

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)



*На правах рукописи*

СУШИНА АНАСТАСИЯ ДМИТРИЕВНА

**ПОЛУЧЕНИЕ КОПТИЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВОГО БИОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ФУРЦЕЛЛЯРИИ  
(*FURCELLARIA LUMBRICALIS*) И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОМ ГОРЯЧЕМ КОПЧЕНИИ РЫБЫ**

4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Научный руководитель:**

доктор технических наук, профессор

Мезенова Ольга Яковлевна

Калининград – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	12
1.1 Состояние и основные направления совершенствования технологии.....	12
копчения пищевых продуктов .....	12
1.2 Совершенствование бездымного копчения.....	20
1.3 Красные морские водоросли: биопотенциал, свойства, применение .....	31
1.4 Пищевые пленки на основе полисахаридов.....	44
Заключение по литературному обзору .....	50
<b>2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	51
2.1 Схема исследований .....	51
2.2 Объекты исследования .....	53
2.3 Методы исследования .....	55
2.4 Математическое моделирование и оптимизация процессов .....	63
<b>3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ</b> .....	65
3.1 Обоснование рациональных режимов получения коптильно-водорослевого биогеля.....	65
3.2 Технология изготовления коптильно-водорослевого биогеля .....	72
3.3 Оценка качества и безопасности коптильно-водорослевого биогеля .....	74
3.4 Оптимизация иммерсионной обработки рыбы коптильно-водорослевым биогелем.....	81
3.5 Обоснование режимов термической обработки рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля.....	86
3.6 Технологическая схема приготовления рыбы горячего бездымного копчения.	91
3.7 Исследование хранимоспособности готовой продукции .....	94
3.8 Оценка качества готовой продукции .....	106
3.8.1 Сравнительные исследования формирования цвета копченой рыбы .....	106
3.8.2 Оценка качества и безопасности рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля.....	110

3.9 Производственные испытания .....	115
3.10 Оценка экономической эффективности производства рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля.....	116
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>118</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>121</b>
<b>СПИСОК ТЕРМИНОВ, СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>142</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>143</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ А Протокол испытаний от 20.04.2021 .....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ТИ 10.20.24 – 032 – 3904014891 – 2023 По производству коптильно – водорослевой композиции «Морской дым».....	145
ПРИЛОЖЕНИЕ В ТУ 10.20.24 – 032 – 3904014891 – 2023 Коптильно – водорослевая композиция «Морской дым».....	146
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ТИ 10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023 По производству рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт».....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ Д ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023 Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт» .....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Протокол № 0838р от 28 августа 2023 г. ....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Протокол № 0709р от 01 августа 2023 г. ....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ И Протокол № 0705р от 01 августа 2023 г. ....	154
ПРИЛОЖЕНИЕ К Протокол № 0698р от 01 августа 2023 г. ....	157
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Протокол № 0865р от 28 августа 2023 г. ....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ М Протокол № 0700р от 01 августа 2023 г. ....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Протокол № 0838р от 28 августа 2023 г. ....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ П АКТ производственных испытаний.....	167
ПРИЛОЖЕНИЕ Р Экономическая оценка разработки .....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ С Патент на изобретение № 2792451 «Способ риготовления рыбы горячего копчения» .....	179

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В Национальной программе «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 года» в качестве основных задач названы повышение качества и безопасности рыбной продукции, экологизация производственных процессов, внедрение инновационных технологий. Данные задачи актуальны для коптильного производства, где традиционно рыбу обрабатывают коптильным дымом, получаемым при пиролизе древесины. В результате в копченую рыбную продукцию попадают канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие вредные вещества, а окружающая среда загрязняется коптильными выбросами, при этом технологическая среда используется всего на 10-20%. Такое производство является экологически и пожароопасным, поскольку связано с трудно управляемой дымогенерацией, при этом регулирование процессов получения коптильной среды и продукции заданного качества практически невозможно. Другой проблемой традиционного горячего копчения рыбы является ее низкий срок годности (48-72 ч) из-за недостатка консервирующих факторов и невысокая пищевая ценность. При высокотемпературном пиролизе древесного сырья разрушаются его полезные компоненты, а горячая и химически агрессивная коптильная среда способствует деградации белков, липидов, витаминов и других биологически активных веществ (БАВ) обрабатываемой рыбы (Курко, 1980; Ким, Ким 2010-2014; Мезенова, 2018).

Совершенствование процесса копчения развивается по нескольким направлениям. Прогрессивной технологией является бездымное копчение, при котором применяются различные жидкие коптильные среды заданного химического состава, не содержащие канцерогенных веществ, что существенно повышает безопасность продукции и экологичность производства, упрощает процесс и позволяет регулировать качество. Перспективным представляется обогащение коптильных сред натуральными БАВ-ми растительного происхождения, что повышает биологическую ценность копченой рыбы, ее стойкость в хранении, гармонично разнообразит ее органолептические свойства (Мезенова, Ключко, 2022). Среди обога-

щающих добавок видится перспективным введение в натуральные бездымные коптильные среды фикоколлоидных экстрактов морских водорослей.

В акватории Балтийского моря Калининградской области распространены красные макрофиты *Furcellaria lumbricalis*. Их ценные биологически активные вещества (каррагинаны, антоцианы, витамины, минеральные вещества и др.) широко применяются в пищевой промышленности, биотехнологии и фармацевтике (Блинова, 2007; Васьковский, 2004; Осовская, 2020; Паршина, 2022; Подкорытова, 2005-2021; Приходько, 2020; Табакаева О.В. и др.). Благодаря водорастворимым сульфатированным полисахаридам (каррагинаны, фуцелларан) и богатому набору ценных БАВ из водорослей получают разнообразные фикоколлоидные материалы с полифункциональными свойствами.

Введение в стандартизированные коптильные среды экстрактов фуцеллярии позволяет получить новый вид коптильной среды – коптильно-водорослевый биогель (КВБ), обладающий повышенной вязкостью и модифицированными функциональными свойствами. Такая коптильная среда за счет возросшей адгезии легко наносится на поверхность продукта за один прием иммерсионной обработки, что существенно упрощает технологию бездымного копчения (Burt, 2018; Wu, 2021; Villamiel, 2022) и позволяет быстрее достичь заданных органолептических эффектов - цвета, аромата и вкуса копчености. После подсушки биогель образует на поверхности рыбы своеобразную защитную пленку, которая помогает сохранить ее тканевую влагу и питательные вещества во время последующей термической обработки, защищает от окисления липиды продукта при хранении. При этом улучшаются цвет, консистенция, аромат и вкус копченой рыбы. Биогель также обогащает рыбу биологически активными веществами фуцеллярии, многие из которых являются функциональными ингредиентами и проявляют антиоксидантный, антисептический, красящий и вкусо-ароматический эффекты. В итоге повышаются привлекательность и хранимоспособность готовой продукции.

Использование коптильно-водорослевых биогелей на основе фикоколлоидных экстрактов красных водорослей Балтийского моря, содержащих функциональные биологически активные вещества, представляется перспективным при

горячем копчении рыбы, поскольку позволяет повысить качество и безопасность продукта и процесса, технологичность и экологичность производства, обеспечить ресурсосбережение сырья и копильной среды, что в целом способствует развитию пищевой биотехнологии в рыбоперерабатывающей отрасли, повышению качества питания людей, а также решению продовольственной проблемы в целом.

### **Степень разработанности темы исследования**

Технологии переработки морских макрофитов и пресноводных водорослей с получением ценных пищевых композиций представлены в работах таких авторов, как Базарнова Ю.Г., Вафина Л.Х., Вишневская Т.И., Ефремова О.А., Захарова Н.В., Игнатова Т.А., Кадникова И.А., Кушева О.А., Коровкина Н.В., Макарова С.В., Подкорытова А.В., Репина О.И., Родина Т.В., Соколова В.М., Суховерхов С.В., Табакаева О.В., Чимиров Ю. И., Шашкина И.А., Phan Thi Khanh Vinh, Bui Minh Ly, Tran Thi Thanh Van, Le Nhu Hau, Nguyen Quoc Cuong, Villamiel T., Wang S., Li J. и других. Исследованиями по совершенствованию технологии копченой рыбы занимались Абрамова Л.С., Антипов С.Т., Аферина Е.А., Бражная И.Э., Воскресенский Н.А., Гончаров А.М. Глебова Е.В., Гроховский В.А., Ильичев А.Ф., Ершов М.А., Касьянов Г.И., Ким Э.Н., Ким И.Н., Ким Г.Н., Китаев С.Ю., Кочелаба (Ключко) Н.Ю., Курко В.И., Лапшин И.И., Лаптева Е.П., Мезенова О.Я., Никитин Б.Н., Нехамкин Б.Л., Николаенко О.А., Остриков А.Н., Одинцов А.Б., Проскура Ю.Д., Радакова Т.Н., Родина Т.Г., Сафронова Т.М., Слапогузова З.В., Слуцкая Т.Н., Сысоев В.В., Шахов С.В., Шокина Ю.В., Шубкин С. Ю., Allen V.M., Burt J.R., Peter E. D., Sink J.D., Rozum, J. R., Toth L. и другие. Анализ опубликованных материалов показывает актуальность исследования по соединению потенциала красных водорослей и достоинств бездымного копчения рыбы.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является научное обоснование использования биопотенциала красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* для получения фикоколлоидного копильно-водорослевого биогеля и его применения для производства рыбы горячего копчения повышенной биологической ценности в экологически безопасном и ресурсосберегающем процессе.

Для достижения поставленной цели сформулированы **основные задачи**:

1. Исследовать биопотенциал красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*;
2. Обосновать получение коптильно-водорослевого биогеля на основе композиции водного экстракта красных водорослей *F. lumbricalis* и КА «Жидкий дым»;
3. Изучить органолептические, физико-химические и технологические характеристики полученного коптильно-водорослевого биогеля;
4. Получить основные зависимости процессов иммерсионной обработки биогелем рыбы и ее проварки до готовности в технологии горячего копчения;
5. Исследовать хранимоспособность рыбы горячего копчения, изготовленной новым бездымным способом;
6. Изучить основные показатели качества, биологической ценности и безопасности экспериментальных образцов рыбы горячего копчения;
7. Провести производственные испытания разработанной технологии;
8. Разработать техническую документацию и обосновать эффективность новой технологии.

**Научная новизна.** Обоснован высокий биопотенциал водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* по содержанию полисахаридов, витаминов, минеральных и других функциональных веществ, обуславливающих перспективность обогащения ими рыбы бездымного горячего копчения. Разработаны состав и технология коптильно-водорослевого биогеля на основе водного экстракта красной водоросли *Furcellaria lumbricalis* и коптильного ароматизатора «Жидкий дым». Получены сравнительные значения ключевых показателей качества коптильно-водорослевого биогеля и коптильного ароматизатора «Жидкий дым». Установлена математическая зависимость между продолжительностью процесса иммерсионной обработки рыбы КВБ и ее последующей подсушки в процессе собственно копчения с качеством целевого продукта. Получена математическая модель процесса термической обработки рыбы с КВБ, на основе которой оптимизированы температура и продолжительность достижения кулинарной готовности продукта. В системе CIE L\*a\*b изучены инструментальные показатели цвета

(светлота, длина волны, насыщенность) рыбы бездымной технологии, показана их идентичность традиционным показателям, обоснованы области их локализации в цветовом треугольнике. Изучены биохимические изменения белков и жиров в рыбе бездымного копчения при хранении, обоснованы сроки ее годности. Показана повышенная биологическая ценность обогащенной копченой рыбы в экспериментах с тест-организмами инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Обоснованы органолептические и физико-химические показатели копченой продукции, а также ее безопасность по содержанию микробиологических и химических токсикантов.

Новизна исследования подтверждена патентом RU № 2792451 «Способ приготовления рыбы горячего копчения».

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследования дополняют научные знания в области использования биопотенциала красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, бездымного копчения рыбы, применения пленок на основе полисахаридных структурообразователей и функциональных ингредиентов водорослей. Разработана и положительно апробирована в промышленности технология рыбы бездымного горячего копчения с применением КВБ, обеспечивающая повышение биологической ценности, хранимоспособности, безопасности продукции и экологичности производства. Установлены основные характеристики, пролонгированные сроки годности готовой продукции при обоснованных условиях хранения. Доказана санитарно-гигиеническая и химическая безопасность готовой продукции.

Разработан пакет технической документации: ТУ 10.20.24–032–3904014891–2023 «Коптильно-водорослевая композиция «Морской дым»» и соответствующая технологическая инструкция (ТИ); ТУ 10.20.24–031–3904014891–2023 «Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт»» и соответствующая ТИ по ее изготовлению. Технология положительно апробирована в ООО «Транскомплекс–К» (г. Калининград). Расчет экономической эффективности показал целесообразность внедрения разработки.



### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (п. 6, 10, 16, 25, 26, 30).

**Методология и методы исследования.** Методология исследований направлена на повышение уровня использования биопотенциала красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* при совершенствовании бездымного копчения рыбы на основе научного обоснования получения и применения коптильно-водорослевого биогеля. Используются современные методы исследования (стандартные, общепринятые и оригинальные), включая методы математического моделирования, статистической обработки экспериментальных данных.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- соединение биопотенциалов фикоколлоидного экстракта красных морских водорослей *Furcellaria lumbricalis* и коптильных компонентов в форме бездымной коптильной среды «Жидкий дым» обуславливает получение коптильно-водорослевого биогеля с высокими функциональными свойствами;

- иммерсионная обработка рыбы коптильно-водорослевым биогелем по оптимизированным параметрам технологии горячего копчения обуславливает формирование в готовом продукте заданных эффектов при гармонизации органолептических показателей качества;

- применение коптильно-водорослевого биогеля обеспечивает канцерогенную безопасность копченой рыбы, экологичность и ресурсосбережение производства с получением продукции функционального уровня качества пролонгированного хранения.

**Степень достоверности результатов и апробация работы.** Степень достоверности полученных результатов подтверждена применением современных методов анализа, повторностью экспериментов, обработкой результатов исследований с применением математических и статистических методик.

Материалы диссертационных исследований апробированы на 6 международных и всероссийских научно-практических конференциях (НПК): на X-XIII-

НПК «Пищевая и морская биотехнология» в рамках IX – XII Международного «Балтийского морского форума» (Калининград, 2021 – 2024 г.г.); на международной научно – практической конференции «Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии» (Оренбург, 2022 г.); на Национальной научно-технической конференции «Перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: техника, технологии и управление качеством» (Владивосток, 2023 г.); на II Международной научно – практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке» (Москва, 2024 г.). В 2023 году заняла 2-е место в конкурсе на лучшую научно – исследовательскую статью по техническим наукам в журнале «Вестник науки и образования «Северо – Запада России»». Работа выполнена в соответствии с ГБ НИР кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» по теме 30.36.100.2 «Разработка и совершенствование технологии пищевых продуктов повышенной пищевой ценности» (2021-2024).

**Личный вклад автора** в 2020 – 2024 гг. заключался в формулировании цели и задач исследовательской работы, разработке схемы и подборе методов исследований, проведении экспериментов и производственных испытаний, анализе результатов, подготовке публикаций, написании автореферата и диссертации.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 4 – в научных журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ, 1 – Патент РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 164 источника, в том числе 43 иностранных. Работа изложена на 179 страницах текста, содержит 42 таблицу, 23 рисунков, 14 приложений.

**Благодарности:** Автор выражает искреннюю признательность за неоценимую помощь в работе над диссертацией своему научному руководителю, д.т.н., профессору, заведующей кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» Мезеновой Ольге Яковлевне. Признательна всем преподавателям и сотрудникам кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ».

Благодарна руководителю лабораторного центра Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), к.т.н. Шендерюку Владимиру Владимировичу за проведение микробиологических исследований и изучение показателей безопасности экспериментальной продукции. Признательна директору научно-исследовательской лаборатории UBF (Альландсберг, Германия) доктору наук Томасу Мерзелю за помощь в исследовании биопотенциала красных водорослей.

Выражаю благодарность коллективу предприятия ООО «Транскомплекс – К» в лице директора Конюхова Александра Алексеевича за помощь в промышленной апробации экспериментальных результатов работы.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре литературы рассмотрены проблемы получения экологически безопасных копченых пищевых продуктов, различные способы копчения рыбы. Показан биопотенциал морских водорослей *Furcellaria lumbricalis*, их применение в биотехнологии, в том числе способность к пленкообразованию. Проанализировано современное состояние получения и применения съедобных пленок при изготовлении пищевой продукции. По результатам анализа литературных источников сформулирована цель и задача собственных исследований.

### 1.1 Состояние и основные направления совершенствования технологии копчения пищевых продуктов

Рыбные продукты являются важными составляющими рациона питания населения. Благодаря своему уникальному набору аминокислот, жирных кислот, минеральных веществ и витаминов они играют важную роль в сбалансированном питании людей. Среди различных рыбных продуктов особым спросом пользуются копченые рыбные изделия. Они обладают специфическими ароматом и вкусом, привлекательным золотисто-коричневым цветом, которые в совокупности обуславливают гастрономический эффект готовой продукции [47, 92, 102].

На рисунке 1.1 представлены данные потребления копчёной рыбной продукции в России и во всем мире с 1990 по 2023 год, опубликованные Федеральной службой государственной статистики [47, 101, 117]. Из этих данных следует, что в нашей стране с 1997 г. устойчиво растет спрос на копченую рыбу, при этом ее потребление в России с 2010 г. стабильно превышает мировое. Приведенные данные свидетельствуют о том, что в нашей стране копченая рыба традиционно является любимым продуктом питания, востребованность в которой обусловлена привлекательными органолептическими характеристиками и высокой пищевой ценностью.

Из данных рисунка 1.1 видно, что с 2020 года в России наблюдается подъем роста производства копчёных рыбных продуктов в среднем на 7% в год, что также

свидетельствует о возрастании их популярности среди отечественных потребителей. Одной из причин такого роста является постоянное повышение качества и расширение ассортимента копченых изделий [5, 52].

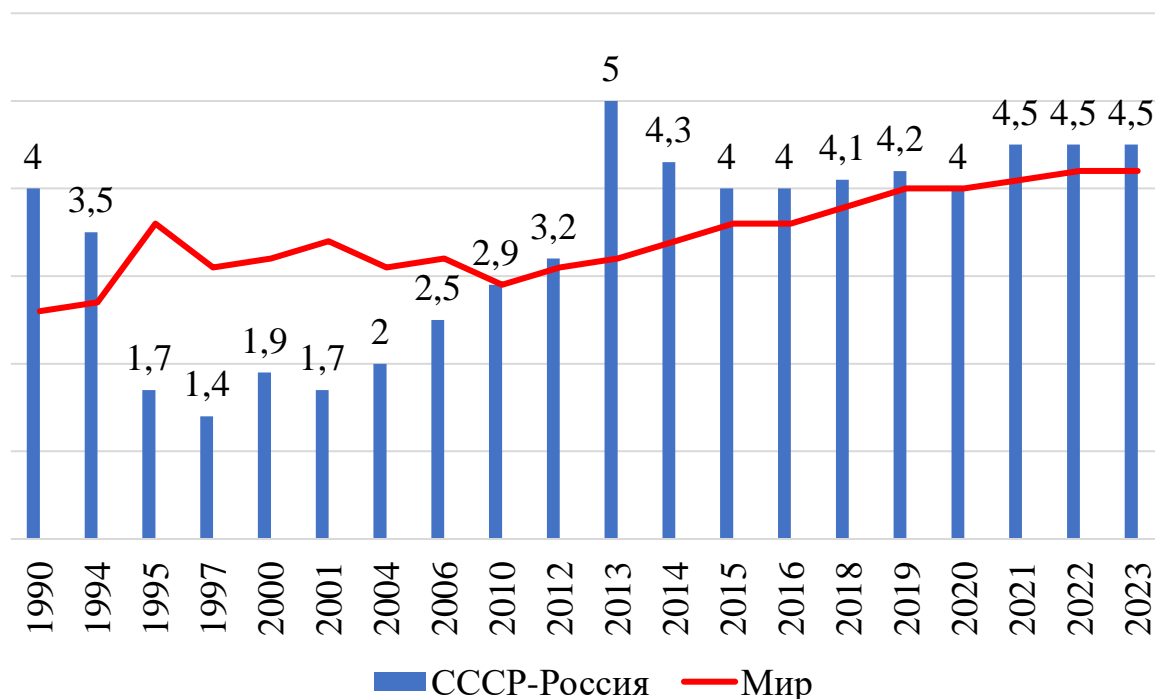


Рисунок 1.1 – Диаграмма потребление копченой рыбной продукции в России и мире, кг/чел. в год

Анализ опубликованных статистических данных [92, 5, 52, 117], проведенный с учетом динамики потребления (рисунок 1.1), показывает, что с 2013 года годовой уровень потребления копченой рыбы в России колеблется на уровне 4 – 5 кг на одного человека. Из этого следует, что при среднестатистическом употреблении рыбы в России 18 кг на душу населения доля в этом количестве копченой рыбы составляет 22-28%. С учетом того, что выпуск копченой рыбы среди других рыбных продуктов (мороженая, свежая, консервы, соленая рыба и др.) держится в среднем на уровне 10 – 12% (рисунок 1.2), можно сделать вывод, что копчение, как способ консервирования рыбного сырья, является востребованной технологией, совершенствование которой актуально. Среди традиционных способов переработки рыбы и

другого сырья водного происхождения развитие технологии копчения является одной из главных задач науки и практики рыбоперерабатывающих производств.

