



Обоснование способа производства консервов типа «Шпроты в масле»

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

Научная статья
УДК 664.951.3; 664.951.6

Ким Эдуард Николаевич – доктор технических наук, профессор;

Зяц Евгений Александрович – аспирант кафедры «Технология продуктов питания» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), Владивосток, Россия

E-mail: www.ganya_nic.ru@mail.ru

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

Адрес: Россия, 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б

Аннотация. Целью работы является способ производства консервов типа «Шпроты в масле» из рыб дальневосточного бассейна, обеспечивающий получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб. В работе обоснована температура и длительность этапа подсушки полуфабриката на основании изучения влияния температуры и длительности термической обработки рыбы на относительную влажность ее кожи, влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката в зависимости от влажности кожи и влияния содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений, проведена апробация результатов исследований.

В работе использовались теоретические, физико-химические, спектрометрические и математические методы исследования.

Ключевые слова: рыбы дальневосточного бассейна, глубокая переработка, малоротая корюшка, японский анчоус, тихоокеанская мойва, консервы, шпроты в масле, шпроты тихоокеанские, подсушка, копчение, коллаген

Для цитирования: Ким Э.Н., Заяц Е.А. Обоснование способа производства консервов типа «Шпроты в масле» // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 123-129. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF PRODUCTION OF CANNED FOOD SUCH AS «SPRATS IN OIL»

Edward N. Kim – Doctor of Technical Sciences, Professor;
Evgeny A. Zayats – postgraduate student of the Department of Food technology of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO «Dalrybvtuz»), Vladivostok, Russia
Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO «Dalrybvtuz»)
Address: Russia, 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52 B

Annotation. The aim of the work is a method for the production of canned food of the «Sprats in oil» type from fish of the Far Eastern basin, which ensures the production of high-quality smoked product from underused raw materials with complete absence of damage to the skin of fish. The paper substantiates the temperature and duration of the drying stage of the semi-finished product based on the study of the effect of temperature and duration of heat treatment of fish on the relative humidity of its skin, the effect of hot smoked fish on the collagen content in the skin of the semi-finished product depending on the moisture content of the skin and the effect of the collagen content in the skin of the smoked semi-finished product on the presence of damage, and the approbation of research results.

Theoretical, physico-chemical, spectrometric and mathematical research methods were used in the work.

Keywords: fish of the Far Eastern basin, deep processing, small-mouthed smelt, Japanese anchovy, Pacific capelin, canned food, sprats in oil, Pacific sprats, drying, smoking, collagen

For citation: Kim E.N., Zayats E.A. Substantiation of the method of production of canned food such as «Sprats in oil» // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 123-129. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

Таблицы, рисунки и фотографии предоставлены автором / Tables, figures and photographs provided by the author

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает рациональное использование сырья водного происхождения за счет вовлечения его в глубокую переработку, с целью получения дополнительной добавленной стоимости.

Одной из проблем, препятствующей решению указанной задачи, является отсутствие эффективных технологий по переработке недоиспользуемого сырья водного происхождения, к которому относятся рыбы, реализуемые в основном в охлажденном и мороженом виде.

Перспективным направлением решения указанной проблемы в области использования мелких видов рыб, к которым относится корюшка малоротая, тихоокеанская мойва, японский анчоус, является разработка технологии консервов типа «Шпроты в масле».

Вопросам теории и практики производства консервов из копченой рыбы посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных ученых, таких как: Ю.В. Аллоярова, В.П. Гроховский, А.М. Ершов, И.Н. Ким, Э.Н. Ким, Г.С. Конокотин, И.И. Лапшин, О.Я. Мезенова, О.А. Николаенко, З.В. Слапогузова, М. Ciecierska, M. Obiedziński, Z. Domiszewski и S. Mierzejewska и другие ученые. Однако в известных работах отсутствует информация о возможности использования для производства консервов «Шпроты в масле» рыбы Дальневосточного бассейна.

Исходя из этого, целью настоящей работы является способ производства консервов типа «Шпроты в масле» из рыб Дальневосточного бассейна, обеспечивающий получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучить влияние температуры и длительности термической обработки рыбы на относительную влажность ее кожи;
- изучить влияние горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи;
- определить влияние содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений;
- апробировать результаты исследований.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влажность кожи рыбы определялась методом, основанным на выделении (испарении) воды из продукта при тепловой обработке и определении изменения массы его взвешиванием по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Для определения содержания коллагена применялся, разработанный ранее, способ определения коллагена, исключаящий влияние продуктов денатурации коллагена на результат [1; 2].

