

УДК 637:664

# Исследование получения и применения коптильной композиции на основе экстрактов красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis*

А. Д. СУШИНА<sup>1</sup>, д-р техн. наук О. Я. МЕЗЕНОВА<sup>2</sup><sup>1</sup>nastenka-1997@bk.ru, <sup>2</sup>mezenova@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет

Актуальным является совершенствование технологии бездымного копчения рыбы с применением обогащенных жидких коптильных композиций с повышенными адгезионными свойствами. Для получения новой коптильной композиции использовали коптильный препарат «Жидкий дым», который обогащали водным экстрактом красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis* Балтийского моря. Данные водоросли содержат ценные биологически активные и структурообразующие вещества, переход которых в коптильный препарат позволяет увеличить его адгезионные свойства и повысить биологическую ценность. Проведены литературные исследования по содержанию основных коптильных компонентов в различных коптильных препаратах. Изучен состав коптильного препарата «Жидкий дым» по содержанию фенольных, карбонильных и кислотных веществ. Получены различные образцы коптильной композиции при варьировании соотношения водорослей, воды и коптильного препарата. Изучены органолептические характеристики и содержание коптильных веществ в модельных коптильных композициях. Установлены зависимости вязкости коптильных сред от компонентного состава водорослевого экстракта. Показано, что с добавлением препарата «Жидкий дым» увеличиваются значения показателя динамической вязкости. Исследован процесс формирования свойств копчености в модельных экспериментах по получению рыбы горячего копчения. Установлено, что наилучшие свойства копченой рыбы формируются при нанесении коптильной композиции, полученной при соотношении 1:13:2. При данных параметрах, образующаяся пленка коптильного адгезива органолептически не видна на поверхности рыбы, не отслаивается, без морщин и других дефектов внешности, а образующиеся цвет, вкус и консистенция идентичны показателям качества рыбы горячего копчения. В образцах копченой рыбы установлена степень прокопченности по содержанию фенольных веществ, которая соответствовала значениям, приведенным в литературе. Полученные данные свидетельствуют о рациональности использования красных водорослей в составе коптильных композиций нового поколения.

**Ключевые слова:** бездымное копчение, красные водоросли *Furcellaria Lumbricalis*, экстракция, адгезия, вязкость, коптильная композиция, фенольные вещества.

## Информация о статье:

Поступила в редакцию 07.12.2021, принята к печати 21.01.2022

DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-53-60

Язык статьи — русский

## Для цитирования:

Сушина А. Д., Мезенова О. Я. Исследование получения и применения коптильной композиции на основе экстрактов красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis*. // Вестник Международной академии холода. 2022. № 1. С. 53–60. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-53-60

## Obtaining and using smoked composition based on the extracts of *Furcellaria Lumbricalis* red seaweed

A. D. SUSHINA<sup>1</sup>, D. Sc. O. J. MEZENOVA<sup>2</sup><sup>1</sup>nastenka-1997@bk.ru, <sup>2</sup>mezenova@klgtu.ru

Kaliningrad State Technical University

The improvement of smokeless fish smoking technology using enriched liquid smoking compositions with increased adhesive properties is of current interest. To obtain a new smoking medium we used Liquid Smoke smoking preparation which was enriched with an aqueous extract of *Furcellaria Lumbricalis* red seaweed of the Baltic Sea. These seaweeds contain valuable biologically active and structure-forming substances, the transfer of which to the smoked preparation allows increasing its adhesive properties and biological value. Literature research on the content of the main smoking components in various smoked preparations has been conducted. The composition of Liquid Smoke preparation has been studied in terms of the content of phenolic, carbonyl, and acidic substances. Different samples of smoke composition have been obtained by varying the ratio of seaweed, water, and smoke preparation. Organoleptic characteristics and content

*of smoking substances in model smoked compositions were studied. Dependences of viscosity of smoking media on the component composition of seaweed extract have been determined. It has been shown that with the addition of Liquid Smoke preparation the values of the index of dynamic viscosity increase. The formation process of smoked fish properties in model experiments on obtaining hot-smoked fish has been studied. It has been established that the best properties of smoked fish are formed at the application of smoked composition obtained at the ratio of 1:25:5. At the given parameters, the formed film of smoked adhesive is not organoleptically visible, does not flake, has no wrinkles and other appearance defects, and the formed color, taste, and consistency are identical to the quality indicators of hot-smoked fish. The content of phenol substances in the samples of smoked fish determined the degree of smoking that corresponded to the values given in the literature. The obtained data testify to the rationality of red algae use in the composition of new-generation smoked compositions.*

**Keywords:** smokeless smoking, *Furcellaria Lumbricalis* red seaweed, extraction, adhesion, viscosity, smoking composition, phenolic substances.

