

УДК 664.953

Разработка технологического решения, направленного на улучшение потребительских свойств нового рыбного кулинарного изделия, обогащенного хондроитинсульфатом ската звездчатого

В. В. Щетинский, Ю. В. Шокина*, А. Л. Никифоров-Никишин

*Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия;

e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6513-1912>

Информация о статье Реферат

Поступила в редакцию 28.05.2024;

принята к публикации 02.07.2024

Ключевые слова:

скат звездчатый, хондроитинсульфат, рыбное кулинарное изделие, обогащенный продукт, рецептура, технология

В статье изложены результаты разработки рыбного кулинарного изделия – рыбы, запеченной с гарниром в соусе из ската звездчатого и трески атлантической, обогащенного хондроитинсульфатом ската звездчатого, который содержится в мясе и хряще крыльев ската. В качестве дополнительного рыбного сырья выбрана треска атлантическая – более привычная российскому потребителю и удачно дополняющая по аминокислотному составу мясо крыльев ската звездчатого. Скаты звездчатый относится к недоиспользуемым объектам промысла Северного бассейна. Мясо крыльев ската звездчатого содержит до 1,5 % мочевины, что ухудшает его органолептические свойства. Для решения этой проблемы ранее было предложено использовать кратковременную предварительную тепловую обработку (ПТО) крыльев ската бланшированием в воде при температуре от 93 до 96 °С в течение 1–3 мин, что гарантирует четырехкратное снижение массовой доли мочевины в мясе крыльев ската относительно исходного содержания – ниже порога органолептического восприятия человека. ПТО также облегчает разделку крыльев ската. Предложена рецептура и технология комбинированного рыбного кулинарного изделия "Скаты звездчатый и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе", полностью готового к употреблению и расфасованного в потребительскую упаковку. Для пролонгации срока годности до 120 суток предложено подвергать изделие шоковому замораживанию с последующим хранением при температуре не выше минус 18 °С. Для решения проблемы расслоения сливочного соуса в процессе хранения и улучшения потребительских свойств изделия предложено экспериментально обоснованное технологическое решение – введение в состав рецептуры соуса в качестве загустителя и структурообразователя овсяной муки в количестве 3,5 % на общую массу соуса.

Для цитирования

Щетинский В. В. и др. Разработка технологического решения, направленного на улучшение потребительских свойств нового рыбного кулинарного изделия, обогащенного хондроитинсульфатом ската звездчатого. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 3. С. 424–436. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-424-436>.

Development of a technological solution aimed at improving the consumer properties of a new fish culinary product enriched with chondroitin sulfate of thorny skate

Vsevolod V. Shchetinsky, Yulia V. Shokina*, Aleksey L. Nikiforov-Nikishin

*Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia;

e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6513-1912>

Article info

Received 28.05.2024;

accepted 02.07.2024

Key words:

thorny skate, chondroitin sulfate, fish culinary product, enriched product, formulation, technology

Abstract

The paper presents the results of developing a fish culinary product (thorny skate meat mixed with Atlantic cod meat, baked with potatoes and mushrooms in a cream sauce) enriched with chondroitin sulfate contained in the meat and cartilage of the wings of thorny skate. Atlantic cod, more familiar to the Russian consumer and successfully complementing the skate's meat with amino acid composition, has been chosen as an additional fish raw material. Thorny skate belongs to the underutilized fishing facilities of the Northern Basin. The meat of its wings contains up to 1.5 % urea, which worsens its organoleptic properties. To solve this problem, it was previously proposed to use short-term preliminary heat treatment (PHT) of skate's wings by blanching them in water at a temperature from 93 to 96 °C for 1–3 minutes, which guarantees a fourfold decrease in the mass fraction of urea in the meat, relative to the initial content, below the organoleptic perception of the consumer. PHT also facilitates the cutting of the skate's meat. The formulation and technology of a combined fish culinary product is proposed, packaged and completely ready for consumer's use. To prolong the shelf life up to 120 days, it is proposed to subject the product to shock freezing with subsequent storage at a temperature no higher than minus 18 °C. To solve the problem of delamination of cream sauce during storage and to improve the consumer properties of the product, an experimentally based technological solution is proposed – the introduction of oat flour in the composition of the sauce formulation as a thickener and structure-forming agent in an amount of 3.5 % per total mass of sauce.

For citation

Shchetinsky, V. V. et al. 2024. Development of a technological solution aimed at improving the consumer properties of a new fish culinary product enriched with chondroitin sulfate of thorny skate. *Vestnik of MSTU*, 27(3), pp. 424–436. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-424-436>.

Введение

Растущую актуальность разработки технологий обогащенных рыбных продуктов в Российской Федерации обуславливают сразу несколько важных факторов, на которых стоит остановиться подробнее.

Первый фактор – наиболее значимый – это объективная оценка состояния здоровья населения страны, в особенности регионов с неблагоприятными природно-климатическими факторами, к которым относятся обширные территории в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), а также населения промышленно-развитых регионов с неблагоприятной экологической оценкой.

Отечественные и зарубежные специалисты – медики и гигиенисты – отмечают необходимость системной профилактики влияния на здоровье людей специфических для АЗРФ, признанной "абсолютно дискомфортной для жизнедеятельности человека территорией", негативных факторов, таких как систематический холодный стресс, длительная полярная ночь, недостаток кислорода в атмосфере, постоянные геомагнитные бури и повышенный уровень электромагнитного поля атмосферы (Коннова и др., 2019).

Наличие этих негативных факторов у работающего населения обуславливает рост заболеваемости до уровня, превышающего аналогичные показатели по отдельным классам болезней (органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, онкозаболеваний) в других регионах России, что сказывается на сокращении продолжительности жизни и росте показателя смертности (Сюрин и др., 2019). Смертность населения АЗРФ от болезней (в соответствии с международной классификации болезней 10 пересмотра – А00-Т98) находится на более высоком уровне по сравнению со средними показателями по России. Так, смертность от болезней системы кровообращения в пяти регионах Российской Арктики из девяти (Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская и Мурманская области, Красноярский край) колеблется от 649,8 до 793,1 случаев на 100 тыс. населения при среднем по России значении этого показателя – 640,8. Аналогичная тенденция наблюдается по смертности от новообразований и туберкулеза (Липатова и др., 2023).

При этом в профилактике специфической для АЗРФ заболеваемости основной упор делается на сознательную коррекцию образа жизни и санитарное просвещение населения, включающее пропаганду здорового образа жизни, здорового питания, отказа от вредных привычек, а также на доступность спорта для широких слоев населения (Lyon et al., 2007; Коннова и др., 2019).

Социологические исследования последних лет показывают пусть медленно, но неуклонно растущую осведомленность россиян, в особенности молодежи, в сфере здорового образа жизни (Черепанова и др., 2015). Такая тенденция не может не радовать. Сегодня, практически в каждом супермаркете имеются целые отделы или, как минимум, секции с продуктами здорового питания в широком ассортименте – продукты без глютена и с пониженным содержанием сахара, продукты, обогащенные пищевыми волокнами, витаминами, микро- и макроэлементами, биологически-активные добавки, направленные на профилактику конкретных заболеваний и нутриентно-дефицитных состояний.