Наличие повреждений кожного покрова рыбы горячего копчения оценивалось по разработанной балльной шкале (табл. 1).

Полученные результаты обрабатывались методами математического и графического моделирования.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

При производстве консервов «Шпроты в масле» традиционно используются преимущественно балтийская килька (*Sprattus sprattus balticus*, она же – европейский шпрот), килька североморская (шпрот североморский, *Sprattus sprattus sprattus*), килька черноморская (шпрот черноморский, *Sprattus sprattus phalericus*), салака (сельдь балтийская, *Clupea harengus tembras*) и хамса (европейский анчоус, *Engraulis encrasicolus*). В Дальневосточном бассейне в больших количествах вылавливают

ся схожие по технотехимическим характеристикам с упомянутыми видами рыб тихоокеанские виды – морская малоротая корюшка (*Hypomesus japonicus*), тихоокеанская мойва (*Mallotus villosus catervarius Pennatt*) и японский анчоус (*Engraulis japonicus*) [3], реализуемые, в основном, в охлажденном или мороженом виде.

Консервы «Шпроты в масле» отличаются от большого ассортимента рыбных консервов своими органолептическими характеристиками. Рыба в консервах имеет кожный покров без повреждений, золотистую окраску, привлекательный блеск, приятный аромат и вкус копченого продукта. Связано это с принципиальной особенностью технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле» – копчением рыбы целиком. Разделка на тушку (удаление голов и хвостовых плавников) производится уже после копчения.

Окраска поверхности рыбы в консервах типа «Шпроты в масле» формируется при обработке полуфабриката копильным дымом [4]. Образование характерного золотистого цвета обусловлено осаждением реакцеспособных карбонильных соединений на поверхность обрабатываемой рыбы и взаимодействием их с её белками с образованием меланоидинов [4]. Интенсивность окраски зависит от концентрации карбонильных соединений в копильном дыме, скорости их осаждения, температуры и pH среды, концентрации воды в поверхностных слоях обрабатываемой рыбы [5].

Существующий технологический процесс производства консервов «Шпроты в масле» потенциально допускает возникновение дефектов и брака. В большей степени вероятность появления дефектов и брака появляется на этапе копчения.

В соответствии с технологической инструкцией [6], этап копчения подразумевает нанизывание мелкой рыбы на пруты через глаза или жаберные щели на заостренные с двух концов прутки из стальной проволоки, ополаскивание водой, горячее копчение и охлаждение.

Таблица. Балльная шкала органолептической оценки целостности кожного покрова мелких рыб горячего копчения / **Table.** Point scale of organoleptic assessment of the integrity of the skin of small hot-smoked fish

| Балльная оценка | Словесная характеристика |
|-----------------|---|
| 5 | Кожа без трещин, локального вздутия, просветов |
| 4 | Кожа без трещин и локального вздутия. Наблюдаются незначительные локальные просветы |
| 3 | Кожа без трещин и локального вздутия. Имеются явно выраженные просветы |
| 2 | На коже наблюдаются трещины / локальные вздутия |
| 1 | Кожный покров подвергся разрыву |

Одним из возможных видов брака на данном этапе является «паданец». Риск обоснован изменением нативной конформации молекул коллагена в сочленениях головы и позвоночника, приводящем к образованию глютена, обладающего пониженными прочностными характеристиками [7; 8]. Низкая прочность сочленений, в совокупности с тем, что скопление внутренних жидкостей происходит в брюшной полости, приводит к отрыву головы и браку полуфабриката.

Вторым возможным дефектом является «лопанец». Его возникновение обосновано рядом факторов. Тонкий кожный покров мелкой рыбы подвергается денатурационным изменениям, сопровождающимся образованием глютена. Помимо этого, кожа рыбы подсушивается, размер пор уменьшается, что сни-

те денатурации коллагена [9], из чего и следует нарушение кожного покрова и образование «лопанца».

Таким образом, задачей предлагаемого способа является получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной вклад в структурообразующие свойства и прочностные характеристики кожного покрова рыб вносят нерастворимый коллаген и его формы – тропоколлаген, растворимый в слабощелочных растворах и растворах нейтральных солей, и проколлаген, растворимый в слабых кислотах [10]. При температуре около 60 °С происходит разрыв водородных связей, удерживающих в структуре коллагена полипептидные цепи, и отщепление большей части полисахаридов [7].