#### Article info:

Received 07/12/2021, accepted 21/01/2022

DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-53-60

Article in Russian

#### For citation:

Sushina A. D., Mezenova O. J. Obtaining and using smoked composition based on the extracts of *Furcellaria Lumbricalis* red seaweed. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2022. No 1. p. 53–60. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-1-53-60

### Введение

Производство копченой рыбной продукции с повышенными показателями безопасности и биологической ценности на основе экологически чистых технологий — актуальная задача современных рыбокопильных производств. Минимизировать в копченой рыбе содержание канцерогенных соединений, образующихся при пиролизе древесины в традиционных дымовых технологиях, оптимизировать содержание ключевых копильных и биологически ценных компонентов, обуславливающих основные эффекты копчения, возможно путем использования усовершенствованных способов бездымного копчения [1, 2, 3].

Бездымное копчение, т. е. использование вместо дыма различных копильных композиций (жидких, сухих, пастообразных, гелеобразных и др.) все шире применяется на современных пищевых производствах. Такие технологии не только позволяют получать продукцию с заданными показателями качества, но и гарантируют ее химическую безопасность. Наиболее востребованы в бездымных технологиях жидкие копильные среды на основе водных растворов копильных компонентов. Однако такие среды обладают невысокой адгезионной способностью и наносить их надо на поверхность рыбы многократно, либо вводить в состав дополнительные красящие и вкусоароматические компоненты, чтобы достичь заданных эффектов по цвету, аромату и вкусу [2, 3].

Перспективным в этом направлении является обогащение известных копильных препаратов на водной основе экстрактами красных водорослей, богатых натуральными структурообразующими (каррагинаны), красящими и другими биологически активными веществами. В итоге не только повышается вязкость и адгезионные свойства копильной композиции, но и происходит ее обогащение ценными органическими соединениями, обладающими красящим, вкусоароматическим и другими функциональными эффектами [4, 5, 6, 7].

Для получения обогащенных копильных композиций с новыми свойствами, целесообразным представля-

ется применение красной водоросли Балтийского моря *Furcellaria Lumbricalis*. Эти макрофиты характеризуются высоким содержанием сульфатированных полисахаридов, органических и неорганических кислот, разнообразных минеральных веществ, витаминов и ценных парафармацевтиков. Содержание легкогидролизуемых полисахаридов составляет 39,5%, трудногидролизуемых полисахаридов — 4,4%. Благодаря легко гидроизируемым водорастворимым полисахаридам, экстрагируемым водой, можно повысить адгезионно-вязкостные показатели копильной композиции, а за счет антоцианов и других БАВ ее функциональные свойства [8, 9].

Ежегодно, в период с августа по ноябрь на территории Калининградской области — в западной части Земландского полуострова в Балтийском море происходят значительные выбросы красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis*, которые практически не используются в промышленности региона. Данные водоросли имеют высокое содержание биологически активных компонентов, в том числе каррагинанов, минеральных веществ (калия, натрия, кальция, магния, йода и др.), витаминов группы В и С. В их состав входят красящие пигменты антоцианы, в том числе фикоэритрин, фикоцианин и аллофикоцианин, обладающие антиоксидантными свойствами [9]. Красные водоросли *Furcellaria Lumbricalis* содержат также терпеноиды, ацетогенины, полифенолы, органические кислоты и другие вещества с антимикробным действием. Доказанное отсутствие токсичности каррагинанов и сопутствующих воорастворимых компонентов обуславливают перспективность и высокий потенциал водорослевых экстрактов в приготовлении безопасных бездымных копильных композиций, обладающих заданными эффектами [9].

