

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья
УДК 621.565.943
DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-70-05
EDN: IENVYY

Формирование технологических характеристик пищевых систем из вторичного сырья дальневосточных лососевых

Денис Владимирович Полещук¹, Никита Евгеньевич Котов,²
Светлана Николаевна Максимова³, Екатерина Мироновна Панчишина⁴

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный универси-
тет, Владивосток, Россия

¹ tym1988@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0818-1542

² nkotov117@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1290-1346

³ maksimova.sn@dgtru.ru, ORCID: 0000-0001-9654-1044

⁴ panchishina.em@dgtru.ru, ORCID: 0000-0002-5069-0316

Аннотация. Цель исследования – изучить формирование технологических характеристик измельченного вторичного сырья дальневосточных лососевых (печени и молок) в процессе их термической обработки. Задачи: провести анализ изменения органолептических, функционально-технологических свойств и биологической ценности пищевых систем из молок и печени лососевых при температурном воздействии на них. Объектами исследования были печень и молоки кеты *Oncorhynchus keta* (мороженые), а также их гомогенизированные модельные пищевые системы. Исследования проводили путем определения органолептических характеристик, показателей твердости и силы адгезии, а также относительной биологической ценности модельных систем. Установлено, что наилучшие органолептические характеристики среди всех модельных систем отмечены при соотношении молок и печени лососевых 1 : 1. Доказано, что термическая обработка молок лососевых повышает показатель твердости с 77,5 до 1150 г, для печени показатель снижается с 60 до 29,5 г. Сила адгезии термически обработанных молок увеличивается с 21 до 221 г, для печени показатель снижается с 21 до 8 г. При исследовании модельных систем из гомогенизированных молок и печени лососевых, подвергнутых термической обработке, выявлено, что наиболее рациональными реологическими характеристиками обладает модельная система при соотношении печени и молок лососевых 1 : 1. Значения твердости при этом составили 1791 г, а силы адгезии – 457 г. Относительная биологическая ценность по отношению к казеину составила: для печени лососевых – 41,8 %, для молок лососевых – 70,4 %, для термически обработанной печени – 58,4 %, для термически обработанных молок – 106,7 %. Таким образом, выявлена зависимость термической обработки на технологические характеристики пищевых модельных систем из вторичного сырья дальневосточных лососевых.

Ключевые слова: дальневосточные лососевые, печень, молоки, термическая обработка, технологические характеристики

Для цитирования: Поleshchuk Д. В., Котов Н. Е., Максимова С. Н., Панчишина Е. М. Формирование технологических характеристик пищевых систем из вторичного сырья дальневосточных лососевых // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70, № 4. С. 51–59.

FOOD SYSTEMS

Original article

Formation of technological characteristics of food systems from secondary raw materials of Far Eastern salmon

Denis V. Poleshchuk¹, Nikita E. Kotov², Svetlana N. Maksimova³,
Ekaterina M. Panchishina⁴

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ tym1988@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0818-1542

² nkotov117@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1290-1346

³ maksimova.sn@dgtru.ru, ORCID: 0000-0001-9654-1044

⁴ panchishina.em@dgtru.ru, ORCID: 0000-0002-5069-0316

Abstract. The purpose of the research is to study the formation of technological characteristics of crushed secondary raw materials of Far Eastern salmon (liver and milt) during their heat processing. Tasks: to analyze changes in organoleptic, functional and technological properties and biological value of food systems from salmon milt and liver under high temperature. The objects of the study were liver and milt of *Oncorhynchus keta* chum (frozen), as well as their homogenized model food systems. The studies were carried out by determining the organoleptic characteristics, studying the hardness and adhesion strength, as well as the relative biological value of model systems. It was found that the best organoleptic characteristics among all model systems were noted with a ratio of 1:1 salmon milt and liver. It was proved that the heat treatment of salmon milt increases the hardness index from 77.5 g to 1150 g, for the liver the indicator decreases from 60 g to 29.5 g. The adhesion strength of heat-treated milts increases from 21 g to 221 g, for the liver the indicator decreases from 21 to 8 g. When studying model systems of homogenized milt and salmon liver subjected to heat treatment, it was found that the most rational rheological characteristics are possessed by a model system with a ratio of liver and salmon milt 1:1. Hardness values at this amounted to 1791 g, and the adhesion strength was 457 g. The relative biological value in relation to casein was: for salmon liver – 41.8 %, for salmon milt – 70.4 %, for heat-treated liver – 58.4 %, for heat-treated milt – 106.7 %. Thus, the dependence of heat treatment on the technological characteristics of food model systems from secondary raw materials of Far Eastern salmon was revealed.

