

Научная статья

УДК 637:664

DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-92-102

**Безопасность и качество рыбы бездымного горячего копчения
с применением коптильно-водорослевой композиции**

Анастасия Дмитриевна Сушина¹, Ольга Яковлевна Мезенова²

^{1,2}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹nastenka-1997@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1841-6146>

²mezenova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4716-2571>

Аннотация. Рыба горячего копчения является востребованным и высокопитательным пищевым продуктом. Однако традиционное дымовое копчение обусловливает попадание в рыбу высокомолекулярных продуктов пиролиза древесины – полициклических ароматических углеводородов, в том числе бенз(а)пирена. На кафедре пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета (КГТУ) разработана технология бездымного копчения рыбы путем ее обработки коптильно-водорослевой композицией на основе экстракта красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* и коптильного ароматизатора «Жидкий дым». Исследование органолептических показателей качества экспериментальных и контрольных образцов копченой скумбрии, приготовленных по разработанной и традиционной технологии, показало их соответствие требованиям ГОСТ 7447-2015, однако в скумбрии бездымного копчения были более выражены цвет и блеск поверхности, присутствовал обогащенный аромат копчености. Изучена сравнительная динамика изменения содержания белка, небелкового азота, азота летучих оснований и аминного азота в образцах скумбрии. Показаны повышенная сохраняемость белковых компонентов и снижение интенсивности их гидролиза в продукции бездымного копчения. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии подтверждена безопасность по содержанию бенз(а)пирена (0,0001 мг/кг при допустимой норме 0,005). Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии доказан безопасный уровень содержания свинца (0,21 мг/кг), мышьяка (1,1 мг/кг), кадмия (0,032 мг/кг), ртути (0,12 мг/кг). В исследованиях микробиологических показателей установлен пролонгированный срок годности и хранения скумбрии бездымного копчения относительно традиционной продукции. Рекомендован срок годности 7 сут, срок хранения – 10 сут при температуре от –2 °С до +6 °С. Органолептическая привлекательность, повышенная безопасность и хранимоспособность разработанной продукции обусловлены факторами технологии и наличием в составе коптильно-водорослевой композиции дополнительных функциональных соединений, обладающих красящими, вкусо-ароматическими и консервирующими свойствами (каротиноиды, флавоноиды, антоцианы, органические кислоты, каррагинаны и др.).

Ключевые слова: бездымное горячее копчение рыбы, коптильно-водорослевая композиция, безопасность, качество.

Для цитирования: Сушина А. Д., Мезенова О. Я. Безопасность и качество рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевой композиции // Известия КГТУ. 2024. № 72. С. 92–102. DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-92-102.

Original article

Safety and quality of smokeless hot smoked fish with the use of smoked algae composition

Anastasiya D. Sushina¹, Ol'ga Ya. Mezenova²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹nastenska-1997@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1841-6146>

²mezenova@klgtu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4716-2571>

Abstract. Hot smoked fish is a popular and highly nutritious food product. However, traditional smoking causes the ingress of high molecular weight products of wood pyrolysis – polycyclic aromatic hydrocarbons, including benz(a)pyrene. The Department of Food Biotechnology of KSTU has developed a technology of smokeless smoking of fish by treating it with smoked algae composition based on the extract of red algae of the Baltic Sea *Furcellaria lumbricalis* and smoking flavoring "Liquid Smoke". The study of the organoleptic quality indicators of experimental and control samples of smoked mackerel, cooked according to the developed and traditional technology, showed their compliance with the requirements of GOST 7447-2015. But smokeless smoked mackerel had more pronounced color and surface shine, there was an enriched aroma of smoked meat. Comparative dynamics of changes in the content of protein, non-protein nitrogen, volatile base nitrogen and amine nitrogen in mackerel samples has been studied. Increased preservation of protein components and decrease of their hydrolysis intensity in smokeless smoking products have been shown. The method of high-performance liquid chromatography confirmed the safety of benz(a)pyrene content (0.0001 mg/kg with the permissible norm of 0.005). The method of atomic absorption spectrophotometry proved safe level of lead (0,21 mg/kg), arsenic (1,1 mg/kg), cadmium (0,032 mg/kg), mercury (0,12 mg/kg). In the studies of microbiological indicators, prolonged shelf life and storage of smokeless smoked mackerel relative to traditional products has been established. Recommended shelf life is 7 days, storage period - 10 days at temperatures from –2 °C to +6 °C. Organoleptic appeal, increased safety and storability of the developed products are due to the factors of technology and the presence of additional functional compounds with coloring, flavoring and preserving properties (carotenoids, flavonoids, anthocyanins, organic acids, carrageenan's and others) in the composition of smoked algae composition.