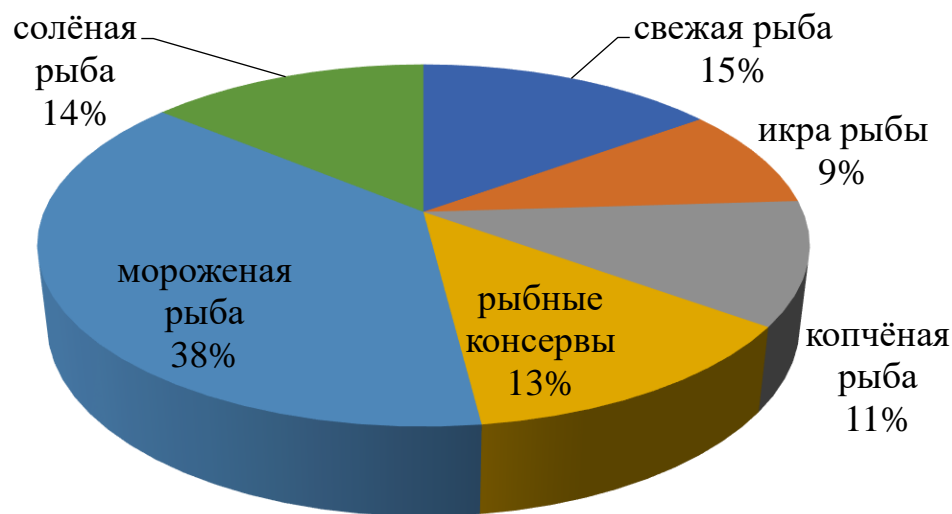


Рисунок 1.2 – Структура российского рынка рыбных продуктов [117, 92]

Копчение – один из самых древних методов обработки пищевых продуктов (в основном, мяса и рыбы), применяемых с древнейших времен путем выдержки в дыму для достижения кулинарной готовности. С тех пор в процессе развития человеческой цивилизации оно постепенно совершенствовалось, развивались различные модификации данного процесса, в основном в аппаратном оформлении. В результате интеллектуальной деятельности человека и с появлением современных знаний несколько изменились приемы обработки при копчении. Однако сущность технологии изменялась мало и заключалась в обработке сырья дымом (традиционное копчение) или продуктами неполного сгорания (пиролиза) древесины в виде коптильных препаратов (бездымное копчение) [24, 40, 89, 155].

Современная технология копчения рыбы представляет собой совокупность разных технологических операций, основными из которых являются посол, термическая обработка, подсушка, нанесение коптильных компонентов (собственно копчение), а также комплекс различных предварительных и окончательных мероприятий (мойка, разделка, упаковка и др.). Следует упомянуть применяемые в

настоящее время дополнительные манипуляции, которые позволяют интенсифицировать и улучшить формирование основных признаков копчености – специфических цвета, аромата и вкуса [41, 42, 48].

Собственно копчение, заключающееся в обработке пищевых продуктов ароматическими компонентами неполного сгорания древесины, – наиболее ответственная операция, при которой у соленых и подсушенных полуфабрикатов формируется цвет, аромат и вкус копчености, характерные только для данного вида продукта, при этом повышается усвояемость компонентов, хранимоспособность и безопасность изделий [136].

Известно, что копченая пищевая продукция, полученная традиционной дымовой обработкой, является опасной для здоровья, поскольку содержит вредные вещества, среди которых особой токсичностью обладают канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [37, 39, 40, 41, 42]. Поэтому совершенствование технологии копченой рыбы в части повышения безопасности является сегодня основным научным направлением в работах многих ученых и специалистов коптильных производств. При этом обязательным условием всех технологий является формирование у готовой продукции привлекательных органолептических характеристик, свойственных традиционно выкопченной рыбе, формирующих ее внешние гастрономические свойства.

С учетом высокой конкуренции на рынке рыбных копченых продуктов, принимая во внимание приоритет здорового питания и употребления функциональных пищевых продуктов, представляется перспективной разработка такой технологии копчения, которая не только обусловит снижение содержания ПАУ в рыбе, но и создаст копчености повышенной биологической ценности [37, 39, 41, 42]. Такое направление можно реализовать при обработке рыбного сырья безопасными коптильными средами с гарантированным химическим составом, при этом желательно их обогащение биологически активными веществами (БАВ) с функциональными свойствами.

Значительный вклад в совершенствование технологии и техники производства рыбной копченой продукции за последние десятилетия внесли Абрамова Л.С., Аферина Е.А., Антипов С.Т., Бражная И.Э., Воскресенский Н.А., Гончаров А.М., Глебова

Е.В., Гроховский В.А., Ильичев А.Ф., Ершов М.А., Касьянов Г.И., Ким Э.Н., Ким И.Н., Ким Г.Н., Кочелаба (Ключко) Н.Ю., Китаев С.Ю., Курко В.И., Лапшин И.И., Лаптева Е.П., Мезенова О.Я., Никитин Б.Н., Нехамкин Б.Л., Николаенко О.А., Одинцов А.Б., Остриков А.Н., Проскура Ю.Д., Радакова Т.Н., Родина Т.Г., Сафронова Т.М., Слапогузова З.В., Слуцкая Т.Н., Сысоев В.В., Шокина Ю.В., Шахов С.В., Шубкин С. Ю., Allen V.M., Burt J. R., Peter E.D., Sink J.D., Rozum J. R., Toth L. и др.

Данные ученые в своих работах исследовали механизмы формирования качества копченых продуктов, проанализировали основные проблемы копчения, выявили ключевые факторы обеспечения безопасности копченостей, предложили оригинальные устройства и способы копчения, описали основные тенденции в совершенствовании технологии, предложили пути расширения ассортимента готовых продуктов, апробировали применение нетрадиционного сырья в копчении и др. Несмотря на глубокие традиции в технологии копчения, основанной на обработке продовольственного сырья дымом, во многих публикациях прослеживается убеждение о перспективности, эффективности и привлекательности бездымного копчения, основанного на применении бездымных коптильных сред нового поколения [26, 41, 42, 48, 122, 162].

Современные тенденции в копчении направлены на развитие полугорячего копчения, применяемого при умеренных температурах, которые обеспечивают сохранение БАВ в сырье. Все популярнее становится обработка дымом растительного сырья и кулинарной продукции. Копчение применяется в виноделии при производстве особых вин, в технологии некоторых сортов пива и коньяка. Внесение в копченые изделия обработанного дымом меда делает изысканными их органолептические свойства. Мармелад и пастила, полученных из подкопченных яблок, обуславливают оригинальные оттенки данных десертов. Предложено консервировать дымом моллюсков, яиц, костей животных. Копчением обрабатывают различные пищевые жидкости и эмульсионные композиции. Различные народы мира традиционно используют положительные аспекты копчения самого разного сырья с учетом сформировавшихся традиций и вкусовых пристрастий [40, 41, 42, 48].



Особенно активно сегодня совершенствуется аппаратное оформление технологии копчения. Все шире применяется электрокопчение, популярнее становятся компактные и малогабаритные коптильные устройства, автономные переносные и сборные установки [56, 59]. Для повышения безопасности предложено формировать коптильную среду в вакууме, с применением ультразвука или инфракрасного излучения [65]. Перспективно получение имитированных под копчение продуктов, напоминающих копченые балыки и другие деликатесные продукты по внешним признакам [75].

Традиционное дымовое копчение рыбы, основанное на обработке соленого полуфабриката технологическим дымом, обладает не только оригинальными положительными эффектами, но и серьезными недостатками. Основными из них являются попадание в продукт ПАУ и нитрозаминов (НА), сравнительно небольшой срок хранения у рыбной продукции горячего копчения, загрязнение дымовыми выбросами окружающей среды [23, 25, 40, 41, 42].

Современные научные исследования в области совершенствования технологии копчёной продукции направлены на:

- повышение качества и безопасности готовой продукции путем уменьшения содержания ПАУ и нитрозаминов;
- расширение ассортимента копчёной продукции, в том числе за счет обработки новых биологических объектов;
- дифференцированный подход в копчении за счет создания коптильных сред из разных технологических источников;
- разработку и совершенствование нового оборудования с современными средствами контроля дымогенерации и коптильных выбросов;
- разработку новых бездымных коптильных сред с заданными функциональными свойствами и повышенной биологической ценностью;
- проектирование специальных устройств для обработки продукции очищенным дымом или бездымными коптильными средами [26, 41, 42, 48].

Рост информации и квалификации специалистов, повышение грамотности населения в сфере безопасности пищевых продуктов, научные открытия и дости-

жения способствовали существенным успехам в совершенствовании традиционной технологии копчения. Сегодня пересмотрено отношение к технологии копчения как способу консервирования. Основной функцией копчения в настоящее время считается облагораживание изделия, а не его консервирование, за счет привнесения специфических вкусо-ароматических оттенков и цвета копчености, но при этом должна гарантироваться безопасность готовой продукции [40, 41, 48].

Многочисленными исследованиями показано, что качество готовой копчёной продукции обуславливают следующие факторы: вид и качество сырья; параметры приготовления полуфабриката; способ копчения и его параметры; состав коптильной среды; основное и вспомогательное оборудование; вид упаковки и параметры хранения [25, 29, 37, 38, 39, 40, 41, 42].

Зная уровни влияния названных факторов, можно создавать новые варианты технологии копчения, совершенствуя механизмы формирования заданных свойств готовой продукции.

В настоящее время наиболее интересные направления в совершенствовании копчения связаны с модернизацией технологии и техники процесса. Некоторые авторы отмечают, что подмешивание разнообразного растительного сырья в состав пиролизной древесной смеси значительно улучшает сенсорные эффекты при копчении. Несомненным положительным фактом является создание и изготовление бездымных коптильных сред, обогащенных натуральными растительными компонентами. Особые эффекты получены при введении в органическую массу дикорастущего, в том числе лекарственного сырья (мать-и-мачеха, зверобой и др.) [15]. При обогащении готовых коптильных сред функциональными ингредиентами различными способами, в том числе экстракционными, получают обогащенные копченые пищевые продукты повышенной биологической ценности. При этом в состав коптильных сред и готовых продуктов попадают красящие пигменты, флавоноиды, катехины, органические кислоты, гликозиды, витамины, минеральные вещества и другие БАВ, которые усиливают функциональные эффекты копченостей [11, 26, 29, 155, 16].

В настоящее время считается, что практически любое пищевое сырье можно обработать коптильными компонентами в той или иной форме. Например, майонез с ароматом копчености изготавливают внесением в рецептуру предварительно копчёной соли. Это позволяет получить специфический по свойствам продукт, расширить ассортимент изделий данной группы, повысить антиоксидантные свойства жировой фракции [160]. Ещё одно оригинальное решение по применению копчения к эмульсионным соусам связано с внесением в их рецептуру копчёных перепелиных яиц. Данный прием обеспечивает привнесение в продукт помимо новых вкусо-ароматических свойств ценные биологически активные вещества фенольной природы, обуславливающие его повышенную сохранность [160].

Обработка дымовой средой фруктового и виноградного сырья, направляемого на производство сухофруктов, позволяет улучшить их сенсорные характеристики и повысить хранимоспособность. За счёт консервирующего действия компонентов дыма сухофрукты сохраняют свой естественный цвет и приобретают устойчивость к насекомым и микроорганизмам. При этом за счёт такой модернизации сокращается длительность процесса сушки, происходит облагораживание продукта новыми ароматами, что делает его привлекательнее для потребителя. Данный способ позволяет варьировать традиционные вкусо-ароматические показатели сырья, комбинируя их с сенсорными характеристиками компонентов дыма [81].

Одним из путей совершенствования качества замороженных наборов овощей является их предварительное копчение. Подготовленные овощи выдерживают в холодном тумане жидкого дыма в течение 3-х минут, затем упаковывают в герметичную тару и помещают в морозильную камеру. За счёт частичной обработки копчением замороженный овощной полуфабрикат приобретает улучшенный товарный вид, образование защитного слоя на поверхности овощей за счёт осаждения частиц жидкого дыма, повышенную пищевую ценность, приятный аромат и вкус копчености. Этот прием позволяет не только повысить хранимоспособность овощей, но и расширить ассортимент производимой продукции [58].

К достоинствам такого способа обработки можно отнести снижение усушки овощей, поскольку коптильная пленка препятствует в процессе заморозки образо-

ванию ледяной корки, сорбирующей пищевые компоненты продукта, которые теряются при размораживании. Некоторым недостатком данного способа является незначительное изменение цвета сырья, поскольку цветная капуста, брюссельская капуста, кабачки и другие овощи приобретают нетрадиционные светло-желтые оттенки на своей поверхности.

В последнее время актуальным является совершенствование классических рецептур копченых сыров. Предлагается на различных этапах технологии внесение в их состав коптильных компонентов в виде разнообразных композиций (с солью и специями, в жировой и водной среде), что существенно влияет на формирование конечных характеристик. По окончании технологии такие сыры приобретают цвет от светлого до золотисто-коричневого, в процессе созревания в них формируются приятные аромат и вкус копчености. Преимуществом такой обработки является увеличение срока хранения готовой продукции [72, 86].

Проанализированные способы совершенствования технологии копчения традиционным дымовым путем не решают полностью основную проблему копчения – канцерогенной безопасности. Они не гарантируют отсутствие в продукте ПАУ, которые образуются при всех способах дымогенерации. Отсутствие ПАУ в копченой продукции гарантирует только бездымное копчение.

## **1.2 Совершенствование бездымного копчения**

Экологически безопасные и одновременно рациональные способы получения копченых продуктов сегодня связаны с применением бездымных коптильных сред. Бездымное копчение позволяет не только предотвратить появление ПАУ в коптильной среде и готовом продукте, но и повысить эффективность операции собственно копчения, экологичности технологии, улучшить качественные характеристики готового продукта, обогатить его химический состав, компенсировать природные недостатки сырья, придать изделиям заданные привлекательные гастрономические эффекты [40, 48].

Достоинствами бездымных методов обработки являются появление новых признаков у продуктов, в том числе оригинальных органолептических свойств, повышенной стойкостью хранения и гарантированной безопасности по содержанию вредных веществ. Одним из главных преимуществ бездымной обработки является также предотвращение дымовых выбросов в окружающую среду.

Внедрение новых научных идей бездымного копчения (например, фитокоптильных препаратов) в производство способствует расширению ассортимента копченостей, повышению их пищевой ценности, росту емкости рынка, покупательских предпочтений и возможностей.

К инновационным направлениям в бездымном копчении можно отнести разработку новых носителей коптильных компонентов, например, разнообразных солей, вкусоароматических смесей, пряностей, полимерных композиций. Бездымные коптильные среды удобны и эффективны при получении копченых изделий из кальмара, устриц, мидий и других морепродуктов, отличающихся специфическими свойствами [71, 73, 83]. Оригинальным решением является получение натуральных коллагеновых оболочек со вкусоароматическими коптильными веществами в их составе, что повышает прочность оболочки и сообщает ей дополнительные функциональные свойства [85]. Разработаны новые способы копчения в технологии варёно-копчёных изделий с внесением в состав коптильных сред специфических пищевых добавок и L-карнитина, которые улучшают формирование заданных свойств продукта [84]. За счет применения разнообразных по составу бездымных коптильных сред значительно расширены рецептуры и параметры изготовления разных сортов копчёных сыров [72]. Популярным среди производителей копчёной продукции является решение приготовления стерилизованных консервов с ароматом копчености на основе рыбного сырья в виде салатов [61]. К расширению сферы бездымного копчения можно отнести и разработки по выпуску копченых субпродуктов из различного вторичного животного сырья (почки, селезёнка, печень, язык и т. д.) [23, 40, 57].

Бездымное копчение становится все более популярным при приготовлении буженины из мяса птицы, в технологии которой оно сочетается с одновременной

тепловой обработкой в горячей среде. Это позволяет повысить срок хранения готовых изделий и улучшить их качественные показатели за счёт новых вкусоароматических оттенков и эффекта консервирования [78].

Совершенствование бездымного копчения во многом зависит от состава и качества бездымной коптильной среды. В основном в технологии копченых рыбных продуктов применяются бездымные коптильные среды на водной основе или так называемые «коптильные жидкости», «коптильные среды» и «коптильные препараты» [25, 37, 40, 41]. Внесение в их состав разнообразных водорастворимых веществ позволяет существенно расширить их технологические свойства, повысить эффективность копчения, создавать продукты с новыми качественными характеристиками, улучшить пищевую ценность готовой продукции. Именно на принципе обогащения водных бездымных коптильных сред нужными компонентами с заданными свойствами основано так называемое «дифференцированное копчение», которое позволяет получать продукт с желаемыми характеристиками [25, 37, 40, 41, 42, 48, 120].

В зависимости от получаемого эффекта предложено дифференцированные коптильные среды, полученные обогащением функциональными компонентами, которые предложено подразделять на «коптильные препараты» (придают продукты характеристики, аналогичные эффектам дымового копчения); «коптильные красители» (приоритетно формируют цветовые характеристики); «вкусоароматизирующие добавки» (придают вкус и аромат копчености); «коптильные антиоксиданты» (обеспечивают стабилизацию качества жировой фракции) и «коптильные антисептики» (повышают устойчивость к микробиальной порче) [37].

Качество продуктов бездымного копчения во многом обусловлено качеством и способом применения жидкой коптильной среды (ЖКС).

Известен способ приготовления ЖКС, сущность которого заключается в настаивании коптильной жидкости на измельченных, высушенных растительных компонентах при температуре от 15°C до 30°C в течение 5–10 дней. В данном способе в качестве растительных добавок используют травы, листья, корни, корневища, древесную кору и другие части лекарственных растений, разрешенных Минздравом

РФ к употреблению в пищу. Этот прием позволил обогатить ЖКС и обрабатываемый копчёный продукт полезными биологически активными веществами [60].

К достоинствам данного способа относятся невысокая температура выдержки при экстракции, что позволяет уберечь полезные вещества (витамины, фитонциды, ферменты и другие БАВ) от разрушения; разнообразие сушёных растительных добавок, насыщающих ЖКС новыми свойствами, в том числе красящими и вкусоароматическими. Применение обогащенных ЖКС позволяет воплотить принцип дифференцированного копчения в практике производства многих копченых рыбных и мясных продуктов. Одним из главных достоинств таких ЖКС является их способность обогащать сырье ценными биологически активными веществами (витаминами, эфирными маслами, органическими кислотами, флавоноидами и др.).

Недостатком обогащенных фитокомпонентами ЖКС является их недостаточно высокая вязкость и, соответственно, низкая адгезионная способность, что обуславливает необходимость многократной обработки рыбы окунанием или диспергированием. Предложен оригинальный способ применения таких фитокопильных композиций в производстве рыбы холодного копчения через обработку ими продукта в процессе завершеного предварительного посола. Последующее обезвоживание позволяет получить рыбу холодного копчения высокого качества. Однако такой способ удлиняет процесс и не подходит для технологии рыбы горячего копчения, требующей невысокой солености продукта и выраженного красящего эффекта.

Инновационным подходом в бездымном копчении является его широкое внедрение во все сферы пищевой отрасли, что связано с разнообразными функциональными свойствами современных копильных сред.

Известен способ применения копильных препаратов для копчения ламинарии для сохранения биоактивного потенциала сырья, а также повышения эффективности и снижения трудоёмкости осуществления способа. В качестве препаратов предлагалось использовать: «Амафил», «ВНИРО», «Ольховый дым», «Жидкий дым». Способ позволяет получить ароматизированный, малосолёный продукт из ламинарии, который обладает вкусом и ароматом копчения. Такой эффект появляется за счёт ряда физико-химических взаимодействий, которые происходят в пери-

од кратковременной выдержки ламинарии в водно-солевом растворе коптильного препарата с заданным составом фенольных и карбонильных соединений [62].

Однако названные коптильные препараты недостаточно совершенны по химическому составу. Повышенное содержание в них фенольных веществ придает готовой продукции резкий дымный запах, что не всегда гармонирует со специфическими свойствами самой ламинарии.

Одной из основных тенденций совершенствования бездымного копчения является разработка новых жидких коптильных сред (ЖКС) на основе натуральных растворов коптильных компонентов. К ним относятся такие отечественные ЖКС, как «Ольховый дым», «ВНИРО», «СКВАМА», «Нара», «Аромат копчения», «Жидкий дым», «Аромарос», «Жидкий дым Коптекс», «Жидкий дым Деликарома», ЖКС серии «ФИТО», коптильные CO<sub>2</sub>-экстракты с компонентами пряностей. Зарубежная практика бездымного копчения также выпускает преимущественно препараты в виде водных концентратов коптильных компонентов. Это ЖКС датской фирмы «O.A.Broste» (препараты под торговой маркой «Scansmoke»), американской фирмы «Red Arrow» типа «Ароматизатор натуральный «Жидкий дым»». В Германии популярные композиции под названием «Гиккорирах», «ГевюрцМюлле Нессе ГмбХ»). Приобретают популярность ароматизированные пищевые добавки, например, CharSol (США), «ПДВ» (Польша), коптильный препарат Smokez Oil H и сухие порошки Chardex H, выпускаемый компанией Техпро. Разнообразными коптильными эффектами обладают коптильные жидкости серии «Технос», разработанные российской фирмой «ТЭТ», натуральные ароматизаторы копчения «Традисмоук», выпускаемые в форме порошков и жидкостей (Франция) [25, 38, 40, 42, 129].

Популяризация бездымного копчения и расширение серии бездымных коптильных сред связано, прежде всего, с законодательным нормированием содержания канцерогенных веществ группы полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и нитрозаминов (НА) в копчёностях всех видов. Содержание индикатора ПАУ – бенз(а)пирена – не должно превышать в копченых продуктах 0,005 мг/кг, нитрозаминов – 0,003 мг/кг (согласно ТР ТС 021/2011 о безопасности пищевой продукции). Именно бездымное копчение позволяет гарантированно соблю-



дать это требование, поскольку при получении бездымных коптильных сред в них, в отличие от коптильного дыма, возможно контролировать содержание вредных веществ [26, 41, 42, 48,136].

Благодаря созданию новых коптильных сред, которые позволяют минимизировать содержание канцерогенных веществ в готовом продукте, в промышленности появилась возможность интенсификации коптильного производства, сокращения продолжительности собственно копчения и повышения выхода готовой продукции.

Разработка новых бездымных коптильных сред улучшенного состава позволяет получать продукт с особыми характеристиками (вкус, цвет, запах, консистенция). За счёт однородного, постоянного химического состава бездымные коптильные среды позволяют получать продукт с одинаковыми химическими показателями для всех партий продукции. Повышается санитарная безопасность продукции и производства, снижается риск профессиональных заболеваний и пищевых отравлений [138].

В России за последнее время были разработаны такие жидкие коптильные среды на основе водных конденсатов дыма, как «Ароматизатор коптильный», «Плюс жидкий дым», коптильная жидкость «Российская» и др. [40, 62, 71]. Однако данные ЖКС не получили широкого распространения в технологии копченой рыбы из-за особенностей их химического состава.

