

Научная статья
УДК 664.953
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-106-114>

Полуконсервы рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами

Е. В. Лаврухина[✉], Н. Ю. Зарубин, Е. Н. Харенко, О. В. Бредихина, Л. О. Архипов

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, Россия, efrolenkova13@gmail.com[✉]*

Аннотация. В соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. приоритетом являются научные исследования в области питания населения, в том числе в области профилактики наиболее распространенных неинфекционных заболеваний и разработки технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции, а также продвижение принципов здорового питания. Одним из способов их повышения и продвижения является разработка продукции, содержащей иммуномодулирующие компоненты, что относится к перспективным направлениям по укреплению иммунной защиты организма человека. Представлены разработки готовой к употреблению пищевой продукции в виде рыбных паштетов, содержащих в составе компоненты, которые обладают иммуномодулирующими свойствами, а именно жирорастворимые витамины А и D, полиненасыщенные кислоты группы Омега-3, медь (Cu) и пребиотик инулин. Спроектированы оптимальные рецептурные составы и разработана технология данного вида продукции. Исследования показателей качества разработанной готовой продукции позволили установить ее высокую пищевую, в частности биологическую, ценность: полуконсервы в своем составе содержат жирорастворимые витамины А (от 386,50 до 443,31 мкг/100 г) и D (от 10,39 до 12,96 мкг/100 г), полиненасыщенные жирные кислоты группы Омега-3 (от 1,02 до 1,35 г), эссенциальный микроэлемент медь (0,86–1,21 мг/100 г), а также пищевые волокна, в частности инулин (3,12–3,49 %), количество которых удовлетворяют суточной физиологической потребности выше 15 %, что позволяет рекомендовать их в качестве натуральной функциональной пищевой продукции с иммуномодулирующими компонентами.

Ключевые слова: рыбные паштеты, полуконсервы, иммуномодулирующие компоненты, жирорастворимые витамины, пребиотики, полиненасыщенные жирные кислоты, иммунная защита

Для цитирования: Лаврухина Е. В., Зарубин Н. Ю., Харенко Е. Н., Бредихина О. В., Архипов Л. О. Полуконсервы рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 2. С. 106–114. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-106-114>.

Original article

Semi-canned fish pates with immunomodulation components

E. V. Lavrukhina[✉], N. Yu. Zarubin, E. N. Kharenko, O. V. Bredikhina, L. O. Arkhipov

*Russian Federal Research Institute Of Fisheries and Oceanography,
Moscow, Russia, m.e.zibizova@mail.ru[✉]*

Abstract. In accordance with the Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030, the priority is scientific research in the field of nutrition of the population, including in the field of prevention of the most common non-infectious diseases and the development of production technologies aimed at improving the quality of food products, as well as promoting the principles of healthy nutrition. One of the ways to increase and promote them is the development of products containing immunomodulating components, which refers to promising areas for strengthening the immune defense of the human body. There are presented the formulations of finished food products (fish pates) containing components with immunomodulatory properties, such as fat-soluble vitamins A and D, Omega-3 polyunsaturated acids, copper (Cu) and the prebiotic inulin. Optimal formulations have been designed and the technology of the products has been developed. Analyses of the quality indicators of the developed finished products allowed us to establish its high nutritional, in particular biological value: semi-canned food contains fat-soluble vitamins A (386.50 - 443.31 mcg/100 g) and D (10.39 - 12.96 mcg/100 g), polyunsaturated fatty acids of the

Omega-3 group (1.02 g - 1.35 g), essential microelement copper (0.86 - 1.21 mg/100 g), as well as dietary fibers, in particular inulin (3.12 - 3.49%), the amount of which will satisfy the daily physiological need by more than 15%, which allows to recommend them as natural functional food products with immunomodulating components.

Keywords: fish pates, semi-canned food, immunomodulating components, fat-soluble vitamins, prebiotics, polyunsaturated fatty acids, immune protection

For citation: Lavrukina E. V., Zarubin N. Yu., Kharenko E. N., Bredikhina O. V., Arkhipov L. O. Semi-canned fish pates with immunomodulation components. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2022;2:106-114. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-2-106-114>.

Введение

Известно, что в формировании иммунной защиты организма человека принимают участие витамины А и D, полиненасыщенные жирные кислоты семейства Омега-3 (ω -3), медь и пребиотики, в частности инулин. Применение данных минорных макро- и микроэлементов позволяет увеличить устойчивость организма человека к инфекциям, ускорить выздоровление и обеспечить антиоксидантную и противовирусную защиту [1–9].

Одним из главных источников витаминов А, D, ω -3 и меди является морская рыба и ее печень (в частности печень трески и минтая), а инулина – продукт растительного происхождения – топинамбур, которые возможно использовать при создании рецептурных составов и технологий натуральных функциональных пищевых продуктов [10] для профилактики дефицита минорных макро- и микроэлементов. Разработка таких рецептур и технологий, предусматривающих рациональное использование всех ценных компонентов сырья, в частности рыбного, на основе ассортиментно-рецептурной оптимизации с применением методов моделирования и введение новых видов готовой продукции высокого качества, сбалансированных по элементам биологической ценности, являются актуальными задачами, имеющими важное социальное значение.