Keywords: Far Eastern salmon, liver, milt, heat treatment, technological characteristics

For citation: Poleshchuk D. V., Kotov N. E., Maksimova S. N., Panchishina E. M. Formation of technological characteristics of food systems from secondary raw materials of Far Eastern salmon. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 70(4): 51–59. (In Russ.).

Введение

Рыбная отрасль Российской Федерации решает важную народнохозяйственную задачу, а именно обеспечивает продовольственную безопасность страны. В связи с этим в последнее время происходят масштабные изменения в отрасли, связанные с обновлением промышленного

флота, разработкой новых способов добычи, расширением видового состава объектов промысла. Все указанные аспекты, безусловно, оказывают существенное влияние на организацию переработки водных биологических ресурсов. При этом одним из главных подходов при их переработке является снижение доли отходов, рациональное и комплексное использование сырья.

Представленные положения нашли свое отражение в Концепции социально-экономического развития РФ до 2030 г и в государственной программе «Развитие рыбохозяйственного комплекса», которые декларируют не только организацию малоотходной переработки рыбного сырья, но и производство качественной и безопасной пищевой продукции широкого ассортимента ряда.

Расширение ассортимента готовой пищевой продукции предполагает в том числе рассмотрение новых видов сырья (малоиспользуемого или недоиспользуемого). И в этом случае важной технологической задачей является определение его технологического потенциала. Термин «технологический потенциал» означает не только оценку ресурсной достаточности сырья, но и его физико-химических, структурно-механических свойств и других функционально-технологических характеристик.

Кроме того, расширение ассортимента ряда пищевой продукции из водных биологических ресурсов должно строиться на глубоком анализе потребительского рынка, использовании биологически активных веществ в соответствии с требованиями к продуктам здорового питания.

Хорошие перспективы в данном направлении наблюдаются у дальневосточных лососевых. Эти промысловые объекты занимают существенное место в общем вылове водных биологических ресурсов на Дальнем Востоке, уступая лишь тресковым рыбам. При этом важное товарное значение занимает не только сама рыба и икра, но и пищевые отходы ее переработки (печень и молоки). При этом ресурсный объем печени и молок лососевых может достигать до 50 тыс. т в год [1]. Представленные цифры являются достаточными для рассмотрения печени и молок лососевых как перспективного сырья для производства пищевой, прежде всего, кулинарной, рыбной продукции, на которую в настоящее время отмечается повышенный потребительский спрос [2].

Все вышесказанное подтверждает актуальность и практическую значимость разработки технологии пищевой кулинарной продукции из измельченного вторичного сырья дальневосточных лососевых.

Известно, что термообработка оказывает существенное влияние на характеристики кулинарных рыбных продуктов, в том числе из измельченной ткани, поскольку именно эта технологическая операция формирует основные потребительские свойства готового продукта [3]. В связи с этим и поставлена цель данной научной работы.

Цель исследования – изучить формирование технологических характеристик измельченного вторичного сырья дальневосточных лососевых (печени и молок) в процессе их термической обработки. Задачи: провести анализ изменения органолептических, функционально-технологических свойств и биологической ценности пищевых модельных систем из молок и печени лососевых при температурном воздействии на них.

Объекты и методы исследования

Основным материалом исследований были печень и молоки кеты *Oncorhynchus keta* мороженые.

Модельные системы печени и молок лососевых готовили путем их измельчения до гомогенной консистенции. Термическую обработку печени и молок лососевых, а также модельных систем на их основе проводили при температуре греющей среды 100 °С в течение 10 мин.

Органолептическую оценку качества определяли по ГОСТ 7631-2008.

Для определения структурно-механических свойств (СМС) проб использовали лабораторный прибор «Brookfield СТ3». Для измерения показателей с однородной структурой применяли пенетрационный метод с погружаемым зондом – цилиндром.

В качестве показаний прибора были использованы:

- hardness cycle (твердость) – сила, необходимая для достижения заданной деформации;
- adhesive force (сила адгезии) – сила, необходимая для «вытаскивания» зонда из образца (всасывающее действие).

Испытания осуществляли в соответствии с инструкцией к прибору № М/08-37 А0708.