Все большей популярностью при производстве рыбы бездымного копчения пользуются коптильный препараты «Жидкий дым» и «Ольховый дым». Данные ЖКС являются натуральными растворами натуральных коптильных компонентов, полученных при пиролизе лиственных пород древесины. При конденсации дыма в водной среде в ней растворяются только полезные компоненты, а высокомолекулярные ПАУ остаются в нерастворенной смолистой фракции и удаляются при последующем фильтровании. Таким образом обеспечивается адекватность свойств данных ЖКС натуральной дымовой среде при гарантировании их безопасности по содержанию ПАУ [25, 40, 50].

В таблице 1.1 представлены физико-химические характеристики отечественных ЖКС «Жидкий дым» и «Ольховый дым», которые относятся по класси-

фикации Мезеновой О.Я. к категории «копильные препараты» [106, 107], т. е. являются адекватными по свойствам технологическому дыму.

Таблица 1.1 – Физико-химические показатели отечественных копильных препаратов

Показатель	Копильный препарат	
	Жидкий дым	Ольховый дым
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1,05-1,2	1,01-1,07
Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	10,0-12,0	2,5-6,0
Массовая доля фенолов, %	2,1-4,5	0,15-0,5
Массовая доля карбонильных соединений, %	15,0-40,0	0,1-1,0

Преимуществами приведенных в таблице 1.1 копильных препаратов являются безопасность по содержанию ПАУ, аналогичные традиционному дыму функциональные свойства, натуральный химический состав без синтетических компонентов (консервантов, красителей и др.). К недостаткам данных ЖКС относятся низкая адгезионная способность, ограниченный химический состав (присутствуют только продукты пиролиза древесины), отсутствие витаминов и других БАВ, невозможность дифференцированного применения при обработке различных пищевых продуктов.

Дифференцированный принцип использования бездымных копильных сред в копчении становится все более рациональным в технологиях различных копченых продуктов. В качестве примера его осуществления можно привести серию датских жидких копильных сред под маркой «ScanSmoke». Данные ЖКС представляют собой водные конденсаты дыма твёрдолиственных пород древесины с разнообразными свойствами, что обеспечивается за счет введения в их состав натуральных консервантов, ингибирующих рост микроорганизмов [26, 29, 40, 13, 67, 121].

Бездымное копчение постоянно расширяет объекты своего применения. Например, копчению подвергаются мясные полуфабрикаты – свиные отбивные, обработанные специфической ЖКС. На основе конденсации дыма из яблочной щепы

получают копильный препарат, обработка которым не только улучшает органолептические свойства, но и оказывает консервирующее действие, увеличивает срок хранения пищевого продукта под вакуумом. Обработанные отбивные приобретают уникальный фруктовый привкус и пикантные органолептические характеристики [158].

Копчёные продукты, получаемые с применением бездымных копильных сред, обладают противомикробной и антиоксидантной активностью за счет концентрированного присутствия ароматических веществ фенольной природы. По этой причине многие производители зарубежных компаний стараются использовать бездымные копильные среды с повышенным содержанием фенолов при выпуске скоропортящихся пищевых продуктов. Такая обработка при выпуске свиных и говяжьих окороков, грудинки и разнообразных сосисок, отличающихся непродолжительным сроком годности, существенно пролонгирует продолжительность их хранения [130, 162].

В Европейском Союзе, отличающемся консервативным отношением ко многим пищевым инновациям, в последние годы проводили статистические исследования по оценке использования бездымного копчения пищевых продуктов и их потребления населением. По результатам полученных данных ряд бездымных копильных сред рекомендовано применять в продуктах, в том числе нетрадиционных, которые обычно не подвергаются копчению, например, добавлять в супы или рецептуры кондитерских изделий. В частности, для этих целей рекомендовано использовать американские бездымные копильные среды серии «Bell Flavors & Fragrances». Данные копильные среды представляют собой широкий набор бездымных композиций на различных носителях, обогащенных растительными компонентами (фруктовыми, еловыми и др.), которые придают специфические вкусоароматические свойства разнообразным продуктам [155, 156].

Оригинальным способом бездымного копчения является использование ЖКС в коллоидном состоянии, или так называемое «ламинированное» копчение. Технология успешно апробирована при производстве малосолёного рыбного филе холодного копчения путем обработки его с поверхности копильным препаратом, в который предварительно ввели полимер углеводной природы со структурообразующими свойствами (крахмал). Исследования показали, что при этом суще-

ственно повышаются адгезионные свойства ЖКС, увеличивается масса наносимой за один прием коптильной жидкости, сокращается технологический цикл собственно копчения, при котором формируются основные эффекты. Образующаяся коптильная масса на поверхности рыбы после подсушки формирует своеобразную пленку-оболочку, становясь не только концентратом коптильных веществ, но и дополнительным защитным барьером. В итоге повышается эффект цветообразования и продолжительность хранения готового продукта, а также выход филе холодного копчения при внешней адекватности его свойств [2].

Данные достоинства «ламинированного» копчения является привлекательным аспектом для производителей различной копченой продукции (цельномышечной, колбасной), в том числе при выработке рыбы горячего копчения, где требуется краткосрочность цикла [2].

Существенным недостатком данной технологии является ее проблемность в применении к горячему копчению рыбы, поскольку коллоидные коптильные среды, полученные на основе крахмала, не выдерживает высоких температур и деградирует, подвергаясь синерезису. В данном случае при формировании коптильного коллоида следует применять термоустойчивые структурообразователи, совместимые по химической природе со специфическими органическими компонентами коптильных препаратов.

Тенденции совершенствования в технологии бездымного копчения пищевых продуктов также направлены на способ нанесения коптильных сред и/или введения коптильных компонентов в продукт. К основному способу бездымной обработки относится периодическое тонкое распыление ЖКС до туманообразного состояния. К недостаткам тонкого диспергирования относится необходимость применения специальных распылителей и форсунок, функциональность которых зависит от вида коптильной среды, обладающей различной вязкостью и свойством полимеризоваться. В последнем случае происходит формирование полимерной «пробки» на выходе форсунки, которая трудно удаляется и растворяется только в органических растворителях, например, спиртах [1, 29, 40, 43, 71, 120].

Новые технологии в бездымном копчении затрагивают стадии упаковки и хранения, обеспечивающие важное свойство хранимостпособности копченостей. Особенно это актуально в технологии рыбы горячего копчения, обладающей непродолжительным сроком годности (72 часа) [25, 37]. Для этой продукции технология изготовления и метод упаковки оказывают существенное влияние на дальнейшую реализацию. Данный аспект технологии бездымного горячего копчения рыбы требует существенной модификации.

Рыба горячего копчения является популярным продуктом среди населения различных стран. Она, в отличие от рыбы холодного копчения, не содержит повышенного количества поваренной соли, обладает сочностью, нежной консистенцией, легким ароматом копчености и более выраженным цветом копчености. Однако в традиционной технологии горячего копчения существенным недостатком является ограниченный срок годности [41, 42].

Одним из популярных решений по повышению хранимостпособности рыбы горячего копчения является проведение герметичного упаковывания такой продукции в модифицированных газовых средах, за счёт чего при положительных температурах продукция хранится до 30 суток без признаков порчи [40, 43]. Однако данный способ относительно дорог для производителей и требует специального оборудования.

Инновационный подход в увеличении стойкости в хранении копченостей направлен на применение многослойной полимерной плёнки, в составе которой входит как минимум один термопластичный полиамид, содержащий один адгезивный слой с функционализированным углеродводородным (со)полимером. Это позволяет одновременно готовить и хранить готовый продукт с сохранением потребительских свойств [76].

Предложен инновационный способ упаковки с одновременным приготовлением продуктов в специальных гибких термоустойчивых пакетах. За счёт содержания во внутреннем слое пакета древесного материала продукты при тепловой обработке приобретают аромат и вкус копчености [55].

Для увеличения срока хранения рыбы горячего копчения применяется замораживание готовой продукции. Но такой способ может приводить к нежелатель-

ным изменениям цвета и консистенции рыбы после размораживания. При этом замораживание не предотвращает окислительные процессы, протекающие в жире рыб при хранении [54].

Горячее бездымное копчение используется при обработке не только рыбы, но и морепродуктов. Так, например, известен способ приготовления перуано-чилийского кальмара горячего копчения, заключающийся в длительном посоле 16–18 часов и последующей обработкой коптильным препаратом иммерсионным способом. В качестве бездымной среды применяют коптильную жидкость «ФИТО» (ТУ 2455-033-00038155-03). Получаемый продукт приобретает вкус копчености, а фенольные компоненты жидкой коптильной среды оказывают антиокислительное и бактерицидное действие, что позволяет увеличить сроки хранения готовой продукции при температуре 0 минус 2°С до 40 суток. Продукт получается экологически безопасным и с улучшенными вкусоароматическими свойствами [64].

Известен способ получения рыбы горячего копчения, сущность которого заключается в предварительном вымачивании рыбы в солевом растворе молочной сыворотки с добавлением коптильного препарата и сухого хитина или хитозана и повторной обработке рыбы в коптильном препарате, после чего полуфабрикат подвергают тепловой обработке [81]. Получаемый продукт имеет улучшенные органолептические свойства, однако требует применения аминополисахаридов хитозана, отличающегося не только повышенной стоимостью, но и специфическими органолептическими свойствами (вяжущие и горьковатые привкусы).

Анализ основных тенденций совершенствования бездымного копчения позволяет сделать следующие выводы.

Актуальным в настоящее время является получение и применение жидких коптильных сред нового поколения, безопасных по содержанию вредных веществ и обогащенных биологически активными компонентами, позволяющими усилить основные эффекты копчения, а также придать готовым продуктам полезные функциональные свойства, повысить их пищевую ценность. Представляется перспективным использование ЖКС на основе водных растворов натуральных коптильных компонентов («Жидкий дым», «Ольховый дым»), положительно зарекомендовавших себя в

отечественной практике копчения рыбы, обогащенных биологически активными веществами растений, обладающих повышенными адгезионными свойствами.

В бездымном горячем копчении рыбы необходимо совершенствовать состав и способ нанесения жидкой коптильной среды, чтобы улучшить не только технологичность процесса, но и качество готового продукта, а также повысить его хранимоспособность.

Актуально и целесообразно совершенствование «ламинированного» способа бездымного копчения, применив его модифицированный вариант к технологии рыбы горячего копчения. За счёт введения в состав ЖКС термостойкого полимера, растворимого в коптильной жидкости, целесообразно повысить адгезионные характеристики коптильной среды, при этом становится возможным формирование на поверхности рыбы биоразлагаемой «съедобной» оболочки, обладающей дополнительным консервирующим эффектом.

Образование многофункциональной «съедобной» оболочки на поверхности рыбы горячего копчения, стойкой к химическому составу ЖКС и высоким температурам процесса, будет способствовать улучшению внешней органолептической привлекательности, безопасности и хранимоспособности готовой продукции.

Для создания жидкой коптильной среды с заданными показателями качества представляется перспективной разработкой ЖКС нового поколения с применением экстрактов красных морских водорослей, содержащих многие биологически активные вещества, включая термостойкие полисахариды, растворимые в кислой среде. Соединение биопотенциала ЖКС и водорослевых экстрактов целесообразно для получения новых коптильно-водорослевых биогелей с повышенными функциональными, в том числе адгезионными свойствами, пригодными для ламинированного горячего копчения рыбы.

### **1.3 Красные морские водоросли: биопотенциал, свойства, применение**

Водоросли (макрофиты) – древняя группа растений, встречающиеся в морях, океанах и в любых солоноватых и пресных водоёмах. Практически все виды водо-

рослей считаются съедобными и могут идти в пищу человека. Основные виды водорослей, используемые в питании человека: *Laminaria*; *Porphyra* (нори); *Fucus*; *Cyanophyceae* (спирулина); *Caulerpa lentillifera* (морской виноград); *Furcellaria*; *Chondrus crispus* и др. Они способны синтезировать и накапливать в своих тканях полезные для человека органические вещества полисахаридной природы, такие как агар, каррагинан, агароид, фурцелларан, зоостерин. В своём составе водоросли также содержат разнообразные витамины: тиамин, рибофлавин, пиридоксин, никотиновая кислота и др. Их состав богат макроэлементами (йод, железо, цинк, медь и марганец). Липиды водорослей богаты полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК). В химический состав водорослей входят также полифенолы, компоненты липидно-пигментного комплекса, белки, свободные аминокислоты, небелковые азотистые вещества, незаменимые аминокислоты (триптофан, лейцин, валин и др.), водорастворимый крахмал, целлюлоза, каротиноиды и др. [3, 28, 100, 140].

Морские водоросли *Fucus*, *Laminaria*, *Ahnfeltia* нашли широкое применение в качестве сырья в пищевой и кормовой промышленности, в технике и медицине. В пищевой промышленности полисахариды водорослей используют в качестве наполнителей, загустителей, стабилизаторов, желирующих агентов в составе кондитерских изделий, мясных продуктов, эмульсионных соусов и т. д. Тонкоизмельченные порошки из красных водорослей являются пищевой и кормовой добавкой для многих продуктов. Высокая пищевая ценность красных водорослей обусловлена наличием в составе необходимых для организма человека органических солей, витаминов и микроэлементов. Наиболее широко данные водоросли используются на Дальнем Востоке России, в Китае, Японии и Корее [97, 100].

Красные водоросли своё название получили за счёт наличия в своей структуре таких пигментов, как фикоэритрин (красный) и фикоциан (синий). Особенности минерального состава является преобладание калия над натрием, высокое содержание кальция, магния и серы [100].

Фуцеллярия (*Furcellaria lumbricalis*, *Furcellaria fastigiata*) – вид красных водорослей, которые широко распространены в восточной и западных частях Се-



верной Атлантики, от Баренцева моря до Бийского залива. Они являются основными водорослями солоноватых вод Балтийского моря [148, 149, 160].

Фурцеллярия, благодаря быстрому росту, культивируется как пищевое растение в странах Азиатско-Тихоокеанского комплекса. Она применяется в качестве лекарственного растения в азиатских странах для профилактики различных заболеваний. Например, экстракты водоросли популярны для профилактики и в качестве компонента комплексного лечения желудочно-кишечных заболеваний [10, 110].

В странах Европы красные водоросли используются в сельском хозяйстве как удобрения и прикорм для животных. Компосты из этих водорослей ускоряют прорастание семян. Индонезия выращивает красные водоросли для получения каррагинана и фурцелларана. Страны Австралийского континента используют их в пищу и в промышленных целях для получения экстрактов и гелей, применяемых в косметологии. Страны Американского континента получают водорослевые экстракты для усиления роста многих растений. США занимает 35% мирового производства каррагинанов [10, 110, 112].

В настоящее время каррагинаны применяются в различных отраслях пищевой промышленности (мясная, кондитерская, медицина и т. д.). Европейские страны, включая Россию, а также США, Филиппины, Чили, Китай и Япония рассматривают каррагинаны как «безопасный» и «природный» компонент с высокими структурообразующими свойствами. Данные свойства обуславливают их привлекательность для получения безопасных пищевых продуктов с коллоидной и желеобразной структурой [97, 116].

На рисунке 1.3 представлен уровень потребления каррагинанов в различных странах мира [93].

Около 60–70% всего производимого объёма каррагинанов используется в пищевой промышленности для получения и изготовления не только кондитерских изделий, но и в рыбной и мясной промышленности. Применение каррагинанов, экстрактов на их основе позволяет направленно регулировать вязкостные и адгезионные характеристики получаемых изделий [30, 98].

В Балтийском море фуцеллярия является единственной красной водорослью, которая добывается в промышленных масштабах и идет на переработку. Однако продукты ее переработки в нашей стране пока не нашли широкого применения. Причиной такого состояния отчасти является уход водорослевых предприятий, расположенных на территории Латвии и Эстонии, при распаде Советского Союза в другие государства. Следует отметить, что потенциальные запасы красных водорослей имеются и в других географических частях Балтийского моря, относящихся к территории России, в том числе в Калининградской области.

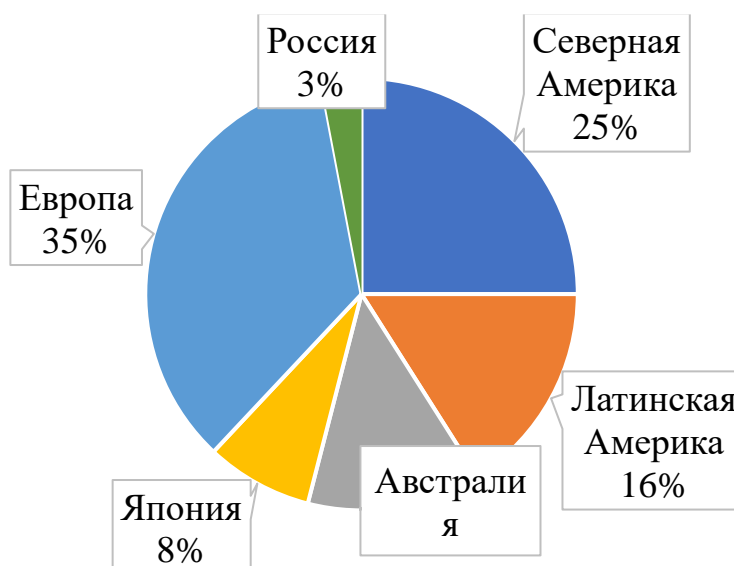


Рисунок 1.3 – Уровень потребления каррагинана в мире

На рисунке 1.4 представлена частота встречаемости различных водорослей, в том числе красных, в российской юго-восточной части Балтийского моря [9, 10]. Как видно из рисунка 1.4, водоросль *F. lumbricalis* является одной из самых многочисленных (занимает 3-е место) по количественному потенциалу в ареале российских территориальных вод Балтийского моря. Ежегодно, особенно 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*. Они подвергаются в основном гни-

нию на берегу, загрязняют курортные места пляжей и совсем не используются в промышленности региона. Одной из причин такого состояния является отсутствие данных об их биопотенциале, обоснованных и доступных технологий их переработки, перспектив в применении.

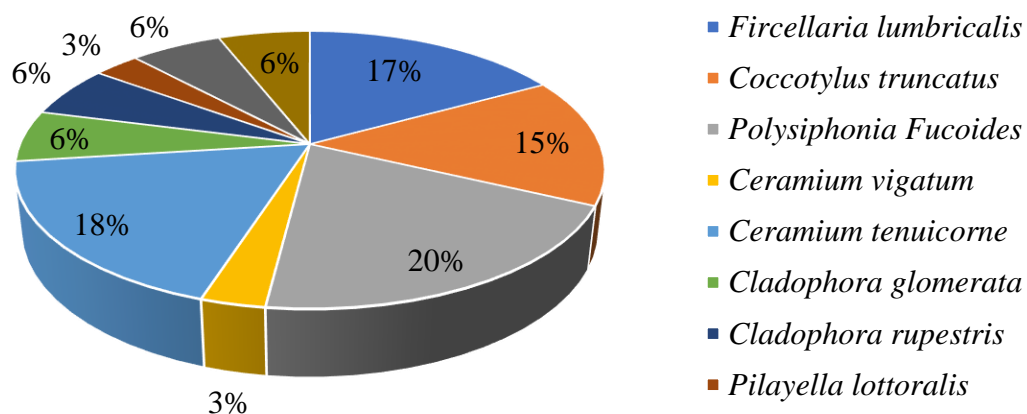


Рисунок 1.4 – Частота встречаемости различных видов водорослей в юго-восточной части Балтийского моря

*Furcellaria lumbricalis* (фурцеллярия червеобразная) распространена в Балтийском море в форме массовых скоплений. Её химический состав (% к массе сухого вещества) характеризуется наличием воды (14,5%); минеральных веществ (14,9%); органических веществ (85,1%).

Органические компоненты красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis* включают белки, липиды, углеводы, а также такие минорные компоненты, как терпеноиды, ацетогенины, полифенолы, органические кислоты и другие, обладающие красящими, антиоксидантными и антимикробными свойствами.

Содержание легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП), таких как ксилоза, галактоза, каррагинан, в фурцеллярии составляет (% массы сухих веществ) 39,5, трудногидролизуемых полисахаридов (ТГП), таких как глюкоза и целлюлоза, – 4,4. Преобладание ЛГП над ТГП свидетельствует о том, что полисахаридная часть этой водоросли довольно легко деструктурируется и экстрагируется. Содержание общего азота в водоросли незначительно колеблется с июля по октябрь (таблица 1.2) [10, 100].

В фуруцеллярии найден полисахаридный полимер каррагинан, который в своём составе содержит 1-галактозу (13,9%), D-галактозу (4,6%), глюкозу (5,1%) и ксилозу (0,3%). Также в молекуле каррагинана присутствует эфиро-связанная серная кислота – одна сульфидная группа на три-четыре галактозных остатка [11, 24, 103, 148].

Таблица 1.2 – Содержание азотистых веществ в фуруцеллярии Балтийского моря в зависимости от месяца вылова [10]

Месяц вылова	Общий азот, % на сухое вещ-во	Белковый азот		Небелковый азот		Нерастворимые азотистые вещества	
		% на сухое вещ-во	% от общего азота	% на сухое вещ-во	% от общего азота	% на сухое вещ-во	% от общего азота
Июль	3,8±0,05	0,8±0,04	21,9±0,2	0,5±0,02	14,4±0,1	2,4±0,02	63,7±0,2
Август	3,7±0,05	0,8±0,04	20,9±0,1	0,6±0,02	14,9±0,1	2,4±0,03	64,2±0,2
Сентябрь	3,7±0,04	0,7±0,02	18,9±0,2	0,9±0,03	23,2±0,2	2,2±0,01	58,0±0,1
Октябрь	3,9±0,05	0,6±0,02	16,2±0,1	1,0±0,02	24,9±0,1	2,3±0,04	59,0±0,2

Из данных таблицы 1.2 видно, что фуруцеллярия не богата азотистыми веществами, при этом преобладает белковый азот, а незначительные колебания общего азота в водоросли зависят от времени сбора.

