

Научная статья
УДК 637.664

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ КОПЧЕНОЙ РЫБЫ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

А.Д. Сушина^{1,*}, О.Я. Мезенова¹

¹ Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

* E-mail: nastenska-1997@bk.ru

Аннотация. Обосновано совершенствование технологии рыбы горячего копчения путём использования вместо дыма коптильно-водорослевой композиции. Для ее получения использовали коптильный препарат «Жидкий дым», обогащенный водным экстрактом красной водоросли *Furcellaria lumbricalis*. Водорослевый экстракт обеспечил присутствие в коптильной среде каррагинанов и каротиноидов, которые повышают биологическую ценность копченой рыбы. Итоговая коптильно-водорослевая композиция обладает повышенной вязкостью относительно водных коптильных сред. Разработанная технология копчения рыбы заключается в адгезионном нанесении коптильного геля за один прием на поверхность посоленной рыбы, подсушке для формирования пленки и тепловой обработке продукта до кулинарной готовности. Изучены реологические свойства коптильно-водорослевой композиции, свидетельствующие о повышении ее структурных и адгезионных свойств. Определены органолептические характеристики и содержание основных коптильных компонентов в коптильно-водорослевой композиции и образцах копченой рыбы. Исследованы органолептические и инструментальные характеристики цвета поверхности контрольных и экспериментальных образцов копченой рыбы. Установлена идентичность цветовых характеристик рыбы дымового и бездымного копчения. Исследовано содержание в готовой продукции канцерогенных полициклических ароматических углеводородов. Показано отсутствие в рыбе потенциально опасных бенз(а)пирена, бенз(б)флуорантена, бенз(а)антрацена, хризена. Разработанная технология рыбы бездымного копчения позволяет получать гастрономически привлекательную и безопасную продукцию повышенной биологической ценности экологически чистым способом.

Ключевые слова: бездымное копчение; красные водоросли *Furcellaria lumbricalis*; коптильно-водорослевая композиция; полициклические ароматические углеводороды; биологическая ценность.

Для цитирования: Сушина А.Д., Мезенова О.Я. Технология экологически безопасной копченой рыбы повышенной биологической ценности // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2023. Т.9. №1. С. 27–36.

Original article

TECHNOLOGY OF ECOLOGICALLY SAFE SMOKED FISH OF INCREASED BIOLOGICAL VALUE

A.D. Sushina^{1,*}, O.J. Mezenova¹

¹ Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

* E-mail: nastenska-1997@bk.ru

Abstract. The improvement of hot-smoked fish technology by using a smoking-algae composition instead of smoke has been substantiated. Smoking preparation "Liquid smoke" enriched with aqueous extract of red algae *Furcellaria lumbricalis* was used for its production. Algae extract ensured the presence of carrageenans and carotenoids in the smoking medium, which increase the biological value of smoked fish. The final smoked-algae composition has an increased viscosity relative to aqueous smoked media. The developed technology of fish smoking consists in adhesive application of smoking gel in one step to the surface of salted fish, drying to form a film and heat treatment of the product to culinary readiness. Rheological properties of smoked algae composition have been studied, indicating an increase in its structural and adhesive properties. The organoleptic characteristics and the content of the main smoking components in the smoked algae composition and samples of smoked fish have been determined. Organoleptic and instrumental characteristics of surface color of control and experimental samples of smoked fish have been investigated. Identity of color characteristics of smoked and smokeless smoked fish has been determined. The contents of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in the ready-to-eat products has been studied. The absence of potentially dangerous benz(a)pyrene, benz(b)fluoranthene, benz(a)anthracene and chrysene in fish was shown. The developed technology of smokeless fish smoking makes it possible to obtain gastronomically attractive and safe products of high biological value in an environmentally friendly way.

Key words: *smokeless smoking; Furcellaria lumbricalis red algae; smoke-seaweed composition; polycyclic aromatic hydrocarbons; biological value.*

For citation: Sushina A.D., Mezenova O.J. Technology of ecologically safe smoked fish of increased biological value. *Journal of Science and Education of North-West Russia*. 2023. Vol. 9. No. 1. pp. 27–36.