Keywords: smokeless hot smoked fish, safety, quality.

For citation: Sushina A. D., Mezenova O. Ya. Safety and quality of smokeless hot smoked fish with the use of smoked algae composition. *Izvestiya KGTU=KSTU News*. 2024; (72): 92–102. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-92-102.

ВВЕДЕНИЕ

Современный рынок рыбной продукции находится в постоянном улучшении технологических процессов, которые приводят к совершенствованию готового изделия. Это связано с тем, что рыба является одним из самых популярных видов пищевого сырья среди населения за счет сбалансированности состава, в который входят витамины (А, Е, К, D, группы В, РР, С и Н), белки, жиры, макро- и микроэлементы, необходимые для здорового функционирования организма человека [1–5].

Рыба – скоропортящийся продукт, требующий новых подходов в процессах консервирования, которые будут сохранять полезные свойства изделия длительное время [1, 5, 6, 7, 8, 9].

В современном обществе вопросы безопасности и качества компонентов питания стали приоритетными, особенно в контексте увеличения осведомленности потребителей о влиянии пищевых продуктов на здоровье. Один из важных аспектов в этом контексте – обеспечение безопасности и высокого качества рыбы и рыбной продукции, подвергнутых бездымному горячему копчению с использованием инновационных технологий, таких как коптильно-водорослевая композиция [7, 8, 10, 11].

Традиционные методы копчения рыбы могут сопровождаться образованием канцерогенных веществ и вредных соединений, что поднимает вопросы здоровья и безопасности потребителя. В связи с этим разработка новых методов, основанных на использовании коптильно-водорослевой композиции, представляет собой перспективный путь для улучшения безопасности и качества копченой рыбы [1–5, 10, 12, 13, 14, 15].

Цель данной статьи – рассмотреть влияние коптильно-водорослевой композиции на основе экстракта красных водорослей Балтийского моря (*Furcellaria lumbricalis*) на сроки хранения и годности, изучить ее воздействие на химический состав, микробиологическую чистоту и органолептические характеристики копченой рыбы, а также оценить безопасность и качество получаемого продукта.

Проведение исследований в данном направлении представляет не только академический интерес, но и практическую значимость, поскольку результаты могут быть использованы в пищевой промышленности для создания продуктов, отвечающих высоким стандартам безопасности и качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованию подвергалась рыба (скупбрия), выкопченная двумя разными технологиями:

- образец скупбрии, приготовленный при помощи разработанной технологии с применением коптильно-водорослевой композиции;
- образец скупбрии, копченый традиционным дымовым методом на предприятии ООО «Виктория Балтия».

Испытания осуществлялись на базе кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» и Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»).

Пробоподготовку выполняли в соответствии с ГОСТ 31339-2006 и ГОСТ 31904-2012. Микробиологические показатели продукции определяли по ГОСТ 31339-2006, ГОСТ 31904-2012, МУК 4.2.1847-04 и ПНСТ 826-2023. Содержание токсичных элементов проводили с применением метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии по ГОСТ 30178-96, ГОСТ 31707-2012 и ГОСТ Р 53183-2008. Определение бенз(а)пирена, гистамина изучали методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием. Пестициды находили согласно МВИ.МН 2352-2005. Содержание белка проводили в соответствии с ГОСТ Р 52421-2005. Общий белковый, небелковый азот, азот летучих оснований и аминокислотный азот устанавливали по ГОСТ 7636-85.

Образцы закладывались на хранение в гофрокороба массой 250–300 г продукции. Температура хранения составляла от –2 °С до +6 °С. Показатель влажности имел значение не выше 70 %. Органолептическая оценка исследуемых экземпляров пищевых изделий проводилась в соответствии с ГОСТ 7636-85. Программа испытаний по установлению безопасности и срока годности пищевой продукции представлена в табл. 1.