Каррагинан является полимером со структурообразующими свойствами, благодаря которым он применяется в пищевых целях как загуститель и гелеобразователь. От агара он отличается более лёгкой растворимостью в воде, что делает его перспективным для экстракции при более низких температурах – от 60°C до 90°C. По содержанию золы и сульфат-иона он близок к агариду [10, 103, 158, 160].

Достоинства сульфатированных полисахаридов заключаются в их уникальной биологической активности, которая объясняется нетипичной биологической структурой. Так, сульфатированные линейные полисахариды красных водорослей обладают высокой иммунорегуляторной, противовоспалительной и антибактериальной, антикоагуляторной активностью благодаря химической структуре каррагинана, которая основана на повторяющейся дисахаридной единице [51].

В своем составе данные водоросли также имеют белки, в том числе лектины, которые имеют широкое применение в медицине, как участники межклеточной транспортной системы человека. Изолированные лектины водорослей применяют для обнаружения злокачественных образований, в борьбе с вирусными заболеваниями [111].

Белки водоросли *F. lumbricalis* представлены преимущественно мембранными белками, компонентами цитоскелета, ферментами (до 50% белкового вещества составляет ключевой фермент темновой фазы фотосинтеза – рибулозобисфосфаткарбоксилаза/оксигеназа). Также белок присутствует в составе клеточных красных водорослей. Большая часть белков растворима в воде, также присутствует щелочерастворимая белковая фракция [3]. Аминокислотный состав белков фурцеллярии (таблица 1.3) идентичен аминокислотному составу других водорослей и не имеет значительных отличий.

Таблица 1.3 – Аминокислотный состав *F. lumbricalis*. Балтийского моря в зависимости от месяцев вылова, % к массе сухого вещества [9]

Аминокислота	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Цистин	0,80	0,84	0,81	следы
Лизин	1,32	1,57	1,97	2,37
Аргинин	1,80	2,02	2,55	2,81
Аспарагиновая к-та	1,30	1,30	1,55	1,00
Серин	0,80	0,97	0,87	0,87
Глицин	1,14	1,04	0,75	1,14
Глутаминовая к-та	4,24	4,76	5,60	4,55
Треонин	0,71	0,71	0,70	0,55
Аланин	0,90	1,11	1,02	0,90
Тирозин	0,77	0,72	0,67	0,63
Триптофан	0,23	0,18	0,24	0,20
Валин	1,13	1,25	1,26	0,81
Фенилаланин	0,64	0,69	0,60	0,59
Лейцин	0,93	0,98	1,27	0,96
Изолейцин	0,82	0,92	0,90	0,85

Как видно из таблицы 1.3, изменение состава аминокислот происходит в зависимости от месяца вылова, что связано в основном с изменением скорости роста и составом окружающей среды. В белки красных водорослей входят в наибольшем количестве лизин (незаменимая аминокислота) и аргинин. Такие аминокислоты, как триптофан, тирозин, аспарагиновая кислота, треонин, серин, глутаминовая кислота, лизин и аргинин, являются исходными соединениями для образования в организме человека биогенных аминов. Триптофан способствует передаче нервного возбуждения через синаптическую щель. Глутаминовая кислота участвует в воздействии на постсинаптическую мембрану синапса ЦНС и вызывает её деполяризацию, является эффективным нейромедиатором [4].

В фуруцеллярии одним из структурных компонентов клеточных стенок является целлюлоза, содержание которой составляет от 1 до 16% от общего количества сухих веществ [99, 159].

Полисахариды клеточных стенок водоросли фуруцеллярии (целлюлоза, сульфатированные галактаны, гликопротеины, липиды) являются полезными в питании человека, выполняют пребиотические функции, сорбируют тяжелые металлы и вредные высокомолекулярные соединения, участвуют в укреплении стенок сосудов [1, 99].

Красные водоросли накапливают органогалогеновые, фенольные и полифенольные соединения в незначительном количестве. Эти соединения обладают антимикробной и иммуностимулирующей активностью. Бромфенольные соединения, содержащиеся в незначительном количестве, имеют антиопухолевый эффект [35, 111].

Красные водоросли богаты витаминами группы В и витамином А. Витамины группы В способствуют снижению холестерина в организме; помогают перерабатывать продукты в пищеварительном тракте; участвуют в процессе обмена белков, жиров и углеводов; повышают защитные свойства организма. Витамин А помогает в поддержании иммунитета, участвует в поддержании зрительной функции организма человека, необходим для образования эритроцитов и железа [22, 46]. Водоросли содержат такие минеральные вещества, как натрий, магний, каль-

ций, цинк и йод. Кальций участвует в высвобождении нейромедиаторов и передаче нервных импульсов; способствует активации процессов свёртываемости крови. Магний принимает участие в синтезе белка и нуклеиновых кислот, в переносе и хранении энергии; способствует снижению артериального давления; контролирует баланс внутриклеточного калия. Натрий участвует в поддержании кислотно-щелочного баланса; поддерживает постоянство объёма внеклеточной жидкости. Цинк принимает участие в формировании Т-клеточного иммунитета; играет важную роль в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей. Йод необходим организму для синтеза гормонов щитовидной железы [46].

Биопотенциал красных водорослей обуславливает рациональность и перспективность его использования в пищевой промышленности. Следует отметить, что красные водоросли в меньшей степени используются в составе продуктов питания, в отличие от бурых, что объясняется отчасти отсутствием соответствующих разработанных технологий [71].

Пигменты, содержащиеся в красных водорослях (лютеин, фикоэритрин, фикоцианин, хлорофилл), применяются в пищевой промышленности в качестве красителей, они водо- и жирорастворимы и являются стойкими и безопасными красящими субстанциями [87, 159, 160].

Экстракты красной водоросли *F. lumbricalis* используются в нетрадиционной медицине благодаря своим противовирусным и антиоксидантным действиям. Их применение в пищевой промышленности позволяет обогатить пищевой рацион человека витаминами, минеральными веществами [3].

Уникальный состав органических веществ фуцеллярии делает ее привлекательной для получения новых продуктов как пищевого, так и медицинского назначения. Так, в 2005 г. был получен препарат «Амадеит» (минеральный адсорбент), в который были включены сульфатированные олигосахариды красных водорослей (в том числе *Furcellaria lumbricalis*), за счёт чего была улучшена адсорбция микотоксинов в 8,5 раз относительно аналогов [54].

В состав водоросли *F. lumbricalis* входят азотистые соединения, содержание которых зависит от времени вылова и варьируется от 7,4 до 27,1%. В водоросли

представлены все классы липидов (гликолипиды, фосфолипиды и нейтральные липиды). За счёт наличия фотосинтетических пигментов (лютеин + зеаксантин, фикоэритрин, каротины) используются для получения натуральных красителей. Содержание пигментов варьируется от 50 до 200 мг% на массу сухого вещества. По содержанию витаминов группы В (таблица 1.4) фуруцеллярия превосходит бурые и зелёные водоросли [87, 111].

Таблица 1.4 – Содержание водорастворимых витаминов водоросли *F. lumbricalis* [87, 111].

Витамин	Содержание, мг% сухого вещества
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,05-0,46
Адермин (В <sub>6</sub> )	0,03-1,0
Ниацин (РР)	0,8-6,8
Пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	0,1-1,3
Фолиевая кислота (В <sub>с</sub> )	0,01-0,08
Биотин (Н)	0,004-0,03
Липолиевая кислота	0,02-0,1
Холин	24-480
Инозитол	5,5-62,0
Каротин	0,05-26,4
Кобаломин (В <sub>12</sub> )	0,002-0,029

Благодаря своему химическому составу экстракты водоросли *F. lumbricalis* используются в качестве основного компонента в составе натурального крема для лица, созданного фирмой *Furcella OÜ* (Таллин). Этот продукт вошёл в проект Baltic Blue Biotechnology Alliance, который поддерживает разработки, связанные с морской биоэкономикой [27].

Галактаны красной водоросли *F. lumbricalis* представляют собой семейство высокомолекулярных сульфатированных полисахаридов с линейным остовом, который состоит из чередующихся 3-связанных бета-D-галактопираноз и 4-



связанных остатков альфа-галактопиранозы. Остатки бета-галактозы всегда принадлежат только к D-ряду, тогда как остатки альфа-галактозы являются D-формой в каррагинанах и агарах (рисунок 1.5).

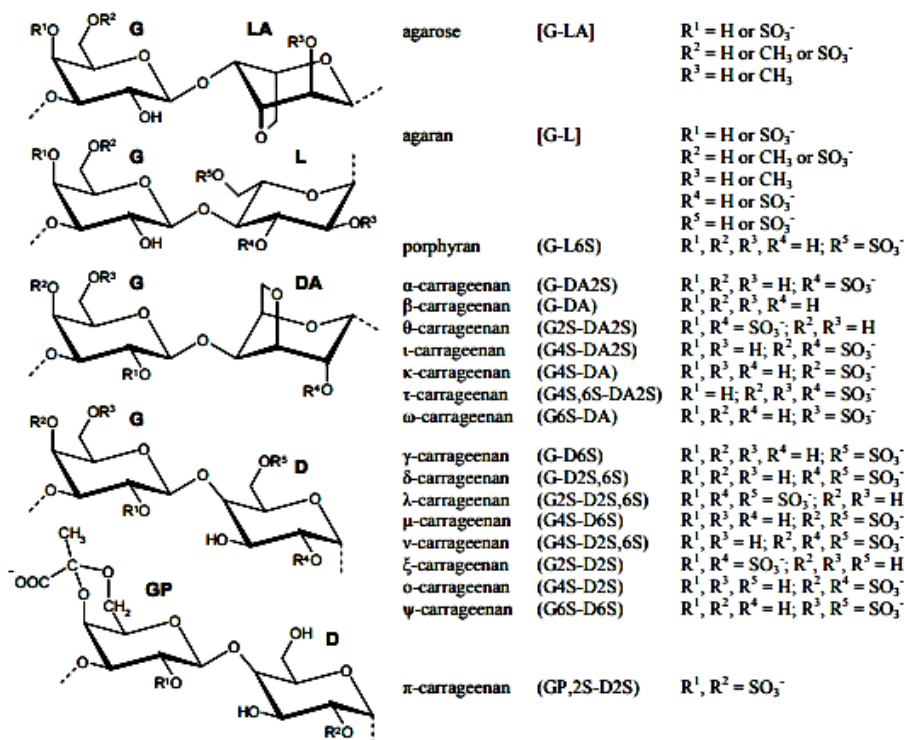


Рисунок 1.5 – Идеализированные дисахаридные повторяющиеся звенья агаров и каррагинанов (буквенные коды, приведённые в скобках, относятся к альтернативной номенклатуре, предложенной Кнутсенем и др. в 1994 году [27])

Наиболее распространены из 15 известных каррагинанов каппа-, лямбда- и альфа- каррагинаны, которые достаточно широко применяются в пищевой промышленности в качестве стабилизаторов и загустителей. Структура и реологические характеристики каррагинанов зависят в основном от места произрастания, а также от технологических параметров процедуры экстрагирования (температура, вид экстрагента, длительность) [158, 159].

Полисахариды водоросли *Furcellaria lumbicalis* часто представляют собой смесь различных типов, сульфатированных галактанов, расположенных вдоль од-

ной и той же гибридной гетерополимерной цепи, которая порождает образование фурцелларана [159].

*Furcellaria lumbricalis galactans* (фурцелларан) характеризуется как гибридный комплекс каппа/бетта – каррагинан, содержащий небольшое количество омега-каррагинана. Кроме того, химический состав каррагинана *F. lumbricalis* не меняется в зависимости от жизненного цикла, как это происходит у других видов водорослей [124, 139, 159].

Каррагинан широко применяется в пищевой промышленности за счёт свойств загустителя. Он способен влиять на свойства конечного продукта, с которыми взаимодействует. Его стабилизирующие и гелеобразующие компоненты позволяют контролировать содержание жидкой фазы продукта [14, 132].

Применение различных экстрактов из красных водорослей *Furcellaria lumbricalis* в различных отраслях промышленности обусловлено, прежде всего, способностью выполнять функции текстурообразующего вяжущего вещества за счёт способности связывать свободную водную фазу. Данный эффект даёт возможность получать различную структуру продукта [12].

Красные водоросли широко используются в различных сферах экономики, в том числе в составе пищевых и кормовых добавок, косметологических и медицинских средств.

Известен способ получения кормовой добавки или удобрения из гидробионтов. Для этого используется коллагенсодержащие рыбные отходы, смешанные с водорослью фурцеллярия, которая применяется в качестве обогатителя минеральными веществами, витаминами и углеводами. Сущность способа заключается в отдельной обработке рыбного и водорослевого сырья (измельчение, термообработка, ферментация). Сушку рыбного и водорослевого сырья производят вместе при температуре 45–50 °С. Измельчение и последующая термообработка водорослевого сырья при температуре 70–80 °С улучшает питательную ценность кормовой добавки. Применение такой технологии позволяет повысить биологическую ценность кормовой добавки, сбалансировать химический состав за счёт биопотенциала водорослей [66].

Известен способ получения косметического средства для ухода за кожей лица с компонентами красных водорослей. Исходным сырьём служат: панцири с иглами черных морских ежей вида *Strongylocentrotus nudus* 40–25%, мёд цветочный 50-70%, красные морские водоросли вида Анфельция 10–5%. Сущность способа заключается в измельчении панцирей морских ежей с медом и дальнейшим их смешиванием с необработанной водорослью и последующей гомогенизацией. Средство приобретает противовоспалительные и антибактериальные свойства за счет наличия в составе анфельции агарозы и агаропектина, минеральных веществ и витаминов [80].

*F. lumbricalis* в своём составе содержит молекулы гибридного типа каррагинана, в которых повторяющиеся звенья разных каррагинанов существуют в одной и той же молекуле, и содержит смесь каппа/бета ( $\kappa/\beta$ ) каррагинанов. Усредненные физико-химические характеристики данного каррагинана представлены в таблице 1.5 [13, 105].

Таблица 1.5 – Физико-химические характеристики каррагинана, выделенного из *F. lumbricalis* [14, 99]

Показатель	Реакция
Температура выше 70 °С	Устойчив
Стабильность в кислой среде	Устойчив выше pH 3,8
Характеристическая вязкость, см <sup>3</sup> /г	380

Как видно из таблицы 1.5, каррагинан водоросли фуруцеллярии устойчив в кислой среде и выдерживает высокие температуры. Данные свойства обуславливают привлекательность водорослевых экстрактов для изготовления жидких композиций коллоидной структуры, обладающих повышенной вязкостью и высокой адгезионной способностью.

С учетом анализа биопотенциала фуруцеллярии видится перспективным применение ее экстрактов в составе копильных композиций нового поколения. Данные экстракты содержат не только уникальные биологически активные веще-

ства, повышающие биологическую ценность пищевого продукта, но и красящие пигменты, а также водорастворимые полисахариды, улучшающие вязкость и адгезионные свойства жидких систем.

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что водный экстракт красных водорослей *Furcellaria lumbricalis* является перспективным источником для обогащения коптильных препаратов и получения новой ЖКС – коптильно-водорослевого биогеля. Такой биогель будет содержать не только коптильные компоненты, но и биологически активные вещества (витамины группы В, витамин А, минеральные вещества (натрий, калий, йод), каротиноиды, антоцианы, аминокислоты, целлюлозу и другие БАВ, повышающие биологическую ценность копченой продукции и способствующие проявлению основных эффектов копчения (красящий, вкусо-ароматический, консервирующий). Кроме того, экстракты фурцеллярии включают полисахариды (основной каррагинан и агароподобный фурцелларан), которые растворимы и устойчивы в кислых средах, к которым относятся коптильные препараты. За счет роста вязкости коптильной среды при внесении водорослевого экстракта появляется возможность формирования на поверхности рыбы так называемой вторичной пищевой оболочки, устойчивой к высоким температурам. Данные факторы определяют рациональность и перспективность получения и применения нового коптильно-водорослевого биогеля в технологии ламинированного бездымного горячего копчения рыбы.

#### **1.4 Пищевые пленки на основе полисахаридов**

Современные технологии упаковки и хранения пищевой продукции направлены на повышенное использование съедобных пищевых плёнок, получаемых из возобновляемых растительных источников и продуктов их переработки [12, 114].

Пищевые пленки на основе полисахаридов – это один из новых и эффективных инструментов в области улучшения качества и безопасности продуктов питания. Они представляют собой тонкие покрытия, состоящие из полимеров углеводной природы, которые обеспечивают дополнительную барьерную защиту продук-

та от микроорганизмов, сохраняют природную влажность и предотвращают потери питательных веществ [12, 114].

В качестве полисахаридов для получения пищевых пленок используются различные природные и синтетические соединения, которые обладают высокой биocomпaтибельностью и не оказывают вредного влияния на здоровье человека. Это делает пищевые пленки на основе полисахаридов безопасными и экологически чистыми материалами.

Использованием пищевых пленок на основе полисахаридов можно повысить срок хранения многих продуктов питания, что актуально для быстро портящихся продуктов, в том числе рыбы горячего копчения. Их применение позволяет уменьшить количество отходов, улучшить запасы продуктов и снизить издержки на их хранение.

Кроме того, пищевые пленки на основе полисахаридов могут быть использованы для улучшения внешнего вида продуктов питания и защиты от нежелательных внешних воздействий, таких как свет или кислород, которые могут привести к потерям качества и изменению вкуса продукта.

Хотя пищевые пленки на основе полисахаридов в нашей стране только начинают использоваться в производстве пищевых продуктов, они представляют собой перспективный материал для создания продуктов повышенной стабильности и безопасности. Преимуществами полисахаридных пленок также являются бренды «длительная жизнь» ряда продуктов, упрощение процесса и снижение затрат их упаковки, а также уменьшение отходов в производстве.

Технологию получения съедобной пищевой пленки на основе экстракта каррагинана можно назвать инновационной, требующей научного обоснования для конкретного продукта, например, фруктов и ягод. Основным компонентом данной пленки является каррагинан красных водорослей. Сущность запатентованной технологии получения съедобной пленки заключается в извлечении каррагинана из водорослей, очистке и сушке экстракта, а затем его смешивании с другими ингредиентами для формирования пищевой пленки. Разработка нацелена на увеличение срока хранения фруктов и ягод за счет формирования на поверхности

защитного биополимера, который снижает скорость нежелательных окислительных процессов и ферментативную активность сырья [125]. К недостаткам данного метода относятся ограниченная стабильность пленки в условиях высокой влажности продукта, что делает его непригодным в технологии рыбы горячего копчения, обладающей повышенным содержанием воды.

Известны способы получения плёнок из каррагинанов различной природы, требующие последующего высушивания. Они основаны на использовании растворов чистых каррагинанов, гелеобразующих смесей и экстрактов водорослей, содержащих каррагинан. После получения пленок, они высушиваются до нужной влажности. Такие плёнки предназначены для приготовления и упаковывания различных пищевых продуктов [63, 126, 147].

К недостаткам данных способов можно отнести необходимость в специальном оборудовании для высушивания плёнок. Кроме того, при использовании гелеобразующих смесей и экстрактов водорослей могут возникнуть проблемы с изменением их физических свойств в процессе обработки высокими температурами, а также при хранении.

Заслуживает внимания способ покрытия и хранения рыбы и рыбной продукции гелеобразной композицией, при приготовлении которой используется альгинат натрия, полученный из бурой водоросли *Laminaria japonica* или *Macrocystis pyrifera*. Сущность метода заключается в получении альгината натрия и смешивании его с дополнительными компонентами (каррагинан, крахмал и др. полисахаридами) с последующим нанесением смеси на продукт. Готовые изделия отличаются экологической безопасностью и обладают увеличенным сроком годности при повышенном качестве [70, 142, 156, 165].

Проанализированные пищевые пленки и способы их изготовления свидетельствуют о высоком биопотенциале полисахаридов морских водорослей в качестве структурообразующих агентов в составе коптильно-водорослевых биогелей. Однако данный вопрос требует специального изучения, в том числе воздействия коптильных компонентов и высоких температур, применяющихся в производстве рыбы горячего копчения.

С технологической точки зрения интересны способы обработки фруктов и ягод (вишня, ананас, яблоки и др.) пленкой на основе альгината натрия, в которую внесен глицерин, обеспечивающий повышенную сохранность биологически активных веществ [119, 128, 135, 142, 144].

Испанские исследователи проводили изучение влияния биоразлагаемой съедобной плёнки на цвет обрабатываемых изделий и сохранение биологически активных веществ. В основной состав композиции входили альгинат натрия, лимонная и аскорбиновая кислоты, глицерин. Полученные результаты показали, что за счет проникновения альгината натрия в структуру обрабатываемого сырья в период хранения происходит сохранение цвета [134].

Интересен опыт применения в пищевой промышленности съедобной плёнки на основе мясного и куриного бульонов с сахарным сиропом и водой, в который введены альгинат натрия, витамин С, эфирные масла укропа или чеснока. Показано, что такая обработка способствует повышению биологической ценности готового изделия за счёт барьерного эффекта на поверхности продукта [74].

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности широкой вариабельности химического состава съедобных пленок, в состав которых входят полисахариды водорослей. Например, получена съедобная плёнка на основе альгината натрия и экстракта семян грейпфрута, которая обладает антимикробной активностью и нацелена на повышение безопасности и увеличение срока годности широкого спектра продукта [153].

Для получения биоразлагаемой и съедобной плёнки также используется полисахарид агар, получаемый из красной водоросли анфельции. Известны нанокomпозиционные плёнки на основе агара, которые используются для упаковки готового изделия с целью предотвращения бактериальной порчи продукта [123, 150]. Разработаны двухслойные плёнки из экстракта агара и альгината натрия. Сначала формируется первый слой и подвергается принудительной сушке, затем наносится второй слой. После этого плёнки можно применять в качестве упаковочного материала, который позволяет увеличить срок хранения готового продукта [162].

Существует способ получения биоразлагаемой пленки на основе пектина и хитозана [69]. В Индии разработан метод обработки овощей съедобной пектиновой плёнкой для снижения образования налёта свежесрезанных овощей [151]. В Бразилии разработали съедобную бионанокomпозиционную плёнку на основе пектина и масла гвоздики для покрытия пищевых продуктов с целью повышения биологической ценности и сроков хранения [152]. Известен способ получения съедобной плёнки на основе пектина и фруктовых экстрактов с целью обогащения пищевого продукта и придания улучшенного цвета изделию [126].