В связи с ускорением темпа жизни современного человека и его занятостью повышается спрос не только на продукцию полной кулинарной готовности. К данной группе продукции отнесены тонкоизмельченные пищевые продукты – паштеты на основе рыбного сырья. Существенным преимуществом данных пищевых изделий является возможность использования для их производства практически любого сырья растительного и животного происхождения с установленными технологическими параметрами и свойствами, имеющими значение для повышения биологической ценности продукции.

Так как при проектировании рецептурного состава и технологии натуральных функциональных пищевых продуктов с иммуномодулирующими свойствами важным является максимальное сохранение минорных нутриентов и получение продукции с высокой степенью готовности, предпочтение было отдано группе пищевых продуктов «полуконсервы рыбные». Выбор обоснован тем, что полуконсервы изготавливают в герметичной таре, что снижает процессы окисления жиров и позволяет подвергать

их пастеризации при температуре 60–100 °С согласно ТР ЕАЭС 040/2016 [11], а не стерилизации, температура которой выше 100 °С, приводящей к потерям полиненасыщенных жирных кислот и витаминов А и D [3, 4]. Температурный режим пастеризации в замкнутой системе, в отличие от термической обработки выше 100 °С в открытой системе (варка, жарка и запекание), способствует максимальному сохранению минорных нутриентов, в частности жирорастворимых витаминов А, D и полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3, которые чувствительны к высоким температурам, а также активно окисляются в присутствии кислорода [1–5].

В связи с этим основными целями исследований являлись проектирование рецептурного состава и разработка технологии полуконсервов рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами животного и растительного происхождения.

Объекты и методы исследований

В качестве рыбного сырья для рецептурных составов тонкоизмельченных рыбных полуконсервов использовали макрурус (*Macrourus*), минтай (*Theragra chalcogramma*), скумбрию (*Scomber*), которые являются источниками полноценного белка (13,0–19,0 %) и полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3. В качестве источника витамина А и D для моделирования рецептурного состава были выбраны печень трески и минтая, в которых их содержание варьирует от 3 500 до 4 600 мкг/100 г и от 100 до 250 мкг/100 г соответственно [5, 12, 13]. Использование данного сырья в составе продукта будет способствовать его обогащению жирорастворимыми витаминами. Также печень трески и минтая является полноценным источником меди (иммуномодулирующий компонент), ее содержание достигает 125 000 мкг/100 г при суточной норме 1 000 мкг [9, 13]. Применение инулина позволит улучшить стабильность пищевой системы и текстуру продукта за счет его эмульгирующих и стабилизирующих свойств и обогатить пребиотиками, что положительно скажется на моторике желудочно-кишечного тракта организма человека [7, 14, 15]. Для снижения горечи печени трески и минтая и повышения насыщенности рыбного вкуса использовали смесь трав для рыбных блюд, огурцы соленые и обезжиренный мягкий творог.

Для получения тонкоизмельченных полукопсервов разработана технология, базирующаяся на таких технологических процессах, как гомогенизация и пастеризация. Гомогенизация позволяет получить однородную нежную, мажущую консистенцию пищевой системы для рыбных полукопсервов, представляющих собой паштеты, которые являются тонкоизмельченными гомогенными продуктами. Учитывалось, что жирорастворимые витамины устойчивы к высоким температурам, но не выше 120 °С для витамина А и 100 °С для витамина D [3, 4]. В связи с этим для сохранения их химической структуры и биологической активности в качестве термической обработки была выбрана пастеризация под вакуумом при температуре 95 °С, позволяющая обеспечить наибольшее сохранение липидного компонента рыбного сырья в герметично укупоренных банках без доступа кислорода [16].

На первой стадии рыбное сырье (макрурус, минтай, скумбрия) подвергали размораживанию в проточной или периодически сменяемой воде температурой не выше 15 °С при соотношении массы рыбы и воды 1 : 2 и последующей мойке и разделке на филе. Полученное филе рыб измельчали через волчок с диаметром отверстий 3 мм. Замороженную печень трески и минтая размораживали и нарезали на кусочки диаметром 3–5 см. Измельчение печени трески и минтая на волчке нерационально, т. к. приводит к высоким потерям жировой фракции. Далее, для подготовки к процессу гомогенизации, формировалась пищевая система продукта. Для этого в зависимости от примера рецептурного состава измельченное филе рыб, печень, творог обезжиренный, огурцы соленые, вода, инулин и пищевые добавки (соль, смесь трав для рыбных блюд, альгинат, каррагинан) смешивались в емкости.

На второй стадии проводили гомогенизацию сформированной пищевой системы для рыбных полукопсервов при 7 000–9 000 об/мин в течение 4–6 мин, что позволило получить тонкоизмельченную гомогенную массу. Далее ее расфасовывали в стерилизованные стеклянные банки объемом 100 мл. Для этого на дно банки и под крышку укладывают пергаментные кружки, смоченные в кипяченой пресной воде (диаметр пергаментных кружков должен быть на 3–4 мм меньше внутреннего диаметра банки) и производили фасовку гомогенной массы, с последующей герметизацией.

На третьей стадии проводили вакуумную пастеризацию продукта при температуре 95 °С в течение 30 мин до полной готовности. Продолжительность пастеризации продукта обоснована экспериментальным путем. При выбранных режимах достигается получение продукта, готового к употреблению, что подтверждено температурой в центре продукта 72 °С. После завершения пастериза-

ции банки с образцами продукта охлаждали до температуры 12–15 °С, мыли и сушили.