Применение копильных композиций с повышенными адгезионными и функциональными свойствами за счет каррагинанов и других БАВ красных водорослей представляется перспективным направлением в бездымном копчении рыбы. В данном случае, копильная среда, находящаяся в коллоидном состоянии и нанесенная од-

нократно на поверхность рыбы, при последующем обезвоживании превращается в тонкую и прочную биопленку, выполняющую барьерную, красящую, антиоксидантную и другие функции. В итоге копченая продукция приобретает не только более выраженный цвет копчености, но и дополнительный антисептический эффект, обеспечивающий пролонгированное хранение за счет биополимерной изоляции. Удлинение сроков годности и хранения особенно актуально для рыбы горячего копчения, так как ее стандартный срок годности регламентирован всего 72 ч [10, 11].

В последние годы в нашей стране наблюдается рост производства и потребления копчёной рыбы, которая является востребованным закусочным и питательным продуктом [12, 13]. Современный потребитель становится все более требовательным к ее безопасности и качеству, органолептическим показателям и гастрономическому разнообразию [14, 15]. Соединение полезных свойств копченой продукции и биопотенциала красных водорослей *Furcellaria lumbricalis* представляется перспективным направлением в совершенствовании бездымного копчения рыбы. Получение новых копильных композиций и изучение их свойств позволяет оценить перспективность их использования в различных сферах пищевой промышленности.

### Цель и задачи исследования

Цель работы заключалась в исследовании процесса получения копильной композиции, обогащенной водными экстрактами красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria Lumbricalis*, на основе копильного препарата «Жидкий дым» и изучение ее функционально-технологических свойств в процессе приготовления копченой рыбы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: установление рационального соотношения компонентного состава при приготовлении обогащенной копильной композиции с учетом заданных органолептических и вязкостных характеристик; изучение содержания фенольных веществ, как основных копиль-

ных компонентов, в модельных образцах копильных композиций и рыбы горячего копчения; исследование процесса нанесения обогащенной копильной композиции на поверхность рыбы и формирования заданных свойств копченой продукции.

### Материалы и методы исследования

Основные эксперименты проводили на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ». Первоначально обосновывали схему получения копильной композиции и ее свойства путем получения различных экстрактов копильных водорослей и смешивая их с известным копильным препаратом.

В качестве водорослевого сырья использовали высушенные и измельченные красные водоросли *Furcellaria Lumbricalis*, которые собирали на берегу Балтийского моря в районе мыса Таран у п. Донское Калининградской области в октябре 2020 г. (рис. 1).

Химический состав сухих водорослей *Furcellaria lumbricalis* (% к массе сухого вещества): вода 14,5; белок 24,4; полисахариды 43,9; зола 14,9 [9].

Основные объекты исследования:

— копильный препарат «Жидкий Дым» (ТУ 10.89.19-037-55482687-2017);

— экстракты красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis*, полученные путём экстрагирования суспендированной системы при массовых соотношениях «измельченные водоросли: вода», как: 1:7; 1:15; 1:32 при температуре  $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 2 ч;

— обогащенные образцы копильной композиции, на основе смеси препарата «Жидкий Дым» с экстрактами красных водорослей;

— модельные образцы копченой рыбы (салаки горячего копчения), представляющие собой куски мышечной ткани размером 3×4 см, вырезанные у спинного плавника, которые обрабатывали нанесением на поверхность копильной композиции с последующей проваркой горячим воздухом ( $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Изначально водоросли мыли и замачивали в воде для отделения от песка и набухания при температуре



а



б

Рис. 1. Водоросли *Furcellaria Lumbricalis*: а — свежая; б — высушенная

Fig. 1. *Furcellaria Lumbricalis* seaweed: a — fresh; b — dried

20–25 °С при соотношении 1:10 в течение 1 ч. После набухания водоросли измельчали до размера частиц около 3 мм и на их основе готовили водные экстракты при различных массовых соотношениях. Процесс экстрагирования проводили при температуре 70 °С в течение 2 ч. После фильтрация для удаления водорослевого остатка к образовавшемуся вязкому водорослево-му экстракту добавляли постоянное количество коптильного препарата «Жидкий дым». В результате образовывалась жидкая коптильная композиция с новыми органолептическими характеристиками, в том числе адгезионно-вязкостными показателями и специфическими вкусо-ароматическими оттенками. В процессе экспериментов варьировали различные соотношения массовых долей водорослей, воды и коптильного препарата.

В работе использованы органолептические и физико-химические методы анализа. Сравнительные аналитические исследования проведены путем анализа современной научной литературы по теме работы.