При первоначальном нагреве коллагена, вследствие разрыва водородных связей, происходит процесс, называемый пептизацией, в результате чего образуется глютин – белок, обладающий более слабыми прочностными характеристиками, чем коллаген, хорошо набухающий в воде и растворимый в ней уже при температуре 40 °С [10].

При подсушивании полуфабриката при температуре 40-45 °С не происходит описанных выше процессов – трансформация коллагена минимизируется [7; 8], что обеспечивает прочность кожного покрова и уменьшает его разрушения при последующей высокотемпературной обработке [10].

Первым этапом был проведен эксперимент по определению влияния температуры и длительности сушки морской малоротой корюшки на влажность ее кожного покрова. Температуру сушки варьировали в диапазоне 20-50 °С. Длительность сушки составляла 5-30 минут. На основании анализа литературы, сушка производилась при относительной влажности воздуха равной 40%, так как данная влажность воздуха является рациональной с точки зрения скорости влагопереноса и энергетических затрат [11].

По результатам эксперимента была построена модель процесса удаления воды в зависимости от температуры и длительности сушки (формула, рис.1).

Путем математической обработки результатов ряда экспериментов, получена зависимость, при достоверности аппроксимации 0,97, описываемая следующим уравнением:

$$W = 114,008 - 2,352\tau - 0,672t + 0,3\tau^2 + 0,2t^2 - 0,1\tau t, \quad (1)$$

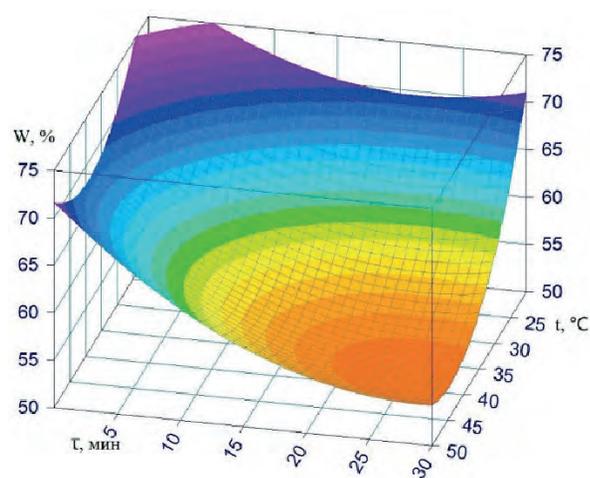


Рисунок 1. Зависимость влажности кожного покрова (W) от температуры (t) и длительности (τ) сушки

Figure 1. Dependence of skin moisture (W) on temperature (t) and duration (τ) of drying

жает ее водопроницаемую способность и скорость удаления воды с поверхности. В это время происходит денатурация мышечных тканей рыбы, сопровождающаяся снижением их водоудерживающей способности. Вода из мышечной ткани диффундирует к кожному покрову, переходя в паровое агрегатное состояние. Таким образом, скорость удаления воды из мышечной ткани значительно превышает скорость удаления воды с поверхности рыбы [5]. Это приводит к образованию зоны повышенного давления под кожей, прочностные характеристики которой снижены в результа-

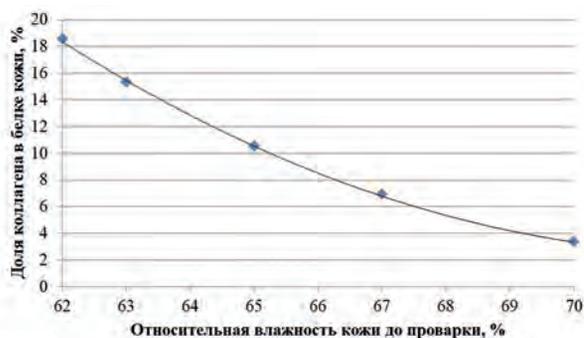


Рисунок 2. Влияние горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката в зависимости от влажности кожи

Figure 2. The effect of hot smoked fish on the collagen content in the skin of the semi-finished product, depending on the moisture content of the skin

где τ – длительность сушки, мин.;
 t – температура сушки, °С.

Полученная модель позволяла рассчитывать время, необходимое для достижения требуемой влажности кожи при заданной температуре сушки.

Следующим этапом был проведен эксперимент по определению влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи. Для достижения требуемой влажности кожи было решено выбрать температуру сушки 40-45 °С. Температурный диапазон этапа подсушки обоснован тем, что, согласно литературным данным, температура начала пептизации коллагена составляет 50-60 °С, в зависимости от вида коллагена [7; 8].