Введение

Копчение – популярный способ приготовления гастрономически привлекательных пищевых продуктов из различных видов сырья. Традиционным сырьем для копчения являются мясо, рыба, сыры, дымовой обработке подвергаются некоторые зерновые, фрукты и овощи. Качество получаемых копчёных изделий во многом зависит от технологии обработки, в том числе от состава коптильной среды и способа ее получения. Копченые изделия традиционно приобретают привлекательные внешние характеристики и специфические вкусо-ароматические свойства.

Традиционное копчение, заключающееся в дымовой обработке полуфабриката, имеет ряд недостатков, обуславливающих поиск методов его совершенствования. Продукция дымового копчения содержит канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), опасные для здоровья, имеет неравномерное окрашивание из-за неоднородности состава коптильного дыма, при этом происходит загрязнение окружающей среды дымовоздушными выбросами [1].

В настоящее время дымовое копчение все чаще заменяется бездымным способом с применением экологически чистых технологий обработки жидкими коптильными средами. Использование в технологии копчёной рыбы бездымных методов позволяет упростить процесс за счет ликвидации дымогенераторного подразделения, минимизировать содержание в продукте вредных веществ, предотвратить выбросы в атмосферу, получать однородную по качеству продукцию и контролировать формирование заданных показателей качества.

Среди бездымных коптильных сред наибольшей популярностью у производителей копчёных изделий пользуются жидкие коптильные среды на основе водных растворов коптильных компонентов. Их недостатком является низкая адгезионная способность, что обуславливает необходимость их многократного нанесения на поверхность продукта [1,2]. При этом требуется специальное оборудование для их нанесения (дисперсионные установки), цикличная тепловая обработка, сбор и очистка осадочных остатков среды.

Перспективным в данном направлении является обогащение известных жидких копильных препаратов экстрактами красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbicalis*. За счёт наличия в своём составе натуральных структурообразующих веществ (каррагинанов) повышается вязкость и адгезионная способность копильной композиции, при этом она обогащается полезными биологически активными веществами водоросли (витаминами, органическими кислотами, минеральными веществами). Еще одним положительным эффектом является усиление окрашивающего эффекта новой копильной среды за счет перехода в нее натуральных красителей каротиноидной природы [3,4].

На кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» была разработана технология получения обогащенной копильно-водорослевой композиции на основе копильного препарата «Жидкий Дым» и водного экстракта красной водоросли *Furcellaria l.* [3]. Образующаяся система имеет коллоидную консистенцию, равномерно окрашенную в коричневый цвет, обладает приятными органолептическими характеристиками, свойственными копильным препаратам. Для получения копченой рыбы с ее применением необходимо было провести специальные исследования по обоснованию функциональных свойств новой копильной среды применительно к технологии горячего копчения с учетом традиционных показателей качества готовой продукции.

Цель работы заключалась в обосновании бездымной технологии экологически безопасной копченой рыбы путем применения гелеобразной копильно-водорослевой композиции и доказательстве повышенной биологической ценности и канцерогенной безопасности готовой продукции.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение реологических свойств копильно-водорослевой композиции;
- обоснование основных технологических приемов получения рыбы горячего копчения бездымным способом;
- определение содержания основных копильных компонентов в копильно-водорослевой композиции и образцах копченой рыбы;
- изучение органолептических характеристик и инструментальных цветовых показателей образцов рыбы горячего копчения дымового и бездымного способов;
- доказательство безопасности образцов рыбы горячего копчения по содержанию канцерогенных полициклических ароматических углеводов.

Материалы и методы исследования

Основные исследования проводились на базе кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

В качестве основных объектов исследования использовали:

- копильно-водорослевую композицию, приготовленную на основе копильного препарата «Жидкий Дым» (ТУ 10.89.19-037-55482687-2017) и водного экстракта красной водоросли *Furcellaria l.*;
- образцы салаки (балтийская сельдь) и скумбрии, обработанные по разработанной технологии бездымного горячего копчения.

Реологические характеристики копильно-водорослевой композиции изучали на структурном анализаторе Brookfield СТЗ. В качестве индентора при измерении показателей использовали цилиндр. Инструментальные показатели цвета образцов копченой рыбы определяли при помощи системы CIE L*a*b спектроколориметром Capsure. В готовых экспериментальных образцах рыбы оценивали органолептические характеристики с применением ГОСТ 7447-2015 «Рыба горячего копчения».