Вторым фактором является растущая конкуренция среди отечественных производителей продуктов питания, заставляющая предприятия всерьез и на постоянной основе заниматься расширением ассортимента производимой продукции для закрепления своего положения на рынке и удержания потребителя. С учетом первого фактора такое расширение ассортимента происходит отчасти за счет полифункциональных и обогащенных продуктов, разработанных на основе базовых технологий, реализуемых на предприятиях. Немаловажным стимулирующим фактором для производителей является возможность извлекать дополнительную прибыль за счет "наценки" на улучшенные потребительские свойства продуктов здорового питания. Обогащенные и функциональные продукты потребитель воспринимает как продукты более высокого качества, более безопасные, произведенные по экологически чистым технологиям из натуральных ингредиентов.

Третий фактор – это проблема растущего дефицита пищевого сырья, формирующая запрос на вовлечение в переработку новых и малоиспользуемых его видов. В этом случае, как показывает опыт, привлечение потребителя к продукции из новых видов сырья происходит максимально эффективно, за счет формирования у продукта каких-либо функциональных или диетических свойств, компенсирующих в некотором смысле осторожность в отношении новинки.

Как итог все стратегии и концепции развития пищевой отрасли и программы повышения качества жизни населения Российской Федерации, принимаемые или актуализируемые в последние годы, содержат положения об усилении роли продуктов обогащенных ценными пищевыми компонентами, функциональной и диетической направленности, специализированных продуктов с улучшенным составом.

Так, Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и план мероприятий по ее реализации называет одним из современных вызовов рост интереса к здоровому образу жизни, что находит отражение в изменяющихся пищевых предпочтениях¹.

¹ Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года и плана мероприятий по ее реализации // Правительство Российской Федерации : официальный сайт. 2024. URL : <https://docs.cntd.ru/document/563879849> (дата обращения 20.02.2024).

Однако, перечислив стимулы к развитию производства рыбных обогащенных продуктов функционального назначения и, соответственно, к разработке технологий их изготовления, нельзя не обозначить имеющиеся риски, среди которых основными являются потребность в обновлении производственных фондов и привлечение достаточных для этого инвестиций в отрасль. Государственная политика привлечения инвестиций в глубокую рыбопереработку, реализуемую как непосредственно на промысле, так и на берегу в обмен на квоты, дает свои результаты.

В Мурманской области за последние годы появилось сразу несколько крупных современных рыбоперерабатывающих комплексов. При этом все они ориентированы на неглубокую разделку и выпуск мороженой рыбопродукции, преимущественно, филе трески высшей категории плюс переработку сопутствующего прилова. Производство обогащенных и полифункциональных рыбных продуктов, которое характеризуется сложной логистикой, многоэтапностью, потребностью в большом количестве сырьевых компонентов и специализированном технологическом оборудовании, пока развито недостаточно.

Наибольший интерес к новым технологиям в области полифункциональных и обогащенных рыбных продуктов проявляют относительно небольшие региональные компании ("Мурманфиш", "Норд-Вест Флот Компани" – г. Мурманск, Мурманская область) и крупные компании (AGAMA – г. Истра, Московская область). Менеджмент перечисленных компаний рассматривает расширение ассортиментной линейки своей продукции за счет продуктов здорового питания как реальное конкурентное преимущество на региональных розничных рынках.

Накопленный опыт разработки полифункциональных продуктов из рыбного сырья Северного бассейна (Raybulov et al., 2020; Shchetinskiy et al., 2020) позволил сформировать алгоритм, включающий основные этапы:

- 1) выбор по результатам маркетингового исследования наиболее привлекательного для потребителей рыбной кулинарии продукта – базы для разработки нового обогащенного продукта с использованием ската звездчатого;

- 2) выбор и обоснование основного и дополнительного рыбного сырья, подбор вспомогательных компонентов и разработка оптимальной рецептуры нового продукта, которая обеспечит содержание хондроитинсульфата в достаточном количестве для присвоения продукту статуса "обогащенный";

- 3) совершенствование технологии изготовления продукта для улучшения его потребительских свойств и увеличения срока годности;

- 4) проверка санитарно-гигиенических показателей и установление срока годности;

- 5) разработка патента на продукт.

Ключевым этапом, определяющим все последующие действия, является выбор и обоснование основного и дополнительного рыбного сырья.

На сегодня имеется успешный опыт разработки ассортиментной линейки полифункциональных продуктов на основе малоиспользуемого рыбного сырья Северного бассейна – ската звездчатого *Amblyraja radiata* (Donovan, 1808), в составе которого содержится функциональный пищевой ингредиент хондроитинсульфат (Shchetinskiy et al., 2020; Yach et al., 2005).

Скат присутствует в прилове при промысле тресковых рыб, имеет также хорошие перспективы как объект целенаправленного ярусного лова в Баренцевом море (Grekov et al., 2011; Cnocob..., 2013).

Скат звездчатый характеризуется высоким содержанием полноценного по аминокислотному составу белка (от 14 до 17 %), низким содержанием жира (до 2 %) и высоким (до 300 мг%) содержанием хондроитинсульфата (Novoa-Carballal et al., 2017; Panagos et al., 2014; Krichen et al., 2018).

Хондроитинсульфат (ХС) признан соединением с доказанным противовоспалительным действием на хрящевую ткань и суставы человека, а также соединением с ангиопротекторным и хондропротекторным действием, что позволяет отнести ХС к физиологически функциональным пищевым ингредиентам, пригодным для обогащения им продуктов питания, направленных на профилактику воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата человека (Krichen et al., 2017; Miraglia et al., 2016). Проблемой ската является низкий выход съедобной части – крыльев (до 26 % от массы целой рыбы) и высокое содержание мочевины в мышечной ткани, характерное для всех хрящевых рыб (Yach et al., 2005). С учетом технокимического состава скат является классическим примером сырья, которое целесообразно рассматривать как источник функционального пищевого ингредиента.

При разработке технологий обогащенных рыбных продуктов на основе его использования были успешно решены несколько технологических проблем – снижения массовой доли мочевины, разработки и оптимизации рецептурного состава продуктов, подбора оптимального рыбного компонента-носителя, более привычного для потребителя и облегчающего вывод нового продукта на рынок (Shchetinskiy et al., 2020).

Проведенные исследования показали, что таким компонентом-носителем являются тресковые рыбы в соотношении со скатом 1 : 1, которое обеспечивает сбалансированный аминокислотный состав готовых продуктов, прекрасные органолептические свойства и более привлекательную себестоимость по сравнению с аналогами из тресковых рыб без добавления ската (Shchetinskiy et al., 2020; Yach et al., 2005).

Разработаны и запатентованы способы эффективного снижения массовой доли мочевины в результате теплового разложения этого соединения в процессе бланширования паром, водой, а также при терморadiационном нагреве (*Снособ...*, 2013).