Плётка на основе крахмала или каррагинанов, полученных из красных водорослей, с добавлением сорбата калия и  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , разрабатывалась в качестве антимикробного агента для кусочков тыквы и других овощей [133].

В Аргентине учёные создали съедобные пленки и покрытия из хитозана для сохранения качества теста и увеличения срока его хранения. Состав хитозановой пленки включает в себя биополимер хитозан, получаемый из панцирей хитинсодержащего сырья (креветок, крабов), а также другие биополимерные компоненты (крахмал, целлюлоза). За счет своей избирательной проницаемости пленки из хитозана играют роль микробного фильтра, что позволяет удлинить срок годности обработанных изделий [30, 98].

Эксперимент, проведённый в Министерстве сельского хозяйства США с яблоками, покрытыми хитозановой плёнкой, показал, что яблоко оставалось свежим около 6 месяцев, так как образовавшаяся плётка препятствовала окислению и потемнению его тканей [30].

К недостаткам чистых хитозановых пленок относятся их вязущий привкус, хрупкость и низкая прочность по сравнению с полимерами, в состав которых входят водорослевые полисахариды (агар, каррагинан и др.).

Учёные Орегонского университета изучили съедобную плётку на основе хитозана и альгиновой кислоты, пектина и кретоновой кислоты. Испытания проводились на рыбе горячего копчения (салака, горбуша). При определении качества готового изделия определялись влага, кислотное и перекисное числа, микробиологические показатели. Полученные результаты ученых показали, что плётка способствует со-



хранению влаги в продукте, происходит увеличение сроков годности за счёт подавления роста микроорганизмов и предотвращения окислительной порчи [30].

В последние годы все шире стали использоваться различные способы получения комбинированных биоразлагаемых плёнок на основе комплекса хитозана и каррагинана. Такие пленки предназначены как для пищевых, так и для медицинских целей. Они обладают повышенной механической прочностью и улучшенным барьерным эффектом, что позволяет сохранять скоропортящиеся продукты (хлеб, кондитерские изделия) в течение 2-х месяцев без видимых для глаза человека изменений [3].

Анализ приведенных литературных материалов в области получения и применения пленок позволяет сделать вывод, что внесение в состав жидких коптильных сред водорослевых экстрактов, содержащих полимерные компоненты, позволит потенциально увеличить стойкость копченого продукта к повреждающим факторам хранения (микробиальная и окислительная порча). Формирование пленки, придаст прочность телу рыбы и ее мышечной ткани при тепловой обработке, вызывающей денатурацию белков мышечной ткани, сохранит целостность рыбы или ее части (филе), улучшит внешний вид продукта, а также обеспечит дополнительную защиту от внешних повреждений (барьерный эффект).

Использование в качестве структурообразователя и носителя БАВ экстракта красных водорослей *F. lumbricalis* в совокупности с отечественным коптильным ароматизатором «Жидкий дым» позволит получить коптильно-водорослевый биогель с уникальными функциональными свойствами, термо- и кислотоустойчивый, что требуется в технологии горячего копчения рыбы. При этом будут уменьшены потери массы рыбы при тепловой обработке, а готовая продукция будет обладать повышенной хранимоспособностью. При обработке рыбы таким биогелем на ее поверхности будут сконцентрированы не только коптильные компоненты, но и функциональные БАВ-ы водорослей (красящие пигменты, органические кислоты, минеральные вещества и др.), что позволит пролонгировано сохранять гастрономическую привлекательность и пищевые достоинства продукции. Важно, что такая копченая рыба будет экологически безопасной, поскольку в ней не будут содержаться вредные канцерогенные вещества типа ПАУ.

## Заключение по литературному обзору

Получение коптильно-водорослевого биогеля на основе экстракта биологически активных веществ фуцеллярии (*Furcellaria lumbricalis*) и обоснование его применения в экологически безопасном горячем копчении рыбы повышенной биологической ценности с заданными характеристиками качества актуально и имеет научно-прикладное значение.

На основании анализа литературных источников сформулированы цель и задачи собственных исследований.

Целью диссертационной работы является научное обоснование использования биопотенциала красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* для получения фикоколлоидного коптильно-водорослевого биогеля и его применения для производства рыбы горячего копчения повышенной биологической ценности в экологически безопасном и ресурсосберегающем процессе.

Для достижения поставленной цели сформулированы **основные задачи**:

1. Исследовать биопотенциал красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*;
2. Обосновать получение коптильно-водорослевого биогеля на основе композиции водного экстракта красных водорослей *F. lumbricalis* и КА «Жидкий дым»;
3. Изучить органолептические физико-химические и технологические характеристики полученного коптильно-водорослевого биогеля;
4. Обосновать применение коптильно-водорослевого биогеля в технологии рыбы горячего копчения повышенной биологической ценности;
5. Исследовать хранимоспособность рыбы горячего копчения, изготовленной новым бездымным способом;
6. Изучить основные показатели качества, биологической ценности и безопасности экспериментальных образцов рыбы горячего копчения;
7. Провести производственные испытания разработанной технологии;
8. Разработать техническую документацию и обосновать эффективность новой технологии.

## 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Схема исследований

Разработана модель исследований, в соответствии с которой проводилось научное обоснование получения экологически безопасной рыбы горячего бездымного копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля (рисунок 2.1).

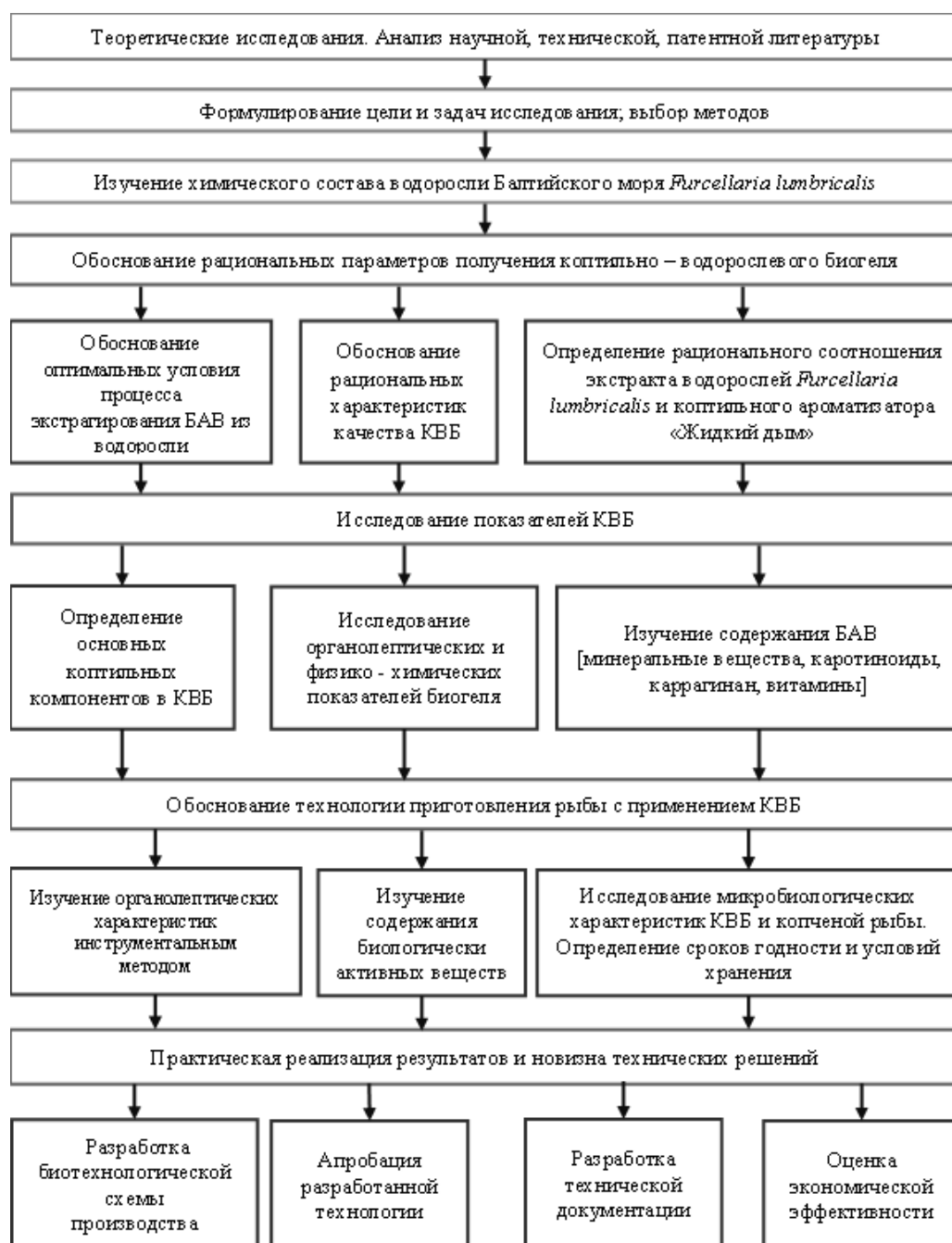


Рисунок 2.1 – Общая схема исследований

Основные исследования по получению экспериментальных образцов коптильно-водорослевого биогеля и обработанной им рыбы проводились на кафедре пищевой биотехнологии в Центре передовых технологий использования белков ФГБОУ ВО «КГТУ», в лабораторном центре «АтлантНИРО» Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» и научно-исследовательской и консультационной лаборатории UBF GmbH в г. Альтландсберг (Германия).

Экспериментальное обоснование получения коптильно-водорослевого биогеля осуществляли поэтапно. На первом этапе изучался химический состав красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*. На следующей ступени проводили испытания по изготовлению коптильно-водорослевого биогеля с заданными органолептическими, адгезионными и функциональными свойствами. Для этого получали различные водные экстракты красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* и смешивали их в различных соотношениях с коптильным ароматизатором «Жидкий дым», обосновывая параметры получения целевого биогеля с заданными свойствами.

На следующем этапе проводили анализ основных характеристик коптильно-водорослевого биогеля путем оценки содержания основных функциональных ингредиентов, исследования структурно-механических свойств, физико-химических и микробиологических характеристик, а также показателей безопасности.

Практический этап исследования включал обоснование применения коптильно-водорослевого биогеля для получения рыбы бездымного горячего копчения с традиционными свойствами, функционального уровня качества и безопасную по регламентированным показателям. Для этого обосновывали технологическую схему производства копченой рыбы, делая акцент на оптимизацию способа нанесения коптильно-водорослевого биогеля и формирование гастрономически привлекательных свойств. В готовой продукции анализировали инструментальным методом характеристики цвета, как ключевых показателей копченой рыбы, изучали также органолептические и физико-химические свойства. При обосновании срока годности новой продукции определяли в динамике изменение микробиологических показателей рыбы и накопление продуктов деградации азота (азот летучих оснований,

минный азот) и липидов (перекисное и альдегидное числа). Безопасность готовой продукции оценивали по содержанию канцерогенных веществ (бенз(а)пирена и других ПАУ), а также регламентированных химических токсикантов.

На заключительном этапе проводили промышленные испытания по получению рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля в производственных условиях, разрабатывали техническую документацию и оценивали эффективность внедрения новой технологии в производство.

## 2.2 Объекты исследования

Основными объектами исследований являлись красные водоросли Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, рыбное сырье, полуфабрикаты и копченая рыба, а также технологии получения коптильно-водорослевого биогеля и рыбы горячего бездымного копчения.

Копченые рыбные изделия изготавливали из мороженой скумбрии атлантической и салаки охлажденной, отвечающих требованиям действующей технической документации (ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия»; ГОСТ 814-2019 «Рыба охлажденная. Технические условия»).

Усреднённый химический состав рыбного сырья представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Общий химический состав мышечной ткани рыбного сырья, %

Вид рыбы	Вода	Белок	Липиды	Минеральные вещества
Скумбрия	66,9±1,3	17,4±0,3	14,2±0,1	1,5±0,1
Салака	73,2±0,7	18,5±0,3	7,5±0,1	0,8±0,1

Из таблицы 2.1 видно, что в качестве сырьевых объектов исследования выбраны различные по жирности, но традиционные для копчения виды рыб, что позволяет изучить формирование эффектов копчения (цвета, аромата, вкуса) с учетом фактора химического состава.

Красные водоросли *Furcellaria lumbricalis* были собраны на берегу Балтийского моря в районе мыса Таран близ посёлка Донское в Калининградской области в октябре 2020 года. После сбора водоросли высушили до содержания воды 19%. Затем их хранили при температуре 23–25 °С в сухом и хорошо проветриваемом месте.

Все эксперименты проводились с использованием одной партии водорослей. Перед началом экспериментов водоросли измельчали до размера частиц примерно 3 мм с помощью измельчителя LUMME LU-1845. Изученный химический состав водорослей представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Общий химический состав водоросли *Furcellaria lumbricalis*, г/100г сухого вещества\*

Вид водоросли	Белки	Липиды	Полисахариды	Минеральные вещества
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	23,3±0,2	0,33±0,1	60,44±0,5	15,93±0,3

\*содержание сухих веществ 81,9%

Данные таблицы 2.2 свидетельствуют о высоком содержании в составе водорослей полисахаридов, белков и минеральных веществ, которые обуславливают их основной биопотенциал и определяют формирование коллоидных экстрактов, обладающих повышенными адгезионными свойствами.

Для изготовления экспериментальных образцов рыбы горячего копчения по новой «адгезионно-ламинированной» технологии применяли пищевые материалы, соответствующие по качеству требованиям действующей технической документации:

- соль пищевая – ГОСТ Р 51574-2018;
- питьевая вода – СанПиН 2.1.4.1074-01;
- ароматизатор коптильный «Жидкий дым» - ТУ 10.89.19-037-55482687-2017.

В таблице 2.3 представлен фактические и нормативные физико-химические показатели использованного коптильного ароматизатора «Жидкий дым».

Таблица 2.3 – Физико – химические показатели копильного ароматизатора «Жидкий дым»

Показатель	Фактическое значение	Значение по ТУ 10.89.19-037-55482687-2017
Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	13,24±0,8	не менее, 10,0%
Массовая доля фенольных соединений (в пересчете на гваякол), %	3,2±0,1	2,1–4,5
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), %	32,45±1,2	15,0–40,0
pH	1,7-1,9	1,5 - 2,5

### 2.3 Методы исследования

#### Органолептические методы

Определение органолептических показателей рыбного сырья и копченой продукции проводили по ГОСТ 7631 – 2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы исследования органолептических и физических показателей»; ГОСТ 7447 – 2015 «Рыба горячего копчения. Технические условия».

Органолептические характеристики копченой рыбы оценивали также с участием квалифицированных экспертов на основе органолептической балловой шкалы с учётом коэффициентов значимости отдельных показателей (максимальная оценка 20 баллов) [108, 109]. Разработанная шкала для оценки качества рыбы горячего бездымного копчения с применением копильно-водорослевого геля приведена в таблице 2.4.

Для установления срока годности рыбы горячего бездымного копчения органолептическую оценку экспериментальных образцов проводили в соответствии с ГОСТ ISO 16779-2017 «Органолептический анализ. Оценка (определение и верификация) срока годности пищевой продукции».

Таблица 2.4 – Органолептическая 5-балльная шкала оценки качества рыбы горячего бездымного копчения

Показатель	Балл	Коэффициент значимости	Интервал оценки
Внешний вид	1-5	1,0	1,0-5,0
Цвет		0,6	0,6-3,0
Консистенция		0,6	0,6-3,0
Запах		0,8	0,8-4,0
Вкус и послевкусие		1,0	1,0-5,0
Суммарная оценка			20

Примечание: дифференцирование продукции по уровню качества 20-18 баллов – «отличная»; 17,9- 16 баллов – «хорошая»; 15,9-14 баллов – «удовлетворительная»; 13,9 – 12 баллов «неудовлетворительная».

Подготовку проб для микробиологических испытаний проводили в соответствии с ГОСТ 31904-2012 «Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний».

### **Химические и физико-химические методы**

Определение массовой доли воды, поваренной соли и сухих веществ, белков, липидов, общего, небелкового и аминного азота, азота летучих оснований, минеральных веществ (зола), кислотного, перекисного и альдегидного числа липидов в сырье и готовой продукции проводили по общепринятым методам, регламентированным в ГОСТ 7636 – 85, ГОСТ 814 – 2019.

Анализ содержания тяжелых металлов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть) проводили в соответствии с действующими техническими документами: ГОСТ 31707-2012; ГОСТ 30178-96; ГОСТ Р 53183-2008.

Массовую концентрацию полихлорбифенилов (ПХБ) определяли в соответствии с МВИ.МН 2352-2005 при помощи газожидкостной хроматографии.

Массовую концентрацию пестицидов (гексахлорциклогексан (ГХЦГ), 4,4 – дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ)) определяли в соответствии с МВИ.МН 2352-2005, используя газожидкостную хроматографию.



Массовые доли основных коптильных компонентов (фенольные, карбонильные и кислотные вещества) в коптильно-водорослевом биогеле и образцах копченой рыбы определяли спектрофотокolorиметрическими методами при использовании спектрофотометра В – 1200. Содержание фенольных веществ оценивали по цветовой реакции с 4-аминоантипирином (в пересчете на гваякол) с количественным определением по калибровочному графику [151]. Содержание карбонильных веществ определяли с применением 2,4 – динитрофенилгидрозина (в пересчете на фурфурол) [151, 152]. Массовую долю органических кислот анализировали титриметрическим методом в пересчете на уксусную кислоту [151].

Массовую долю гистамина определяли по М-04-55-2009, ФР.1.31.2014.17190 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром».

Содержание легкогидролизуемых полисахаридов (общих углеводов) определяли по методике EC Standard Operating Procedure (SOP 3. III. 04) поляриметрическим методом с предварительным гидролизом. Содержание моносахаров определяли по европейской методике EC SOP 3. III.04 (Luff/School). Содержание водорастворимых витаминов определяли по методике EC SOP 3. IV. 07 с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с мобильной фазой «вода/ацетонитрил/уксусная кислота».

Количество жирорастворимых витаминов определяли по методике EC SOP 3. IV. 02 с применением ВЭЖХ с мобильной фазой «изооктан/ этилацетат» в разном соотношении для каждого витамина.

Содержание сырой клетчатки определяли по методике EC SOP 3. III. 08 с применением горячих растворов 80% уксусной кислоты и этанола, холодного петролейного эфира и вакуума.

Содержание бенз(а)пирена определяли по методике ФР.1.31.2014.17186.

Содержание общих каротиноидов определяли в соответствии с ГОСТ Р 54058-2010 с предварительной экстракцией петролейным эфиром на спектрофотометре УФ-1200 при длине волны 450 нм.

Количественное определение каррагинанов проводили массово-весовым методом. Для этого пробу нагревали на водяной бане в 10%-м растворе гидроксида калия, затем охлаждали, вносили 95%-й этиловый спирт и помещали в морозильную камеру на 1 час, после чего содержимое подвергали центрифугированию, осадок высушивали и взвешивали [79].

Идентификацию минеральных веществ проводили по методике ЕС SOP 3. IV. 42 с применением методов атомно-адсорбционной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Количественное определение йода проводили титриметрическим методом по МУК 4.1.1106 – 02 [45]. Содержание кальция и магния определяли комплексонометрическим методом по ГОСТ 7636-85[90].

Значение pH в экспериментальных пробах определяли с помощью лабораторного pH-метра pH-150 МИ.

### **Физические методы**

Реологические характеристики исследуемых образцов копильно-водорослевого биогеля оценивали на вискозиметре Brookfield CT3; измерения проводили при температуре  $22 \pm 1$  °С. Основным зондом для анализов являлся цилиндр малый с диаметром 1,4 мм; объем проб 30 мл. Определяли показатели вязкости, адгезии, плотности и эластичности.

Объективную оценку цвета экспериментальных образцов копченой рыбы проводили спектрофотометрически при помощи спектроколориметра Capsure в системе CIE L\*a\*b. Физическая сущность показателей системы CIE L\*a\*b заключается в определении спектральных коэффициентов отражения и длины волны, где L – светлота, a – красно-зеленый компонент, b – желто-синий компонент.

Преимуществами данной методики являются объективность и универсальность, так как эта система позволяет сравнивать количественные результаты и устраняет субъективный взгляд человеческого восприятия цвета. Повышения значений показателей L и a в рыбе горячего копчения указывают на более интенсивный процесс цветообразования. Цвет рыбы меняется от светло-коричневого до темно-коричневого по мере роста данных характеристик.

Инструментальную оценку цвета производили при соблюдении следующих постоянных параметров процесса: естественное освещение, температура помещения и продукта в пределах  $20\pm 5^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха - не более 80%, белый фон.

При исследовании цвета использовали рыбу экспериментального (бездымного) и контрольного (дымового) копчения. Для этого в непигментированном участке (сбоку) скумбрии размером  $18\pm 0,5$  см вырезали круги кожного покрова толщиной 2–3 мм диаметром 30 мм.

Для исследования цвета копченой салаки в светлой части брюшном участке рыбы размером  $10\pm 0,5$  см вырезали круги кожного покрова толщиной 1–2 мм и диаметром 15 мм. Далее проводили измерение цвета в системе CIE  $L^*a^*b$  и обработку полученных данных через программное обеспечение Capsure и Argyll CMS 2.3.1.

Инструментальная оценка цвета была использована в качестве параметра при обосновании рациональных значений основных параметров процесса собственно копчения рыбы – продолжительности иммерсионной обработки рыбы (погружения в коптильно-водорослевый биогель) и продолжительности ее тепловой обработки горячим воздухом с  $110\text{--}130^\circ\text{C}$  до кулинарной готовности (температура у позвоночника  $72\text{--}75^\circ\text{C}$ ).

План эксперимента, по инструментальной оценке, показателей цвета, приведен в таблице 2.5.

Для сравнения тоже сырье (скумбрия атлантическая и салака) обрабатывалась традиционным дымовым способом.