Обработку экспериментальных данных и рецептурную оптимизацию осуществляли с применением математической статистики с помощью программ Microsoft Excel 365 [17–19].

Массовую долю воды, белка, жира углеводов и зола, в частности меди, определяли по ГОСТ 7636-85, ГОСТ 34134-2017, ГОСТ 26931-86 [20–22].

Массовую долю инулина определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности сахаров, как фруктоза и сахароза, при нагреве с концентрированными кислотами образовывать продукты с максимальным поглощением при длине волны 200–380 нм [14].

Содержание жирорастворимых витаминов определяли по ГОСТ 32307-2013 [23].

Жирнокислотный состав продукта определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл 5000.2» («Хроматэк») согласно ГОСТ 31663-2012 [24].

Содержание токсичных элементов, в том числе свинца, мышьяка, кадмия и ртути, определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на квадрупольном масс-спектрометре Nexion 300D («PerkinElmer», США).

Энергетическую ценность полукопсервов рыбной паштетной группы определяли расчетным методом, используя данные по химическому составу и коэффициенты пересчета белок : жир : углеводы 4 : 9 : 4 [18, 19].

Рекомендованная суточная норма пищевых веществ рассчитывалась в соответствии с нормами употребления, установленными на территории РФ [8, 9, 18, 19].

Органолептические показатели определяли визуальным, обонятельным и вкусовым методом с использованием словесной характеристики свойств и балльной шкалы [25].

Микробиологические показатели безопасности определяли по ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ ISO 21871-2013, ГОСТ 29185-2014, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012 [26–30].

Результаты и их обсуждение

Расчет массовых долей компонентов, входящих в рецептурный состав полукопсервов рыбной паштетной группы, проводили с использованием методов математического моделирования [16–19, 31–33]. Были спроектированы 15 рецептурных составов тонкоизмельченных рыбных полукопсервов с иммуномодулирующими свойствами. На основе расчетного количественного содержания витаминов А, D, ω -3, меди и пребиотиков, суточных норм их потребления, а также органолептического анализа, сделана выборка 4-х оптимальных рецептурных составов продукции для дальнейших исследований (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Рецептурный состав полуконсервов рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами
Formulation of semi-canned fish pate group with immunomodulatory components

Компоненты рецептурного состава	Содержание компонентов			
	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3	Рецептура № 4
	г/100 г			
Фарш макруруса	44,60	47,00	–	–
Фарш скумбрии	24,40	22,80	24,50	21,40
Фарш минтая	–	–	39,50	42,60
Печень трески	10,00	–	10,00	–
Печень минтая	–	10,00	–	10,00
Вода	10,60	10,80	9,80	10,80
Соль	0,50	0,50	0,50	0,50
Смесь трав для рыбных блюд	0,50	0,50	0,50	0,50
Огурцы соленые	5,00	5,00	–	–
Творог обезжиренный	–	–	10,80	10,80
Инулин	4,00	3,00	4,00	3,00
Альгинат + каррагинан (1 : 1)	0,40	0,40	0,40	0,40

Разработка технологии тонкоизмельченных пищевых продуктов с функциональными свойствами заключается не только в моделировании рецептурных составов (варьировании вида и соотношения основных компонентов), но также в оптимизации параметров основных технологических операций: гомогенизации и пастеризации. Эти операции позволили диспергировать обладающие различной прочностью структуры компонентов рецептурного состава [25, 31].

На основе смоделированных рецептурных составов и установленных рациональных параметров процессов гомогенизации (продолжительность процесса – 4 мин при скорости 7 000 об/мин для рецептур № 1 и 2; продолжительность процесса – 6 мин при скорости 9 000 об/мин для рецептур № 3 и 4) и пастеризации (продолжительность обработки – 30 мин при температуре 95 °С) разработана технология полуконсервов рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами.

Обосновано, что для тонкого измельчения и по-

лучения мажущей консистенции диаметр частиц тонкоизмельченной мышечной ткани должен находиться в пределах 0,1–1,4 мм [33]. Подобранные экспериментальным путем, основываясь на диаметре частиц при измельчении и реологических свойствах, параметры гомогенизации позволяли получить тонкоизмельченный продукт типа паштет, диаметр частиц мышечной ткани которых входил в установленный диапазон. Различия в параметрах гомогенизации для рецептур № 1 и 2 и рецептур № 3 и 4 связаны с тем, что мышечная ткань макруруса более рыхлая и обводненная, чем мышечная ткань минтая, которая более волокнистая и плотная и требует больше времени и скорости оборотов для измельчения [34–36].

Проведена опытная выработка образцов разработанной продукции и ее исследование по качественным показателям: жирнокислотный состав липидов, содержание жирорастворимых витаминов А и D, меди и инулина (табл. 2, 3).