Таблица 1. Программа испытаний пищевой продукции по установлению срока годности и безопасности скумбрии бездымного горячего копчения
Table 1. Food testing program to establish the shelf life and safety of smokeless hot smoked mackerel

Наименование характеристик объекта испытаний, значение	Контрольные точки / Схема контрольных испытаний					
	сутки					
	0	3	4	5	7	10
Процент срока по отношению к ГОСТ 7447-2015, %	0	100	133	166	233	334
Микробиологические показатели						
КМАФАнМ	х	х	х	х	х	х
БГКП в 0,1 г и в 1 г	х	х	х	х	х	х
Staphylococcus aureus в 1 г и в 0,1 г	х	х	х	х	х	х
Бактерии рода сальмонеллы в 25 г	х	х	х	х	х	х
L. monocytogenes в 25 г	х	х	х	х	х	х
Сульфитредуцирующие клостридии в 1 г и в 0,1 г	х	х	х	х	х	х
Дрожжи и плесневые грибы в 1 г	х	х	х	х	х	х
Показатели безопасности						
Токсичные элементы*, (Pb, Cd, As, Hg)	х					
Пестициды*, (Массовая концентрация ГХЦГ; ДДТ и его метаболиты	х					
Массовая концентрация ПХБ*	х					
ДДТ и его метаболиты*	х					
Гистамин	х				х	
Бенз(а)пирен					х	
Сравнительные органолептические исследования к контрольным						
Внешний вид	х	х	х	х	х	х

Вкус и запах	х	х	х	х	х	х
Консистенция мяса рыбы	х	х	х	х	х	х
Цвет	х	х	х	х	х	х

*определяется в одной партии испытываемой продукции

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе изучения органолептических показателей двух образцов скумбрии было выявлено, что рыба, обработанная коптильно-водорослевой композицией (КВК) на протяжении 7 суток, сохраняет свой привлекательный внешний вид по отношению к контрольному образцу рыбы, выкопченному традиционным способом, в котором происходили изменения уже на 5-е сутки хранения (появлялась морщинистость кожного покрова, привкус окисленного жира).

На протяжении 7 суток хранения продукция, обработанная КВК, сохраняла органолептические характеристики, соответствующие требованиям ГОСТ 7447-2015.

На рис. 1 представлены показатели вкуса и запаха образцов в баллах на 3-и сутки хранения.



Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки вкуса и запаха образцов рыбы горячего копчения, выкопченных различными способами

Fig. 1. Profilogram of organoleptic evaluation of taste and odor of hot-smoked fish samples smoked by different methods

Из рис. 1. видно, что после иммерсионного нанесения КВК скумбрия имеет более благоприятные характеристики вкуса и запаха по отношению к рыбе, выкопченной традиционным методом. Данный эффект обусловлен присутствием функциональных соединений водорослей, обладающих красящими и вкусо-ароматическими свойствами (каротиноиды, флавоноиды, антоцианы, кислоты, каррагинаны и др.). Кроме того, рыба бездымного копчения имела более ярко выраженный цвет и блеск, обусловленные формированием на поверхности коптильной биопленки.

Следующим этапом оценки качества и безопасности было изучение микробиологических показателей скумбрии бездымного горячего копчения, обработанной КВК. Данные представлены в табл.2.

В процессе закладки на хранение опытных образцов скумбрии горячего копчения, обработанной КВК при температуре от -2°C до $+6^{\circ}\text{C}$, бактерии группы кишечных палочек, стафилококки, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, сульфитредуцирующие клостридии, не были обнаружены. В течение 7 суток хранения значение общей обсемененности (показатель КМАФАнМ) находилось в пределах $1,5 \times 10^2 - 2,4 \times 10^3$ КОЕ/г, что соответствует требованиям ТР ТС 040/2016.

Таблица 2. Микробиологические показатели качества скумбрии бездымного горячего копчения, обработанной КВК, в процессе хранения

Table 2. Microbiological quality parameters of smokeless hot smoked mackerel treated with KVK in the process of storage

Наименование показателя	Значение по ТР ТС 040/2016	Содержание микроорганизмов в процессе хранения, сут					
		0	3	4	5	7	10
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^4	менее $1,5 \times 10^2$			$1,5 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^6$
БГКП в 1,0 г	не допускается	Не выделено					
БГКП в 0,1 г		Не выделено					
<i>S. aureus</i> в 1,0 г		Не выделено					
<i>S. aureus</i> в 0,1 г		Не выделено					
Бактерии рода сальмонеллы в 25 г		Не выделено					
<i>Listeria monocytogenes</i> в 25 г		Не выделено					
Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г		Не выделено					
Сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г		Не выделено					
Дрожжи, КОЕ/г	—	Не выделено					
Плесневые грибы КОЕ/г	—	Не выделено					

Из данных табл. 2 следует, что рыба, обработанная КВК, обладает высокими показателями микробиологической безопасности на протяжении 7 суток хранения при температуре от -2°C до $+6^{\circ}\text{C}$. Это превышает сроки хранения, рекомендуемые ГОСТ 7447-2015, в 2,5 раза (3 суток).