В процессе экспериментов изучали химические показатели образцов рыбы и копильной композиции по содержанию следующих ингредиентов [5]:

- общих фенолов (SOP 3. IV. 18) спектрофотометрическим анализом с применением реагента Фолина и с предварительным окрашиванием спиртового экстракта 4-аминоантипирином в присутствии железосинеродистого калия при измерении оптической плотности на спектрофотометре В-1200;
- общих каротиноидов (SOP 3. IV. 16) с предварительной экстракцией петролевым эфиром и количественным определением фотометрическим анализом на спектрофотометре при длине волны 450 нм;
- полициклических ароматических углеводородов (SOP 3. IV. 33_2) с предварительным гидролизом в диметилформамидной воде DMF/H₂O (9:1) при экстракции с циклогексаном и определением высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) с последующим флюоресцентным детектированием индивидуальных представителей ПАУ.

Результаты исследования, их обсуждение

Первоначально изучали физико-химические показатели качества коптильно-водорослевой композиции, полученной на основе коптильного препарата «Жидкий Дым» и водного экстракта красной водоросли *Furcellaria l.* (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели коптильно-водорослевой композиции

Наименование показателя	Фактическое значение
	Коптильно-водорослевая композиция
Соотношение: «водоросли: вода: коптильный препарат «Жидкий дым»»	1:13:2
Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	2,3
Массовая доля фенольных соединений (в пересчете на гваякол), %	1,92
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), %	5,6
Содержание каротиноидов, % на сухое вещество	2,05
Содержание каррагинана, % на сухое вещество	44,6
рН	6,3
Динамическая вязкость, сПз	492
Органолептическая характеристика	Аромат и вкус натуральной копчености; цвет светло-коричневый, однородный; консистенция вязкая, однородная

Из данных табл.1 видно, что в составе исследуемой коптильной композиции обнаружены пигменты каротиноиды, которые синергически усиливают ее окрашивание в коричнево-красный цвет, обусловленный присутствием коптильных компонентов (фенолов и карбонильных соединений). Важно, что каротиноиды являются функциональными ингредиентами, обладающими доказанными антиоксидантными свойствами, что повышает биологическую ценность композиции и обработанной рыбы [6,7,8]. Достаточно высокое содержание полисахарида каррагинана, обнаруженное в композиции (44,6%), обусловило получение коптильной среды с повышенной динамической вязкостью (492 сПз), обуславливающей ее улучшенные адгезионные свойства.

Далее изучалась зависимость величины адгезии полученной коптильной композиции в зависимости от продолжительности контакта с зондом-индентором для отыскания рациональной продолжительности контактирования коптильной среды с поверхностью рыбы. Результаты исследования представлены на рис.1.