Таблица 2

Table 2

Химический состав и энергетическая ценность полуконсервов рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами

Chemical composition and energy value of semi-canned fish pate group with immunomodulatory components

Показатель	Рецептура				Рекомендованная суточная норма*	Доля от суточной нормы, %
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4		
Массовая доля воды, %	72,25 ± 0,79	73,12 ± 0,83	70,50 ± 0,51	72,57 ± 0,79	–	–
Массовая доля белка, %	8,66 ± 0,05	9,56 ± 0,09	10,62 ± 0,11	11,51 ± 0,05	70 г	12,37–16,44
Массовая доля жира, %	12,98 ± 0,13	11,92 ± 0,10	12,19 ± 0,12	8,90 ± 0,13	70 г	12,71–18,54
Массовая доля углеводов, %	4,21 ± 0,02	3,59 ± 0,04	4,95 ± 0,05	3,99 ± 0,26	257 г	1,43–1,92
Массовая доля золы, %	1,90 ± 0,02	1,81 ± 0,01	1,74 ± 0,01	2,03 ± 0,02	–	–
Энергетическая ценность, ккал	164,30 ± 2,12	169,82 ± 2,34	171,99 ± 3,21	142,10 ± 1,98	2 500 ккал	5,68–6,87

*Приведено по [8–10].

Содержание иммуномодулирующих компонентов в полуконсервах рыбной паштетной группы

Composition of immunomodulatory components in semi-canned fish pate group

Показатель	Рецептура				Рекомендованная суточная норма	Доля от суточной нормы, %
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4		
Содержание витамина А, мкг/100 г	432,05 ± 1,28	405,12 ± 1,05	443,31 ± 1,42	386,50 ± 0,92	900 мкг/сут для взрослого; 3 000 мкг/сут – допустимый уровень	42,83–49,27 для взрослого; 12,88–14,78 от допустимого уровня
Содержание витамина D, мкг/100 г	12,45 ± 0,09	11,76 ± 0,06	12,96 ± 0,09	10,39 ± 0,06	10 мкг/сут для взрослого; 15 мкг/сут – для лиц старше 60 лет; 50 мкг/сут – допустимый уровень	103,90–129,60 – для взрослого; 69,27–86,40 для лиц 60 лет; 20,78–25,92 от допустимого уровня
Содержание меди, мг/100 г	1,13 ± 0,02	1,06 ± 0,01	1,21 ± 0,02	0,89 ± 0,01	1,0 мг/сут для взрослого; 5 мг/сут – допустимый уровень	86,00–121,00 для взрослого; 17,2–24,2 – допустимый уровень
Содержание инулина, %	3,89 ± 0,03	3,05 ± 0,05	3,96 ± 0,05	3,12 ± 0,03	20 г/сут для взрослого	15,25–19,80
ПНЖК ω-3, г	1,35 ± 0,01	1,19 ± 0,01	1,23 ± 0,01	1,02 ± 0,01	2 г/сут для взрослого; 5 г/сут – допустимый уровень	51,00–67,50

*Приведено по [8–10].

Проанализировав химический состав образцов разработанных полуконсервов, можно сделать вывод, что в 4-х рецептурах продукции содержание белка варьировало в пределах 8,66–11,51 %, что составляет 12,4–16,4 % от суточной нормы потребления белка. Содержание жира во всех рецептурах продукции более 8,9 %, что будет влиять на калорийность в целом. Содержание белка и жира в образцах продукции всех рецептурных составов удовлетворяет физиологической суточной норме потребления более чем на 10 % [9]. Массовая доля углеводов и минеральных веществ в образцах полуконсервов находилась в пределах 3,59–4,95 и 1,74–2,03 % соответственно. На количество общих углеводов в основном оказывало влияние введение инулина в количестве от 3 до 4 г на 100 г продукта.

Энергетическая ценность полученных образцов продукции составляет 142,10–171,99 ккал и удовлетворяет физиологической потребности в энергии для взрослого человека на 5,7–6,9 %. Основываясь на данных по энергетической ценности, разработанные полуконсервы можно отнести к среднекалорийным, обеспечивающим организм человека энергией от 100 до 200 ккал с каждых 100 г [8, 9, 31, 33].

При изучении содержания витаминов А и D в продукции установлено, что их массовое содержание варьировало от 386,5 до 443,3 мкг/100 г для витамина А и от 10,4 до 12,9 мкг/100 г для витамина D соответственно. Определено, что содержание витамина D превышает суточную норму взрослого человека на 3,90–29,60 % и удовлетворяет суточной норме для лиц старше 60 лет в среднем на 77,84 %. Удовлетворение суточной нормы витамином А составляло

42,83–49,27 % в зависимости от рецептуры. Следует отметить, что верхний допустимый уровень для витамина А составляет 3 000 мкг/сут, а витамина D – 50 мкг/сут [8, 9]. Их процентное содержание от верхнего допустимого уровня потребления составляло от 12,88 до 14,78 % (витамин А) и от 20,78 до 25,92 % (витамин D). В соответствии с этим разработанную продукцию можно рассматривать как источник данных витаминов и употреблять для профилактики их дефицита, что, в свою очередь, будет способствовать положительному влиянию на иммунную защиту организма человека.

Согласно данным табл. 4, содержание меди, в зависимости от рецептуры, составляло 0,86–1,21 мг/100 г, что удовлетворяло суточной норме на 86,00–121,00 % для взрослых людей. Высокое содержание меди связано с использованием в рецептурных составах печени трески и минтая, богатой данным микроэлементом, в связи с чем употребление рыбных полуконсервов будет способствовать поступлению меди в организм человека, что повысит его антиоксидантную защиту [3, 6, 9].