Относительную биологическую ценность (ОБЦ) определяли на основе рекомендаций, представленных в монографии [4].

Результаты и их обсуждение

Согласно данным литературных источников и исследованиям, проведенным нами ранее, печень и молоки лососевых являются ценным высокобелковым сырьем [5–8].

Важной характеристикой белковых пищевых систем является их биологическая ценность, характеризующаяся их аминокислотным составом. При этом следует учитывать и структурно-механические характеристики, влияющие на перевариваемость и усвояемость белкового продукта. В условиях эксперимента биологическую экспресс-оценку термически обработанных образцов печени и молок лососевых проводили по показателям роста инфузорий и величине ОБЦ. В качестве эталона сравнения использовали казеин и исходное вторичное сырье до термической обработки. Результаты эксперимента по установлению динамики роста клеток тест-культуры *Tetrahymena pyriformis* в исследуемых и контрольных образцах приведены на рис. 1.

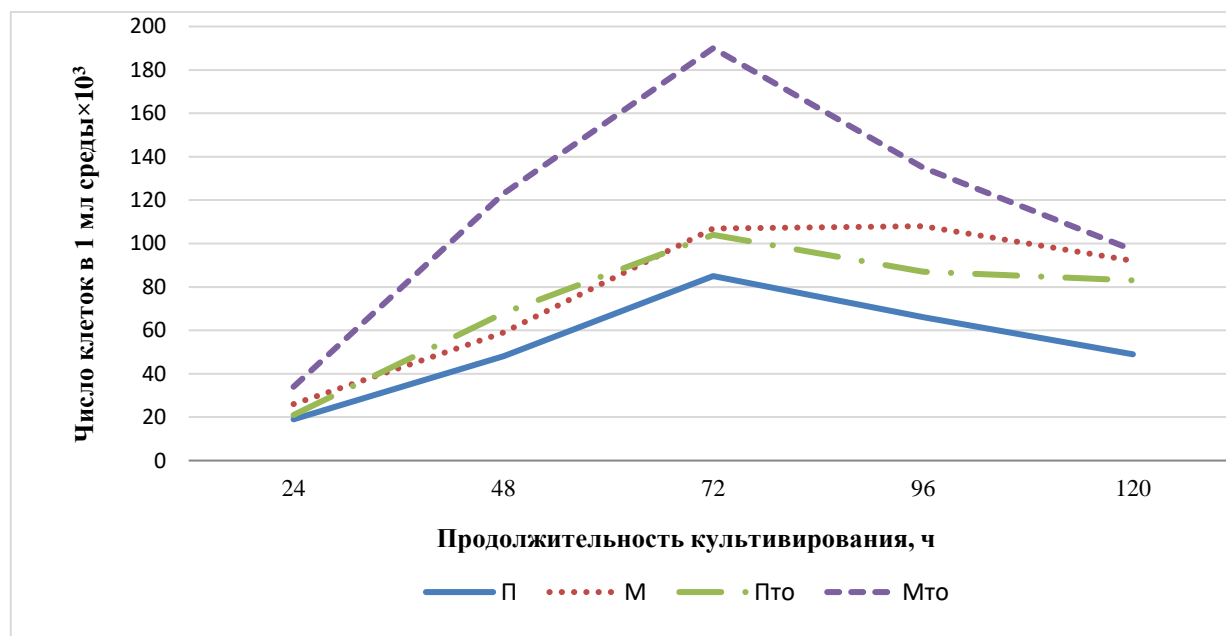


Рис. 1. Динамика роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на экспериментальных средах с термически обработанными печенью лососевых (Пто) и молоками лососевых (Мто) и контрольными образцами сырья (печень (П) и молоки (М)). Составлено авторами

Fig. 1. Dynamics of growth of *Tetrahymena pyriformis* infusoria on experimental media with thermally treated salmon liver (Pto) and salmon milk (Mto) and control samples of raw materials (liver (P) and milt (M)). Compiled by the authors

Анализируя динамику роста популяции тестируемой культуры инфузорий, можно отметить общую закономерность, характерную для периодического культивирования в замкнутой системе, при которой во всех исследуемых образцах наблюдался экспоненциальный рост клеток до 72 ч. Наиболее существенная скорость развития инфузорий (2,6 кл./ч) отмечена в среде с образцом термически обработанных молок лососевых, которая по числу прироста клеток почти в 2 раза превысила термически обработанную печень. Незначительная разница в развитии клеток на экспериментальных средах, содержащих контрольные образцы печени и молок, не подвергнутых термической обработке, составила около 20 клеток.