Термическая обработка выполнялась в 2 этапа. Исходная относительная влажность кожи рыбы составляла 70%. Первым этапом рыба сушилась 5, 10, 15, 20 и 25 минут при температуре 40-45 °С до различного уровня влажности кожи, после чего температура в коптильной камере повышалась до 120 °С и производилось копчение рыбы в течение 30 минут. Далее определялось содержание коллагена в образцах кожи. Результаты представлены на рисунке 2.

Полученная зависимость, при достоверности аппроксимации равной 0,9995, описывается следующей математической моделью:

$$\omega_k = 0,1464W^2 - 21,199W + 770,09 \quad (2)$$

где ω_k – массовая доля коллагена, %;
 W – относительная влажность кожи, %.

Исходя из полученных данных, наблюдается зависимость содержания коллагена в коже полуфабриката в связи с исходной влажностью кожного покрова. При этом содержание коллагена в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 70%, в 5,3 раза ниже, чем в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 62%. Предположительно, это можно объяснить тем, что для пептизации коллагена им должна быть достигнута степень полного гидратирования, то есть он должен иметь 30 и более молекул воды на 1 трипептид, что эквивалентно 70% воды и выше к массе коллагена [12].

Следующим этапом определялось влияние содержания коллагена на целостность кожного покрова полуфабриката. Целостность кожного покрова оценивалась по разработанной органолептической шкале (табл. 1). Результаты анализа представлены на рисунке 3.

Исходя из полученных результатов, отсутствие повреждений кожи полуфабриката достигается при содержании коллагена в ее белке 15%.

Связано это с тем, что термическая обработка сырья сопровождается нагревом мышечных тканей рыб, что приводит к высвобождению воды, содержащейся в них. В результате чего кожный покров участвует в трех процессах: диффузии воды из брюшной полости и мышечных тканей к кожному покрову; диффузии воды из подкожного пространства в кожный покров и испарении воды с поверхности кожного покрова в воздушное пространство коптильной камеры. Можно предположить, что в случае, когда скорость диффузии воды из брюшной полости и мышечных тканей рыбы выше, чем скорость диффузии воды из подкожного пространства в кожу и испарения ее с поверхности кожи в воздушное пространство термической камеры, происходит

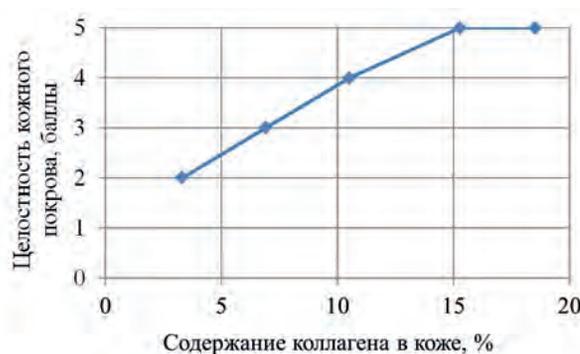


Рисунок 3. Влияние содержания коллагена в коже на целостность кожного покрова

Figure 3. The effect of collagen content in the skin on the integrity of the skin

возникновение областей повышенного давления в подкожном пространстве. Совокупность таких факторов, как ослабление прочностных характеристик соединительных тканей кожного покрова и повышенное давление на них со стороны объема мышечных тканей и брюшной полости, потенциально приводит к появлению повреждений кожного покрова.

Таким образом, с целью обеспечения целостности кожного покрова полуфабриката для консервов «Шпроты в масле», необходимо производить подсушку морской малоротой корюшки, тихоокеанской мойвы или японского анчоуса при температуре 40–45 °С в течение 20 мин. до достижения влажности кожи 63%, после чего технологический процесс продолжается в соответствии с известной ранее технологической инструкцией [6]. По результатам исследований была подана заявка на изобретение «Способ производства консервов типа «Шпроты в масле» (заявка № 2023125633 от 05.10.2023).

В качестве апробации результатов исследований был разработан СТО 88059952-001-2023 «Консервы «Шпроты тихоокеанские», содержащий технологию производства консервов ассортимента: «Шпроты тихоокеанские из японского анчоуса в масле», «Шпроты тихоокеанские из морской малоротой корюшки в масле», «Шпроты тихоокеанские из тихоокеанской мойвы» в стеклянных банках Ш-2-82-350 вместимостью 350 см³ с массой нетто консервов равной 330 граммам.