Для установления зависимости вязкости от соотношения компонентного состава в коптильной композиции определяли динамическую вязкость образцов при помощи вискозиметра Brookfield; измерения проводили при температуре 22±1 °С.

Содержание общего числа фенолов в экспериментальных образцах коптильных композиций и обработанной ими рыбы определяли спектрофотометрическим методом с применением 4-аминоантипирина в присутствии железосинеродистого калия; измерения проводили на спектрофотометре В-1200. Коптильные компоненты предварительно экстрагировали из измельченной ткани рыбы этиловым спиртом с последующим проведением цветных реакций в спиртовых экстрактах в щелочной среде [1].

Оптическую плотность экстрактов на спектрофотометре определяли при длине волны 541 нм, с использованием кварцевых кювет со стороной 10 мм. Содержание фенольных веществ определяли по калибровочному графику, построенному по гваяколу.

Количество органических кислот определяли титриметрическим методом, в присутствии фенолфталеина, с пересчетом на уксусную кислоту [1].

Полученные результаты обрабатывались общепринятыми методами математической статистики на 95%-м доверительном уровне при 3-х кратной повторности основных экспериментов.

## Результаты исследования, их обсуждение

Первоначально изучали традиционные и общепринятые количественные и качественные показатели применяемых в бездымном копчении коптильных сред и композиций. Аналитический обзор литературы показал, что в различных коптильных препаратах значительно колеблется содержание основных коптильных компонентов. Усредненные интервалы варьирования могут быть представлены следующими количественными пределами: фенольные вещества — от 1,48 до 13,25 мг/100 г; органические кислоты — от 2,30 до 17,45%; карбонильные соединения — от 0,53 до 24,81 мг/100 г. Рациональными показателями содержания коптильных веществ в жидких коптильных препаратах считаются: массовая доля соответственно фенольных, карбонильных и кислотных соединений 2,5–4,8 мг/100 г; 16,7–22,4 мг/100 г; 12–14% [16].

На фоне приведенных характеристик установленные физико-химические показатели использованного в работе коптильного препарата «Жидкий дым» представляются отвечающими приведенным выше показателям по содержанию ключевых коптильных веществ (табл. 1).

Для установления влияния коптильного препарата на характеристики итоговой композиции параллельно проводили изучение характеристик водорослевого экстракта (без внесения «Жидкого дыма»). Полученные результаты эксперимента приведены в табл. 2.

В процессе экспериментов по установлению рационального соотношения между основными составляющими в разрабатываемой коптильной композиции были получены экспериментальные образцы, характеристики которых по значениям вязкости и рН приведены в табл. 3.

Анализ экспериментальных результатов, приведенных в табл. 2 и 3, показывает, что при введении коптильного препарата в водорослевый экстракт вязкость образующейся водорослево-коптильной композиции повышается на 5–20%, при этом понижается рН среды (повышается кислотность) и становятся более выраженными органолептические эффекты копчености (аромат и вкус).

Повышение вязкости образующейся системы можно объяснить физико-химическими взаимодействиями, возникающими между компонентами водорослевого экстракта и коптильного препарата «Жидкий дым» при их смешивании [16]. В водорослевых экстрактах линейные полимерные молекулы каррагинанов, как слабые оксикислоты, несущие на своей поверхности отрицательно заряженные сульфатированные остатки кислот, а так-

Физико-химические показатели коптильного препарата «Жидкий дым»

Таблица 1

Physicochemical parameters of Liquid Smoke smoking preparation

Table 1

Наименование	Фактическое значение	Значение по ТУ
Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	13,24	не менее, %, 10,0
Массовая доля фенольных соединений (в пересчете на гваякол), %	3,2	2,1–4,5
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), %	—	15,0–40,0
рН	1,9	2,5–1,5

Таблица 2

Показатели вязкости и pH образцов водорослевого экстракта, полученного при различных соотношениях водорослей и воды

Table 2

Viscosity and pH values of seaweed extract samples obtained at different ratios of seaweed and water