Согласно рекомендациям МУК 4.2.1847-04 по микробиологическим и органолептическим результатам срок годности рыбы горячего бездымного копчения, обработанной КВК, может быть рекомендован 7 суток при температуре от -2°C до $+6^{\circ}\text{C}$.

На рис. 2–5 представлена динамика изменений содержания белка, небелкового азота, азота летучих оснований и аминного азота в образцах скумбрии, обработанной различными способами горячего копчения.

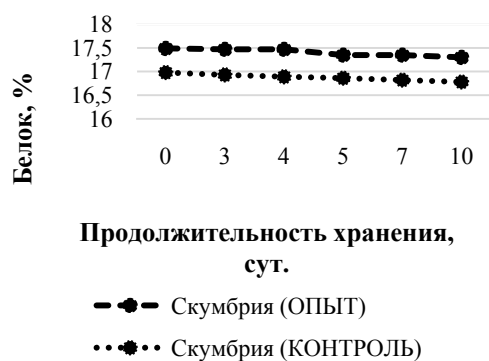


Рис. 2. Изменение содержания белка в процессе хранения
Fig. 2. Changes in protein content during storage

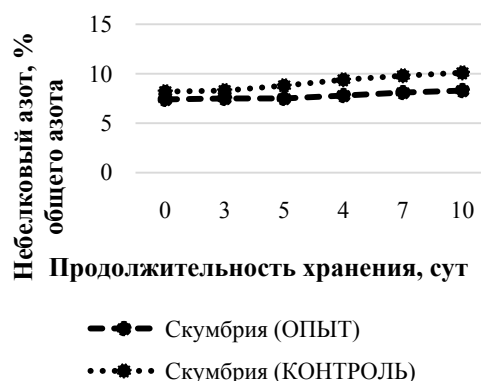


Рис. 3. Изменение содержания небелкового азота (% от общего азота) в процессе хранения
Fig. 3. Change in the content of non-protein nitrogen (% of total nitrogen) during storage



Рис. 4. Изменение содержания азота летучих оснований в процессе хранения
Fig. 4. Change in nitrogen content volatile bases during storage

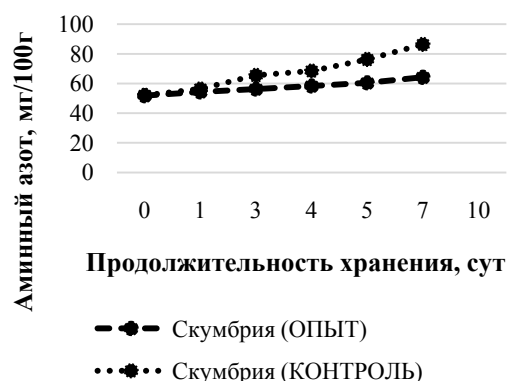


Рис. 5. Изменение содержания аминного азота в процессе хранения
Fig. 5. Change in amine nitrogen content during storage

Данные рис. 2–5 указывают на снижение интенсивности гидролиза белков с образованием небелкового азота, азота летучих оснований и аминного азота в скумбрии горячего копчения, обработанной КВК, по отношению к скумбрии, выкопченной традиционным методом.

Такой результат может быть связан с изменением продолжительности термической обработки (образец «контроль»: продолжительность собственно копчения 2,5 ч при температуре 130–150 °С; образец «опыт»: соответственно 1,5 ч при температуре 110–130 °С). Данный эффект также обусловлен защитной функцией копильно-водорослевой биопленки на поверхности продукта.

На следующем этапе проводилось изучение показателей химической безопасности рыбы, выкопченной с применением КВК (табл. 3).

Таблица 3. Показатели безопасности скумбрии горячего бездымного копчения, обработанной коптильно-водорослевой композицией

Table 3. Safety indicators of smokeless hot smoked mackerel treated with smoked algae composition

Наименование показателя	Значение по ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», мг/кг, не более	Значение показателей безопасности, мг/кг
Токсичные элементы		
Свинец	1,0	0,21
Мышьяк	5,0	1,1
Кадмий	0,2	0,032
Ртуть	0,5	0,12
Пестициды		
Гексахлорциклогексан (α-, β-, γ- изомеры)	0,2	0,0007
ДДТ и его метаболиты	0,4	0,0015
Санитарно-гигиенические показатели		
Бенз(а)пирен	0,005	0,0001
ПХБ	2,0	0,003
Гистамин	100	менее 10,0

Из табл. 3 видно, что все показатели химической безопасности экспериментальных образцов рыбы бездымного горячего копчения ниже допустимых значений, регламентированных ТР ТС 040/2016.