После 72 ч культивирования наблюдался существенный спад популяции клеток в образце термически обработанных молок. Вероятно, причиной наступления фазы отмирания являются процессы, как уже выше отмечалось, характерные для замкнутой системы, а именно истощение среды, пространственная ограниченность большого количества живых клеток и накопление продуктов их жизнедеятельности. В то время как на среде с молоками, не подвергнутыми термической обработке, наблюдалась кривая роста, характерная стационарной фазе, когда концентрация жизнеспособных клеток остается относительно постоянной.

Слабая ростовая реакция инфузорий на среде с содержанием контрольного образца печени (П), вероятно, обусловлена чувствительностью *Tetrahymena pyriformis* к ингибирующей концентрации токсичных соединений неустановленной природы, которые накапливаются в исследуемом анатомическом органе.

Сравнительная характеристика значений показателя ОБЦ (%), полученных расчетным путем, представлена на рис. 2.

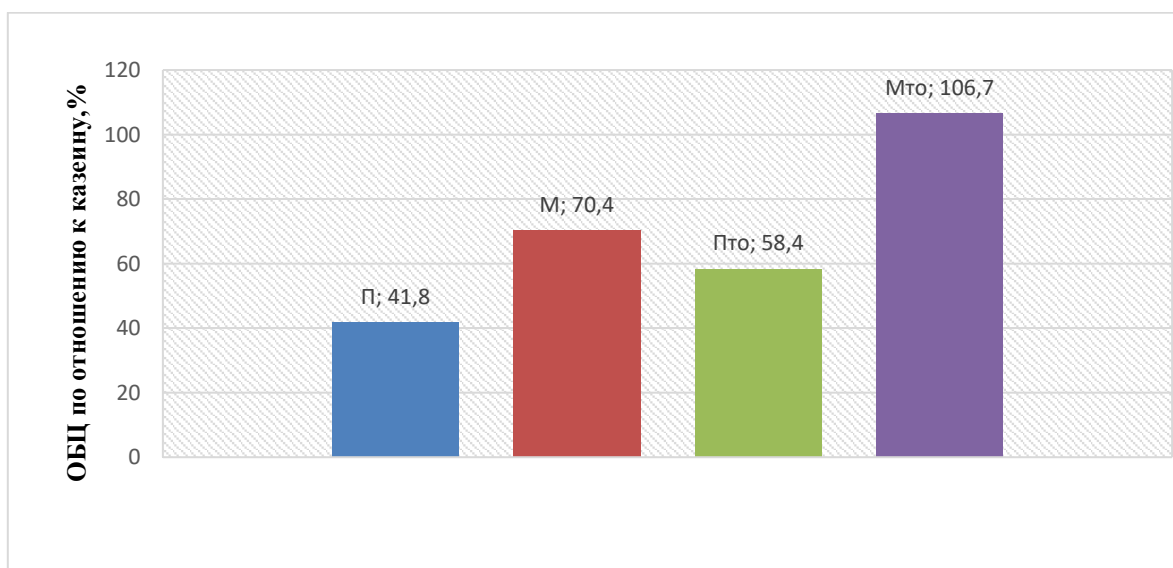


Рис. 2. Показатель биологической ценности исследуемых образцов. Составлено авторами

Fig. 2. An indicator of the biological value of the studied samples. Compiled by the authors

Анализируя показатели ОБЦ, представленные на рис. 2, следует отметить, что белки молок обладают более высокой биологической ценностью по сравнению с печенью, при этом термическая обработка увеличивает относительную биологическую ценность молок лососевых на 76 %, а печень – на 22 % (в сравнении с образцами без термической обработки).

Таким образом, модельная пищевая система, состоящая из термически обработанных молок, с точки зрения биологической ценности обладает существенным преимуществом перед пищевой системой, состоящей из термически обработанной печени.

Не менее важным фактором для характеристики пищевой системы являются ее технологические характеристики, наиболее объективными показателями при этом можно считать

СМС, в частности твердость и силу адгезии, которые оценивают не только прочностные свойства пищевой системы, но и ее способность к адгезии, что, в свою очередь, является одним из показателей для определения способности к намазыванию готового продукта. В связи с чем проведены исследования по определению СМС печени и молок лососевых, подвергнутых термической обработке (табл. 1).

