

УДК 664.959.5:796.42:61

## ИННОВАЦИОННОЕ ПИТАНИЕ СПОРТСМЕНОВ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Н.Ю. Мезенова

## INNOVATIVE NUTRITION FOR SPORTSMEN OF SPEED-POWER ORIENTATION

N.Yu. Mezenova

**Аннотация.** Научно доказана необходимость включения в рацион спортсменов специализированных продуктов белково-углеводного состава (гейнеров) для повышения скоростно-силовых показателей. На калининградском рынке спортивного питания установлена высокая востребованность в гейнерах на натуральной основе. Предпочтительным инновационным источником белков с экономической и экологической позиций является вторичное биологическое сырье. Покровные ткани рыб как отходы рыбоперерабатывающих производств являются богатейшим источником ихтиоколлагена, активные пептиды деструкции которого представляют огромный практический интерес в профилактике заболеваний опорно-двигательного аппарата спортсменов. Установлено, что ферментативная обработка чешуи рыб обеспечивает выход белковых веществ свыше 90 %, при этом содержание активной пептидной фракции с молекулярной массой менее 10 кДа составляет до 98 %. Из чешуи разработана технология пищевой добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат» путем ее биомодифицированной ферментными препаратами «Alcalase 2.5L» и «Коллагеназа». Разработана технология гейнера для спортивного питания с использованием данной пищевой добавки. В качестве углеводной составляющей в гейнере использованы продукты жизнедеятельности медоносных пчел, проявление эргогенного действия которых относит их к адаптогенам, анаболизаторам, антиоксидантам и активаторам и ингибиторам обмена веществ в спортивном питании. Комплексной оценкой качества готовой продукции установлена ее высокая биологическая ценность, безопасность и хранимоспособность. Обоснован срок годности и разработаны рекомендации по употреблению. Показана эффективность употребления в спорте на примере репрезентативной группы добровольцев. Установлены сдвиги некоторых клинико-биохимических характеристик крови спортсменов и их скоростно-силовых показателей во время тренировочного процесса. Проведена промышленная апробация технологии на базе рыбоконсервного предприятия ООО «РосКон» и немецкой биотехнологической фирмы «ANiMOX». Рассчитана экономическая эффективность внедрения разработок в производство.

**Ключевые слова:** спортивное питание; ихтиоколлаген; активные пептиды; чешуя; анипродукты; биопродукт.

**Abstract.** The need to include of special protein and carbohydrate products (gainer) in the ration of sportsmen for speed-power indicators increase is scientifically proven. The high demand for natural gainers in the Kaliningrad market of sports nutrition is established. The preferential innovative source of proteins from the economic and environmental point of view is by-products. Fish cover fabrics as by-products of fish processing industries are the richest source of ichthyocollagen. Active peptides of ichthyocollagen destruction are the great practical interest to the prevention of the musculoskeletal system diseases of sportsmen. Enzymatic hydrolysis of fish scales provides over 90 % of protein substances yield. The active peptides content of protein fraction with a molecular weight less than 10 kDa is up to 98 %. The technology of food additive «Ichthyocollagenic fermentolysate» from biomodified fish scales using enzymes «Alcalase 2.5L» and «Collagenase» is developed. Also the technology of gainer for sports nutrition using this food

additive is developed. Apiproducs are used as a carbohydrate component in the gainer recipe. The manifested ergogenic effect relates them to anabolizators, adaptagens, antioxidants and activators and inhibitors of metabolism in sports nutrition. High biological value, safety and storage capacity are established by the integrated quality estimate of bioproduct. The product shelf life is proved and the recommendations for using of bioproduct are developed. Effectiveness of use in sports is shown on the example of a representative group of volunteers. Some changes of speed-power tests results, clinical and biochemical blood parameters are fixed during training process. Industrial approbation of the technology is conducted in the fish cannery complex «RosKon» and German biotechnology firm «ANiMOX». The economic efficiency of developments introduction in production is calculated.

**Key words:** *sports nutrition; ichthyocollagen; active peptides; scales; apiproducs; bioproduct.*

Результативность спортсменов в скоростно-силовых видах спорта (спринт, прыжки, метания, тяжелая атлетика и др.) во многом зависит от индивидуальных генетических предрасположенностей и развития их нервно-мышечного аппарата. Развитие природной скорости мало и весьма затруднительно поддается тренировке, поэтому основной упор в тренировочном процессе традиционно делается на развитие комплекса скоростно-силовых качеств и силы спортсмена. Однако недавними исследованиями было установлено, что включение в рацион специальных эргогенных веществ способствует не только преодолению индивидуального адаптационного барьера в данных видах спорта, но и оказывает влияние на определенные гены. Сегодня принято считать, что спортсмены скоростно-силовой направленности обладают потенциалом к модификации генов и амплификации измененных генов путем регулярного потребления определенных нутриентов, влияющих на мышечную массу, силу, и «гены мощности» для дальнейшего повышения резервных возможностей организма [1].