Полученные данные, по инструментальной оценке, цвета обрабатывались по формулам 1-3:

$$\text{Насыщенность, } C \qquad C = \sqrt{a^2 + b^2} \qquad (1)$$

$$\text{Угол цветового тона, } H \qquad H = \arctg(b/a) \qquad (2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \qquad (3)$$

где  $\Delta E$  – значение цветового различия (отклонения),

$\Delta L$  – разница координаты светлоты между исследуемым продуктом и эталоном;  
 $\Delta b, \Delta a$  – разница координат цветности между исследуемым продуктом и эталоном.

Таблица 2.5 – План эксперимента инструментальной оценки показателей цвета копченой рыбы бездымным способом с применением КВБ

Образец	Способ копчения	Коптильная среда	Продолжительность	
			тепловой обработки, мин	иммерсионной обработки КВБ*, сек
Скумбрия горячего дымового копчения (ООО «Виктория Балтия»), контроль				
Контроль	дым	ольха	120	-
Скумбрия горячего бездымного копчения, эксперимент				
1	бездымный	коптильно-водорослевый биогель	50	45
2			20	45
3			50	15
4			20	15
5			50	30
6			20	30
7			35	45
8			35	15
9			35	30
Салака горячего копчения, контроль (ООО «За Родину»)				
Контроль	дым	ольха	50	-
Салака горячего бездымного копчения, эксперимент				
1	бездымный	коптильно-водорослевый биогель	30	45
2			10	45
3			30	15
4			10	15
5			30	30
6			10	30
7			15	45
8			15	15
9			15	30

\* - коптильно-водорослевый биогель

После расчетов цветового различия делался вывод о том, в какой степени цвет исследуемого продукта отличался от цвета контрольного продукта, исходя из диапазона значений  $\Delta E$  (таблица 2.6) [17, 18].

Таблица 2.6 – Классификация цветовых различий по системе CIE L\*a\*b

Значение $\Delta E$	Характеристика цветового отличия
0-1	Отклонение неразлично глазом
1-2	Малое отклонение, неразлично глазом
2-3,51	Среднее отклонение, различимо натренированным глазом
3,52-5	Отклонение видно не натренированным глазом
свыше 5	Сильное отклонение

### Микробиологические методы

Для оценки санитарной безопасности копченой рыбы определяли следующие микробиологические показатели в соответствии с действующей технической документацией (ТР ЕАЭС 040/2016): КМАФАнМ, БГКП, *S. aureus*, бактерии рода сальмонеллы, *Listeria monocytogenes*, сульфитредуцирующие клостридии, дрожжи, плесневые грибы.

Испытания проводили по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 32031-2022, ГОСТ 29185-2014.

Определение сроков хранения и сроков годности проводили в соответствии с ПНСТ 826—2023 «Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования» и МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Фунгицидную активность коптильно-водорослевого биогеля проверяли методом лунок в плотную питательную среду. Готовились 2 вида питательных сред: контроль – агар Сабуро; эксперимент – агар Сабуро с коптильно-водорослевым биогелем. В плотных питательных средах вырезали лунки диаметром 10 мм и вносили 150 мкл 72-часовой культуры (*Aspergillus niger*). Далее исследуемые образцы

помещали в темное место при температуре 25°C и в течение 7 суток отслеживали диаметр роста культуры. Исследования проводили в 3-х повторностях [93].

Для изучения степени торможения роста мицелия использовали уравнение Эббота (формула 4) [93].

$$T = [(D_k - D_o) / D_k] * 100\% \quad (4)$$

где,  $D_k$  – диаметр колонии в контроле,

$D_o$  - диаметр колонии в опыте,

$T$  – торможение (в процентах) радиального роста колоний микромицетов при добавлении в питательную среду веществ, подавляющих рост.

### Биологические методы

Оценку общей биологической ценности (ОБЦ) и безопасности рыбы горячего копчения осуществляли с использованием тест-организма – инфузории *Tetrahymena pyriformis* [8, 44] в сравнительных экспериментах с применением образцов дымового (контроль) и бездымного (эксперимент) способов копчения. В качестве эталона для питания инфузорий использовали яичный белок.

При проведении анализа 200 г исследуемых образцов копченой рыбы (скумбрии) измельчали, в пробах определяли содержание белка и в состав среды вносили количество рыбы, удовлетворяющее требуемому содержанию азота (0,6 мг на 2 мл среды углеводно-солевой дрожжевой среды). Для инактивации посторонней микрофлоры пробирки подвергали нагреванию в течение 20 минут при температуре 80°C. После охлаждения до комнатной температуры в исследуемые образцы вносили 0,2 мл 4-х суточной культуры инфузорий *Tetrahymena pyriformis* и помещали в термостат при 25°C на 6 суток, ежедневно подсчитывая количество колоний, при этом отмечали морфологические характеристики. Фиксирование исследуемых образцов проводили спиртовым раствором йода, подсчёт осуществляли при помощи камеры Горяева [8].

Вычисление количества клеток тест-организмов в 1 мкл для всех сеток производится в соответствии с формулой 5:

$$X = \frac{a * 4000 * v}{b}, \quad (5)$$

где  $X$  – количество клеток в 1 мкл среды,  
 $a$  – количество клеток, сосчитанных в количестве малых квадратов;  
 $b$  – количество сосчитанных малых квадратов;  
 $v$  – степень разведения суспензии;  
 $1/4000$  мкл – объем малого квадрата.

## 2.4 Математическое моделирование и оптимизация процессов

Определение оптимальных значений факторов на ключевых операциях технологии приготовления рыбы горячего копчения бездымным способом (получение коптильно-водорослевого биогеля, собственно копчения с применением КВБ) проводили с применением математического моделирования в программном пакете Excel. Для этого использовали ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов [47].

Безразмерные параметры оптимизации  $y_j$  вычисляли на основе частных откликов по методике «приближения к идеалу» по формуле 6.

$$y_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{y_i - y_0}{y_0} \right)^2 \quad (6)$$

где  $y_j$  – значение экспериментального частного отклика;  
 $y_0$  – наивысшее значение  $i$ -го отклика «идеал»;  
 $n$  – количество частных откликов.

Приведенная формула 6 позволяет учесть влияние на качественную характеристику  $y_i$  всех ее составляющих, независимо от их размерности и абсолютных значений. Чем ближе  $y_i$  к нулю, тем «идеальнее» условия эксперимента.

Целевой функцией моделирования параметров процесса является полиномиальное уравнение второго порядка, математически связывающее варьируемые факторы и параметры оптимизации. Результатами реализации планов являются полиномиальные математические уравнения в кодированном и натуральном виде, описывающие функцию отклика в искомой области.

Благодаря ортогональности матрицы планирования коэффициенты модели определяются независимо друг от друга. Расчёт значений коэффициентов полиномиальной модели производился по следующим формулам 7-12:

$$B_0 = \Sigma x_0 y_i / \Sigma x_0^2 \quad (7)$$

$$B_1 = \Sigma x_1 y_i / \Sigma x_1^2 \quad (8)$$

$$B_2 = \Sigma x_2 y_i / \Sigma x_2^2 \quad (9)$$

$$B_{12} = \Sigma x_{12} y_i / \Sigma x_1^2 x_2^2 \quad (10)$$

$$B_{11} = \Sigma (x_1^2 - 2/3) y_i / \Sigma (x_1^2 - 2/3)^2 \quad (11)$$

$$B_{22} = \Sigma (x_1^2 - 2/3) y_i / \Sigma (x_1^2 - 2/3)^2 \quad (12)$$

Проверку значимости коэффициентов модели проводили путем сравнения абсолютной величины коэффициента с его доверительным интервалом, проверку адекватности полученного в кодированном виде уравнения проводили по критерию Фишера (F-критерию) путем сравнения его расчетного значения с табличным. Обработку полученных экспериментальных данных проводили по общепринятому алгоритму для ОЦКП. После математического преобразования получили зависимости, по которым оптимизировали исследуемые процессы. Значения оптимальных факторов получали методом дифференцирования натуральных математических моделей с последующим решением полученных уравнений.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами регрессионного анализа с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office (Microsoft Excel 2010) и Statistica 6.0 при 95%-ном доверительном уровне. Использовались критерии Стьюдента и Кохрена.



### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Обоснование рациональных режимов получения копильно-водорослевого биогеля

В разрабатываемой инновационной технологии бездымного горячего копчения рыбы ключевым аспектом является получение бездымной копильной среды в виде копильно-водорослевого биогеля (КВБ) с заданными характеристиками по органолептическим показателям, содержанию биологически активных веществ (функциональных ингредиентов), реологическим свойствам (вязкость и адгезия) и безопасности (содержание бенз(а)пирена). Изготовление биогеля проводили на основе смешивания водного экстракта красной водоросли Балтийского моря – фурцеллярии и копильного ароматизатора «Жидкий Дым», получая копильную среду с заданными свойствами.

Особенностью данного биогеля является наличие в его составе водорослевых компонентов - полисахарида каррагинана, каротиноидов, органических кислот, минеральных веществ, витаминов и других БАВ, обладающих красящими свойствами и благоприятными физиологическими эффектами, обуславливающими функциональность КВБ (глава 1, п. 1.3) [9, 35, 87, 111].

В результате рыба, иммерсионно обработанная КВБ, после подсушки и соответствующей термообработки приобретает дополнительно защитную пленку на своей поверхности, содержащую не только традиционные копильные компоненты (фенольные, карбонильные и кислотные соединения), но и натуральные биологически активные вещества. В итоге технологический процесс изготовления рыбы горячего копчения существенно упрощается (окувание в биогель, подсушка и термообработка), а готовый продукт приобретает повышенную биологическую ценность.

В период подсушки и тепловой обработки рыбы с биогелем на ее поверхности образуется «копильно-водорослевая пленка», обладающая барьерными и специфическими органолептическими свойствами, адекватными требуемым ха-

рактикам. В результате готовый продукт приобретает сенсорные характеристики, соответствующие традиционной рыбе горячего копчения, – золотисто-коричневый цвет, аромат и вкус копчености. Важным фактором такого способа приготовления копченой рыбы является простота и ускорение процесса, отсутствие необходимости получения коптильного дыма, санитарная чистота. При этом рыба в «коптильно-водорослевой пленке» теряет меньше тканевой влаги, выход готовой продукции повышается, а ее консистенция улучшается.

Для приготовления коптильно-водорослевого биогеля в качестве основных материалов использовали: коптильный ароматизатор «Жидкий Дым» и водоросли Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, с применением которых предварительно готовили водный экстракт. Преимуществом такого экстракта является переход в него полимерного полисахарида, состоящего в основном из смеси  $\kappa/\beta$ -каррагинанов с добавлением небольших количеств  $\gamma$ -каррагинана и  $\epsilon$ -каррагинана (данные взяты из трудов Tuvilene R.) [159]. Эти полисахариды обладают желирующей способностью, в результате повышается вязкость коптильной среды, улучшаются ее адгезионные и красящие свойства.

Другим достоинством такой КВБ является содержание в ней ценных биологически активных веществ (функциональных ингредиентов), рекомендуемых для систематического приема в пищу человеку, не содержащихся в рыбе или дымовой коптильной среде (каротиноиды, витамины, минералы и др.).

На первом этапе работы проводили анализ химического состава водоросли Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis*, оценку содержания БАВ относительно физиологических норм их потребления (МР 2.3.1.0253-21 и МР 2.3.1.1915-04). Обязательным также являлось определение их безопасности по содержанию тяжелых металлов в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Результаты исследования биопотенциала красных водорослей представлены в таблице 3.1. Оценка фурцеллярии по содержанию тяжелых металлов (таблица 3.2) свидетельствует об их химической безопасности.

Таблица 3.1 – Содержание основных химических веществ в сушёной водоросли Балтийского моря *F. lumbricalis* [36].

Показатели	Содержание, на сухое вещество	Степень удовлетворения суточной нормы на 100 г водорослей, % (МР 2.3.1.0253–21, МР 2.3.1.1915–04)
Белки, г\100г	23,3±0,2	М*: 20,4; Ж**: 25,9
Жиры, г\100г	0,33±0,1	М*: 0,3; Ж**: 0,3
Общее количество легкогидроизируемых полисахаридов, г\100 г в т. ч.,	58,6±0,1	
- фуцелларан,	7,5±0,1	18,7
- каррагинаны	50,67±0,1	845
- моносахара	0,43±0,1	40
Негидролизуемые полисахариды	1,84±0,1	
Минеральные вещества, г \100 г	15,9±0,3	
Сухие вещества, %	81,9±0,2	
Каротиноиды, мг\100г	1,81±0,02	36,2
Лютеин, мг\100г	1,7±0,1	34,0
Кальций, мг\100г	1104,6±0,1	110,4
Цинк, мг\100г	6,0±0,1	50,0
Марганец, мг\100г	2,5±0,1	125
Натрий, мг\100г	215,4±0,1	16,6
Калий, мг\100г	518,8±0,3	14,8
Магний, мг\100г	688,9±0,3	164,0
Хром, мг\100г	0,1±0,1	250,0
Медь, мг\100г	1,7±0,1	170,0
Йод, мкг\100г	58,1±0,2	38,7
Водорастворимые витамины, мг/100г		
В <sub>1</sub>	7,68±0,1	512
В <sub>2</sub>	15,8±0,1	877
В <sub>6</sub>	2,3±0,1	100
Жирорастворимые витамины, мг/100г		
Д <sub>3</sub>	0,051±0,1	340
Е	8,32±0,1	55
К <sub>2</sub>	0,1±0,1	83,3

Примечание: \*-мужчины; \*\*-женщины

Результаты таблицы 3.1 свидетельствуют о том, что красные водоросли *F. lumbricalis* являются богатым источником полисахаридов, влияющих на вязкость растворов (каррагинаны - 50,67%), а также функциональных компонентов, которые обладают антиоксидантными и антисептическими характеристиками, способствуют образованию цвета (каротиноиды - 1,81 мг/100 г; лютеин - 1,7 мг/100 г; йод - 58,1 мг/100 г; марганец, медь). Биологическую ценность водорослей усиливают минеральные вещества, которые обладают важными физиологически активными свойствами (мг/100 г): кальций (1104,6 мг/100 г); магний (688,9); калий (518,8); натрий (215,4) и др. [99].

Таблица 3.2 – Содержание тяжёлых металлов в талломах сушёной водоросли Балтийского моря *F. lumbricalis* [36].

Показатели	Содержание	ТР ТС 021/2011, не более мг/кг
Свинец	0,1±0,1	0,5
Мышьяк	0,362±0,1	5,0
Кадмий	0,017±0,1	1,0
Ртуть	0,001±0,1	0,1

Из таблицы 3.2 следует, что водоросли по содержанию тяжёлых металлов удовлетворяют требования технической документации и могут применяться для пищевых целей, в том числе для получения КВБ.

Таким образом, сушёные водоросли *F. lumbricalis* обладают высоким биопотенциалом по содержанию биологически активных веществ и удовлетворяют требованиям документации по химической безопасности. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования водорослей в пищевых целях.

При создании копильно-водорослевого биогеля одной из важных задач являлось обоснование массового соотношения (гидромодуля) водного экстракта фуруцеллярии и копильного ароматизатора. Для этого необходимо было первоначально обосновать режим экстрагирования фуруцеллярии, позволяющий получать

водорослевый экстракт с благоприятными значениями органолептических и реологических характеристик по показателям адгезии и вязкости.

Основными факторами, влияющими на качество водорослевого экстракта, являются температура, продолжительность экстракции и гидромодуль (соотношение воды и водоросли), а также способ предварительной обработки водоросли.

Известно, что при увеличении степени измельчения исходного сырья происходит рост площади активного контакта и количественного выхода БАД в процессе экстрагирования. С целью определения рациональной степени измельчения в экспериментах сырьё диспергировали до размеров 5 – 7 мм, 2 – 4 мм и 2 мм. Содержание каррагинанов в сухой массе водорослей составило 50,67% к массе сухого вещества (табл. 3.1).

На первом этапе предварительно измельчённые сушёные красные водоросли первоначально замачивали в воде для восстановления структуры. Водоросли заливали водой комнатной температуры до полного покрытия (гидромодуль в данном эксперименте 1:200) и выдерживали при комнатной температуре в течение 2 часов. Данные по обоснованию рациональной степени измельчения водоросли представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Влияние степени измельчения красной водоросли *Furcellaria lumbricalis* на выход каррагинанов в водный экстракт

№	Степень измельчения, мм	Содержание каррагинанов, % к сухой массе сырья	Содержание каррагинанов, % к сухой массе экстрагированного сырья	% каррагинанов, перешедших в водный экстракт
1	Неизмельчённые	50,67	43,5±0,1	12,3±0,1
2	5-7		39,9±0,1	19,6±0,1
3	2-4		39,6±0,1	20,2±0,1
4	менее 2		39,5±0,1	20,3±0,1

Из данных таблицы 3.3 видно, что процесс экстракции каррагинанов из измельчённого сырья протекает не совсем эффективно (степень измельчения 12,3%). По мере уменьшения размера измельченных частиц водоросли происходит увеличение степени экстрагирования каррагинанов (19,6 – 20,3%).

В ходе исследования было установлено, что измельчение водоросли до размера частиц менее 2 мм усложняет процесс фильтрации экстракта, а также повышается его мутность, при этом степень извлечения каррагинанов (20,3%) практически не повышается относительно процесса с частицами в системе 2–4 см (20,2%). Поэтому рациональной степенью дисперсности сушеной фуцеллярии, направляемой на экстракцию, считали 2–4 мм.

На следующем этапе экспериментов готовили водные экстракты красной водоросли с различными значениями гидромодуля. Схема экспериментов, диапазоны изменения основных факторов (продолжительность экстрагирования и температура), а также результаты (частные отклики – характеристики экстрактов) представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – План эксперимента и его результаты по обоснованию рационального режима получения водорослевого экстракта методом водной экстракции

Компоненты экстракта, масс. %		Гидромодуль	Продолжительность экстрагирования, мин	Температура экстрагирования, °С	Характеристика экстракта			
водоросли	вода				однородная/ неоднородная	вязкость, сПз	цвет	рН
15,7	84,3	1:5	60	80-85	однородная	879	коричневый	6,4
			120		неоднородная	1085		6,5
			180			1250		6,5
8,9	91,1	1:10	60		однородная	521		6,5
			120			495		6,7
			180		неоднородная	594		6,7
4,7	95,3	1:20	60		однородная	235	светло-коричневый	6,8
			120			184		7,1
			180			127		6,9

В качестве параметра оптимизации использовали ожидаемую органолептическую оценку экстракта с требуемыми показателями качества (окрашивание - коричневый цвет; вязкость - текучая коллоидная жидкость; адгезия - высокая степень прилипания к поверхности). Одновременно измеряли количественные значения вязкости коллоидного раствора и его pH.

Из данных таблицы 3.4 видно, что наилучшими характеристиками обладают экстракты с гидромодулем 1:10 (восстановленные водоросли: вода). В качестве температуры экстрагирования наиболее рациональным является диапазон 80 – 85°C, в котором рекомендуемая продолжительность процесса экстрагирования составляет 120 минут.

На следующем этапе обосновывали рациональный состав коптильно-водорослевого биогеля, устанавливаемый по соотношению водорослевого экстракта с «Жидким дымом».

Первоначально исследовали реологические свойства смеси коптильного ароматизатора (КА) «Жидкий дым» и водорослевого экстракта для получения желаемых вязкостно-адгезионных свойств новой коптильной среды (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Реологические характеристика образцов КВБ, полученных при разном соотношении водорослевого экстракта и КА

Состав КВБ, масс. %		Массовое соотношение	Реологические характеристики КВБ					Характеристика консистенции, цвета
ВЭ*	КА**		Вязкость, сПз	Адгезия, мДж, при продолжительности контакта, с				
				10	20	30	40	
50	50	1:1	289	782,5	792,6	784,3	753,5	жидкая, светло-коричневый
33	67	1:2	245	701,3	826,6	756,6	721,3	
67	33	2:1	412	986,5	1058,6	1258,4	1012,5	слабо вязкая, однородная, коричневый
75	25	3:1	492	1299,5	2836,5	3621,4	2297,9	вязкая, однородная, коричневый
25	75	1:3	201	524,2	575,3	498,5	456,7	очень жидкая, светло-коричневый

\*-водорослевый экстракт; \*\*-коптильный ароматизатор «Жидкий дым»

Наилучшими значениями вязкости и адгезии для проектируемой КВБ, соответствующими ожидаемым органолептическим свойствам, считали величины: вязкость – 500 сПз, адгезия – 3500 мДж [88].

Из данных таблицы 3.5 видно, что в образцах с соотношением «экстракт: коптильный ароматизатор «Жидкий дым», как 1:1, 1:2 и 1:3, зафиксированы наименьшие показатели вязкости и пониженная адгезионная способность при различных продолжительностях воздействия.

Желаемые структурно-механические характеристики наблюдаются при соотношении 3:1, поэтому данный состав КВБ считали рациональным для использования при получении рыбы горячего копчения.

### **3.2 Технология изготовления коптильно-водорослевого биогеля**

С учетом полученных данных была разработана схема технологического процесса получения КВБ с заданными свойствами, представленная на рисунке 3.1.

На первом этапе приготовления коптильно-водорослевого биогеля проводят измельчение сухих водорослей до размера частиц 2-4 мм, что позволяет более эффективно провести процессы восстановления сырья и экстрагирования БАВ.

Восстановление водорослей осуществляют путём их погружения в воду комнатной температуры (20–25 °С) на 2 часа. Процесс идет при массовом соотношении «вода: водоросли», как 200:1.

Предварительно водоросли промывают и заливают водой, затем выдерживают систему при температуре 80 – 85 °С в течение 2-х часов для получения основного экстракта при гидромодуле 1:13.

Эти параметры процесса обеспечивают переход в раствор функциональных и биологически активных веществ водоросли, формирование в экстракте заданных показателей вязкости и биологической ценности.