С учетом изложенного цель исследования – разработка технологии рыбного кулинарного изделия, обогащенного ХС ската звездчатого *Amblyraja radiata* (Donovan, 1808), который является массовым приловом при донном промысле тресковых рыб в Баренцевом море и мало используется в настоящее время на рыбоперерабатывающих предприятиях Мурманской области (Россия).

Поставленная цель достигается решением задач:

- исследовать предпочтения потребителей в отношении рыбных кулинарных изделий;
- разработать технологическую схему изготовления рыбного кулинарного изделия и предложить меры, направленные на стабилизацию органолептических свойств сливочного соуса в процессе хранения продукта длительное время в замороженном виде;
- исследовать реологические показатели соуса, физико-химические, микробиологические и органолептические изменения готового изделия в процессе длительного хранения в замороженном виде.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись:

1. Коммерческие образцы ската звездчатого крыльев мороженых и коммерческие образцы трески обезглавленной потрошеной мороженой или охлажденной производства АО "Норд Вест Флот Компани" г. Мурманск (Россия). Скот звездчатый *Amblyraja radiata* (Donovan, 1808) широко распространен по всей акватории Баренцева моря, его вылов не лимитируется величиной общего допустимого улова (ОДУ), при этом промысловые запасы делают возможным и целесообразным специализированный промысел.

2. Опытные образцы рыбных кулинарных изделий, обогащенных ХС в составе хрящей и мяса крыльев ската звездчатого – "Скат и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе", изготовленные по разработанной технологии.

В работе использованы современные методы исследования. Органолептическую оценку опытных образцов рыбных кулинарных изделий, а именно показателей "внешний вид", "запах", "вкус", "консистенция", проводили расширенным составом дегустационной комиссии Мурманского арктического университета (г. Мурманск, Россия) в соответствии с требованиями ГОСТ 7631-2008². Для оценки образцов использовали разработанную словесную шкалу.

Массовую долю азота летучих оснований (АЛО), мг%, определяли стандартным методом по ГОСТ 7636-85 отгонкой свободных и связанных летучих оснований с паром и последующем взаимодействии образующегося аммиака с серной кислотой, избыток которой оттитровывали щелочью. Массовую долю аминного азота (АА), мг%, определяли методом формольного титрования, в основе которого связывание аминогрупп в составе аминокислот с формалином и косвенное определение их количества по результатам титрования карбоксильных групп. Перед исследованием из пробы продукта экстрагируют водой азотистые соединения, в полученной вытяжке осаждают белок 20%-й трихлоруксусной кислотой, после чего определяют АА в фильтрате. Массовую долю мочевины в мышечной ткани крыльев (боковых плавников) ската звездчатого определяли колориметрическим методом, основанном на цветной реакции мочевины с антипирином в присутствии диацетилмонооксида в кислой среде (*Shchetinskiy et al.*, 2020).

Показатели безопасности определяли стандартными методами: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов) – по ГОСТ 10444.15-94, БГКП (бактерии группы кишечной палочки) – ГОСТ 31747-2012, *Staphylococcus aureus* – ГОСТ 31746-2012, *Salmonella* – ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579/2002), СПК (сульфитредуцирующие клостридии) – ГОСТ 29185-2012 (ISO 15213/2003), дрожжи и плесени – ГОСТ 10444/12-2013.

График исследований по гигиеническому обоснованию сроков годности продукта составлен в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 и с учетом требований СанПиН 2.3.2.1324-03.

Эффективную вязкость соусов определяли на реометре RheolabQC (Anton Paar, Австрия, 2017) с измерительной ячейкой СС39, состоящей из двух коаксиальных цилиндров: неподвижного наружного, диаметром 42 мм и вращающегося внутреннего, диаметром 38,7 мм, помещенных в термостатирующую камеру. Длина измерительной поверхности внутреннего цилиндра – 60 мм, скорость сдвига $\dot{\gamma} = 1 \text{ с}^{-1}$. Температура измерения – $60 \pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Результаты экспериментов были выражены в виде средних значений со стандартным отклонением ($n = 3$), для расчета стандартного отклонения использовали метод наименьших квадратов.

Розничный региональный рынок рыбных кулинарных продуктов промышленного производства изучали полевым методом на базе предприятий розничной торговли в составе крупных федеральных торговых сетей, представленных в г. Мурманске – "Окей", "Пятерочка", "Перекресток", "Лента", "Магнит". Потребительские предпочтения изучали методом анонимного письменного анкетирования. Период исследования составил

² Информация о нормативных актах и ГОСТах представлена в Приложении.

12 месяцев (2023 г.), общее количество опрошенных – более 150 человек всех возрастов, уровней дохода, мужчины и женщины.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов проведенного в период 2023–2024 гг. маркетингового исследования позволил определить приоритетный ассортимент рыбной кулинарной продукции и ее основные потребительские свойства. Учитывая заинтересованность значительной части потребителей в увеличении срока годности продукции и их негативное отношение к использованию консервантов, было принято решение использовать шоковую заморозку для консервирования разрабатываемого продукта – рыбы запеченной со сложным овощным гарниром в сливочном соусе.

Технологическая схема изготовления нового продукта включает в себя следующие операции: (1) прием и хранение сырья – (2) подготовка сырья (для замороженного сырья – размораживание, сортирование, мойка) – (3) бланширование крыльев ската – (4) разделка, зачистка, порционирование – (5) предварительная термическая обработка (обжаривание рыбы, жарка грибов, пассерование лука и т. д.) – (6) приготовление сливочного соуса – (7) соединение компонентов продукта в потребительских формах – (8) финальная термическая обработка (запекание) – (9) охлаждение – (10) укупоривание – (11) замораживание – (12) маркирование – (13) упаковка – (14) хранение.

Главной особенностью предложенной технологической схемы является использование мяса крыльев (боковых плавников) ската звездчатого в качестве основного рыбного сырья. Скат звездчатый – хрящевая рыба, особенностью обмена веществ которого является высокое содержание мочевины в мышечной ткани, что долгие годы препятствовало промышленной добыче ската и его переработке на пищевые цели. При этом белок ската – полноценный, содержит все незаменимые аминокислоты, а необработанные крылья ската, как установлено экспериментально, содержат до 300 мг% ХС, при этом после технологической обработки в готовом продукте массовая доля ХС составляет не менее 220 мг%, что соответствует 31 % от физиологической нормы потребления, установленной для глюкозамина (700 мг в сутки).