Проанализировав жирнокислотный состав полученных образцов рыбных полуконсервов, можно сделать вывод о некотором различии в содержании в них насыщенных и ненасыщенных кислот. При этом суммарное содержание мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот преобладает над суммарным содержанием насыщенных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты группы ω-3 содержались в количестве 1,02–1,35 г. Отсюда следует, что по содержанию жирных кислот продукция на 51,00–67,50 % соответствует суточной норме потребления. Данные группы кислот будут участвовать

в иммуномодуляции организма человека за счет фенотипического созревания иммунных клеток и цитоклиновых маркеров Т-лимфоцитов [4, 5].

По органолептическим показателям образцы продукции имели светло-бежевый цвет, однородную нежную, мажущую консистенцию, с темными точечными включениями специй и кусочками огурцов, вкус и запах были приятными, с легким рыбным оттенком. В образцах продукции по рецептурам № 1 и 2 более нежная консистенция за счет использования макруруса, обладающего обводненной консистенцией [31, 34–36]. Образцы продукции по рецептурам № 3 и 4 имели более волокнистую структуру, т. к. в данных рецептурах использовали минтай, который обладал повышенной волокнистостью по сравнению с макрурусом [31, 34–36].

Общая бактериальная обсемененность во всех образцах в течение 90 сут хранения не превышает установленных ТР ЕАЭС 040/2016 [11] норм (не более $2 \cdot 10^2$ КОЕ/г, патогенные микроорганизмы не обнаружены). По содержанию токсичных элементов полукопсервы паштетной группы удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 [37].

Список источников

1. Шевченко Ю. Л., Борцев Г. Г. Значение витаминов в ангиогенезе // Вестн. Национ. мед.-хирург. Центра им. Н. И. Пирогова. 2018. Т. 13. № 3. С. 103–108.
2. Greiller C. L., Martineau A. R. Modulation of the immune response to respiratory viruses by vitamin D // *Nutrients*. 2015. N. 7. P. 4240–4270.
3. Тутельян В. А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П., Кудашева В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос, 2002. 424 с.
4. Daneshkhan A., Agrawal V., Eshain A., Subramanian H., Roy H. K., Backman V. The possible role of vitamin D in suppressing cytokine storm and associated mortality in COVID-19 patients. URL: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.08.20058578v4> (дата обращения: 25.08.2021). DOI: 10.1101/2020.04.08.20058578.
5. Харенко Е. Н., Сопина А. В. Антисковидные продукты из водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 4–8.
6. Парахонский А. П. Роль меди в организме и значение ее дисбаланса // *Естеств.-гуманит. исслед.* 2015. № 4 (10). С. 73–84.
7. Митрофанова И. Ю., Яницкая А. В., Шулина Ю. С. Перспективы применения инулина в медицинской и фармацевтической практике // *Вестн. новых мед. технологий*. 2012. № 2. С. 45–46.
8. Зилькарнаев Т. Р., Мурысева Е. Н., Тюрина О. В., Зилькарнаева А. Т. Здоровое питание: новые подходы к нормированию физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // *Мед. вестн. Башкортостана*. 2011. № 6. С. 150–154.
9. Тутельян В. А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // *Вопр. питания*. 2009. Т. 78. № 1. С. 4–15.
10. Позняковский В. М. Актуальные вопросы совре-

Заключение

Спроектированные рецептурные составы и разработанная технология полукопсервов рыбной паштетной группы позволяют получить продукцию, которая является источниками витаминов А и D, меди, ω -3 и при этом содержат пребиотик инулин.

В соответствии с исследованиями массовой доли функциональных пищевых ингредиентов (белка, жира, инулина, витаминов А и D, меди, ω -3) разработанные полукопсервы рыбные возможно отнести не только к продуктам с высоким содержанием пищевых веществ [10], но и к натуральным функциональным пищевым продуктам, характеризующимся содержанием функциональных пищевых ингредиентов животного и растительного происхождения в количестве, составляющем в одной порции продукта не менее 15 % от суточной физиологической потребности [8–10]. Употребление рыбных полукопсервов позволит снизить дефицит данных макро- и микронутриентов и позволит укрепить иммунную защиту организма человека в целом.

менной нутрициологии: термины и определения, классификация продовольственного сырья и пищевых продуктов // *Техника и технология пищевых производств*. 2012. № 3 (26). С. 94–101.

11. *О безопасности* рыбы и рыбной продукции: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 от 18 октября 2016 г. № 162. URL: http://docs.eaeunion.org/docs/ru/01413257/cncd_2003_2017_162 (дата обращения: 25.08.2021).

12. Ржавская Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 473 с.

13. *Химический состав* российских пищевых продуктов: справ. / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельян. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

14. Аняшина Н. И., Андреева О. А., Мыкоц Л. П., Оганесян Э. Т. Стандартизация инулина, полученного из клубней георгины простой. Изучения некоторых физико-химических свойств инулина // *Химико-фармацевт. журн.* 2009. № 3. С. 35–36.

15. Ладнова О. Л., Меркулова Е. Г. Применение инулина и стевии при разработке рецептур продуктов нового поколения // *Успехи соврем. естествознания*. 2008. № 2. С. 46–47.