Анализ изученной литературы в области пищевой и морской биотехнологий выявил чрезвычайную актуальность исследований по комплексной переработке уникального источника природных биологически активных веществ – вторичных рыбных ресурсов, чем сегодня занимаются ведущие мировые ученые и зарубежные фирмы-производители [2]. Большое научное и практическое значение в питании представляют пептиды-биорегуляторы (активные пептиды), полученные из гидробионтов биотехнологическими методами [3]. Труды многих ученых указывают на необходимость повышения потребления спортсменами белка коллагена - обязательного нутриента питания спортсменов скоростно-силовых видов спорта.

Богатейшим источником коллагена из вторичных рыбных ресурсов по праву считается чешуя рыб. В ней в органической форме также содержатся ценные минеральные вещества (кальций, фосфор, калий, сера, хлор), необходимые для укрепления опорно-двигательного аппарата организма, в частности спортсменов [4]. Установлено, что активные пептиды коллагена чешуи обладают комплиментарным действием и характеризуются полной безвредностью, что делает их перспективными компонентами инновационного питания для спортсменов [2].

Среди наиболее часто используемых ферментных препаратов для генерации активных пептидов из вторичных рыбного сырья считаются пепсин, трипсин, химотрипсин, Alcalase, Pronase, Neutrase, Collagenase, папаин и др. В качестве ферментных препаратов для целей биомодификации в настоящей работе исследовались сериновые эндопептидазы «Коллагеназа» (ЗАО «Биопрогресс», Россия) и «Alcalase 2,5 L» (Novozymes, Дания). Исследование процесса ферментолиза чешуи сардины и сардинеллы, накапливаемых на ООО «РосКон» (г. Пионерский, Калининградская область) с применением «Коллагеназы» позволило получить рациональные значения факторов процесса: соотношение «вода:сухая

чешуя» - 12:1; продолжительность - 24 часа, температура смеси - 37 °С дозировка фермента - 0,28 % к массе чешуи; с применением «Alcalase 2,5 L» - соотношение «вода : мороженая чешуя» - 1:1; продолжительность - 6 часов, температура смеси - 50 °С, дозировка фермента - 0,25 % к массе чешуи. Исходя из полученных данных можно констатировать, что процесс ферментации чешуи коллагеназой требует значительных временных и финансовых затрат, в связи с чем основные эксперименты проводили с ферментным препаратом «Alcalase 2,5 L». Использование «Коллагеназы» при этом не исключается [5, 6].

Низкомолекулярную пептидную фракцию получали двумя типами ферментации применительно к предварительно измельченной чешуе рыб - ферментативным и ферментативно-термическим. Эксперимент проводился при сравнительном действии термогидролиза. Параметрами процесса термогидролиза являлись: температура смеси - 130 °С, давление - 0,25 МПа, рН - 7,0, продолжительность - 60 мин.

Анализ полученных 15 фракций продуктов гидролиза (жировая, белковая, белково-минеральная) подтвердили не достаточную рациональность использования термогидролиза для целей спортивного питания, а также целесообразность использования чешуи рыб при разработке итоговой технологии [5]. Ключевыми этапами разработанной технологии являются: подготовка гомогенизированной смеси из чешуи рыб и воды, внесение протеолитического фермента и выдержка смеси при заданных параметрах. Отделенную протеиновую фракцию от жировой и белково-минеральной центрифугированием и декантацией, охлаждают с последующей сублимационной сушкой или без сушки. Жидкая форма пищевой технологической добавки, названной «Ихтиоколлагеновый ферментатизат», идет непосредственно на изготовление биопродукта для спортивного питания, а сухая форма тонкодиспергированной этой же добавки, пригодная для длительного хранения, может быть рекомендована в технологии таблетирования или капсулирования БАД. Белково-минеральная фракция после аналогичного высушивания и измельчения представляет собой пищевую технологическую добавку, получившую название «Белково-минеральный ихтиокомплекс».