Для снижения массовой доли мочевины в мясе крыльев ската их бланшируют, эффективность тепловой обработки подтверждает уменьшение доли мочевины до 76 % от первоначального содержания (*Yach et al., 2005*). Бланширование ведут в варочном электрическом котле – крылья ската на сетках из пищевой стали погружают в воду (температура воды от 95 до 98 °С, продолжительность операции 1–3 мин), после чего извлекают из котла, охлаждают на воздухе до температуры не выше 45 °С и передают на следующую технологическую операцию. Бланширование оказывает существенное влияние на технологические свойства сырья – размягчается соединительная ткань, что упрощает разделку, подразумевающую удаление кожи и отделение мяса от хрящей. Особое внимание при этом необходимо уделять контролю над длительностью процесса, которая будет зависеть, в первую очередь, от размерно-массовых характеристик бланшируемых крыльев. При излишнем тепловом воздействии технологические свойства мяса значительно ухудшаются, контроль осуществляется визуально. Разделку, зачистку и порционирование осуществляют с учетом особенностей строения крыльев ската. На коже внешней поверхности крыла имеются наросты, полноту удаления которых необходимо строго контролировать, попадание колючек в готовое блюдо недопустимо. Под кожей как с внешней, так и с внутренней стороны крыла находится мышечная ткань, центральная часть крыла – это хрящевые лучи. При разделке крыла после бланширования и охлаждения удаляют кожу и отделяют мясо от хряща. При достаточной продолжительности бланширования отделение хрящей от мяса происходит без значительного усилия, при этом мясо сохраняет свою форму, мышечная ткань не распадается на отдельные волокна.

Разработанная технологическая схема позволяет придать кулинарному продукту сочетание вкусов обжаренной (предварительная термическая обработка – обжаривание) и запеченной рыбы (финальная тепловая обработка – запекание), а также подразумевает сложный многокомпонентный состав готового блюда (что является основной особенностью салатов и суши). Таким образом, разработанный продукт отвечает предпочтениям значительной части потребителей и сочетает в себе свойства наиболее востребованных продуктов в категории рыбной кулинарии.

При замораживании продукта было отмечено значительное ухудшение органолептических показателей сливочного соуса на основе натуральных сливок 22%-й жирности – имело место расслоение, отделение жидкой части и жировой компоненты сливок. Для улучшения внешнего вида и консистенции соуса было принято решение ввести в его состав загуститель. Загустители могут быть натурального происхождения либо синтезированные. Наличие в составе продукта не натуральных пищевых добавок однозначно негативно воспринимается потребителем. По этой причине рассматривали только натуральные загустители – традиционно используемую для приготовления белых соусов пшеничную муку, а также рисовую, овсяную и кукурузную, обладающие рядом преимуществ, среди которых повышенная биологическая ценность, отсутствие глютена, лучшая влагоудерживающая способность по сравнению с пшеничной мукой.

Исследовали реологические свойства соусов, полученных с использованием натуральных загустителей, до шокового замораживания, при хранении в замороженном виде и после размораживания с подогревом до температуры подачи блюда (60 ± 2) °С. Для оценки органолептических показателей соусов разработали

шкалу органолептической оценки. Коэффициенты весомости отдельных показателей, включенных в шкалу, назначали экспертным методом. Наибольший коэффициент значимости был присвоен показателю "консистенция".

Загуститель вносили в сливки в количестве 1,5, 2,5, 3,5 и 4,5 % на общую массу соуса. Замораживание производили в шофере, охлаждающая среда – воздух. Температура хранения замороженных образцов минус (21 ± 1) °С. Срок хранения до размораживания и проведения повторного исследования реологических показателей – 7 суток. Результаты органолептической оценки соусов приведены на рис. 1.

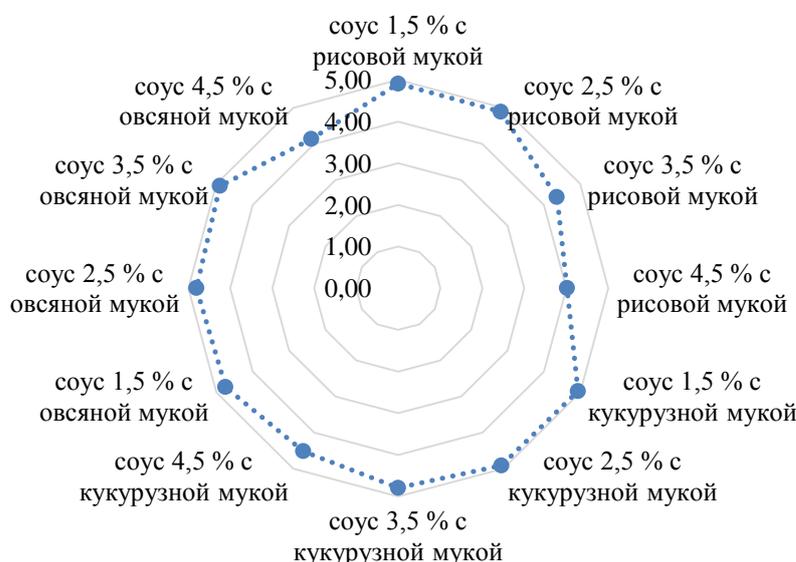


Рис. 1. Результаты органолептической оценки опытных образцов сливочного соуса с добавлением загустителей после хранения и дефростации (суммарный балл по пятибалльной шкале оценки).

Источник: составлено авторами

Fig. 1. Results of organoleptic evaluation of experimental samples of cream sauce with the addition of thickeners after storage and defrosting (total score on a five-point assessment scale).

Source: compiled by the authors

Для оценки реологических свойств соусов измеряли эффективную вязкость образцов. На рис. 2–5 приведены результаты измерений до шокового замораживания и после размораживания.

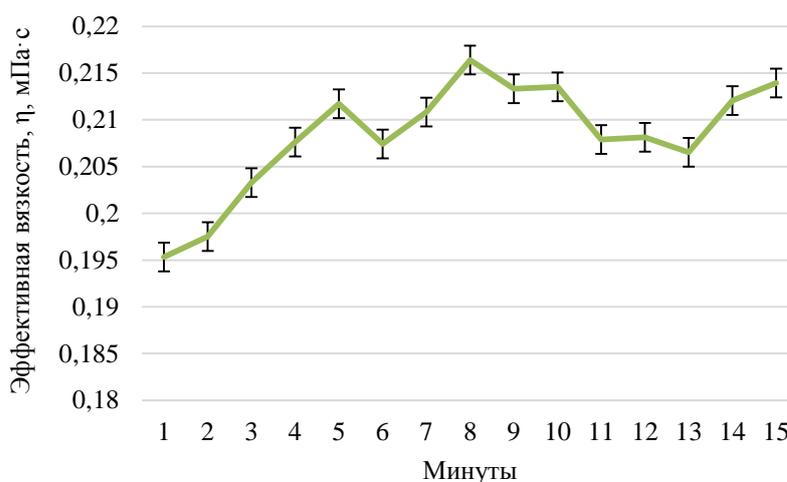


Рис. 2. Показатель эффективной вязкости соуса с добавлением загустителя овсяной муки в концентрации 3,5 % до шоковой заморозки. Источник: составлено авторами

Fig. 2. Effective viscosity index of sauce with the addition of oatmeal thickener at a concentration of 3.5 % before shock freezing. Source: compiled by the authors