16. Шульгина Л. В., Якуш Е. В., Давлетшина Т. А., Павловский А. М., Павел К. Г., Касьянов С. П. Полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3 в продукции из дальневосточных рыб // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017. № 5 (72). С. 42–45.

17. Потапова В. А., Мезенова О. Я. Оптимизация рецептуры рыборастворимых снеков // *Вестн. Междунар. акад. холода*. 2015. № 3. С. 19–22.

18. Абрамова Л. С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 175 с.

19. Титов Е. И., Rogov И. А., Ивашкин Ю. А., Никитина М. А., Глазкова И. В., Мутасева Л. Ф. Экспертная

система оптимизации состава продуктов и рационов питания: моногр. М.: Изд-во МГУПБ, 2009. 124 с.

20. ГОСТ 7636–85. Рыбы, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа (с изменением № 1). М.: Стандартинформ, 2010. 89 с.

21. ГОСТ 34134-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения состава свободных углеводов. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

22. ГОСТ 26931-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди. М.: Стандартинформ, 2010. 15 с.

23. ГОСТ 32307-2013. Мясо и мясные продукты. Определение содержания жирорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

24. ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

25. Ким Г. Н., Ким И. Н., Сафронова Т. М., Мегада Е. В. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2014. 512 с.

26. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2010. 7 с.

27. ГОСТ ISO 21871-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Метод обнаружения и подсчета наиболее вероятного числа *Bacillus cereus*. М.: Стандартинформ, 2013. 21 с.

28. ГОСТ 29185-2014. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях. М.: Стандартинформ, 2015. 16 с.

29. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

30. ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. М.:

Стандартинформ, 2013. 29 с.

31. Zarubin N. Yu., Strokova N. G., Roshchina A. N., Bredikhina O. V., Ignatova T. A. High-protein sublimated fish and vegetable based snacks // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 82095.

32. Зарубин Н. Ю., Строкова Н. Г., Харенко Е. Н. Разработка рецептурных композиций фаршевых рыбо-растительных систем для здорового питания // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 12 октября 2020 г.). Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2020. С. 30–36.

33. Зарубин Н. Ю., Строкова Н. Г., Бредихина О. В., Краснова И. С., Лаврухина Е. В. Сублимированные продукты «быстрого питания» на основе гомогенизированных рыбо-растительных систем // Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 99–103.

34. Краценко В. В., Сполохова В. А., Ким Г. Н. Обоснование использования в технологии белково-липидных эмульсий мышечной ткани макруруса малоглазого *Albatrossia pectoralis* // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2011. № 20. С. 81–87.

35. Дроздова Л. И., Пивненко Т. Н., Караулова Е. П., Ярочкин А. П. Биохимическая характеристика мышечной ткани глубоководных рыб как источника свободных аминокислот и биогенных пептидов // Изв. ТИПРО. 2007. Т. 150. С. 383–390.

36. Дроздова Л. И., Пивненко Т. Н. Особенности реологических показателей фаршей из глубоководных рыб и продукции из них // Изв. ТИПРО. 2013. Т. 172. С. 274–281.

37. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 от 09 декабря 2011 г. № 880. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 20.08.2021).

References

1. Shevchenko Iu. L., Borshchev G. G. Znachenie vitaminov v angiogeneze [Importance of vitamins in angiogenesis]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N. I. Pirogova*, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 103–108.

2. Greiller C. L., Martineau A. R. Modulation of the immune response to respiratory viruses by vitamin D. *Nutrients*, 2015, no. 7, pp. 4240–4270.

3. Tutel'ian V. A., Spirichev V. B., Sukhanov B. P., Kudasheva V. A. *Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Micronutrients in nutrition of healthy and sick persons]. Moscow, Kolos Publ., 2002. 424 p.

4. Daneshkhan A., Agrawal V., Eshein A., Subramanian H., Roy H. K., Backman V. *The possible role of vitamin D in suppressing cytokine storm and associated mortality in COVID-19 patients*. Available at: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.08.20058578v4> (accessed: 25.08.2021). DOI: 10.1101/2020.04.08.20058578.

5. Kharenko E. N., Sopina A. V. Antikovidnye produkty iz vodnykh bioreсурсов [Anticovid products from aquatic bioresources]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 2, pp. 4–8.

6. Parakhonskii A. P. Rol' medi v organizme i znachenie ee disbalansa [Role of copper in body and significance of its imbalance]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniia*, 2015, no. 4 (10), pp. 73–84.

7. Mitrofanova I. Iu., Ianitskaia A. V., Shchulina Iu. S. Perspektivy primeneniia inulina v meditsinskoj i farmatsevticheskoi praktike [Prospects for using inulin in medical and pharmaceutical practice]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, 2012, no. 2, pp. 45–46.

8. Zul'karnaev T. R., Muryseva E. N., Tiurina O. V., Zul'karnaeva A. T. Zdorovoe pitanie: novye podkhody k normirovaniu fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlia razlichnykh grupp naseleniia Rossiiskoi Federatsii [Healthy nutrition: new approaches to normalization of physiological needs for energy and nutrients for various groups of population in Russian Federation]. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*, 2011, no. 6, pp. 150–154.

9. Tutel'ian V. A. O normakh fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlia razlichnykh grupp naseleniia Rossiiskoi Federatsii [On norms of physiological needs for energy and food substances for various groups of population in Russian Federation]. *Voprosy pitaniia*, 2009, vol. 78, no. 1, pp. 4–15.