Оптической ультрамикроскопией установлено, что все исследуемые образцы сублимационно высушенных пептидных добавок из чешуи агрегированы в частички с размерами 87 – 153 мкм, что позволяет отнести их к классу «легких» порошков согласно Государственной фармакопеи. Установленные значения активности воды менее 0,28 обуславливают их высокую хранимоспособность [7].

В производстве СП перспективно создание поликомпонентных препаратов, содержащих БАВы морского происхождения, продукты пчеловодства, адаптогены, ви-тамины. В этой связи актуально комбинирование активных пептидов ихтиоколлагена и минеральных веществ чешуи рыб, получаемых ее биомодификацией, с продуктами пчеловодства, сочетание фармакологических свойства которых способно обеспечить синергический эргогенный эффект, необходимый в спортивном питании [8].

Методом математического моделирования по ОЦКП 2-го порядка для 2-х факторов (дозировки сухой формы добавки «Ихтиоколлагеновый гидролизат» ( $\square_1$ ) и апикомпозиции ( $\square_2$ )) была оптимизирована рецептура биопродукта для спортивного питания, получившего название «АпиколлТонус». В результате обработки данных определены оптимальные значения факторов:  $\square_1 = 2,4$  г / 100 г и  $\square_2 = 57,0$  г / 100 г. Предварительно с помощью компьютерного моделирования в программе Generic 2.0. установлено процентное соотношение продуктов пчеловодства в апикомпозиции: мед – 61,3 %; пыльца – 20,1 %, перга – 11,3 % и прополис – 6,4 %. Количество в рецептуре биопродукта белково-минеральной добавки, как носителя функциональных минеральных элементов, обоснованно с учетом МР 2.3.1.2432-08 и составило 2,0 %. Дополнительными компонентами рецептуры в ходе серии многочисленных экспериментов явились желатин пищевой, вода питьевая, молоко сгущенное с сахаром, пектин, фруктовые наполнители, глицерин пищевой, соль поваренная пищевая сорта «Экстра» [9].

Технология биопродукта для спортивного питания представлена процессом изготовления желированной композиции (рис. 1). Основными аспектами технологии являются гомогенизация смеси и равномерное распределение всех ингредиентов при перемешивании, формование штучных изделий массой 10-15 г, желирование и охлаждение. Готовый биопродукт «АпиколлТонус» представлен на рис. 2.

