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-603-616>
18. Некрасова Ю.О., Мезенова О.Я. Моделирование рецептуры протеинового батончика, предназначенного для спортивного питания // Вестник молодежной науки. 2021. №5. [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-5\(32\)-9-9](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-5(32)-9-9)
19. Круподёров А.Ю., Николаев Л.К., Кузнецов А.В. Реологические характеристики anomalно вязких пищевых продуктов и других сред // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 4. С.96–106.

## References

1. Valenta R., Dorofeeva Yu. Sport nutrition: the role of macronutrients and minerals in endurance exercises. *Foods and Raw Materials*. 2018, V.2, pp. 403–412. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-2-403-412
2. Hudyakov M.S. Sports nutrition market. *Sibirskii Torgovo-ekonomicheskii Zhurnal*. 2015, no. 1, pp. 89–91. (In Russian)
3. Jovanov P., Sakač M., Jurdana M., Pražnikar Z.J. [et al.]. High-protein bar as a meal replacement in elite sports nutrition: A pilot study. *Foods*. 2021, V. 10, Is. 11, article 2628. <https://doi.org/10.3390/foods10112628>
4. Abdel-Salam F.F., Ibrahim R.M., Ali M.I. Formulation and evaluation of high energy-protein bars as a nutritional supplement for sports athletics. *American Journal of Food Science and Technology*. 2022, V. 10, no. 1, pp. 53–65. DOI: 10.12691/ajfst-10-1-8
5. Jabeen S., Inam-ur-Raheem M., Hettiarachchy N., Sameen A., Riaz A., Khan W., Ayub Z., Abdullah M., Aadil R.M. Effect of nutri-bar in the development of stamina building and exercise-performance in young male-athletes. *Food Science and Technology*. 2021, V. 41, Is. 4, pp. 1017–1024. <https://doi.org/10.1590/fst.26620>

6. Khiari Z., Ndagijimana M., Betti M. Low molecular weight bioactive peptides derived from the enzymatic hydrolysis of collagen after isoelectric solubilization/precipitation process of turkey by-products. *Poultry Science*. 2014, V. 93, Is. 9, pp. 2347–2362. DOI: 10.3382/ps.2014-03953
7. Gavrilova N.B., Shchetinin M.P., Moliboga E.A. Modern state and prospects of the development of production of specialized foodstuffs for athletes. *Problems of Nutrition*. 2017, V. 86, no. 2, pp. 100–106. (In Russian)
8. Edenfield K.M. Sports supplements: Pearls and pitfalls. *Prim Care*. 2020, V. 47, no. 1, pp. 37–48. DOI: 10.1016/j.pop.2019.10.002
9. Berketova L.V., Eremina S.V. Proteinaceous products as alternative protein sources in the diet. *Bulletin of Science and Practice*. 2018, no. 8, pp. 154–161. DOI: 10.5281/zenodo.1345205 (In Russian)
10. Jang L.G., Choi G., Kim S.W., Kim B.Y., Lee S., Park H. The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019, V. 16, Is. 1, article 21. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0290-y>
11. Kremenevskaya M.I., Aret V.A., Sosnina O.A., Panchenko M.Yu., Rubcov A.K., Moskvicheva E.V. Features of the technology of functional ingredients enriched with biologically active substances of chondroprotective action. *Processes and Food Production Equipment*. 2021, no. 1, pp. 43–52. DOI: 10.17586/2310-1164-2021-14-1-43-52. (In Russian)
12. Mezenova O.Ya., Mezenova N.Yu., Bajdalinova L.S., Moersel J.-Th., Heling A. Biotechnology of gainers for sports nutrition based on active peptides of fish scales. *Vestnik biotekhnologii i fiziko-khimicheskoi biologii im. Yu.A. Ovchinnikova*. 2014, V. 10, no.1, pp. 20–24. (In Russian)
13. Mezenova N.Yu., Verkhoturov V.V., Mezenova O.Ya., Volkov V.V., Baydalinova L.S. Determination of technological parameters of powdery active peptides from fish scales as part of bioproduct for sport nutrition. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2016, V. 6, no. 2, pp. 104–114. DOI: 10.21285/2227-2925-2016-6-2-104-114. (In Russian)
14. Matkovskaya M.V., Mezenova O.Ya. Biotechnology of products from fish waste for elderly nutrition. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2015, no. 4, pp. 23–26. (In Russian)
15. Korol S., Mezenova O.Ya. Substantiation of composition and quality of the jellied bioproduct intended to increase the stress stability of the organism. *Vestnik molodezhnoi nauki*. 2020, no. 3, P. 11. DOI: 10.46845/2541-8254-2020-3(25)-11-11. (In Russian)
16. Romanenko N.Yu., Mezenova O.Ya., Nekrasova Yu.O. Specialized sports nutrition products using protein hydrolysis compositions of collagen-containing fish raw materials. *Vestnik of MSTU*. 2021, V. 24, no. 4, pp. 414–427. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-4-414-427>. (In Russian)
17. Nekrasova Yu.O., Mezenova O.Ya., Moersel J.-Th. Biopotential of collagen-containing hydrolysates obtained from fish raw materials for protein sports nutrition. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2021, V. 11, no. 4, pp. 603–616. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-4-603-616>. (In Russian)
18. Nekrasova Yu.O., Mezenova O.Ya. Modeling the recipe for a protein bar intended for sports nutrition. *Vestnik molodezhnoi nauki*. 2021, no. 5. [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-5\(32\)-9-9](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-5(32)-9-9). (In Russian)
19. Krupoderov A.Yu., Nikolaev L.K., Kuznetsov A.V. Rheological characteristics of abnormally viscous food products and other media. *Processes and Food Production Equipment*. 2014, no. 4, pp. 96–106. (In Russian)

#### Информация об авторах

Юлия Олеговна Некрасова – аспирант кафедры пищевой биотехнологии

Мезенова Ольга Яковлевна – д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии

Андреев Михаил Павлович – д-р техн. наук, профессор кафедры пищевой биотехнологии

#### Information about the authors

Yulia O. Nekrasova, Postgraduate Student, Department of Food Biotechnology

Olga Ya. Mezenova, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Food Biotechnology

Mikhail P. Andreev, Dr. Sci. (Eng.) Professor of the Department of Food Biotechnology

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 21.01.2023

Одобрена после рецензирования 16.02.2023

Принята к публикации 21.02.2023

The article was submitted 21.01.2023

Approved after reviewing 16.02.2023

Accepted for publication 21.02.2023