10. Pozniakovskii V. M. Aktual'nye voprosy sovremennoi nutritsiologii: terminy i opredeleniia, klassifikatsiia proizvodstvennogo syr'ia i pishchevykh produktov [Topical issues of modern nutrition: terms and definitions, classification of food raw materials and food products]. *Tekhnika*

- i tekhnologiiia pishchevykh proizvodstv*, 2012, no. 3 (26), pp. 94-101.
11. *O bezopasnosti ryby i rybnoi produktsii: Tekhnicheskii reglament Evraziiskogo ekonomicheskogo soiuza TR EAES 040/2016 ot 18 oktiabria 2016 g. № 162* [On safety of fish and fish products: Technical Regulations of the Eurasian Economic Union TR EAEU 040/2016 dated October 18, 2016 No. 162]. Available at: http://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413257/cncd_20032017_162 (accessed: 25.08.2021).
12. Rzhavskaiia F. M. *Zhiry ryb i morskikh mlekopitaiushchikh* [Fats of fish and sea mammals]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1976. 473 p.
13. *Khimicheskii sostav rossiiskikh pishchevykh produktov: spravochnik* [Chemical composition of Russian food products: reference book]. Pod redaktsiei I. M. Skurikhina, V. A. Tutel'ian. Moscow, DeLi print Publ., 2002. 236 p.
14. Anan'ina N. I., Andreeva O. A., Mykots L. P., Oganesian E. T. Standartizatsiia inulina, poluchennogo iz klubnei georginy prostoi. Izucheniiia nekotorykh fiziko-khimicheskikh svoistv inulina [Standardization of inulin obtained from dahlia simplex tubers. Studying physical and chemical properties of inulin]. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*, 2009, no. 3, pp. 35-36.
15. Ladnova O. L., Merkulova E. G. Primenenie inulina i stevii pri razrabotke retseptury produktov novogo pokoleniia [Using inulin and stevia in new generation product formulations]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia*, 2008, no. 2, pp. 46-47.
16. Shul'gina L. V., Iakush E. V., Davletshina T. A., Pavlovskii A. M., Pavel' K. G., Kas'ianov S. P. Polinenasyshtchenye zhimnye kisloty semeistva omega-3 v produktsii iz dal'nevostochnykh ryb [Polyunsaturated fatty acids of omega-3 family in products from Far Eastern fish]. *Zdorov'e. Meditsinskaiia ekologiia. Nauka*, 2017, no. 5 (72), pp. 42-45.
17. Potapova V. A., Mezenova O. Ia. Optimizatsiia retseptury ryborastitel'nykh snekov [Optimization of formulation of fish and vegetable snacks]. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*, 2015, no. 3, pp. 19-22.
18. Abramova L. C. *Polikomponentnye produkty pitaniia na osnove rybnogo syr'ia* [Polycomponent food products based on fish raw materials]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2005. 175 p.
19. Titov E. I., Rogov I. A., Ivashkin Iu. A., Nikitina M. A., Glazkova I. V., Mitaseva L. F. *Ekspertnaia sistema optimizatsii sostava produktov i ratsionov pitaniia: monografiia* [Expert system for optimizing composition of foods and diets: monograph]. Moscow, Izd-vo MGUPB, 2009. 124 p.
20. GOST 7636-85. *Ryby, morskije mlekopitaiushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza (s izmeneniiem № 1)* [GOST 7636-85. Fish, marine mammals, marine invertebrates and their derivatives. Methods of analysis (with change No. 1)]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 89 p.
21. GOST 34134-2017. *Miaso i miasnye produkty. Metod opredeleniia sostava svobodnykh uglevodov* [GOST 34134-2017. Meat and meat products. Method for determining the composition of free carbohydrates]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 12 p.
22. GOST 26931-86. *Syr'e i produkty pishchevye. Metody opredeleniia medi* [GOST 26931-86. Raw materials and food products. Methods for determining copper]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 15 p.
23. GOST 32307-2013. *Miaso i miasnye produkty. Opredelenie sodержaniia zhirorastvorimykh vitaminov metodom vysokoeffektivnoi zhidkostnoi khromatografii* [GOST 32307-2013. Meat and meat products. Determination of the content of fat-soluble vitamins by high performance liquid chromatography]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 12 p.
24. GOST 31663-2012. *Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Opredelenie metodom gazovoi khromatografii massovoi doli metilovykh efirov zhirnykh kislot* [GOST 31663-2012. Vegetable oils and animal fats. Determination by gas chromatography of the mass fraction of methyl esters of fatty acids]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 12 p.
25. Kim G. N., Kim I. N., Safronova T. M., Megeda E. V. *Sensomyi analiz produktov pererabotki ryby i bespozvonochnykh: uchebnoe posobie* [Sensory analysis of processed fish and invertebrate products: teaching aids]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2014. 512 p.
26. GOST 10444.15-94. *Produkty pishchevye. Metody opredeleniia kolichestva mezofil'nykh aerobnykh i fakul'tativno-anaerobnykh mikroorganizmov* [GOST 10444.15-94. Food products. Methods for determining the amount of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 7 p.
27. GOST ISO 21871-2013. *Mikrobiologiia pishchevykh produktov i kormov dlia zhivotnykh. Metod obnaruzheniia i podscheta naibolee veroiatnogo chisla Bacillus cereus* [GOST ISO 21871-2013. Microbiology of food and animal feed. Method for detecting and counting the most probable number of Bacillus cereus]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 21 p.
28. GOST 29185-2014. *Mikrobiologiia pishchevykh produktov i kormov dlia zhivotnykh. Metody vyivleniia i podscheta sul'fitredutsiruiushchikh bakterii, rastushchikh v anaerobnykh usloviakh* [GOST 29185-2014. Microbiology of food and animal feed. Detection methods and enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 16 p.
29. GOST 31747-2012. *Produkty pishchevye. Metody vyivleniia i opredeleniia kolichestva bakterii gruppy kishechnykh paloček (koliformnykh bakterii)* [GOST 31747-2012. Food products. Methods for detection and determination of the number of bacteria of the group of Escherichia coli (coliform bacteria)]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 20 p.
30. GOST 31746-2012. *Produkty pishchevye. Metody vyivleniia i opredeleniia kolichestva koagulazopolozhitel'nykh stafilokokkov i Staphylococcus aureus* [GOST 31746-2012. Food products. Methods for detection and quantification of coagulase-positive staphylococci and Staphylococcus aureus]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 29 p.
31. Zarubin N. Yu., Strokova N. G., Roshchina A. N., Bredikhina O. V., Ignatova T. A. High-protein sublimated fish and vegetable based snacks. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*. 2020. P. 82095.
32. Zarubin N. Iu., Strokova N. G., Kharenko E. N. Razrabotka retsepturnykh kompozitsii farshovykh ryborastitel'nykh sistem dlia zdorovogo pitaniia [Developing formulations of minced fish and vegetable systems for healthy nutrition]. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti i obshchestvennom pitanii: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Ekaterinburg, 12 oktiabria 2020 g.)*. Ekaterinburg, Izd-vo UrGEU, 2020. Pp. 30-36.
33. Zarubin N. Iu., Strokova N. G., Bredikhina O. V., Krasnova I. S., Lavrukhina E. V. Sublimirovannye produkty «bystrogo pitaniia» na osnove gomogenizirovannykh ryborastitel'nykh sistem [Sublimated fast food based on homogenized fish and plant systems]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2021, no. 2, pp. 99-103.