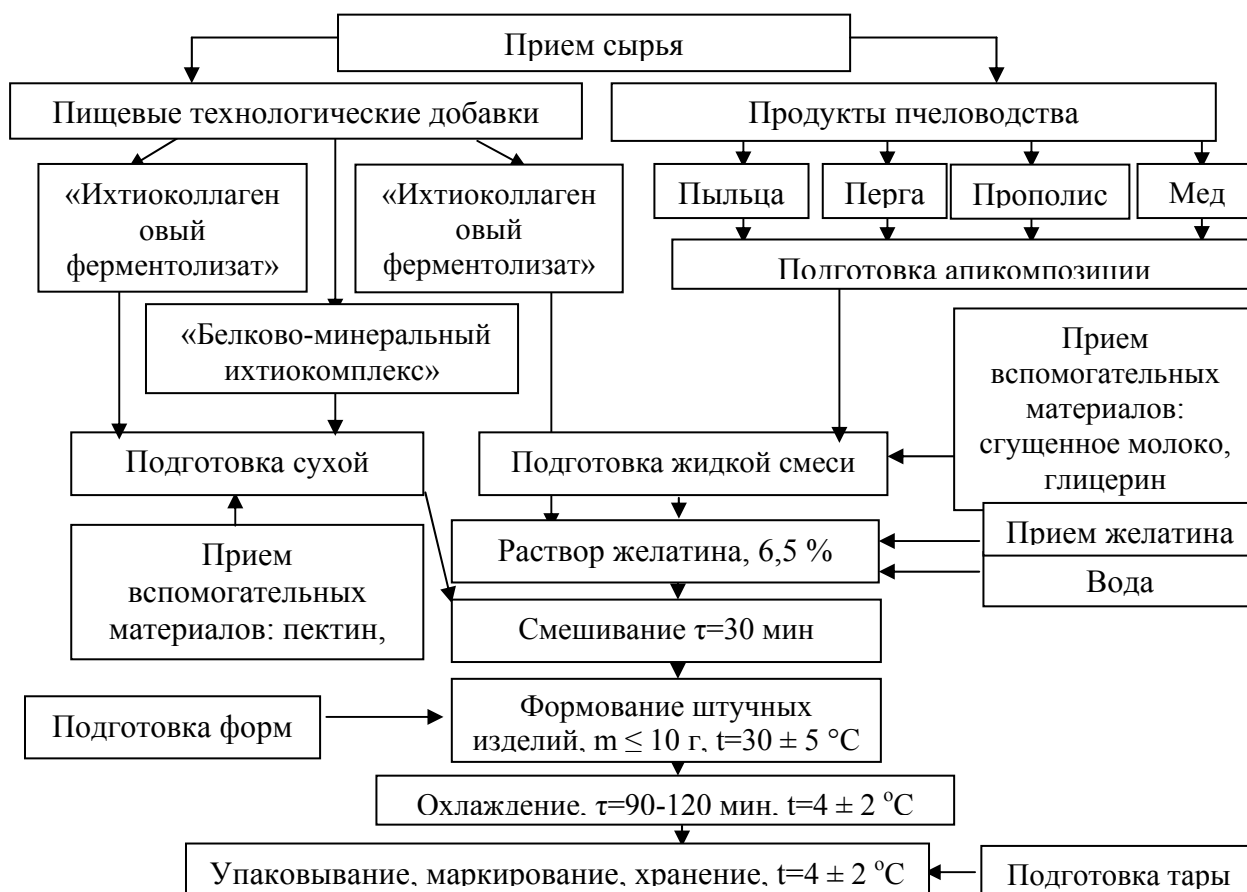


Рисунок 1 - Технологическая схема производства биопродукта СП «АпиколлТонус»



Рисунок 2 - Биопродукт «АпиколлТонус»

По химическому составу биопродукт является преимущественно белково-углеводной смесью и может быть отнесен к классу «гейнеров» спортивного питания: белок - 20,5 %; углеводы - 41,6 %; жир - 2,8 %; минеральные вещества - 6,4 %. Протеины в гейнерах, выполняя функцию строительного материала для мышц, совместно с углеводами как источником энергетического обмена способствуют более длительному и эффективному тренировочному процессу спортсменов скоростно-силовой направленности [9]. Употреблять биопродукт рекомендуется в количестве 30-40 г в сутки перед и/или после тренировки.

Согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» спортсмены относятся к группе «работников тяжелого физического труда» с коэффициентом физической активности – 2,2. Расчет нутриентной сбалансированности «АпиколлТонус» для данной группы населения РФ (табл. 1) показал, что 100 г биопродукта могут удовлетворить суточную потребность в кальции и фосфоре на 109,4 % и 50,8 % соответственно. Биопродукт также является функциональным по содержанию меди (21 %), марганца (30 %) и пектин (15 %).

Таблица 1 - Показатели сбалансированности биопродукта «АпиколлТонус»

Параметры	Суточная физиологическая потребность*		Содержание в 100 г биопродукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
	Женщины	Мужчины		Женщины	Мужчины
Энерготраты, ккал	3 050	3 850	273,6	8,97	7,10
Белок, г	87	108	20,5	23,56	18,98
Жиры, г	102	128	2,8	2,74	2,19
Омега-6, % от ккал	5—8		0,04	0,009-0,01	
Омега-3, % от ккал	1—2		0,12	0,028-0,035	
Углеводы, г	462	566	41,6	9,00	7,35
Сахароза, % от ккал	<10		<2	<0,2	
Пектин, г	20		3	15	
<b>Минеральные вещества</b>					
Кальций, мг	1000		1093,9	109,4	
Фосфор, мг	800		406,3	50,8	
Магний, мг	400		13,2	3,3	
Калий, мг	2500		80,9	3,23	
Натрий, мг	1300		13,85	1,06	
Хлориды, мг	2300		43,7	1,19	
Железо, мг	18	10	1,15	8,6	11,5
Цинк, мг	12		1,81	15,0	
Медь, мг	1,0		0,21	21	
Марганец, мг	2,0		0,6	30	
Селен, мкг	55	70	0,42	0,76	0,6
Хром, мкг	50		1,4	2,8	
Молибден, мкг	70		0,83	1,18	
Фтор, мг	4,0		0,15	3,75	
Кобальт, мкг	10		0,67	6,7	

\*МР 2.3.1.2432-08 и МР 2.3.1.1915-04

Исследования «АпиколлТонус» по показателям безопасности в аккредитованной лаборатории ООО «КЦПТИ» выявило его соответствие «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору и требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [9].