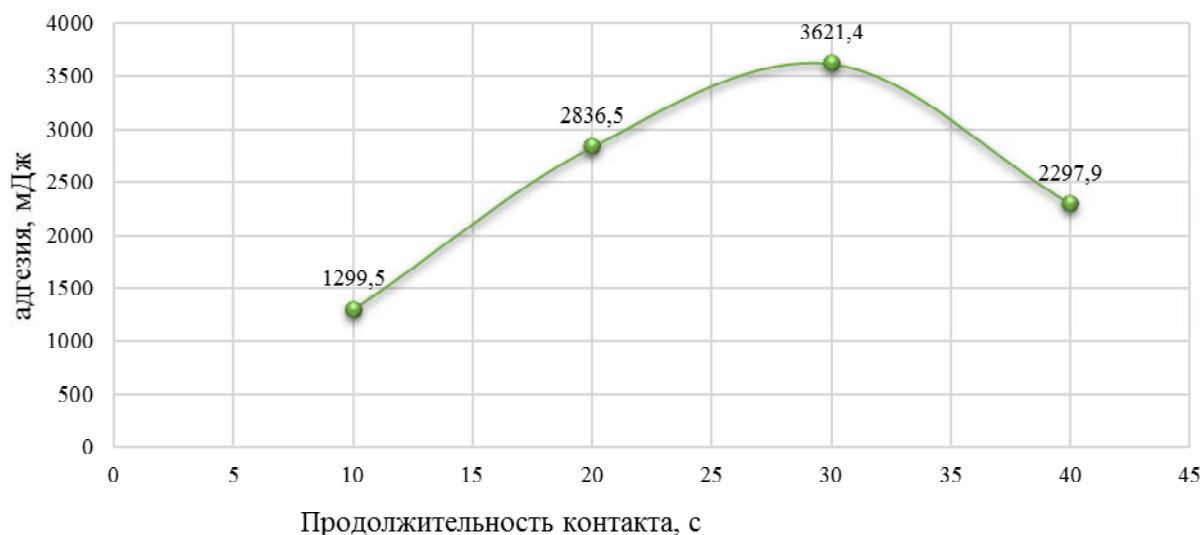


Рисунок 1 - Зависимость величины адгезии копильно-водорослевой композиции от продолжительности контакта зонда с адгезивом

По рис.1 видно, что рациональной продолжительностью контакта копильно-водорослевой композиции, обеспечивающей максимальную адгезию (3621,4 мДж), можно считать 30 с. Реологическое поведение композиции позволяет охарактеризовать ее, как гелеобразный коллоид с высокими вязко-адгезионными характеристиками, обладающий признаками эластичности и тиксотропности, что желательно для поверхностной обработки продукта и формирования однородной биопленки с функциональными свойствами [9,10].

Следующим этапом исследования являлось обоснование технологической схемы приготовления рыбы горячего копчения с применением новой копильно-водорослевой композиции (рис.2). Предварительно размороженная рыба (скупбрия) или охлажденная рыба (салака) после мойки и сортировки разделялась на куски высотой 3-4 см. Кусочки рыбы предварительно солили тузлучным способом и после ополаскивания и подсушки погружали в копильно-водорослевую среду на 30 с. Обработанную рыбу размещали на носителях, подсушивали 10-20 минут теплым воздухом для исключения стекания и формирования пленки, крепко скрепленной с рыбой. После этого образцы рыбы проваривали в горячем воздухе при температуре 110-130 °С до полной кулинарной готовности. После охлаждения образцы рыбы подвергались органолептической оценке дегустационной комиссией и химическим анализам, результаты которых представлены в табл.2 и табл. 3.

Таблица 2 – Органолептические характеристики образцов рыбы горячего бездымного копчения с обработкой копильно-водорослевой композицией

Наименование показателя	Характеристика
Салака	
Готовность продукта	мясо проварено; легко отделяется от костей и позвоночника; кровь полностью свернулась
Внешний вид	поверхность ровная; чистая
Наружные повреждения	рыба без наружных повреждений; кожный покров цел
Цвет кожного покрова	светло-коричневый; равномерный
Консистенция	плотная; сочная
Вкус и запах	характерные для салаки горячего копчения
Скупбрия	
Готовность продукта	мясо проварено; легко отделяется от костей и позвоночника; кровь полностью свернулась
Внешний вид	поверхность ровная; чистая

Наружные повреждения	рыба без наружных повреждений; кожный покров цел
Цвет кожного покрова	насыщенный; золотисто-коричневый; равномерный
Консистенция	нежная; сочная
Вкус и запах	Приятные, свойственный рыбе горячего копчения