Для разработанных консервов, Тихоокеанским филиалом ВНИРО был разработан режим стерилизации консервов, обеспечивающий фактический стерилизующий эффект равный 7,9; 7,6; 7,4 условных мин. для консервов из японского анчоуса, морской малоротой корюшки и тихоокеанской мойвы, соответственно.

Разработанная технология была апробирована 15-16 сентября 2023 г. в условиях ООО РПК «Большекаменский» путем выпуска опытной партии продукции. В соответствии с протоколом дегустационного совещания от 20 октября 2023 года, полученный продукт имел вкус и запах, свойственные консервам из копченой рыбы в масле, без горечи и постороннего запаха. Консистенция рыбы – сочная, консистенция костей и плавников – мягкая. Экземпляры рыбы в консервах – целые, с целым кожным покровом. Масло в банке было жидким, прозрачным. Цвет кожных покровов – однородный, от светло-золотистого до золотистого или от золотистого до темно-золотистого в одной банке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Построена модель процесса удаления воды, в зависимости от температуры и длительности сушки, позволяющая рассчитывать время, не-

обходимое для достижения требуемой влажности кожи при заданной температуре сушки.

- Изучение влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи, показало, что содержание коллагена в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 70% в 5,3 раза ниже, чем в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажности кожи 62%. Предположительно это можно объяснить тем, что для пептизации коллагена им должна быть достигнута степень полного гидратирования, то есть он должен иметь 30 и более молекул воды на 1 трипептид, что эквивалентно 70% воды и выше к массе коллагена.
- Определение влияния содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений показало, что полное отсутствие повреждений кожного покрова копченого полуфабриката достигается при массовой доле коллагена в белке кожи полуфабриката более 15%.
- На основе разработанного способа производства консервов был разработан СТО 88059952-001-2023 «Консервы «Шпроты тихоокеанские», содержащий технологию производства консервов, разработан режим стерилизации, выпущена опытная партия продукции в условиях ООО РПК «Большекаменский». Полученный продукт имел вкус и запах, свойственные консервам из копченой рыбы в масле, без горечи и постороннего запаха. Консистенция рыбы – сочная, консистенция костей и плавников – мягкая. Экземпляры рыбы в консервах – целые, с целым кожным покровом. Масло в банке было жидким, прозрачным. Цвет кожных покровов однородный, от светло-золотистого до золотистого или от золотистого до темно-золотистого в одной банке.

Светлая память моему научному руководителю, доктору технических наук, профессору, Заслуженному работнику рыбного хозяйства Российской Федерации Эдуарду Николаевичу Киму, который разжег во мне интерес к научной деятельности, на протяжении почти пяти лет делился со мной своими знаниями, опытом и жизненной мудростью. Я благодарен стечению обстоятельств за то, что стал учеником Эдуарда Николаевича, и испытываю тоску, осознавая, что стал его последним учеником.

Статья подготовлена по материалам работ на тему «Технология консервов «Шпроты в масле» из рыб дальневосточного бассейна», выполненных по итогам конкурса в рамках программы «Студенческий стартап», учрежденной Фондом

содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Вклад в работу авторов: **Э.Н. Ким** – формулирование идеи, исследовательских целей и задач, анализ данных, анализ результатов экспериментов, проведение апробации результатов исследований; **Е.А. Заяц** – сбор и анализ данных, подготовка экспериментальных образцов, систематизация и обработка результатов экспериментов, проведение апробации исследований, подготовка статьи.

Contribution to the work of the authors: **E.N. Kim** – formulation of ideas, research goals and objectives, data analysis, analyses of experimental results, testing of research results