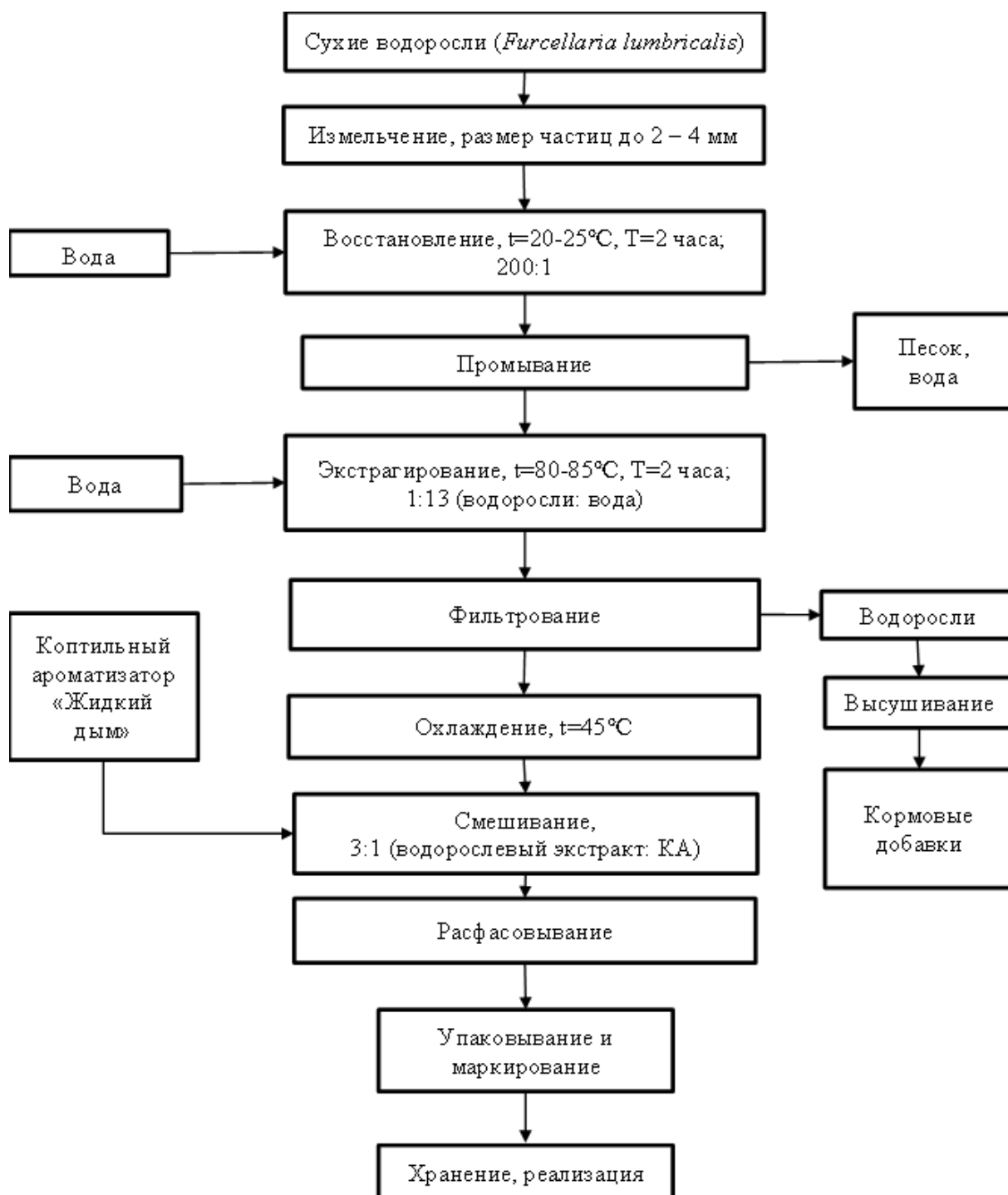


Рисунок 3.1 – Технологическая схема получения коптильно-водорослевого

Полученный водорослевый экстракт фильтруют через сетчатый фильтр, охлаждают до температуры 45°C и используют в дальнейшем как составную часть КВБ. Водорослевый остаток высушивают и направляют на кормовое использование.

Подготовленный водорослевый экстракт смешивают с коптильным арома-

тизатором «Жидкий дым» в массовом соотношении 3:1 при постоянном и тщательном перемешивании. Полученный гель является коптильно-водорослевым биогелем, предназначенным для горячего копчения рыбы.

Технологический процесс получения коптильно-водорослевого биогеля регламентирован в технологической инструкции ТИ 10.20.24 – 032 – 3904014891-2024 по производству коптильно-водорослевого биогеля «Морской дым» (Приложение Б).

### 3.3 Оценка качества и безопасности коптильно-водорослевого биогеля

При создании нового коптильно-водорослевого биогеля на основе экстракта фуруцеллярии важным аспектом считали его способность обеспечивать традиционные эффекты копчения (технологическая функциональность по окрашиванию, формированию аромата и вкуса копчености, проявлению консервирующих свойств), а также учитывали биологическую ценность и безопасность. Сравнительная характеристика полученного КВБ относительно традиционного коптильного препарата «Жидкий дым» представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Показатели качества коптильно-водорослевого биогеля и коптильного ароматизатора «Жидкий дым»

Наименование показателя	КВБ	Коптильный ароматизатор «Жидкий дым»
Органолептические показатели (внешний вид, цвет, запах, консистенция)	Натуральный аромат и вкус копчености; цвет светло-коричневый, однородный; консистенция вязкая, липкая, однородная	Резкий копченый аромат и вкус; цвет темно-коричневый; консистенция жидкая

Продолжение таблицы 3.6

Массовая доля органических кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %	2,3±0,1	13,2±0,1
Массовая доля фенольных соединений (в пересчете на гваякол), %	1,9±0,1	3,2±0,1
Массовая доля карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол), %	5,6±0,1	18,5±0,3
Каротиноиды, % на сухое в-во	2,05±0,1	-
Лютеин, % на сухое в-во	1,2±0,1	-
Каррагинан, % на сухое в-во	44,6±0,1	-
Вода, %	83,2±0,2	89,8±0,6
Сухие вещества, %	16,8±0,2	10,2±0,1
Минеральные вещества, мг/100г		
Кальций	885,6±0,5	-
Калий	424,3±0,3	-
Йод, мкг/100г	41,3±0,1	-
Магний	563,4±0,5	-
Натрий	175,3±0,2	-
Вязкость, при 20°C, сПз	492±1,3	12±0,8
pH	6,3	1,9
Водорастворимые витамины, мг/100г		
B <sub>1</sub>	6,8±0,1	-
B <sub>2</sub>	12,7±0,1	-
B <sub>6</sub>	1,7±0,1	-
Жирорастворимые витамины, мг/100г		
D <sub>3</sub>	0,38±0,1	-
E	6,67±0,1	-
K <sub>2</sub>	0,01±0,1	-

Из данных таблицы 3.6 следует, что полученный коптильно-водорослевый биогель относительно «Жидкого дыма» имеет пониженное содержание основных

копильных веществ (фенольных, карбонильных и кислотных), что свидетельствует о несколько меньшей выраженности в нем аромата и вкуса копчености. При этом у КВБ относительно КА значительно повышена вязкость (492 сПз против 12 сПз), что обусловлено наличием полисахарида каррагинана и предопределяет его высокие адгезионные свойства и способность за один прием обработки наносить на поверхность рыбы повышенное количество копильной среды.

При этом органолептические свойства обеих копильных сред по наличию традиционных аромата и вкуса копчености различаются незначительно. КВБ имеет выраженные оттенки запаха дыма, приятно обогащенные «морскими» ароматами компонентов фуцеллярии, которые гармонично сбалансированы с характерными признаками копчения.

Из таблицы 3.6 также следует, что КВБ обладает повышенной биологической ценностью относительно копильного ароматизатора «Жидкий дым» по содержанию провитаминов и витаминов (каротиноиды, лютеин, водо- и жирорастворимые витамины), ценных минеральных веществ (кальций, калий, йод, магний, натрий). Результаты анализа показали, что 10 г КВБ (примерное количество наносимой на поверхность рыбы копильной среды) удовлетворяет суточную потребность в витаминах В<sub>1</sub> – на 45,3%, В<sub>2</sub> – на 66,7%, В<sub>6</sub> – на 8,5%. Отмечено удовлетворение суточной нормы в жирорастворимых витаминах при употреблении 5 г КВБ: D<sub>3</sub> – на 126,7%, E – 223%. Установленные количества минеральных веществ, относящихся к функциональным ингредиентам, удовлетворяют суточную потребность при употреблении 10 г КВБ следующим образом: калия - на 1,2%, кальция - на 8,86%, натрия - на 1,34, магния - на 13,42% и йода - на 27,5%.

Присутствие в копильно-водорослевом биогеле каротиноидов (2,05%), являющихся натуральными БАВ-ми, которые обладают окрашивающим эффектом, потенциально способствует эффективному формированию заданного коричневого цвета на поверхности рыбы и компенсирует пониженное содержание в КВБ относительно КА карбонильных веществ, ответственных за образование цвета копчености. При этом каротиноиды по своей природе обладают антиоксидантной и ан-

тимикробной активностью [22, 158, 160], что потенциально улучшает стойкость при хранении КВБ и обработанных гелем продуктов.

Достоинством КВБ является также наличие в нем лютеина — пигмента оранжевого цвета, относящегося к природным ксантофиллам, к группе кислород-содержащих каротиноидов. Он тоже является натуральным антиоксидантом, ингибирует окисление жиров и белков рыбного продукта [158].

В процессе экспериментов изучались органолептические характеристики копильно-водорослевого биогеля и их изменения, происходящие в период хранения. Готовую КВБ упаковывали в стеклянную тару и хранили при температуре 20°C без света. Полученные данные приведены в таблицах 3.7-3.9.

Таблица 3.7 – Органолептические показатели КВБ в период хранения

Показатель	Срок хранения, мес.			
	1	2	3	4
Консистенция	вязкая, слабо текучая, однородная			
Цвет	темно-коричневый			
Запах	выраженный аромат копчености с «морским» оттенком			
	Срок хранения, мес.			
	5	6	7	8
Консистенция	вязкая, слабо текучая, однородная		текучая, слегка неоднородная	
Цвет	темно-коричневый			
Запах	выраженный аромат копчености с «морским» оттенком		кисловатый, аромат копченый с «морским» оттенком	

Из данных таблицы 3.7 можно видеть, что в процессе хранения происходили изменения в органолептических показателях КВБ. Коллоидная система КВБ после 6 месяцев постепенно теряла свою однородность, наблюдалось расслоение консистенции (синерезис), на поверхности образовывалась свободная жидкость. На 8-м месяце хранения появился посторонний кисловатый запах, не свойственный свежее

приготовленной КВБ, ослабел основной оттенок копчености, усилились «морские» ароматы (йодные, илистые).

Эти признаки обусловлены химическими изменениями в системе КВБ, в том числе реакциями взаимодействия компонентов (полимеризации, поликонденсации, окисления), приводящими к образованию и распаду новых химических веществ (кислот, азотистых оснований, газов) [145, 161].

Структурно-механические изменения в КВБ при хранении изучали по изменению показателей вязкости и адгезии (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Реологические характеристики КВБ в процессе хранения

Показатель	Срок хранения, мес.			
	1	2	3	4
Вязкость, сПз	501	492	490	491
Адгезия, мДж	3624,8	3611,2	3610,1	3608,4
	Срок хранения, мес.			
	5	6	7	8
Вязкость, сПз	485	456	401	389
Адгезия, мДж	3451,8	3289,3	3059,6	2846,6

Анализ результатов, представленных в таблице 3.8, показал, что в процессе хранения прочностные характеристики в копильно-водорослевом биогеле ослабевали, что связано со старением системы, ее постепенным распадом – синерезисом. В результате после 6 месяцев хранения теряются необходимые реологические свойства (вязкость и адгезия), на поверхности коллоида появляется вода. Таким образом, можно констатировать предельный срок хранения КВБ – 6 месяцев.

О санитарно-гигиенической безопасности КВБ в процессе хранения судили по микробиологическим показателям биогеля (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Микробиологические показатели КВБ в период хранения

Показатель	Требования ТР ТС 021/2011	Продолжительность хранения, мес				
		0	2	3	6	8
КМАФАнМ КОЕ/г	не более $5 \cdot 10^3$	менее $1,5 \cdot 10^2$			менее $1,5 \cdot 10^3$	
БГКП	не допускается в 1г	не обнаружены				
Плесени, дрожжи КОЕ/г	не более 500 (сумма)	не обнаружены				

Как видно из данных таблицы 3.10, в процессе хранения в течение 8 месяцев не было зафиксировано микробиологической порчи КВБ. Такой эффект может быть связан с наличием в составе КВБ соединений с антисептическим эффектом (фенолы, кислоты, высокомолекулярные альдегиды, каротиноиды, лютеин).

Для изучения возможного подавления плесневых грибов исследовали фунгицидную активность коптильно-водорослевого биогеля методом лунок (рисунок 3.2 и таблица 3.10) [96]

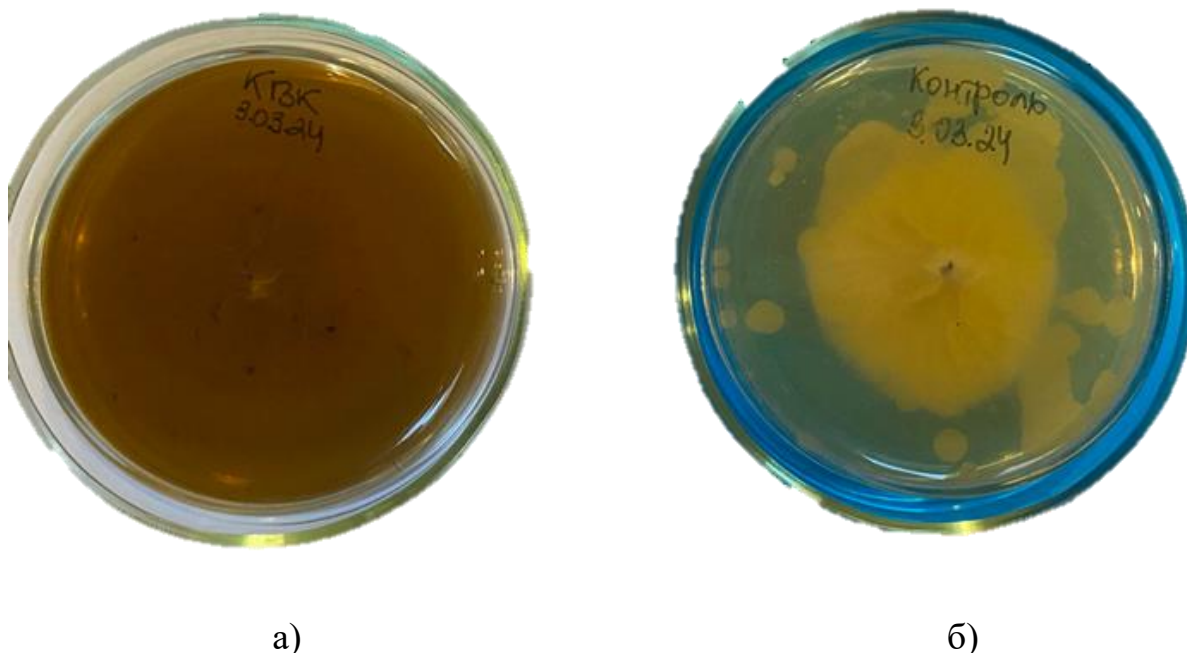


Рисунок 3.2 – Рост плесени *Aspergillus niger* через 72 часа после  
а) среда с КВБ (эксперимент); б) среда без КВБ (контроль)

Таблица 3.10 – Показатели фунгицидной активности коптильно-водорослевого биогеля через 72 часа

Микромицеты	Ширина ингибирования, мм		Торможение радиального роста колоний, Т%
	КВБ	Контроль	
<i>Aspergillus niger</i>	50 ±0,1	63±0,1	20,63±0,1

Данные таблицы 3.10 и рисунка 3.3 свидетельствуют о выраженной фунгицидной активности коптильно-водорослевого биогеля в отношении микромицета *Aspergillus niger*. Результаты позволили констатировать, что компоненты коптильного ароматизатора «Жидкий дым» и экстракта красных водорослей проявляют синергетический эффект, способствующий росту фунгицидной активности.

Безопасность полученного КВБ изучали по содержанию в нем канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Сравнительные данные по количеству бенз(а)пирена в коптильно-водорослевом биогеле и КА «Жидкий дым» приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Содержание бенз(а)пирена в коптильных средах (КВБ и КА)

Показатель	Содержание		Требования ТР ТС 021/2011
	КВБ	Жидкий дым	
Бенз(а)пирен, мг/кг	менее 0,001	0,17	не более 0,005

Из таблицы 3.11 видно, что КВБ имеет значительно пониженное содержание бенз(а)пирена (менее ошибки измерения) по сравнению с коптильным ароматизатором «Жидкий дым», что свидетельствует о канцерогенной безопасности полученного биогеля.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что КВБ обладает повышенной биологической ценностью и выраженной безопасностью относительно традиционной жидкой коптильной среды.

Качество и безопасность новой коптильной среды, предназначенной для бездымного горячего копчения рыбы, регламентировано разработанной техниче-



ской документацией: ТУ 10.20.24 – 032 – 3904014891-2023 «Коптильно-водорослевая композиция «Морской дым» (Приложение В).

### **3.4 Оптимизация иммерсионной обработки рыбы коптильно-водорослевым биогелем**

С целью установления влияния коптильно-водорослевого биогеля на качество целевой продукции (рыбы горячего копчения) проводили математическую оптимизацию технологического процесса иммерсионной обработки КВБ, заключающегося в окунании модельных кусочков соленого полуфабриката рыбы, с последующей подсушкой, обеспечивающей формирование коптильной пленки на поверхности образцов.

План эксперимента разработан на основе ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов (раздел 2.4).

В качестве объектов исследования использовали образцы кусочков подсоленной рыбы. В качестве основных факторов варьировали продолжительность иммерсионной обработки и продолжительность подсушки КВБ при температуре 60°C. Данные факторы оказывают ключевое влияние на качество коптильной пленки (равномерность покрытия, цвет, органолептическое восприятие копчености). В качестве частных откликов были выбраны показатели, характеризующие основные характеристики рыбы горячего копчения (цвет, содержание фенольных веществ (степень прокопченности) и масса подсушенной пленки). Частные отклики объединяли в обобщенный безразмерный параметр оптимизации методом приближения к «идеалу» [42, 103, 104].

Данные экспериментов и их результаты представлены в таблицах 3.12-3.15.

Таблица 3.12 – Пределы варьирования и уровни изменяемых факторов при оптимизации иммерсионной обработки рыбы КВБ

Фактор	Уровень			Интервал варьирования
	+1	0	-1	
Продолжительность иммерсионной обработки, сек (ПИ)	55	30	5	25
Продолжительность подсушки КВБ при температуре 60° С, мин (ПП)	25	15	5	10

Таблица 3.13 – Частные отклики и их «идеальные» значения в рыбе

Наименование отклика	Размерность	«Идеальное» значение
Органолептическая оценка цвета рыбы	балл	5
Содержание фенольных веществ в рыбе	мг/100г	2,0
Масса подсушенной плёнки	% к массе рыбы	1,5

Выбор перечисленных факторов варьирования и частных откликов обеспечивает комплексную оценку качества и объективность результатов по установлению состава КВБ и его влияния на качество рыбы горячего копчения.

Таблица 3.14 – План эксперимента по оптимизации обработки рыбы коптильно-водорослевым биогелем

№ опыта	План эксперимента				Частные отклики			Обобщенный параметр оптимизации Y	Дисперсия S <sup>2</sup> y
	Продолжительность иммерсионной обработки		Продолжительность подсушки КВБ		ОЦ, * балл	ФВ <sup>***</sup> , мг/100г	МП, **%		
	по матрице X <sub>1</sub>	натурально,	по матрице X <sub>2</sub>	натурально, мин					
1	+1	55	+1	25	3,2	1,84	1,25	0,17	0,004
2	-1	5	+1	25	2,8	0,32	0,54	1,31	0,066
3	+1	55	-1	5	2,4	1,76	0,24	0,99	0,122
4	-1	5	-1	5	2,8	0,35	0,27	1,55	0,077
5	+1	55	0	15	5,0	1,88	0,46	0,48	0,076

Продолжение таблицы 3.14

6	-1	5	0	15	2,2	0,34	0,32	1,62	0,039
7	0	30	+1	25	4,2	1,84	1,45	0,03	0,0002
8	0	30	-1	5	3,4	1,78	0,32	0,74	0,107
9	0	30	0	15	5,0	1,86	1,38	0,01	0,00001

\*- органолептическая оценка; \*\*- масса подсушенной пленки; \*\*\*- содержание фенольных веществ

Таблица 3.15 – Результаты проверки коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента

Коэффициенты регрессии	Проверка значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента						
	Численное значение	$S^2$ (y)	$S^2\{b_i\}$	Доверительный интервал, $S(b_i)$	Расчётное значение коэффициента Стьюдента	Табличное значение коэффициента Стьюдента	Значимость
$b_0$	0,766	0,055	0,000679	0,026058	29,55	2,31	значим
$b_1$	-0,473		0,001019	0,031914	14,82		значим
$b_2$	-0,294				9,21		значим
$b_{12}$	-0,147		0,001528	0,039087	3,77		значим
$b_{11}$	0,090		0,003118	0,055838	1,61		не значим
$b_{22}$	0,759				13,61		значим

Реализация плана ОЦКП и обработка экспериментальных данных (выявление грубых ошибок, проверка однородности по критерию Кохнера, проверка адекватности модели по критерию Фишера) позволили получить полиномиальные уравнения второго порядка в кодированном и натуральном виде, количественно связывающие качество рыбы горячего копчения с факторами применения КВБ – продолжительностью иммерсионной обработки и подсушки.

В результате расчетов, приведенных в таблице 3.15, получена кодированная математическая модель процесса (формула 13), из которой видно, что продолжи-

тельность иммерсионной обработки (выдержки рыб в КВБ) оказывает более существенное влияние на качество рыбы горячего копчения, чем продолжительность подсушки.

$$Y = 0,766 - 0,473X_1 - 0,294X_2 - 0,147X_1X_2 + 0,759X_2^2 \quad (13)$$

Переход к математической модели с натуральными значениями факторов позволил получить зависимость, применимую для прогнозирования процесса иммерсионной обработки рыбы КВБ, а также для расчета оптимальных значений изменяемых факторов процесса:

$$Y = 2,71 - 0,01X_1 - 0,24X_2 - 0,00058X_1X_2 + 0,0076X_2^2 \quad (14)$$

где:  $Y$  – обобщенный параметр оптимизации;  $X_1$ - продолжительность иммерсионной обработки, с;  $X_2$ - продолжительность подсушки КВБ при температуре 60°C, мин.