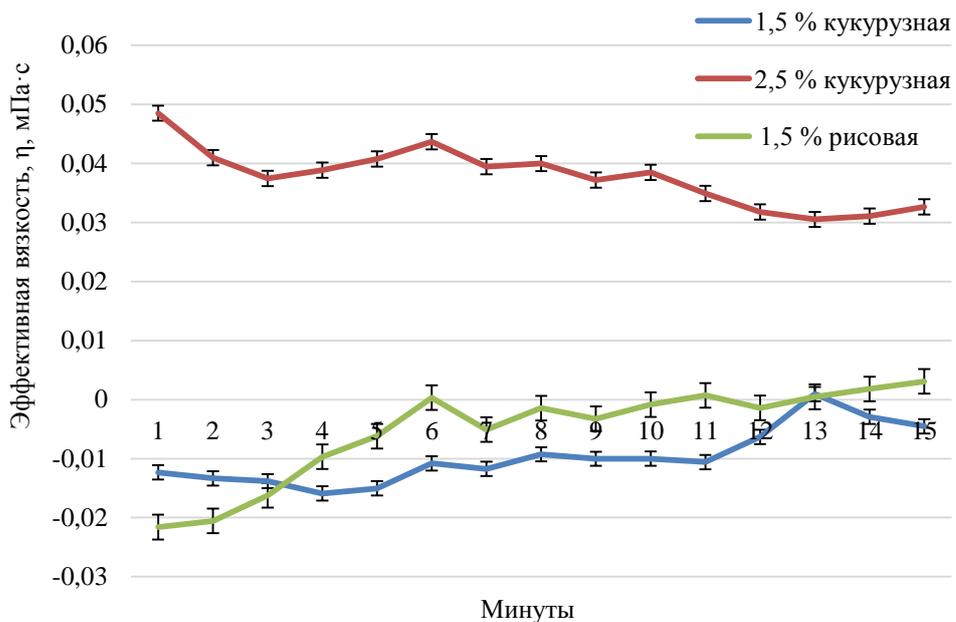


Рис. 3. Показатель эффективной вязкости соусов с добавлением загустителей до шоковой заморозки.
 Источник: составлено авторами
 Fig. 3. Effective viscosity index of sauces with added thickeners before shock freezing.
 Source: compiled by the authors

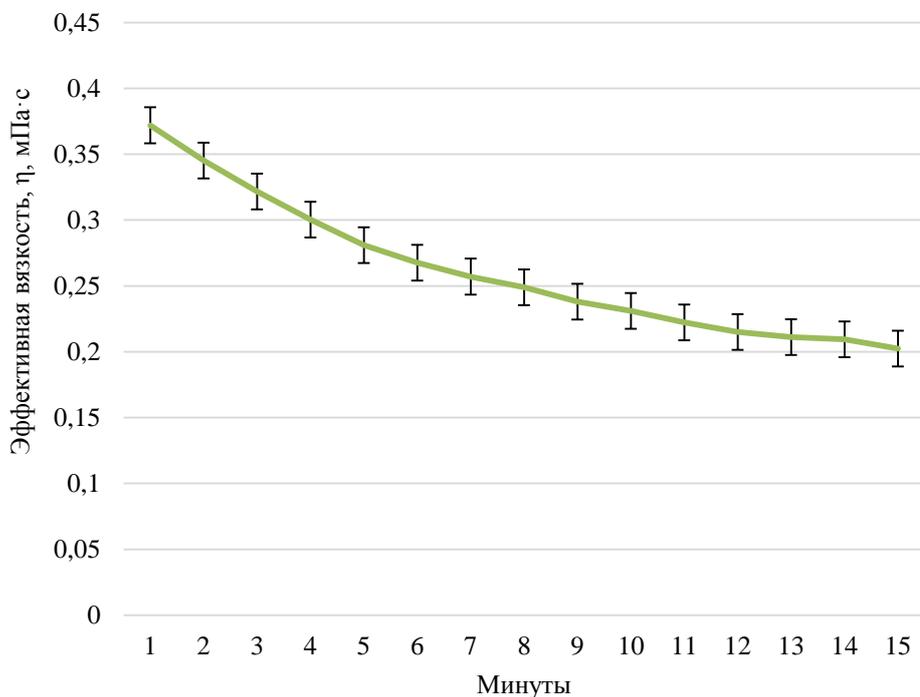


Рис. 4. Показатель эффективной вязкости соуса с добавлением загустителя овсяной муки в концентрации 3,5 % после шоковой заморозки. Источник: составлено авторами
 Fig. 4. Effective viscosity index of sauce with the addition of oatmeal thickener at a concentration of 3.5 % after shock freezing. Source: compiled by the authors

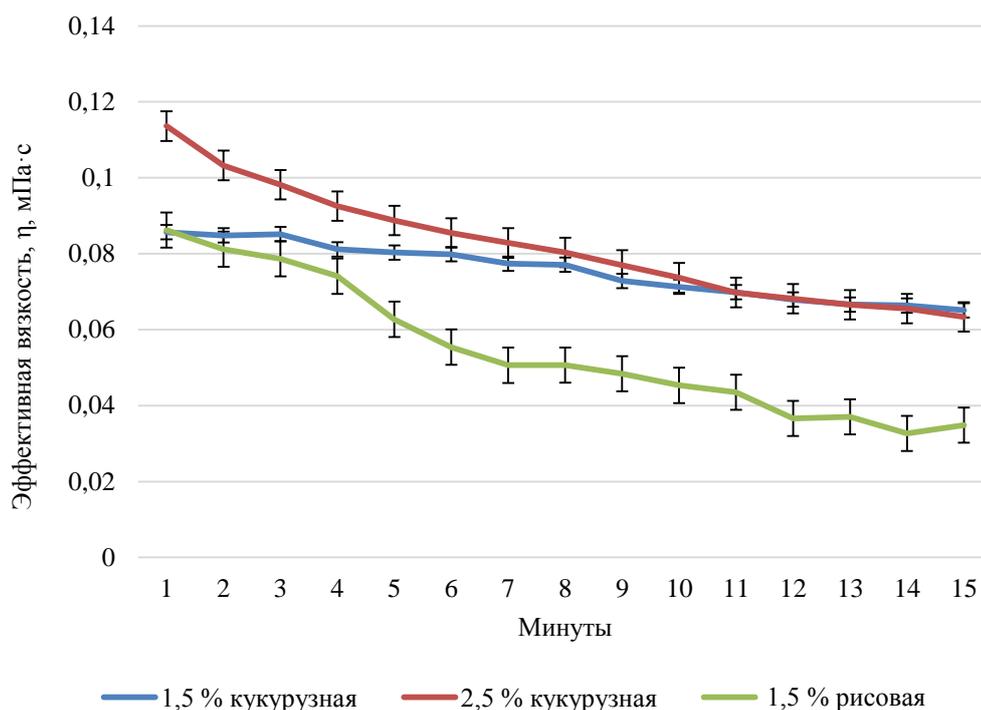


Рис. 5. Показатель эффективной вязкости соусов с добавлением загустителей после размораживания.

Источник: составлено авторами

Fig. 5. Effective viscosity index of sauces with added thickeners after defrosting.

Source: compiled by the authors

В течение всего периода хранения продукта в замороженном виде органолептические характеристики соуса не изменялись сколько-нибудь существенно. Консистенция после размораживания сохранилась, расслоение соуса отсутствовало.

Результаты исследования биохимических изменений в продукте в процессе хранения представлены на рис. 6 и 7.