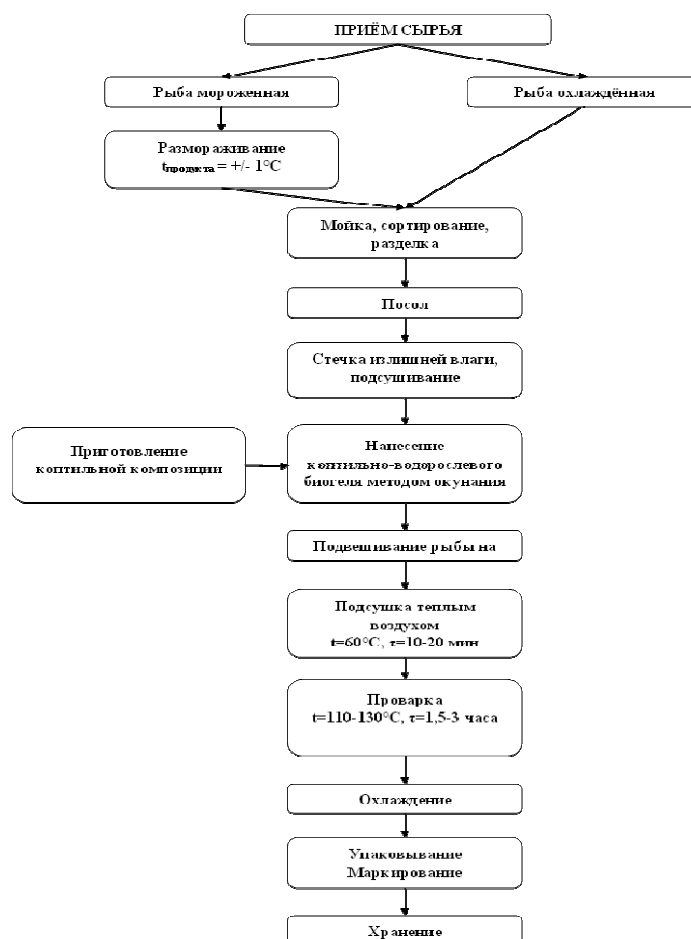


Рисунок 2 – Технологическая схема производства рыбы горячего копчения

Как видно из табл.2 все экспериментальные образцы рыбы горячего копчения, предварительно обработанные копильно-водорослевой композицией на основе экстракта красных водорослей *Furcellaria l.*, имели хорошо выраженные органолептические характеристики, схожие с рыбой, выкопченной традиционным методом. Это во многом обусловлено реологическими характеристиками наносимой копильной композиции.

Таблица 3 – Физико-химические показатели образцов рыбы горячего бездымного копчения с обработкой копильно-водорослевой композицией

Наименование показателя	Образец	
	Салака	Скумбрия
Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), мг/100г	0,83	0,78
Массовая доля фенольных соединений (в пересчете на гваякол), мг/100г	1,74	1,89
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), мг/100г	2,0	2,5
Содержание каротиноидов, мг/100г	0,56	1,65

Содержание каррагинана, г/100 г	1,27	1,34
---------------------------------	------	------

Данные табл. 3 свидетельствуют о наличии в образцах рыбы основных копильных компонентов (фенольных, карбонильных, кислотных) на уровне, рекомендованном для рыбы горячего копчения [11]. Такое количественное присутствие основных копильных веществ считается достаточным для формирования ключевых эффектов копчения, свойственных традиционным копченым продуктам (цвета, аромата, вкуса). Установленное наличие каротиноидов и каррагинана (соответственно 0,56 – 1, 65 мг/100 г и 1,27-1,34 мг/100 г) свидетельствует о повышении биологической ценности готовой продукции относительно традиционной рыбы дымовой обработки, поскольку данные вещества являются биологически активными и изначально отсутствуют в рыбном сырье.

Для оценки безопасности готовой продукции и экологичности процесса бездымного копчения в копильном геле и готовой продукции были определены основные ПАУ, как индикаторы канцерогенности, содержание которых не должно превышать 5 мкг/кг в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции".

Таблица 4 – Результаты определения основных канцерогенных ПАУ в копильно-водорослевой композиции и в образцах копчёной рыбы

Наименование показателя	Копильно-водорослевая композиция, мкг/кг	Салака, мкг/кг	Скумбрия, мкг/кг
Бенз(а)пирен	0	0	0
Бенз(б)флуорантен	0	0	0
Бенз(а)антрацен	0	0	0
Хризен	0	0	0

Данные табл. 4 свидетельствуют о полной канцерогенной безопасности копильной композиции и рыбы горячего копчения, полученной с её применением. Отсутствие ПАУ свидетельствует об экологической безупречности разработанной технологии [1,12].

На следующем этапе исследований определяли инструментальные характеристики цвета копченой рыбы при помощи системы CIE L*a*b. Экспериментальные образцы сравнивались с образцами, выкопченными традиционным методом (дымовым). Определения проводились на спектроколориметре Capsure.