E.A. Zayats – data collection and analysis, preparation of experimental samples, systematization and processing of experimental results, testing of research, preparation of article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Патент № 2797915 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/02, G01N 21/79. Способ определения коллагена: № 2022133440: заявл. 19.12.2022: опублик. 13.06.2023 / Э. Н. Ким, Е. А. Заяц; заявитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
2. Заяц Е.А., Ким Э.Н. Обоснование способа определения коллагена в сырье и пищевой продукции // Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 91-95. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-91-95
3. Заяц Е.А., Ким Э.Н. Технохимическая характеристика мелких рыб Дальневосточного бассейна и пути их рационального использования. // Краснодар. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2023. № 2-3(392). С. 6-9. DOI:10.26297/0579-3009.2023.2-3.1
4. Курко В.И. Химия копчения. – М: Пищевая промышленность. 1969. 344 с.
5. Никитин Б.Н. Основы теории копчения рыбы – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982. 248 с.
6. Шеревера В.Г., Пинская Л.А., Тихомиров А.М. и др. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. – Ленинград: ГИПРОРЫБФЛОТ. 1989. Часть 1. 150 с.
7. Мурашев С. В. Влияние разрушения структуры коллагена на гидрофильные свойства продуктов этого процесса. // Научный журнал НИУ ИТМО, серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 3. с. 23
8. Исмаилова Д.Ю., Зиновьев С.В., Ерохина О.Н., Волик В.Г. Рациональные способы переработки коллагенсодержащего сырья в птицеперерабатывающей отрасли. // Журнал «Птица и птицепродукты». КМЦ ВНИИПП. 2015. № 6. с. 55
9. Фадеев А.С., Ямпольская Г.П., Левачев С.М., Зайцев С.Ю. Денатурация монослоев коллагена на границе раздела вода-воздух: моделирование процесса. // М: Биологические мембраны. 2008. Том 25. № 2. С. 142-154
10. Плиева Р.А., Арчакова Р.Д., Ужахова Л.Я., Султыгова З.Х., Темирханов Б.А., Ялхорова М.А., Дидигова Л.А.,

Китиева Л.И. Изучение химического состава рыбных шкур. // Colloquium-journal. 2019. №2-2 (26)

11. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы (3-е издание, дополненное и переработанное). – М: Пищевая промышленность. 1966. 563 с.
12. Игнатьева Н.Ю., Аверкиев С.В., Соболев Э.Н., Лунин В.В. Денатурация коллагена II в хрящевой ткани при термическом и лазерном нагреве // Журнал физической химии. 2005. Т. 79. № 8. С. 1505-1513

LITERATURE AND SOURCES

1. Patent No. 2797915 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/02, G01N 21/79. Method of collagen determination: No. 2022133440: application 19.12.2022: publ. 13.06.2023 / E.N. Kim, E.A. Zayats; applicant – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Far Eastern State Technical University of Forestry”. (In Russ.)
2. Zayats E.A., Kim E.N. (2023). Substantiation of the method for determining collagen in raw materials and food products // Fisheries. No. 1. Pp. 91-95. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-91-95. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Zayats E.A., Kim E.N. (2023). Technochemical characteristics of small fishes of the Far Eastern basin and ways of their rational use. // Krasnodar. News of higher educational institutions. Food technology. No. 2-3(392). Pp. 6-9. DOI:10.26297/0579-3009.2023.2-3.1. (In Russ.)
4. Kurko V.I. (1969). Chemistry of smoking. – M: Food industry. 344 p. (In Russ.)
5. Nikitin B.N. (1982). Fundamentals of the theory of smoked fish – M.: Light and food industry. 248 p. (In Russ.)
6. Sherevera V.G., Pinskaya L.A., Tikhomirov A.M. et al. (1989). Collection of technological structures for the production of canned fish and preserves. – Leningrad: GIPRORYB-FLOT. Part 1. 150 p. (In Russ.)
7. Murashev S.V. (2013). The effect of the destruction of the collagen structure on the hydrophilic properties of the products of this process. // Scientific journal of the National Research University of ITMO, series “Processes and products of food production”. No. 3. p. 23. (In Russ.)
8. Ismailova D.Yu., Zinoviev S.V., Erokhina O.N., Volik V.G. (2015). Rational methods of processing collagen-containing raw materials in the poultry processing industry. // The magazine “Poultry and poultry products”. CMC VNIIPP. No. 6. p. 55. (In Russ.)
9. Fadeev A.S., Yampolskaya G.P., Levachev S.M., Zaitsev S.Yu. (2008). Denaturation of collagen monolayers at the water-air interface: process modeling. // M: Biological membranes. Volume 25. No. 2. Pp. 142-154. (In Russ.)
10. Plieva R.A., Archakova R.D., Uzhakhova L.Ya., Sultygova Z.H., Temirkhanov B.A., yalhoroeva M.A., Didi-gova L.A., Kitieva L.I. (2019). Studying the chemical composition of fish skins. // Colloquium-journal. №2-2 (26). (In Russ.)
11. Voskresensky N.A. (1966). Ambassador, smoking and drying fish (3rd edition, expanded and revised). – M: Food industry. 563 p. (In Russ.)
12. Ignatieva N.Yu., Averkiev S.V., Sobol E.N., Lunin V.V. (2005). Denaturation of collagen II in cartilage tissue under thermal and laser heating // Journal of Physical Chemistry. Vol. 79. No. 8. Pp. 1505-1513. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 17.01.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 07.02.2024