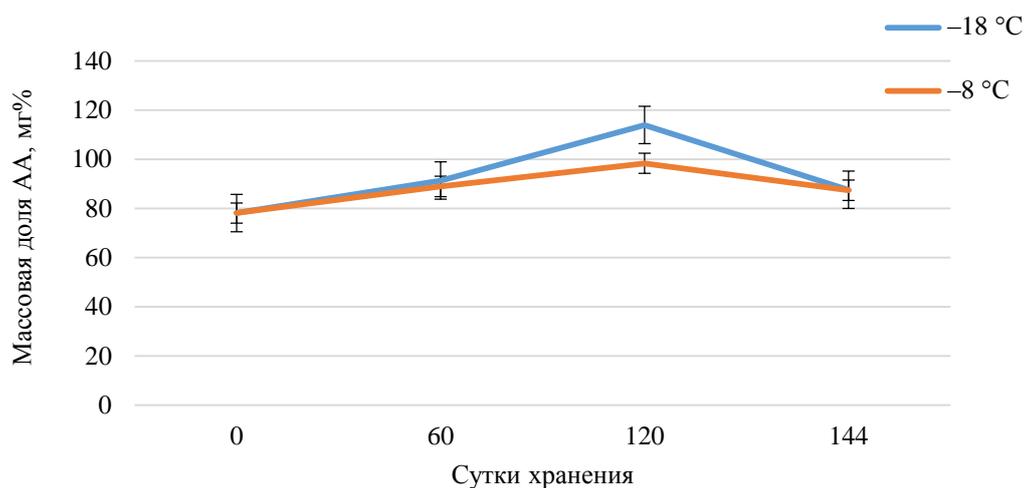


Рис. 6. Изменение показателя АА при хранении готовой продукции при основном (минус 18 °С) и аггравированном (минус 8 °С) температурных режимах. Источник: составлено авторами

Fig. 6. Change in the amino nitrogen index during storage of finished products at the basic (minus 18 °C) and aggravated (minus 8 °C) temperature conditions. Source: compiled by the authors

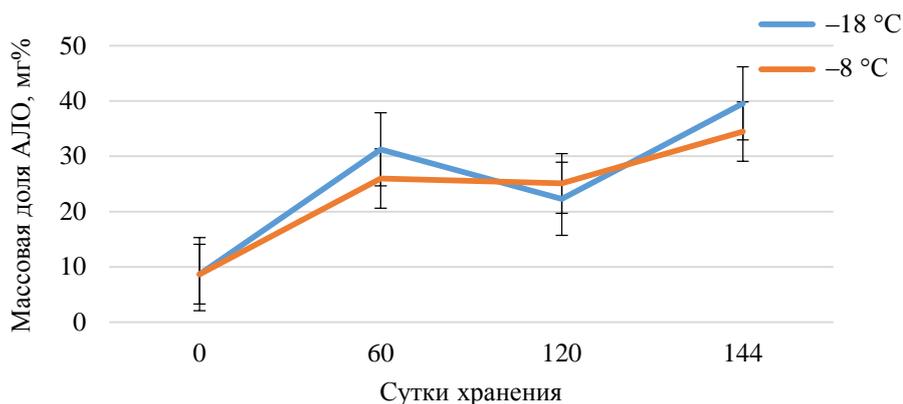


Рис. 7. Изменение показателя АЛО при хранении готовой продукции при основном (минус 18 °С) и агgravированном (минус 8 °С) температурных режимах. Источник: составлено авторами
 Fig. 7. Change in the volatile nitrogen bases index during storage of finished products at the basic (minus 18 °C) and aggravated (minus 8 °C) temperature conditions. Source: compiled by the authors

На рис. 8 представлены результаты микробиологических исследований продукта, подвергнутого шоковому замораживанию и последующему низкотемпературному хранению в течение 144 суток с целью установления срока годности в 120 суток при температуре не выше минус 18 °С.

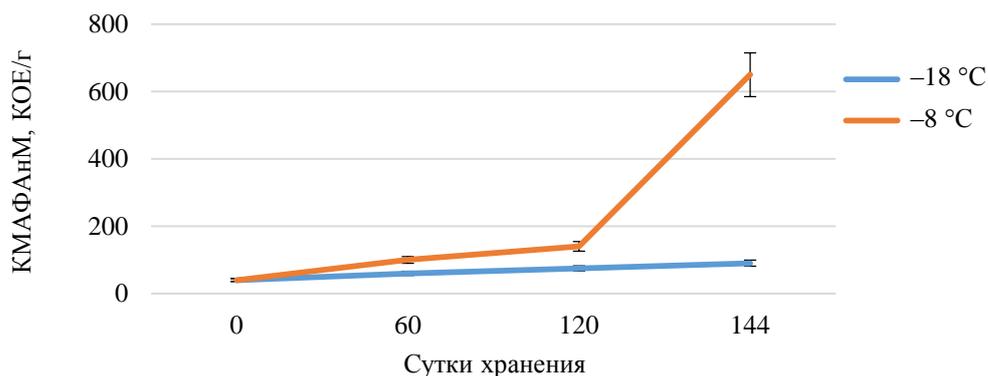


Рис. 8. Изменение показателя КМАФАнМ при хранении готовой продукции при основном (минус 18 °С) и агgravированном (минус 8 °С) температурных режимах. Источник: составлено авторами
 Fig. 8. Change in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms indicator during storage of finished products at the basic (minus 18 °C) and aggravated (minus 8 °C) temperature conditions. Source: compiled by the authors

За весь период хранения как при температуре хранения замороженных продуктов (не выше минус 18 °С), так и при агgravированной температуре хранения (минус 8 °С) требования технического регламента Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016) не нарушены, допустимое содержание КОЕ всех микроорганизмов не превышено (рис. 8).

Анализ рис. 1 показал, что высокие оценки (свыше 4,89) получили опытные образцы соусов – с добавлением 1,5 % и 2,5 % кукурузной муки; 1,5 % рисовой муки и 3,5 % овсяной муки. Данные соусы обладали приятным сливочным ароматом без посторонних запахов и привкусов и однородной консистенцией. Соус готовили, нагревая сливки с поваренной солью (0,2 % на общую массу) до температуры 80 °С, затем небольшую часть сливок использовали для смешивания с навеской загустителя, приливая небольшими порциями при постоянном интенсивном перемешивании, избегая образования комков до формирования кремовой консистенции, после чего вносили подготовленный загуститель при постоянном перемешивании в основной объем сливок.

При выбранных условиях приготовления соуса отмечены следующие особенности. Для всех опытных образцов кулинарного изделия характерно уменьшение значений динамической вязкости соуса с кукурузной мукой после размораживания. Для соусов с добавлением рисовой муки после размораживания разница в значениях динамической вязкости соуса существенна для образцов с концентрацией загустителя менее

4,5 %. Динамическая вязкость образцов с добавлением овсяной муки сопоставимо увеличивается для каждого опытного образца и после их размораживания приближается к уровню "до замораживания", оставаясь несколько выше. Анализ представленных на рис. 2–5 данных позволяет выбрать оптимальным, т. е. обеспечивающим наилучшие органолептические свойства кулинарного изделия после шоковой заморозки, длительного низкотемпературного хранения, размораживания и доведения до температуры подачи (60...65 °С), внесение в соус в качестве загустителя овсяной муки в количестве 3,5 % на общую массу соуса.