В качестве эталона для оценки цвета копченой скумбрии была выбрана скумбрия горячего копчения от производителя ООО «Виктория Балтия». В качестве эталона для салаки горячего копчения использовали одноименную продукцию, приготовленную традиционным способом на предприятии «Рыбоконсервный комбинат ООО «За Родину».

При проведении измерений на поверхности рыбы горячего копчения вырезали образцы кожного покрова, непигментированные, без морщин, с равномерно окрашенным цветом копчености. Затем образец помещали на белую поверхность и спектроколориметрически производили определение его цветовых характеристик (светлость, насыщенность, угол цветового тона, длина волны). Полученные значения приведены в табл.5. Расчет различий значений цветовых характеристик эталонного и экспериментального образцов проводили по формуле (1).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (1)$$

По значениям данных табл.5 можно сделать вывод, что отличия в характеристиках цвета у рыб, выкопченных традиционным дымовым методом и приготовленных по разработанной бездымной технологии, минимальны. При этом значения оптических

показателей длины волны, светлоты и насыщенности цвета обоих образцов попадают в область традиционного желто-коричневого окрашивания, характерного для копченой рыбы

Таблица 5 – Показатели инструментальных цветовых характеристик образцов рыбы

Образец	Светлота, L	Координаты цветности		Насыщенность, С	Угол цветового тона, Н	Длина волны, нм	Значение цветового различия, ΔE
		a	b				
Скумбрия горячего копчения							
Эталон	70,14	16,14	74,25	74,25	78	581,64	3,07
Образец	69,45	17,89	71,81	74,01	76	582,32	
Салака горячего копчения							
Эталон	90,65	7,22	42,48	43,09	80	572,97	1,61
Образец	90351	6,12	41,32	41,77	82	573,4	

Заключение

Обоснована технология экологически безопасной рыбы горячего копчения, сущность которой заключается в использовании вместо дыма коптильно-водорослевой композиции в гелеобразном состоянии в сочетании с тепловой обработкой до кулинарной готовности. Технология отличается простотой и эффективностью в исполнении, обуславливает экологичность коптильного производства. Полученные образцы копченой салаки и скумбрии содержат необходимое количество фенольных, карбонильных и кислотных компонентов, обуславливающих основные эффекты копчености (цвет, аромат и вкус), при этом готовая продукция обогащена ценными биологически активными каррагинанами и каротиноидами, обладающими функциональными свойствами. Сформированная на основе водорослевых экстрактов коптильная пленка на поверхности рыбы увеличивает барьерные свойства готовой продукции и предопределяет ее повышенную хранимостепособность. Инструментальный способ определения показателей цвета эталонных и контрольных образцов копченой рыбы показал их идентичность, что свидетельствует о возможности получения по новой технологии рыбы горячего копчения с традиционными потребительскими свойствами. Доказана канцерогенная безопасность копченой рыбы по содержанию полициклических ароматических углеводородов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разработанной технологии в контексте обеспечения продовольственной безопасности нашей страны.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

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. Сушина А.Д., Мезенова О.Я. Исследование получения и применения коптильной композиции на основе экстрактов красных водорослей *Furcellaria Lumbriicalis* // Вестник Международной академии холода. 2022. № 1. С. 53–60.
4. Tuvikene R. Functional Dependencies of the chemical composition and structures in the Baltic Sea algal communities. Tallinna Ulikool. 2009. P. 63.
5. Мезенова О. Я., Самбурская Н. В., Сушина А. Д., Мёрзель Й.-Т. Использование потенциала красных водорослей в технологии бездымного копчения рыбы // Вестник Международной академии холода. 2022. № 4. С. 29–36.



6. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. Перевод с англ. В.Д. Цыдендамбаева; под ред. М. Н. Запрометова. Москва: Мир, 2019. 422 с.
7. Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. Carotenoids Handbook. Basel AG.:Springer, 2004. 646 p.
8. Подкорытова А. В., Фан Т. К. Пигменты и каррагинаны из красных водорослей // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. 2010. № 3. С. 74–77.
9. Гуськов К.П., Мачихин Ю.А., Мачихин С.А., Лунин Л. Н. Реология пищевых масс. Москва: Пищевая промышленность, 1970. 207 с.
10. Круподёров А.Ю., Николаева Л.К., Кузнецова А.В. Реологические характеристики аномально вязких пищевых продуктов и других сред // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2014. №4. С. 96-106.
11. Мезенова О.Я., Ким И.Н. Технология, экология и оценка качества копчёных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2011. 488 с.
12. Joseph A. M. Smoke in food processing. NY: CRC Press, 2018. 168 p.