34. Krashchenko V. V., Spolokhova V. A., Kim G. N. Obosnovanie ispol'zovaniia v tekhnologii belkovo-lipidnykh emul'sii myshechnoi tkani makrurusa maloglazogo Albatrossia pectoralis [Rationale for using protein-lipid emulsions of muscle tissue of small-eyed grenadier Albatrossia pectoralis in technology]. *Issledovaniia vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana*, 2011, no. 20, pp. 81-87.

35. Drozdova L. I., Pivnenko T. N., Karaulova E. P., Iarochkin A. P. Biokhimicheskaia kharakteristika myshechnoi tkani glubokovodnykh ryb kak istochnika svobodnykh aminokislot i biogenykh peptidov [Biochemical characteristics of muscle tissue of demersal fish as source

of free amino acids and biogenic peptides]. *Izvestiia TINRO*, 2007, vol. 150, pp. 383-390.

36. Drozdova L. I., Pivnenko T. N. Osobennosti reologicheskikh pokazatelei farshei iz glubokovodnykh ryb i produktii iz nikh [Specific rheological parameters of minced meat from demersal fish and products from them]. *Izvestiia TINRO*, 2013, vol. 172, pp. 274-281.

37. *O bezopasnosti pishchevoi produktii: Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soiuzha TR TS 021/2011 ot 09 dekabria 2011 g. № 880* [On food safety: Technical regulation of the Customs Union TR CU 021/2011 dated December 09, 2011 No. 880]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (accessed: 20.08.2021).

Статья поступила в редакцию 29.10.2021; одобрена после рецензирования 22.04.2022; принята к публикации 30.05.2022
The article is submitted 29.10.2021; approved after reviewing 22.04.2022; accepted for publication 30.05.2022

Информация об авторах / Information about the authors

Елизавета Васильевна Лаврухина – старший специалист отдела инновационных технологий департамента технического регулирования; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; efrolenkova13@gmail.com

Никита Юрьевич Зарубин – кандидат технических наук; ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий департамента технического регулирования; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; zar.nickita@yandex.ru

Елена Николаевна Харенко – доктор технических наук, доцент; заместитель директора по научной работе; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; harenko@vniro.ru

Ольга Валентиновна Бредихина – доктор технических наук, доцент; ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий департамента технического регулирования; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; bredihinaov@rambler.ru

Леонид Олегович Архипов – кандидат технических наук; начальник отдела инновационных технологий департамента технического регулирования; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; arkhipov@vniro.ru

Elizaveta V. Lavrukhina – Senior Specialist of the Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; efrolenkova13@gmail.com

Nikita Yu. Zarubin – Candidate of Technical Sciences; Leading Researcher of the Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; zar.nickita@yandex.ru

Elena N. Kharenko – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Deputy Director in Academic Affairs; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; harenko@vniro.ru

Olga V. Bredikhina – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Leading Researcher of the Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; bredihinaov@rambler.ru

Leonid O. Arkhipov – Candidate of Technical Sciences; Head of the Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation; Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography; arkhipov@vniro.ru