Аналогичные результаты были получены при исследовании влияния замораживания и низкотемпературного хранения на реологические показатели и органолептические свойства томатных соусов, приготовленных на основе молочной сыворотки с добавлением овсяной муки. Наилучшие органолептические свойства показал томатный соус с добавлением овсяной муки в концентрации 3,56 % (Бурова, 2017).

В настоящее время в литературе отсутствуют данные о биохимических изменениях белков рыбного кулинарного продукта с добавлением сливочного соуса после шокового замораживания в процессе длительного низкотемпературного хранения. Проведенные исследования восполняют этот пробел. Анализ рис. 6 показал, что количество АА сразу после изготовления продукта (фон) достаточно велико, что объясняется многократной тепловой обработкой всех компонентов продукта и, как следствие, глубоким гидролизом белков в его составе. В процессе хранения значение показателя стабильно.

Значения показателя АЛЮ (рис. 7), косвенно характеризующего активность остаточной микрофлоры в соусе в процессе низкотемпературного хранения, нарастают в течение периода хранения плавно как при основной, так и при аггравированной температуре, что коррелирует с данными микробиологических исследований (рис. 8), подтверждающих гигиеническую безопасность продукта в течение всего эксперимента.

С учетом результатов исследований можно обоснованно утверждать, что для увеличения срока годности обогащенного ХС рыбного кулинарного продукта "Скат и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе" возможно и целесообразно применять шоковое замораживание. Такая технологическая обработка обеспечит при условии последующего низкотемпературного хранения продукта (при температуре не выше минус 18 °С) гигиеническую безопасность разработанного продукта и сохранение отличных органолептических свойств в течение 120 суток.

Заключение

Комплексный подход, реализованный при разработке и совершенствовании технологии обогащенного ХС рыбного кулинарного продукта с использованием ската звездчатого *Amblyraja radiata* (Donovan, 1808), позволил в итоге предложить рыбоперерабатывающим предприятиям пакетное технологическое решение, которое поможет расширить ассортимент востребованной на розничном рынке обогащенной продукции для здорового питания и профилактики распространенных в АЗРФ воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата и повысить конкурентоспособность производимой продукции.

Проведены исследования спроса на различные виды рыбной кулинарной продукции. На основе выявленных предпочтений потребителей усовершенствована технологическая схема изготовления новой рыбной кулинарной продукции с добавлением ската звездчатого – "Скат и треска, запеченные с картофелем и грибами в сливочном соусе", обогащенной ХС ската звездчатого. Обоснованное по результатам исследований технологическое решение позволило без использования непопулярных у российских потребителей консервантов увеличить срок годности продукта до 120 суток при условии шокового замораживания и хранения при температуре не выше минус 18 °С.

Для улучшения органолептических свойств продукта при шоковом замораживании и длительном хранении в замороженном виде экспериментально обосновано использование в качестве загустителя сливочного соуса овсяной муки (в концентрации 3,5 % на общую массу соуса). Исследованы реологические свойства соусов с различными натуральными загустителями – кукурузной, рисовой и овсяной мукой, результаты подтвердили обоснованность принятых технологических решений. Исследованы показатели качества готовой продукции при хранении в замороженном виде в течение 144 суток, в том числе при аггравированной температуре хранения. Гигиенически подтвержден заявленный срок годности – 120 суток при температуре не выше минус 18 °С.

В целом, разработанная методология позволит в дальнейшем эффективно расширять ассортимент рыбных кулинарных изделий, обогащенных эссенциальными пищевыми ингредиентами для профилактики заболеваний населения АЗРФ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Бурова Т. Е. Расширение ассортимента соусов к замороженным готовым блюдам // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12–5(66). С. 63–67. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.017. EDN: YNMOVL.

- Коннова Л. А., Львова Ю. В. Природные и антропогенные факторы среды обитания и здоровье населения в арктической зоне Российской Федерации // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 4. С. 117–124. EDN: WLWXBT.
- Липатова Л. Н., Градусова В. Н., Строкан Е. В. Статистическая оценка достижения стратегической цели по продолжительности жизни населения Арктических регионов России // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. Т. 26, № 3(81). С. 92–106. DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802x.3.2023.81.006>. EDN: FGLDNL.
- Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого и Карского морей и Северной Атлантики в 2023 г. / отв. ред. К. М. Соколов. Мурманск : ПИПРО им. Н. М. Книповича, 2023. С. 129.
- Способ получения кулинарной продукции из ската колючего : пат. 2495599 Рос. Федерация / Ю. В. Шокина, Н. Е. Обухова, В. В. Щетинский ; № 2012123490/13 ; заявл. 06.06.2012 ; опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29.
- Сюрин С. А., Ковшов А. А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 10. С. 15–23. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-10-15-23>. EDN: PRWHRZ.
- Черепанова В. Н., Шилова Н. Н. Здоровый образ жизни в представлениях молодежи // Вестник Челябинского государственного университета. 2015. № 9(364). С. 197–200. EDN: TXIQVR.
- Grekov A. A., Pavlenko A. A. A comparison of longline and trawl fishing practices and suggestions for encouraging the sustainable management of fisheries in the Barents Sea. Moscow–Murmansk, World Wide Fund For Nature (WWF), 2011. 50 p. (Technical report. Vol. 4.)
- Krichen F., Bougateg H., Sayari N., Capitani F. [et al.]. Isolation, purification and structural characteristics of chondroitin sulfate from smooth hound cartilage: *In vitro* anticoagulant and antiproliferative properties // Carbohydrate Polymers. 2018. Vol. 197. P. 451–459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.06.040>.
- Krichen F., Volpi N., Sila A., Maccari F. [et al.]. Purification, structural characterization and antiproliferative properties of chondroitin sulfate/dermatan sulfate from Tunisian fish skins // International Journal of Biological Macromolecules. 2017. Vol. 95. P. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.108>.
- Lyon P., Alho E.-R., Hillman M., Colquhoun A. Healthier futures: Primary care nurses' food knowledge and patient advice // International Journal of Consumer Studies. 2007. Vol. 31, Iss. 4. P. 397–403. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2007.00585.x>.
- Miraglia N., Bianchi D., Trentin A., Volpi N. [et al.]. Safety assessment of non-animal chondroitin sulfate sodium: Subchronic study in rats, genotoxicity tests and human bioavailability // Food and Chemical Toxicology. 2016. Vol. 93. P. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.04.013>.
- Novoa-Carballeda R., Pérez-Martín R., Blanco M., Sotelo C. G. [et al.]. By-products of *Scyliorhinus canicula*, *Prionace glauca* and *Raja clavata*: A valuable source of predominantly 6S sulfated chondroitin sulfate // Carbohydrate Polymers. 2017. Vol. 157. P. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.050>.
- Panagos C. G., Thomson D., Moss C., Bavington C. D. [et al.]. Characterisation of hyaluronic acid and chondroitin/dermatan sulfate from the lumpsucker fish, *C. lumpus* // Carbohydrate Polymers. 2014. Vol. 106. P. 25–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.01.090>.
- Raybulov S., Shokina Yu. Technology of minced fish canned food from thorny skate, enriched with chondroitin sulfate // KnE Life Sciences. 2020. P. 819–835. DOI: <https://doi.org/10.18502/kl.v5i1.6178>. (International Applied Research Conference "Biological Resources Development and Environmental Management").
- Shchetinskiy V., Petrov B. Exploration of Northern commercial fishing area resources and sustainable use challenges and ways to resolve them // KnE Life Sciences. 2020. P. 763–770. DOI: <https://doi.org/10.18502/kl.v5i1.6165>. (International Applied Research Conference "Biological Resources Development and Environmental Management").
- Yach D., Leeder S. R., Bell J., Kistnasamy B. Global chronic diseases // Science. 2005. Vol. 307, Iss. 5708. P. 317. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1108656>.