REFERENCES

1. Mezenova O. Ya. *Texnologiya i metody` kopcheniya pishhevy`x produktov* [Technology and methods of smoking food products]. SPb.: Prospekt Nauki, 2018. 288 p.
2. Mezenova O. Ya. *Innovacii v kopchenii pishhevy`x produktov* [Innovations in food smoking]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2017. Vol. 3, No 1, pp. 31–46.
3. Sushina A. D., Mezenova O. Ya. *Issledovanie polucheniya i primeneniya koptil`noj kompozicii na osnove e`kstraktov krasny`x vodoroslej Furcellaria Lumbricalis* [Investigation of the preparation and application of a smoking composition based on extracts of red algae *Furcellaria Lumbricalis*]. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii xoloda*. 2022. No. 1, pp. 53–60.
4. Tuvikene R. Functional Dependencies of the chemical composition and structures in the Baltic Sea algal communities. Tallinna Ulikool. 2009. P. 63.
5. Mezenova O. Ya., Samburskaya N. V., Sushina A. D., Myorzal` J.-T. *Ispol`zovanie potenciala krasny`x vodoroslej v texnologii bezdy`mnogo kopcheniya ry`by`* [Using the potential of red algae in smokeless fish smoking technology]. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii xoloda*. 2022. No. 4, pp. 29–36.
6. Britton G. *Bioximiya prirodny`x pigmentov* [Biochemistry of natural pigments]. Perevod s angl. V. D. Cydendambaeva; pod red. M. N. Zaprometova. Moscow^ Mir Publ.: 2019. 422 p.
7. Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. Carotenoids Handbook. Basel AG.:Springer, 2004. – 646 p.
8. Podkory`tova A. V., Fan T. K. *Pigmenty` i karraginy` iz krasny`x vodoroslej* [Pigments and carrageenans from red algae]. *Ry`bprom: texnologii i oborudovanie dlya pererabotki vodny`x bioresursov*. 2010. No, 3, pp. 74–77.
9. Gus`kov K.P., Machixin Yu.A., Machixin S.A., Lunin L.N. *Reologiya pishhevy`h mass* [Rheology of food masses]. Moscow: Pishhevaya promy`shlennost`, 1970. 207 p.
10. Krupodyorov A.Yu., Nikolaeva L.K., Kuzneczova A.V. *Reologicheskie xarakteristiki anomal`no vyazkix pishhevy`x produktov i drugix sred* [Rheological characteristics of abnormally viscous food products and other media]. *Nauchny`j zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy` i apparaty` pishhevy`x proizvodstv»*. 2014. No.4, pp.96-106.
11. Mezenova O.Ya., Kim I.N. *Texnologiya, e`kologiya i ocenka kachestva kopchyony`x produktov* [Technology, ecology and quality assessment of smoked products]. SPb: GIORД Publ., 2011. 488 p.
12. Joseph A. M. Smoke in food processing. NY: CRC Press, 2018. 168 p.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Сушина Анастасия Дмитриевна – аспирант, Калининградский государственный технический университет (236022, Россия, г. Калининград, Советский пр-т 1, e-mail: nastenka-1997@bk.ru)

Sushina Anastasia Dmitrievna - Postgraduate student, Kaliningrad State Technical University (236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1, e-mail: nastenka-1997@bk.ru)

Мезенова Ольга Яковлевна – доктор технических наук, профессор, Калининградский государственный технический университет (236022, Россия, г. Калининград, Советский пр-т 1, e-mail: mezenova@klgtu.ru)

Mezenova Olga Jakovlevna – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Kaliningrad State Technical University (236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky ave. 1, e-mail: mezenova@klgtu.ru)

Статья поступила в редакцию 10.03.2023; одобрена после рецензирования 22.03.2023, принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 10.03.2023; approved after reviewing 22.03.2023; accepted for publication 28.03.2023.