Таблица 1

Показатели СМС, термически обработанных печени и молок лососевых

Table 1

Indicators of SMS, heat-treated liver and salmon milt

| Вид вторичного сырья | Показатели СМС, г | |
|--|-------------------|--------------|
| | Твердость | Сила адгезии |
| Термически обработанные молоки лососевых | 1150 | 225 |
| Термически обработанная печень лососевых | 29,5 | 8 |

Ранее нами проведены исследования по определению показателей твердости и силы адгезии печени и молок лососевых без термической обработки. Твердость в данном случае составила 60 г для печени и 77,5 г – для молок, а сила адгезии – 37 г и 21 г соответственно.

Термически обработанные молоки характеризовались достаточно плотной консистенцией и высокой силой адгезии, в сравнении с термически обработанной печенью, СМС которой были существенно ниже.

Полученные величины объективных показателей коррелируют с органолептической оценкой консистенции образцов. Термически обработанные молоки обладают плотной и липкой структурой, тогда как печень – рыхлой. При этом в пищевой системе сырье в большинстве случаев подвергается не только термической обработке, но и механическим воздействиям (измельчение, гомогенизация). В таком случае нативные СМС могут существенно изменяться. Полученные данные не противоречат результатам исследования данного вопроса другими авторами, известна, например, способность молок к образованию эмульсионных систем, в частности белково-липидных эмульсий [9, 10].

Таким образом, результаты научных исследований свидетельствуют о возможности комбинирования печени и молок лососевых в составе измельченных пищевых систем, что позволит сбалансировать не только их СМС, консистенцию, но и пищевую ценность готового продукта (за счет более высокой жирности печени). Для определения рационального соотношения печени и молок лососевых в контексте изменения их СМС при термообработке исследованы модельные системы, состав которых приведен в табл. 2.

Таблица 2

СМС модельных систем из термообработанных печени и молок лососевых

Table 2

SMS model systems from heat-treated salmon liver and milt

| Номер модельной системы | Соотношение печени и молок в модельной системе, % | Показатели СМС, г | |
|-------------------------|---|-------------------|--------------|
| | | Твердость | Сила адгезии |
| 1 | 20 : 80 | 675 | 243 |
| 2 | 30 : 70 | 813 | 315 |

| | | | |
|---|---------|------|-----|
| 3 | 40 : 60 | 1517 | 374 |
| 4 | 50 : 50 | 1791 | 457 |
| 5 | 60 : 40 | 1177 | 407 |
| 6 | 70 : 30 | 957 | 346 |
| 7 | 80 : 20 | 790 | 218 |

Как видно из представленных результатов, увеличение доли молок приводит к повышению прочностных свойств пищевой системы, при этом также усиливается сила адгезии, соответственно, и ее липкость. Стоит отметить, что данный процесс наблюдается до соотношения молок и печени в модельной пищевой системе 1 : 1. В дальнейшем преобладание молок приводит к снижению как прочностных характеристик модельной пищевой системы, так и ее липкости. Данный факт можно объяснить наличием белково-липидных соединений, образующихся в результате гомогенизации печени и молок, и последующей их деструкции при тепловой обработке. Наибольший интерес представляет модельная система 4, которая содержит в равной доле молоки и печень лососевых, поскольку этот образец характеризуется наиболее высоким показателем адгезии. Указанная модельная система достаточно плотная, без полостей и разрывов, но при этом достаточно липкая, что позволит ее легко намазывать и удерживать на какой-либо поверхности, например, хлеба.

Термическая обработка, как отмечалось выше, помимо изменения структурно-механических характеристик модельных систем, приводит к существенному изменению их органолептических свойств, которые в комплексе и формируют у потребителя «эмоциональную ценность» готового продукта [3]. Органолептические показатели модельных систем представлены в табл. 3.