№ образца	Характеристика водорослевого экстракта при соотношении «водоросли : вода»	Вязкость, сПз	pH	Органолептическая оценка
1	1:7	3401	7,1	Характерный вкус и аромат водорослей, тёмно-коричневый цвет, очень густая и вязкая консистенция
2	1:15	412	7,3	Характерный вкус и аромат водорослей, коричневый цвет, тягучая вязкая консистенция
3	1:32	45	7,8	Слабо выраженный вкус и аромат водорослей, светло-коричневый цвет, консистенция жидкого коллоидного раствора

Таблица 3

Характеристика образцов копильной композиции, полученной при различных соотношениях водорослей, воды и копильного препарата «Жидкий дым»

Table 3

Characteristics of samples of smoking composition obtained with different ratios of seaweed, water and Liquid Smoke smoking preparation

№ образца	Характеристика копильной композиции при соотношении «водоросли : вода : КП»	Вязкость, сПз	pH	Органолептическая оценка
4	1:5:2	3460	6,1	Интенсивно выраженный аромат и вкус копчености; слабо выраженный привкус водорослей; коричневый цвет, густая и вязкая консистенция с низкой текучестью
5	1:13:2	492	6,3	Выраженные аромат и вкус копчености, коричневый цвет, вязкая и текучая консистенция
6	1:30:2	53	6,4	Присутствуют аромат и вкус копчености, светло-коричневый цвет, жидкая консистенция с повышенной текучестью

же свободные ОН-группы, вступают в ионные и ковалентные взаимодействия с разнообразными функциональными группами копильных компонентов (ОН-; СООН-; -СО и др.). В результате в системе образуются высокомолекулярные полимерные сетки, сшитые поперечными трехмерными связями, внутри которых находится вода и низкомолекулярные органические компоненты. В качестве сшивающих агентов потенциально могут выступать ароматические фенольные соединения (гваякол и его производные), в том числе многоатомные фенолы (сирингол, пирокатехин и их производные), несущие свободные ОН-группы.

Еще одним взаимодействием, усиливающим коллоидные свойства новой водорослево-копильной композиции, потенциально могут являться карбонил-аминные реакции между карбонильными соединениями копильного препарата и водорастворимыми азотистыми веществами водорослей. В результате реакций по типу Майяра образуются полимеры, которые дополнительно могут усиливать вязкость среды и ее коричневый цвет. Такие превращения при формировании новой копильной композиции синергически влияют на ее адгезионные, барьерные и органолептические свойства [17].

Предварительные эксперименты показали, что наилучшими адгезионными свойствами обладают жидкие среды, динамическая вязкость которых характеризуется значениями от 450–550 сПз. Композиции с такими свойствами равномерно покрывают любую поверхность тон-

ким слоем толщиной 1–1,5 мм, не образуют потеков при вертикальном расположении образца, а после обезвоживания при подсушке плотно прилегают к поверхности без морщин в виде тонкой пленки. Из данных табл. 3 следует, что при формировании композиции при соотношении компонентов «водоросли: вода: копильный препарат», как 1:13:2 значение вязкости в системе составляло 492 сПз, при этом ее органолептические свойства имели желаемые характеристики (выраженные аромат и вкус копчености, коричневый цвет, вязкая и текучая консистенция).

На следующем этапе исследования изучали содержание фенольных веществ в различных образцах копильной композиции (табл. 4), а также модельных образцах рыбы горячего копчения (табл. 5). При этом учитывали влияние экстрагированных красящих компонентов водорослей на цветовые характеристики (показатели оптической плотности растворов), по которым оценивали содержание фенольных веществ.

По результатам, приведенным в табл. 4, можно констатировать, что в копильной композиции «водоросли: вода: КП» при соотношении 1:13:2, определенном как рациональное по вязкости и органолептическим свойствам, содержание фенольных веществ и органических кислот соответственно на уровне 2,38% г и 1,5% близко к показателям, имеющим место в традиционных бездымных копильных средах [18]. Данный положительный факт также позволяет сделать вывод, что получение во-

Таблица 4

## Содержание фенольных веществ в образцах копильных композиций

Table 4

## Content of phenolic substances in samples of smoking compositions

№ образца	Характеристика образца, полученного при соотношении		
	Соотношение вносимых компонентов	Содержание фенольных веществ, %	Содержание органических кислот, %
Вода: КП (контроль)			
1	1:7	0,63	1,22
2	1:15	0,49	1,04
3	1:32	0,24	0,82
Вода: водоросль: КП (копильная композиция)			
4	1:5:2	2,94	1,93
5	1:13:2	2,38	1,54
6	1:30:2	1,29	1,37