Полученные результаты позволяют констатировать соответствие новой рыбной продукции бездымного горячего копчения действующим стандартам, высокие органолептические достоинства и пищевую безопасность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования показали, что обработка рыбы методом горячего бездымного копчения с использованием КВК приводит к улучшению ее органолептических и микробиологических характеристик при соответствии ключевых показателей требованиям технической документации. Этот положительный эффект обусловлен наличием в составе коптильно-водорослевой композиции функциональных красящих веществ, вкусо-ароматических соединений, антиоксидантов и консервантов (каротиноиды, фенольные соединения, органические кислоты, карбонильные соединения).

Результаты проведенных исследований по установлению сроков годности новой продукции горячего копчения показали их пролонгирование относительно стандартных сроков (7 суток соответственно при температуре от -2°C до $+6^{\circ}\text{C}$), что свидетельствует о повышенном антисептическом эффекте новой технологии. Под воздействием компонентов коптильно-водорослевой композиции увеличивается стабилизация липидов в рыбе и сохранность ее белковых компонентов.

По регламентированным химическим показателям (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, пестициды, бенз(а)пирен, полихлорированные бифенилы, гистамин) подтверждена безопасность копченой новым способом рыбной продукции.

Список источников

1. Büyüköztürk, S. Determination of food safety hazards and critical control points in smoked fish production // Food Control. 2016. № 62. S. 190-195.
2. Hu X., Zhang Y., Zhang L. Effects of smoking process and storage temperature on the quality and safety of hot-smoked fish // Journal of Food Safety and Quality. 2018. V. 9. N 9. S. 2406–2412.
3. Kim J.-H., Park J.-W. Quality characteristics of hot-smoked oily fish using different wood chips // Food Science and Biotechnology. 2018. V. 27. N 4. S. 1131–1138.
4. Secci G., Rei F., Piredda M. The effect of different woods on the quality characteristics of hot-smoked European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) // Italian Journal of Food Science. 2018. V. 30. N 4. S. 760–776.
5. Tuncer Y. Effect of various smoking methods on the quality characteristics of mackerel (*Scomber scombrus*) // Journal of Aquatic Food Product Technology. 2018. V. 27. N 1. S. 54–64.
6. Гиганий В. И. Постановка и решение проблемы снижения вредоносности сырья и продукции из него в отрасли бездымного горячего копчения рыбы // Вестник ВНИИТР. 2015. № 2. С. 30–39.
7. Мезенова О. Я., Самбурская Н. В., Сушина А. Д., Мерзель Й.-Т. Использование потенциала красных водорослей в технологии бездымного копчения рыбы // Вестник Международной академии холода. 2022. № 4. С. 29–36.
8. Чижменева А. П., Шевелл Д. М., Бессер Ж. Н. Разработка и исследование бездымных копченых рыбопродуктов с использованием коптильно-водорослевых композиций // Исследование и освоение природных ресурсов. 2018. № 2. С. 20–26.
9. Шевелл Д. М., Синякин М. Н., Чижменева А. П. Методы модификации коптильно-водорослевых композиций для копчения рыбы бездымного горячего копчения // Вестник РАСХН. 2015. № 5. С. 56–64.
10. Мезенова О. Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов. СПб.: Проспект Науки, 2018. 288 с.
11. Насшироев А. М., Розановский М. Ю. Обоснование и анализ технологической схемы бездымного копчения рыбы // Рыбное хозяйство. 2017. № 2 (201). С. 39–42.
12. Борисова Е. А., Бут Г. М., Потекаев Н. Н. Методы и средства качественного холодного и горячего копчения рыбы. Москва: Агропромиздат, 2012. 108 с.
13. Сахарова Н. В., Щербакова В. А., Землянов А. А. Контроль безопасности и качества рыбы в системе НАССР // Рыбоводство. 2013. № 3. С. 20–22.
14. 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.
15. 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.