Таблица 3

Органолептические показатели модельных систем из термообработанных печени и молок лососевых

Table 3

Organoleptic parameters of model systems from heat-treated liver and salmon milt

| Номер модельной системы | Соотношение печени и молок в модельной системе, % | Цвет | Консистенция | Внешний вид |
|-------------------------|---|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 20 : 80 | Светло-коричневый | Крошлиявая, намазывается с трудом | Неоднородная масса, пористая |
| 2 | 30 : 70 | Темно-бежевый | Крошлиявая, намазывается с трудом | Неоднородная масса, пористая |
| 3 | 40 : 60 | Темно-бежевый | Крошлиявая, легко мажущаяся | Слегка пористая |
| 4 | 50 : 50 | Бежевый | Легко мажущаяся | Однородная масса |
| 5 | 60 : 40 | Бежевый | Мажущаяся, влажная | Слегка пористая |
| 6 | 70 : 30 | Бежевый | Мажущая, влажная, мягкая | Неоднородная масса, пористая |
| 7 | 80 : 20 | Светло-бежевый | Влажная, мягкая, мажущаяся | Пористая |

Представленные результаты подтвердили предположение о корреляции показателей, полученных объективными и субъективными методами исследования. Модельная система, состоящая из молок и печени лососевых в соотношении 1 : 1, по совокупности результатов экспериментальных исследований является наиболее перспективной для разработки из нее кулинарной рыбной продукции по типу паштетов.

Таким образом, проведенные исследования ОБЦ модельных пищевых систем из печени и молок лососевых показывают, что термическая обработка увеличивает их биологическую ценность на 77 % для молок и на 22 % – для печени. Установлено, что в процессе термической обработки показатели твердости и силы адгезии, характеризующие СМС, для молок лососевых увеличиваются, а для печени – снижаются (в сравнении с модельными системами без термической обработки). Определено рациональное соотношение молок и печени лососевых в пищевой системе (1 : 1), при котором отмечены наилучшие органолептические и структурно-механические характеристики, анализ которых показал, что они соответствуют паштетам и аналогичным им продуктам.

Список источников

1. Котов Н. Е., Максимова С. Н. Аналитические исследования отходов и потерь при разделке лососевых рыб // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы VII Междунар. науч.-техн. конф., Владивосток, 19–20 мая 2022 года. Владивосток : Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. С. 383–386.
2. Лебедева Е. Ю., Неваленная А. А., Золотокопова С. В., Миронов А. И. Исследование потребительских предпочтений рыбной кулинарной продукции // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2022. № 1(73). С. 37–42.
3. Гусева Л. Б., Корниенко Н. Л. Формирование эмоциональной ценности рыбных паштетов в процессе пропекания мышечной ткани // Вестник КрасГАУ. 2018. № 2(137). С. 155–161.
4. Шульгин Ю. П. Ускоренная биологическая оценка сырья из гидробионтов // Гигиена и санитария. 2005. № 4. С. 34.
5. Чепкасова А. И., Аюшин Н. Б., Юрьева М. И. и др. Технохимическая характеристика печени лососевых рыб и перспективы ее использования // Известия ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 325–336.
6. Шульгина Л. В., Чернова М. А., Долбнина Н. В. и др. Использование печени тихоокеанских лососей в технологии консервов // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 3(30). С. 66–70.
7. Кизеветтер И. В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. Владивосток : Дальиздат, 1971. 298 с.
8. Котов Н. Е., Жданов Д. А., Полещук Д. В. Потенциал печени кеты *Oncorhynchus keta* для получения новых пищевых продуктов // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли : материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Владивосток, 25 ноября 2022 года. Владивосток : Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. С. 320–326.
9. Богданов В. Д., Дементьева Н. В. Обоснование способа получения гомогенного продукта из молок рыб // Научные труды Дальрыбвтуза. 2015. Т. 36. С. 101–107.
10. Дементьева Н. В., Богданов В. Д., Буненкова Н. А. Обоснование технологических параметров получения устойчивых эмульсионных систем на основе молок лососевых // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2011. № 20. С. 75–80.

Сведения об авторах

Д. В. Полешук – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания, SPIN-код: 7061-7970.

Н. Е. Котов – аспирант кафедры технологии продуктов питания.

С. Н. Максимова – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии продуктов питания, SPIN-код: 4857-2135.

Е. М. Панчишина – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания, SPIN-код: 4909-4381.

Information about the authors

D. V. Poleshchuk – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology, SPIN-cod:7061-7970.

N. E. Kotov – Postgraduate student of the Department of Food Technology.

S. N. Maksimova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Technology, SPIN-cod: 4857-2135.

E. M. Panchishina – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology, SPIN-cod: 4909-4381.

Статья поступила в редакцию 13.11.2024, одобрена после рецензирования 21.11.2024, принята к публикации 26.11.2024.

The article was submitted 13.11.2024, approved after reviewing 21.11.2024, accepted for publication 26.11.2024.