Таблица 5

## Содержание фенольных веществ в модельных образцах рыбы горячего копчения

Table 5

## Content of phenolic substances in model samples of hot-smoked fish

Образец рыбы*	Копильная композиция, полученная при соотношении «водоросли: вода: КП»	Содержание фенольных веществ, мг на 100 г продукта, в пересчете на гваякол	Содержание органических кислот, %, в пересчете на уксусную кислоту
1	1:5:2	2,03	1,12
2	1:13:2	1,89	0,83
3	1:30:2	1,24	0,54

\*Характеристики соответствующих образцов копильной композиции приведены в табл. 2 и 3.

дорослево-копильной композиции описанным способом принципиально возможно и перспективно. Данная технология позволяет регулировать содержание фенольных и других копильных компонентов через соотношение органических компонентов в системе и, таким образом, управлять формированием качества копченой рыбы.

В табл. 5 приведены показатели степени прокопченности по содержанию фенольных и кислотных веществ выкопченных кусочков салаки, приготовленных с применением модельных копильных композиций.

Из табл. 5 видно, что образцы рыбы горячего копчения имели адекватное содержание фенольных веществ и орга-

нических кислот, позволяющее сформировать основные эффекты копченого продукта, связанные с появлением специфических цвета и вкусо-ароматических свойств [19, 20].

В полученных модельных образцах копченой рыбы оценивали основные органолептические показатели — цвет, вкусо-ароматические характеристики, консистенцию, внешний вид (табл. 6). При этом обращали внимание на степень идентичности качества полученных образцов традиционно выкопченной рыбе, приготовленной с применением копильного дыма.

Из данных табл. 6 следует, что обработка копильной композицией №5 (соотношение «водоросли: вода:

Таблица 6

## Органолептические показатели модельных образцов рыбы горячего копчения, полученных при обработке водорослево-копильной композицией

Table 6

## Organoleptic characteristics of model samples of hot-smoked fish, obtained by treatment with seaweed-smoked composition

Образец копильной композиции*	Органолептические показатели копченой рыбы					
	Внешний вид	Цвет	Консистенция	Аромат	Вкус и послевкусие	
4	Поверхность рыбы с неровностями, заметны сгустки копильной среды	Темно-коричневый, неравномерный	Плотная, характерная для рыбы горячего копчения, без порочащих признаков	Характерный для рыбы горячего копчения	Свойственный копченой рыбе, но в послевкусии есть привкус водорослей	
5	Поверхность рыбы ровная, без морщин, и следов копильной среды, свойственная копченой рыбе	Светло-коричневый, равномерный, свойственный копченой рыбе			Характерный для рыбы горячего копчения	Характерный для рыбы горячего копчения, с послевкусием, свойственным копченым продуктам
6	Поверхность рыбы с некоторыми следами от копильной среды, местами с потеками, не свойственными для рыбы горячего копчения				Не характерный для рыбы горячего копчения	

\*Характеристики соответствующих образцов копильной композиции приведены в табл. 2 и 3.

КП», как 1:13:2) в модельных экспериментах по горячему копчению рыбы позволяет получать образцы, схожие по органолептическим показателям с традиционно выкопченной рыбой.

Полученные результаты свидетельствуют о рациональности совершенствования технологии бездымного копчения рыбы путем получения и применения водорослево-копильных композиций на основе традиционных копильных препаратов и экстрактов красных водорослей, обладающих повышенными адгезионными и другими функционально-технологическими свойствами и позволяющими получать аналогичный по качеству продукт упрощенным способом.

### Заключение

Исследован процесс получения копильной композиции на основе копильного препарата «Жидкий дым» и водного экстракта красных водорослей *Furcellaria Lumbriicalis*, показавший рациональность его применения при совершенствовании технологии бездымного копчения рыбы. Готовая продукция в результате однократной обработки такой композицией приобретает заданные органолептические и физико-химические характеристики за счет значительного повышения адгезионных свойств и обогащенного химического состава копильной среды,

при этом на поверхности рыбы формируется прочная биопленка, выдерживающая высокие температуры технологического процесса.

Рациональным соотношением компонентного состава при получении водорослево-копильной композицией с учётом заданных адгезионно-вязкостных и органолептических характеристик является массовое соотношение «измельченные водоросли: вода: копильный препарат», как 1:13:2.