Показатель общей микробиологической обсемененности образцов, заложенных на хранение, не превышал допустимого уровня в течение 360 суток с момента изготовления. Однако с учетом органолептического анализа качества срок годности биопродукта был уменьшен до 10 месяцев. Хранить биопродукт рекомендуется при температуре 2-6 °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в полиэтиленовой упаковке без вакуума. [9].

Социологическим опросом респондентов среди спортсменов Калининграда и потребителей специализированной продукции, предназначенной для людей с повышенной физической активностью, была доказана целесообразность в разработанной натуральной продукции для спортивного питания. Благодаря натуральной основе продукта, состоящего из активных пептидов ихтиоколлагена и апипродуктов (мед, пыльца, перга, прополис), отмечено удовлетворение основным предпочтениям респондентов по наличию протеина, витаминно-минерального комплекса и эргогенных БАВ, а также финансовой доступности [10].

Оценка эффективности «АпиколлТонус» в спорте выявила его положительное влияние на тестовые скоростно-силовые показатели и частоту сердечных сокращений добровольцев среди легкоатлетов МБУ ДО СДЮСШОР №4, тренирующихся на базе МАУ «Дворец спорта «Юность», при употреблении его в течение 4х недель. Отрицательного воздействия на клинические и биохимические показатели крови, контролируемые в ГБУЗ «Центр медицинской профилактики и реабилитации Калининградской области», не наблюдалось. Отмечена положительная динамика увеличения уровней эритроцитов, гемоглобина, общего белка, кальция и железа при снижении уровня мочевины, мочевой кислоты, лактата, общего холестерина и липопротеинов низкой плотности в крови спортсменов экспериментальной группы, что коррелирует с улучшением процессов восстановления [11].

Расчет экономического эффекта технологий показал, что при годовом выпуске «Ихтиоколлагенового ферментолізата» и «Белково-минерального ихтиокомплекса» в количестве 24 и 19 тонн соответственно, а также биопродукта «АпиколлТонус» в количестве 48 тонн позволит получить предприятию около 10 млн. руб. чистой прибыли, рентабельность производства составит 50 %, а срок окупаемости – пол года.

Технология пищевых технологических добавок положительно апробирована в производственных условиях рыбоконсервного комплекса «РосКон» Калининградской области и немецкого научно-исследовательского биотехнологического предприятия «ANiMOX» (Адлерсхоф, г. Берлин, Германия). Было выработано 30 л жидкой и 5 кг сухой протеиновой добавки с использованием ФП «Коллагеназа» и «Alcalase 2,5 L» соответственно.

Таким образом, на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» была разработана технология функционального биопродукта для спортивного питания, изготовленного в виде желированного формованного концентрата БАВ биомодифицированной чешуи рыб и апикомпозиции, отличающегося высокой биологической ценностью, сбалансированностью состава, безопасностью и эффективностью применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brunner R. Nutritional ergogenics and the nutrigenome in speed-strength sports // *Nutromic sport nutrition review*, 2014. № 9. P. 12-15.
2. Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С. Обоснование состава пищевой композиции биодобавки для спортивного питания с использованием ферментолізата рыбной чешуи // *Рыбное хозяйство*, 2014. № 1. С. 94-97.
3. Kim S.K., Wijesekara I. Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: a review // *Journal of Functional Foods*, 2010. № 2. P. 1-9.
4. Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Воробьев В.И. и др. Использование рыбной чешуи в технологии пищевых и кормовых продуктов // *Известия КГТУ*, 2015. № 37. С. 92-101.

5. Хёлинг А., Гримм Т., Волков В.В. и др. Инновационное получение протеинов из белоксодержащего биологического сырья // Вестник науки и образования Северо-Запада России. Калининград, 2017. Т. 3. № 2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/08/2017-N2-Hoehling-Mezenova.pdf>.
6. Мезенова О.Я., Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С. Гидролизаты рыбной чешуи в составе биологически активных добавок для спортсменов // Известия ТИНРО, 2014. Т. 177. С. 287-294.
7. Мезенова Н.Ю., Верхотуров В.В., Волков В.В. и др. 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 (17). С. 104-114.
8. Сейфулла Р.Д., Кондрашин Р.Д. Адаптогены в спорте высших достижений // Спортивная медицина: наука и практика, 2011. № 1. С. 54-55.
9. Мезенова Н.Ю. оценка биологической ценности и хранимоспособности продукции спортивного питания // Пищевая и морская биотехнология: труды VI Международной научно-практической конференции. Калининград: КГТУ, 2017. С. 1423-1429.
10. Лазукова А.А., Мезенова Н.Ю. Исследования калининградского рынка спортивного питания // Известия КГТУ, 2014. № 34. С. 267-273.
11. Мезенова Н.Ю., Тимошенко С.А. Оценка эффективности биопродукта «АпиколлТонус» в спорте // Пищевая и морская биотехнология: труды VI Международной научно-практической конференции. Калининград: КГТУ, 2017. С. 1406-1413.