References

1. Büyüköztürk, S. Determination of food safety hazards and critical control points in smoked fish production. *Food Control*. 2016, no. 62, pp. 190–195.
2. Hu, X., Zhang, Y., and Zhang, L. Effects of smoking process and storage temperature on the quality and safety of hot-smoked fish. *Journal of Food Safety and Quality*. 2018, vol. 9, no. 9, pp. 2406–2412.
3. Kim, J.-H., and Park, J.-W. Quality characteristics of hot-smoked oily fish using different wood chips. *Food Science and Biotechnology*. 2018, vol. 27, no. 4, pp. 1131–1138.
4. Secci G., Rei F., Piredda M. The effect of different woods on the quality characteristics of hot-smoked European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Italian Journal of Food Science*. 2018, vol. 30, no. 4, pp. 760–776.
5. Tuncer Y. Effect of various smoking methods on the quality characteristics of mackerel (*Scomber scombrus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2018, vol. 27, no. 1, pp. 54–64.
6. Giganiy V. I. Postanovka i reshenie problemy snizheniya vredonosnosti syr'ya i produktsii iz nego v otrasli bezdymnogo goryachego kopcheniya ryby [Stating and solving the problem of reducing the harmfulness of raw materials and products from them in the smokeless hot-smoked fish industry]. *Vestnik VNIITR*, 2015, no. 2, pp. 30–39.
7. Mezenova O. Ya., Samburskaya N. V., Sushina A. D., Merzel' Y.-T. Ispol'zovanie potentsiala krasnykh vodorosley v tekhnologii bezdymnogo kopcheniya ryby [Utilization of red algae potential in smokeless fish smoking technology]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*, 2022, no. 4, pp. 29–36.
8. Chizhmeneva A. P., Shevell D. M., Besser Zh. N. Razrabotka i issledovanie bezdymnykh kopchenykh ryboproduktov s ispol'zovaniem koptil'no-vodoroslevykh kompozitsiy [Development and research of smokeless smoked fish products using smoked algae compositions]. *Issledovanie i osvoenie prirodnnykh resursov*, 2018, no. 2, pp. 20–26.
9. Shevell D. M., Sinyachkin M. N., Chizhmeneva A. P. Metody modifikatsii koptil'no-vodoroslevykh kompozitsiy dlya kopcheniya ryby bezdymnogo goryachego kopcheniya [Methods of modification of smoked algae compositions for smokeless hot smoking of fish]. *Vestnik RASKHN*, 2015, no. 5, pp. 56–64.
10. Mezenova O. Ya. *Tekhnologiya i metody kopcheniya pishchevykh produktov* [Technology and methods of smoking food products]. Saint-Petersburg, Prospekt Nauki Publ., 2018, 288 p.
11. Nasshiroev A. M., Rozanovskiy M. Yu. Obosnovanie i analiz tekhnologicheskoy skhemy bezdymnogo kopcheniya ryby [Justification and analysis of technological scheme of smokeless smoking of fish]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2017, no. 2 (201), pp. 39–42.
12. Borisova E. A., But G. M., Potekaev N. N. *Metody i sredstva kachestvennogo kholodnogo i goryachego kopcheniya ryby* [Methods and means of qualitative cold and hot smoking of fish]. Moscow, Agropromizdat Publ., 2012, 108 p.
13. Sakharova N. V., Shcherbakova V. A., Zemlyanov A. A. Kontrol' bezopasnosti i kachestva ryby v sisteme HACCP [Control of fish safety and quality in the HACCP system]. *Rybovodstvo*, 2013, no. 3, pp. 20–22.

14. Sushina A. D., Mezenova O. Ya. Issledovanie polucheniya i primeneniya kop-til'noy kompozitsii na osnove ekstraktov krasnykh vodorosley *Furcellaria Lumbricalis* [Study of preparation and application of smoking composition based on extracts of red algae *Furcellaria Lumbricalis*]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*, 2022, no. 1, pp. 53–60.

15. Sushina A. D., Mezenova O. Ya. Tekhnologiya ekologicheski bezopasnoy kop-chenoy ryby povyshennoy biologicheskoy tsennosti [Technology of ecologically safe smoked fish of high biological value]. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*, 2023, vol. 9, no. 1, pp. 27–36.

Информация об авторах

А. Д. Сушина – аспирант кафедры пищевой биотехнологии

О. Я. Мезенова – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пищевой биотехнологии

Information about the authors

A. D. Sushina - Postgraduate student of the Department of Food Biotechnology

O. Ya. Mezenova – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Food Biotechnology

Статья поступила в редакцию 27.10.2023; одобрена после рецензирования 10.11.2023; принята к публикации 20.12.2023.

The article was submitted 27.10.2023; approved after reviewing 10.11.2023; accepted for publication 20.12.2023.