Изучено содержание фенольных веществ, как основных копильных компонентов, в модельных образцах копильных композиций, водорослевого экстракта и рыбы горячего копчения. Данные показатели составили соответственно: 0,49% в водорослевом экстракте, 2,38% в модельных образцах копильной композиции, 1,89% в образцах рыбы горячего копчения, что соответствует опубликованным данным в химии копчения.

Исследован процесс формирования заданных свойств копченой продукции при нанесении водорослево-копильной композиции на поверхность рыбы в процессе получения продукции горячего копчения. Установлено, что готовые изделия по органолептическим характеристикам аналогичны традиционным, свойственным рыбе горячего копчения.

### Литература

1. Мезенова О. Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов. СПб.: Проспект Науки, 2018. 288 с.
2. Мезенова О. Я. Инновации в копчении пищевых продуктов // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2017. Т. 3. № 1. С. 31–46.
3. Неуймин Д. С. Современное состояние и особенности развития рынка рыбы и рыбной продукции. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2017. № 1 (15). С. 122–130.
4. Аллоярова Ю. В. Совершенствование технологии рыбных консервов из мойвы: Расширение ассортимента, применение копильного геля, повышение качества: дис. канд. техн. наук: 05.18.04: защита 26.02.2021: утв. 15.10.2020 / Аллоярова Юлия Витальевна. Воронеж, 2021. 167 с.
5. Батраченко Е. А., Маньшин А. А., Рюмишина С. Ф. и др. Пути совершенствования ассортимента и повышения качества рыбной продукции // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 9. С. 32–35.
6. Fidel T., Leo M. L., Nollet. Safety Analysis of Foods of Animal Origin. NY: CRC Press, 2016. 1002 p.
7. Peter E. D. Fish Drying and Smoking: Production and Quality. NY: CRC Press, 2017. 270 p.
8. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих / Под ред. В. П. Быкова. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 262 с.
9. Подкoryтова А. В. Морские водоросли-макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 175 с.
10. Аллоярова Ю. В., Гроховский В. А., Куранова Л. К. Консервы из копченой мойвы: перспективы, проблемы, качество // Вестник ВГУИТ. 2019. №4 (82). С. 103–109.
11. Назаров В. Ф., Майоров А. В. Анализ современного состояния и перспективных направлений развития технологии

### References

1. Mezenova O. Ya. Technology and methods of smoking food products. St. Petersburg, Prospect Nauki Publishing House, 2018. 288 p. (in Russian)
2. Mezenova O. Ya. Innovations in smoking food products. *Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia*, 2017. vol. 3. no 1. P. 31–46. (in Russian)
3. Neujmin D. S. Modern state and peculiarities of the fish and fish products market development. *Technologies of food and processing industry of AIC — healthy food products*. 2017. no 1 (15). P. 122–130. (in Russian)
4. Alloyarova Y. V. Perfection of technology of canned fish from capelin: Expansion of assortment, application of smoking gel, improvement of quality: doctoral thesis: 05.18.04: protection 26.02.2021: approved 15.10.2020 / Alloyarova Julia Vitalievna. Voronezh, 2021. 167 p. (in Russian)
5. Batrchenko E. A., Manshin A. A., Ryumshina S. F. et al. Ways to improve the assortment and quality of fish products. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2017. no 9. P. 32–35. (in Russian)
6. Fidel T., Leo M. L., Nollet. Safety Analysis of Foods of Animal Origin. NY: CRC Press, 2016. 1002 p.
7. Peter E. D. Fish Drying and Smoking: Production and Quality. NY: CRC Press, 2017. 270 p.
8. Reference book on the chemical composition and technological properties of algae, invertebrates and marine mammals / Edited by V. P. Bykov. Moscow: Publishing house VNIRO, 1999. 262 p. (in Russian)
9. Podkorytova A. V. Marine macrophytes and herbs. Moscow: Publishing house VNIRO, 2005. 175 p. (in Russian)
10. V., Grokhovsky VA, Kuranova LK Canned from smoked capelin: prospects, problems, quality. *Vestnik VSUIT*. 2019. No 4 (82). P. 103–109. (in Russian)