#### REFERENCES

1. Brunner R. Nutritional ergogenics and the nutrigenome in speed-strength sports. Nutromic sport nutrition review, 2014. No 9, pp. 12-15.
2. Mezenova N.Ju., Bajdalinova L.S. *Obosnovanie sostava pishhevoj kompozicii biodobavki dlja sportivnogo pitaniya s ispolzovaniem fermentolizata rybnoj cheshui* [The rationale for the composition of food the composition of supplements for sports nutrition with the use of fermentolysis fish scales]. *Rybnoe hozjajstvo*, 2014. No 1, pp. 94-97.
3. Kim S.K., Wijesekara I. Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: a review. *Journal of Functional Foods*, 2010. No 2, pp. 1-9.
4. Mezenova O.Ja., Bajdalinova L.S., Vorobiev V.I. i dr. *Ispolzovanie rybnoj cheshui v tehnologii pishhevyyh i kormovyh produktov* [The use of fish scales in food and feed technology]. *Izvestija KGTU*, 2015. No 37, pp. 92-101.
5. Hjoling A., Grimm T., Volkov V.V. i dr. *Innovacionnoe poluchenie proteinov iz beloksoderzhashhego biologicheskogo syrja* [Innovative protein extracting from protein containing biological raw materials]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. Калининград, 2017. Т. 3. No 2. Available at: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2017/08/2017-N2-Hoehling-Mezenova.pdf>
6. Mezenova O.Ja., Mezenova N.Ju., Bajdalinova L.S. *Gidrolizaty rybnoj cheshui v sostave biologicheskii aktivnyih dobavok dlya sportsmenov* [Hydrolyzates of fish scales consisting of biologically active supplements for athletes]. *Izvestiya TINRO*, 2014. Т. 177. pp. 287-294.
7. Mezenova N.Ju., Verhoturov V.V., Volkov V.V. i dr. *Opredelenie tehnologicheskikh pokazatelej poroshkov biologicheskii aktivnyh peptidov iz ryb'ej cheshui v sostave bioprodukta dlja sportivnogo pitaniya* [Determination of technological parameters of powdery active peptides from fish scales as part of bioproduct for sport nutrition]. *Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija*, 2016. Т. 6. No 2 (17), pp. 104-114.
8. Sejfulla R.D., Kondrashin R.D. *Adaptogeny v sporte vysshih dostizhenij* [Adaptogens in the elite sport]. *Sportivnaja medicina: nauka i praktika*, 2011. No 1, pp. 54-55.



9. Mezenova N.Ju. *Ocenka biologicheskoj cennosti i hranimosposobnosti produkcii sportivnogo pitaniya* [Evaluation of biological value and resistance in storage of product for sports nutrition]. *Pishhevaja i morskaja biotehnologija: trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Kaliningrad: KGTU, 2017, pp. 1423-1429.

10. Lazukova A.A., Mezenova N.Ju. *Issledovanija kaliningradskogo rynka sportivnogo pitaniya* [Research of Kaliningrad market of sports nutrition]. *Izvestija KGTU*, 2014. No 34, pp. 267-273.

11. Mezenova N.Ju., Timoshenko S.A. *Ocenka effektivnosti bioprodukta «ApikollTonus» v sporte* [Evaluation of bioproduct «ApicollTonus» efficiency in sports]. *Pishhevaja i morskaja biotehnologija: trudy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Kaliningrad: KGTU, 2017, pp. 1406-1413.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Мезенова Наталья Юрьевна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия,  
кандидат технических наук, ассистент кафедры пищевой биотехнологии

Email: [lost\\_13@inbox.ru](mailto:lost_13@inbox.ru)

*Mezenova Natalya Yuryevna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, PhD, Assistant of Food  
Biotechnology Department

Email: [lost\\_13@inbox.ru](mailto:lost_13@inbox.ru)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:  
236022, Калининград, ул. проф. Баранова, 43, учебный корпус №1, каб. 106. Мезенова Н.Ю.  
8(4012) 56-48-07