References

- Burova, T. E. 2017. Expanding the range of sauces for frozen ready meals. *International Research Journal*, 12–5(66), pp. 63–67. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.017. EDN: YNMOV. (In Russ.)
- Konnova, L. A., Lvova, Yu. V. 2019. Natural and anthropogenic factors of the environment and health of the population in the Arctic zone of the Russian Federation. *Vestnik Saint-Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia*, 4, pp. 117–124. EDN: WLWXBT. (In Russ.)
- Lipatova, L. N., Gradusova, V. N., Strokan, E. V. 2023. Statistical assessment of the achievement of the strategic goal for life expectancy of the population of the Arctic regions of Russia. *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 26(3(81)), pp. 92–106. DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802x.3.2023.81.006>. EDN: FGLDNL. (In Russ.)
- The state of raw biological resources of the Barents, White and Kara Seas and the North Atlantic in 2023. 2023. Ed. K. M. Sokolov. Murmansk. (In Russ.)
- Shokina, Yu. V., Obukhova, N. E., Shchetinsky, V. V. 2013. Method of obtaining culinary products from stingray, Russ. Federation, Pat. 2495599. (In Russ.)

- Syurin, S. A., Kovshov, A. A. 2019. Working conditions and risk of occupational pathology at enterprises in the Arctic zone of the Russian Federation. *Human Ecology*, 10, pp. 15–23. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-10-15-23>. EDN: PRWHRZ. (In Russ.)
- Cherepanova, V. N., Shilova, N. N. 2015. Healthy lifestyle in the views of young people. *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 9(364), pp. 197–200. EDN: TXIQVR. (In Russ.)
- Grekov, A. A., Pavlenko, A. A. 2011. A comparison of longline and trawl fishing practices and suggestions for encouraging the sustainable management of fisheries in the Barents Sea. Moscow–Murmansk, World Wide Fund For Nature (WWF). (Technical report. Vol. 4.)
- Krichen, F., Bougatef, H., Sayari, N., Capitani, F. et al. 2018. Isolation, purification and structural characteristics of chondroitin sulfate from smooth hound cartilage: *In vitro* anticoagulant and antiproliferative properties. *Carbohydrate Polymers*, 197, pp. 451–459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.06.040>.
- Krichen, F., Volpi, N., Sila, A., Maccari, F. et al. 2017. Purification, structural characterization and antiproliferative properties of chondroitin sulfate/dermatan sulfate from Tunisian fish skins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, pp. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.108>.
- Lyon, P., Alho, E.-R., Hillman, M., Colquhoun, A. 2007. Healthier futures: Primary care nurses' food knowledge and patient advice. *International Journal of Consumer Studies*, 31(4), pp. 397–403. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2007.00585.x>.
- Miraglia, N., Bianchi, D., Trentin, A., Volpi, N. et al. 2016. Safety assessment of non-animal chondroitin sulfate sodium: Subchronic study in rats, genotoxicity tests and human bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*, 93, pp. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.04.013>.
- Novoa-Carballal, R., Pérez-Martín, R., Blanco, M., Sotelo, C. G. et al. 2017. By-products of *Scyliorhinus canicula*, *Prionace glauca* and *Raja clavata*: A valuable source of predominantly 6S sulfated chondroitin sulfate. *Carbohydrate Polymers*, 157, pp. 31–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.050>.
- Panagos, C. G., Thomson, D., Moss, C., Bavington, C. D. et al. 2014. Characterisation of hyaluronic acid and chondroitin/dermatan sulfate from the lumpsucker fish, *C. lumpus*. *Carbohydrate Polymers*, 106, pp. 25–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.01.090>.
- Raybulov, S., Shokina, Yu. 2020. Technology of minced fish canned food from thorny skate, enriched with chondroitin sulfate. *KnE Life Sciences*, pp. 819–835. DOI: <https://doi.org/10.18502/cls.v5i1.6178>. (International Applied Research Conference "Biological Resources Development and Environmental Management").
- Shchetinskiy, V., Petrov, B. 2020. Exploration of Northern commercial fishing area resources and sustainable use challenges and ways to resolve them. *KnE Life Sciences*, pp. 763–770. DOI: <https://doi.org/10.18502/cls.v5i1.6165>. (International Applied Research Conference "Biological Resources Development and Environmental Management").
- Yach, D., Leeder, S. R., Bell, J., Kistnasamy, B. 2005. Global chronic diseases. *Science*, 307(5708), p. 317. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1108656>.

Сведения об авторах

Щегинский Всеволод Владимирович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, аспирант;
e-mail: seva-7149@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3286-6760>

Vsevolod V. Shchetinsky – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010;
Murmansk Arctic University, Researcher;
e-mail: seva-7149@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3286-6760>

Шокина Юлия Валерьевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010;
Мурманский арктический университет, д-р техн. наук, профессор;
e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6513-1912>

Yulia V. Shokina – 13 Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk Arctic University,
Dr Sci. (Engineering), Professor;
e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6513-1912>

Никифоров-Никишин Алексей Львович – Земляной Вал, 73, г. Москва, Россия, 675009;
Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского,
д-р биол. наук, профессор; e-mail: a.nikiforov-nikishin@mgutm.ru

Alexey L. Nikiforov-Nikishin – 73 Zemlyanoi Val Str., Moscow, Russia, 675009;
K. G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management;
Dr Sci. (Biology), Professor; e-mail: a.nikiforov-nikishin@mgutm.ru

Нормативные документы, использованные в статье

ГОСТ 7631-2008	Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. М., 2011.
ГОСТ 7636-85	Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М., 1985.
ГОСТ 10444/12-2013	Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. М., 2014.
ГОСТ 10444.15-94	КМАФАнМ. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. М., 2010.
ГОСТ 29185-2012 (ISO 15213/2003)	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий. М., 2015.
ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579/2002)	Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. М., 2014.
ГОСТ 31746-2012	Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М., 2013.
ГОСТ 31747-2012	Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М., 2013.
МУК 4.2.1847-04	Методические указания. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. М., 2004.
СанПиН 2.3.2.1324-03	Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов. 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты. М., 2004.