- копчения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. №2–1. С. 168–171.
12. Анализ рынка переработки рыбы и морепродуктов: российские предприятия сохраняют оптимизм. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://fishretail.ru/news/analiz-rinka-pererabotki-ribi-i-moreproduktov-412249> (дата обращения 03.08.2021).
  13. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://sztufar.ru/files/documents/16166.pdf> (дата обращения: 10.10.2020).
  14. Oluwatosin A. I. Food Science and Technology: Trends and Future Prospects. Britan: Walter de Gruyter, 2020. 538 p.
  15. Joseph A. M. Smoke in food processing. NY: CRC Press, 2018. 168 p.
  16. Azeredo H. M. C., Waldron K. W. Crosslinking in polysaccharide and protein films and coatings for food contact — A review. // Trends in Food Science & Technology. 2016. Vol. 52. P. 109–122.
  17. Improving the integrity of natural biopolymer films used in food packaging by crosslinking approach: A review / F. Garavand, M. Rouhi, S. H. Razavi et al. // International Journal of Biological Macromolecules. 2017. Vol. 104. P. 687–707.
  18. Мезенова О. Я., Потанова В. А. Обогащенные жидкие копильные среды и их применение в пищевой биотехнологии рыбных продуктов. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. № 1 (12). С. 46–53.
  19. Мезенова О. Я., Исакова Т. С. Биотехнология цельномышечных сырокопченых продуктов из мяса птицы. // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2. с. 26–32.
  20. Ким Э. Н., Глебова Е. В. Исследование химического состава и технологических свойств современных копильных препаратов // Известия ТИНРО. 2008. С. 356–362.
  11. Nazarov V. F., Mayorov A. V. Analysis of the modern state and promising directions of development of smoking technology. *International Journal of the Humanities and Natural Sciences*. 2020. No 2–1. P. 168–171. (in Russian)
  12. The analysis of the fish and seafood processing market: Russian enterprises remain optimistic. [Electronic resource]: Mode of access URL: <https://fishretail.ru/news/analiz-rinka-pererabotki-ribi-i-moreproduktov-412249> (access date 03.08.2021). (in Russian)
  13. Strategy for the development of fisheries sector of the Russian Federation for the period up to 2030. [Electronic resource]: Mode of access URL: <https://sztufar.ru/files/documents/16166.pdf> (date of access: 10.10.2020). (in Russian)
  14. Oluwatosin A. I. Food Science and Technology: Trends and Future Prospects. Britan: Walter de Gruyter, 2020. 538 p.
  15. Joseph A. M. Smoke in food processing. NY: CRC Press, 2018. 168 p.
  16. Joseph A. M. Smoke in food processing. NY: CRC Press, 2018. 168 p.
  17. Azeredo, H. M. C., Waldron K. W. Crosslinking in polysaccharide and protein films and coatings for food contact — A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 52. P. 109–122.
  18. Mezenova O. Ya., Potapova V. A. Enriched liquid smoking media and their application in food biotechnology of fish products. *Izvestia vuzov. Applied chemistry and biotechnology*. 2015. № 1 (12). P. 46–53. (in Russian)
  19. Mezenova O. Y., Isakova T. S. Biotechnology of whole-muscle raw-smoked products from poultry meat. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2016. no 2. p. 26–32. (in Russian)
  20. Kim E. N., Glebova E. V. The study of the chemical composition and technological properties of modern smoke preparations. *Proceedings of TINRO*. 2008. P. 356–362. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Мезенова Ольга Яковлевна

Д. т. н., профессор, зав. кафедрой пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета, 236022 Россия, Калининград, Советский пр., 1, mezenova@klgtu.ru. ORCID 0000-0002-4716-2571

#### Сушина Анастасия Дмитриевна

Аспирант кафедры пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета, 236022 Россия, Калининград, Советский пр. 1, nastenka-1997@bk.ru. ORCID 0000-0003-1841-6146

### Information about authors

#### Mezenova Olga Ja.

DSc., professor, Chair of the Department of food biotechnology of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Sovetskiy pr. 1, mezenova@klgtu.ru. ORCID 0000-0002-4716-2571

#### Sushina Anastasia D.

PhD student at the Department of Food Biotechnology Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia, Kaliningrad, Sovetskiy pr. 1, nastenka-1997@bk.ru. ORCID 0000-0003-1841-6146