Расчетные оптимальные значения факторов, уточненные по координатам экстремума на геометрической модели процесса (рисунок 3.3):

- продолжительность иммерсионной обработки – 25-30 с;
- продолжительность подсушки КВБ при температуре 60° С – 15 – 18 мин.

Графическая интерпретация полученной модели в натуральном виде представлена на рисунке 3.3.

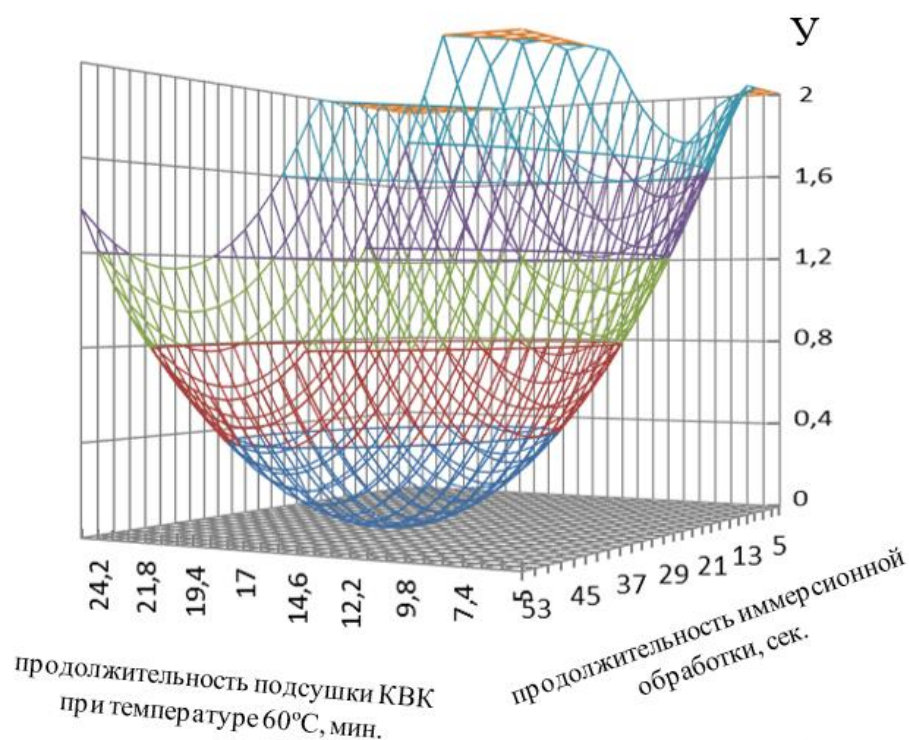


Рисунок 3.3 – Геометрическая интерпретация математической модели процесса иммерсионной обработки рыбы коптильно-водорослевым биогелем

Рыбная продукция, полученная по установленным оптимальным значениям факторов иммерсионного процесса, имела выраженные признаки копчености и по всем органолептическим показателям соответствовала «отличному» уровню качества (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Органолептическая оценка экспериментальных образцов рыбы бездымного горячего копчения с применением КВБ

Образец	Наименование характеристики					Балл
	Коэффициент значимости					
	1,0	0,6	0,6	0,8	1,0	
	Внешний вид	Цвет	Консистенция	Запах	Вкус и послевкусие	
Скумбрия (эксперимент)	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	19
Скумбрия (контроль)	5,0	4,0	5,0	3,0	4,0	16,8

### 3.5 Обоснование режимов термической обработки рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля

На данном этапе исследования проводили оптимизацию режимов термической обработки подсолонной рыбы в технологии горячего копчения с применением математической теории моделирования и оптимизации, используя ОЦКП второго порядка для двух факторов (раздел 2.4).

При выборе варьируемых факторов учитывали их влияние на образование характерных органолептических характеристик для рыбы горячего копчения и массовый выход готовой продукции. В качестве факторов были выбраны: продолжительность термической обработки рыбы с нанесенной на поверхность КВБ (собственно копчение) и температура термической обработки.

Объектом исследования служила скумбрия, обезглавленная и потрошёная, химический состав которой представлен в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Общий химический состав скумбрии атлантической

Вид рыбы	Общий химический состав, массовая доля %			
	вода	белки	жиры	зола
Скумбрия атлантическая	66,9±1,3	17,4±0,3	14,2±0,06	1,5±0,05

С целью установления количественного влияния факторов, определяющих качество готовой продукции, значения других факторов во всех экспериментах были постоянными: вид посола – тузлучный, погружением в солевой раствор плотностью 1,18г/см<sup>3</sup> на 15 мин при температуре 15°С; ополаскивание пресной водой, стечка излишней влаги 10 мин., подсушка соленого полуфабриката при 23°С до удаления капельной влаги с поверхности; нанесения КВБ на поверхность рыбы иммерсионным погружением на 27 с; подсушка КВБ на поверхности рыбы до образования первичной пленки 16 мин. при температуре 60°С.

Значения варьируемых факторов и частные отклики исследуемого процесса представлены в таблицах 3.18 и 3.19.

Таблица 3.18 – Пределы варьирования и уровни изменяемых факторов процесса собственно копчения рыбы с применением КВБ

Фактор	Уровень			Интервал варьирования
	+1	0	-1	
Продолжительность термической обработки рыбы, обработанной КВБ, Т, мин	50	35	20	15
Температура термической обработки рыбы, t, °С	150	130	110	20

Таблица 3.19 – Частные отклики по оценке качества рыбы и процесса копчения и их «идеальные» значения

Наименование отклика	Размерность	«Идеальное» значение
Органолептическая оценка рыбы (ОЦ)	балл	20
Потеря массы рыбы (ПМ)	%	10

Выбор представленных в таблице 3.19 частных откликов позволяет провести комплексную оценку эффективности процесса бездымного горячего копчения рыбы и ее качества. Частные отклики объединяли в обобщенный параметр оптимизации по формуле 6.

План эксперимента по оптимизации процесса термической обработки рыбы при получении рыбы бездымного горячего копчения с применением КВБ и результаты оценки частных откликов представлены в таблицах 3.20 – 3.21.

Таблица 3.20 – План эксперимента по оптимизации процесса термической обработки скумбрии при получении рыбы горячего копчения с применением КВБ

№ опы-та	План эксперимента				Частные отклики		Обобщенный параметр оптимизации У	Дисперсия $S^2y$
	Т, мин		Т, °С		ОЦ, баллы	ПМ, %		
	по матрице $X_1$	натурально, мин	по матрице $X_2$	натурально, °С				
1	+1	50	+1	150	5,2	16,5	0,9701	0,0078
2	-1	20	+1	150	12,4	8,5	0,1679	0,0073

## Продолжение таблицы 3.20

3	+1	50	-1	110	6,6	11,5	0,4714	0,0909
4	-1	20	-1	110	14,8	7,2	0,1479	0,0001
5	+1	50	0	130	4,8	14,5	0,7801	0,0703
6	-1	20	0	130	17,8	11,7	0,0282	0,0008
7	0	30	+1	150	14,7	8,53	0,0918	0,0012
8	0	30	-1	110	14,5	14,4	0,2692	0,0069
9	0	30	0	130	16,5	9,6	0,0319	0,0004

Таблица 3.21 – Результаты проверки значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента

Коэффициенты регрессии	Проверка значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента						
	Численное значение	$S^2(y)$	$S^2\{b_i\}$	Доверительный интервал, $S(b_i)$	Расчётное значение коэффициента Стьюдента	Табличное значение коэффициента Стьюдента	Оценка значимости
$b_0$	0,328	0,021	0,000259	0,016102	20,37	2,31	значим
$b_1$	0,313		0,000389	0,01972	15,87		значим
$b_2$	0,057				2,89		значим
$b_{12}$	0,119		0,000583	0,024152	4,93		значим
$b_{11}$	0,071		0,00119	0,034503	2,06		не значим
$b_{22}$	0,302				8,75		значим

Реализация плана ОЦКП и обработка данных эксперимента позволили получить полиномиальное уравнения второго порядка в кодированном и натуральном виде, которые количественно связывают продолжительность и температуру термической обработки рыбы с качеством готовой рыбы и процесса копчения.

В результате расчетов, приведенных в таблице 3.20, получена кодированная математическая модель (формула 15), свидетельствующая о том, что продолжи-



тельность термической обработки рыбы несколько более значима для формирования органолептических признаков копчености и потерь массы, чем температура.

$$Y = 0,328 + 0,313X_1 + 0,057X_2 + 0,119X_1X_2 + 0,302X_2^2 \quad (15)$$

Переход к математической модели с натуральными значениями факторов (формула 16) дал возможность рассчитать оптимальные значения изменяемых факторов, а также позволил использовать полученную зависимость для прогнозирования качества процесса в зависимости от принимаемых значений факторов:

$$Y = +13,59 - 0,031X_1 - 0,21X_2 + 0,00039X_1X_2 + 0,00076 X_2^2 \quad (16)$$

где:  $Y$  – обобщенный параметр оптимизации;  $X_1$  – продолжительность термической обработки рыбы, мин.;  $X_2$  – температура термической обработки, °С.

Оптимальные значения факторов, рассчитанные методом дифференцирования натуральной модели и уточненные на основе анализа геометрической формы модели (рисунок 3.4), имеют следующие значения:

- продолжительность термической обработки рыбы, иммерсионно обработанной КВБ, - 27 -33 мин;
- температура термической обработки – 110-130 °С

Графическая интерпретация математической модели термической обработки рыбы с предварительно нанесенным на ее поверхность КВБ в натуральном виде представлена на рисунке 3.4.

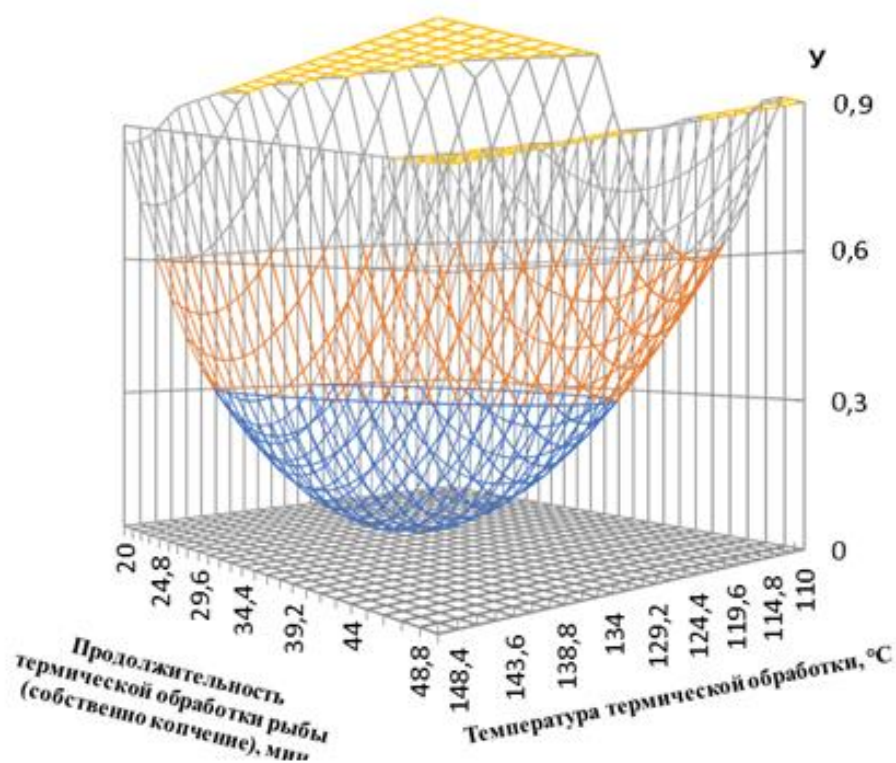


Рисунок 3.4 – Математическая модель процесса термической обработки скумбрии при копчении с применением КВБ

Изготовление рыбы по установленным оптимальным значениям факторов позволило получить образцы, сравнимые по внешним признакам с традиционной рыбой горячего копчения, выкопченной дымом (рисунок 3.5). Органолептическая оценка экспериментальной продукции составила 19,3 балла, что соответствовало «отличному» уровню качества по разработанной шкале. Образцы приобрели выраженные аромат и вкус копчености, а также заданную золотисто-коричневую окраску и были по всем признакам адекватны качеству традиционной скумбрии горячего копчения.



Рисунок 3.5 – Образцы скумбрии традиционного (дымового) и бездымного горячего копчения, приготовленные с применением коптильно-водорослевого биогеля по оптимальным режимам:

а) - рыба традиционного дымового копчения, б) - рыба бездымного копчения с применением КВБ

### **3.6 Технологическая схема приготовления рыбы горячего бездымного копчения**

С учетом обоснованных режимов приготовления коптильно-водорослевого биогеля, условий предварительной обработки рыбы, а также установленных оптимальных факторов термической обработки, обеспечивающих достижение кулинарной готовности и заданных органолептических и признаков копченой рыбы, была разработана следующая технологическая схема приготовления рыбы горячего бездымного копчения (рисунок 3.6):

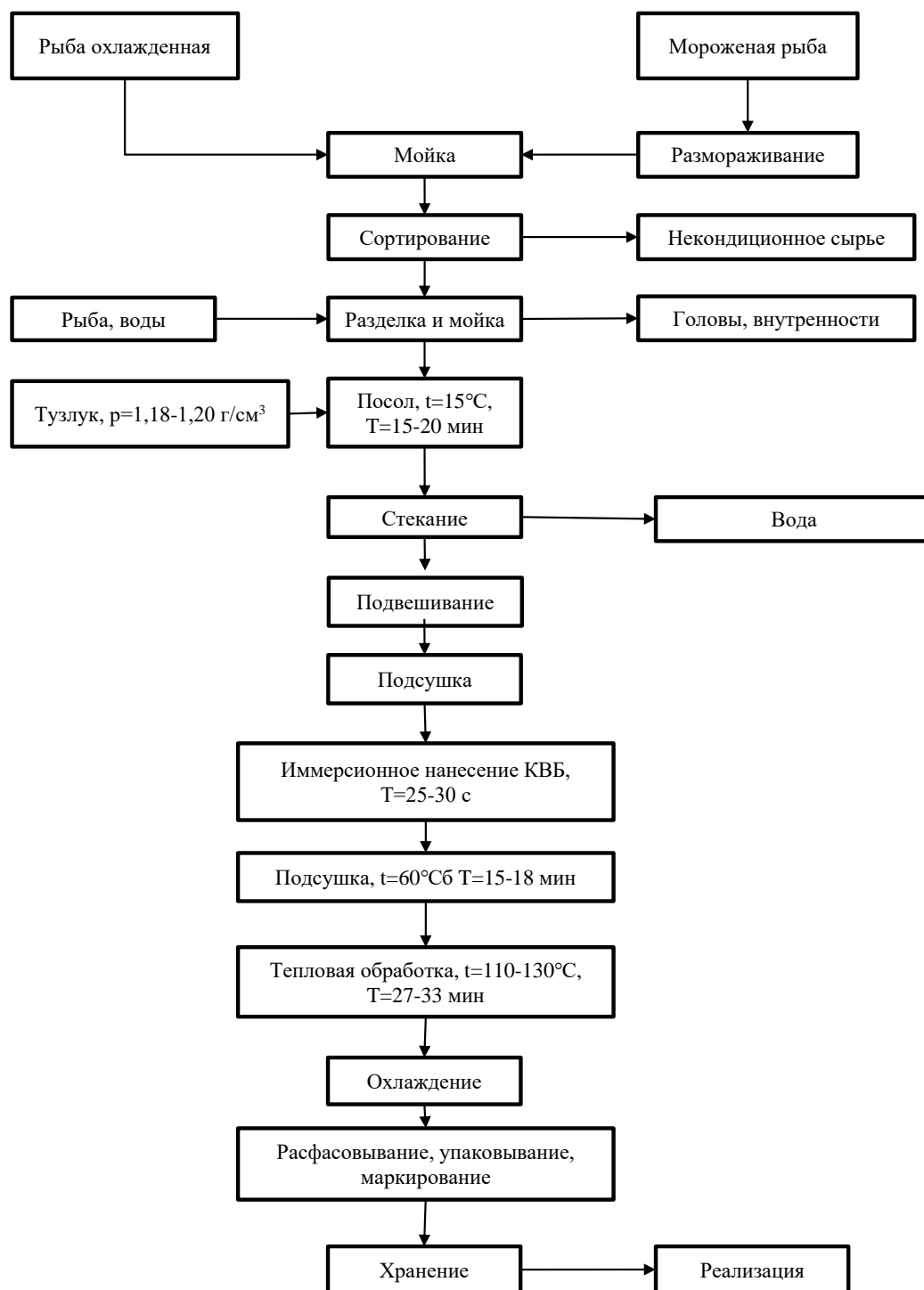


Рисунок 3.6 – Технологическая схема приготовления рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт» с применением коптильно-водорослевого биогеля

Производственный процесс приготовления рыбы бездымного горячего копчения по новой технологии начинается традиционно. Первоначально рыбу моют (охлажденное сырье) или размораживают (мороженое сырье), как правило, по-

грузным способом в воду при температуре не выше  $+20^{\circ}\text{C}$  и соотношении рыбы и воды, как 2:1.

Далее рыбу сортируют по размеру и качеству, отделяя некондиционные образцы, разделяют на обезглавленную потрошеную, для чего удаляют внутренности и голову. Разделанную рыбу тщательно промывают водой и солят до массовой доли поваренной соли 1,5-1,7%.

Посол рыбы следует проводить тузлучным способом при соотношении рыбы и солевого раствора плотностью  $1,18 - 1,20 \text{ г/см}^3$ , как 1:2, при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность погружения в тузлук составляет 15–20 минут.

Для стекания излишков тузлука рыбу, вынутую из посолочной ванны, располагают на решетках на 15–20 минут. Затем ее подвешивают для подсушки на металлические крючки за прихвостовую часть, при этом образцы не должны соприкасаться.

Подсоленную рыбу подсушивают теплым воздухом с температурой  $20-25^{\circ}\text{C}$  при непрерывном обдувании до момента, когда поверхностная влага испарится, а кожа рыбы станет сухой, что обеспечивает ее повышенную липкость.

Подсушенную рыбу подвергают иммерсионной обработке КВБ, погружая в коптильно-водорослевый биогель на 30 с, при этом массовая доля адгезированной КВБ на поверхности рыбы должна составлять 1 – 1,5 % к массе рыбы.

Рыба с нанесенным на поверхность КВБ помещают в камеру с вентилируемым воздухом температурой  $60^{\circ}\text{C}$ , где проводят подсушку в течение 15 – 18 мин для формирования на поверхности коптильной пленки, прочно адгезированной с кожей рыбы. Подсушку завершают, когда КВБ на поверхности рыбы потеряет текучесть, превратиться в пленку, которая станет незаметной, соединившись с кожей и мышечной тканью.

Тепловую обработку рыбы проводят при температуре  $110-130^{\circ}\text{C}$  в течение 27-33 мин. до полной кулинарной готовности рыбы, которую устанавливают по достижении в толще рыбы температуры не менее  $80^{\circ}\text{C}$ . При этом кровь у позвоночника полностью сворачивается, мясо должно легко отделяться от костей, а поверхность рыбы приобретает золотисто-коричневую окраску.

Охлаждение рыбы проводят обдуванием холодным воздухом до комнатной температуры внутри тела, при этом упрочняется форма копченой рыбы, в ней формируются аромат и вкус копчености, свойственные рыбе горячего копчения.

Охлажденную рыбу горячего копчения расфасовывают в мелкую полимерную тару со средней массой 300 г и упаковывают с вакуумированием или без вакуумирования. Допускается также расфасовка насыпью в гофротару массой 5 - 10 кг. Хранят готовую продукцию при температуре  $+3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  под вакуумом – 45 суток, без вакуума – 7 суток.

На разработанный способ приготовления рыбы горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля получен патент РФ № 2792451.

Обоснованный технологический процесс регламентирован в ТИ по приготовлению рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт». Готовая продукция должна соответствовать требованиям ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891-2023 «Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт»» (Приложения Г, Д).

### **3.7 Исследование хранимостпособности готовой продукции**

Обоснование сроков годности и условий хранения копченой рыбы, приготовленной с применением новой технологии, проводили в специальных экспериментах, анализируя органолептические показатели, физико-химические и микробиологические характеристики копченой скумбрии в течение 10 суток. Нормативными показателями по организации исследования являлись методические указания МУК 4.2.1847-04, а по качеству и безопасности продукции – регламентированные требования ТР ТС 040/2016, ГОСТ 7447-2015.

Для проведения исследования были изготовлены контрольная и экспериментальная партии копчёной рыбы: контрольная – скумбрия горячего копчения дымовой обработки; экспериментальная – скумбрия бездымного горячего копчения с применением КВБ по оптимизированным параметрам. Для этого предварительно были отобраны образцы рыбы, идентичные по длине ( $18 \pm 0,5$  см). Готовую про-

дукцию упаковывали в гофрокороб массой около 5 кг и хранили без вакуума при температуре плюс  $3^{\circ}\text{C}\pm 0,5$ .

В процессе хранения проводили сравнительные органолептические исследования качества рыбы горячего копчения. Опытные и контрольные образцы скумбрии проверяли на 1-е, 3-е, 5-е, 7-е и 10-е сутки хранения (таблица 3.22).

Таблица 3.22 – Органолептические показатели образцов скумбрии, выкопченные различными методами, хранившиеся без вакуумной упаковки

Наименование	Внешний вид	Цвет непигментированной части кожного покрова	Консистенция	Вкус и запах	Соответствие требованиям ГОСТ 7447-2015
1-е сутки хранения					
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, сухая, ровная	Светло-коричневый, равномерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах копчености, приятный, с небольшим «морским» оттенком	Соответствует требованиям
Скумбрия (контроль)		Коричневый		Хорошо выраженный вкус и запах копчености	
3-е сутки хранения					
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, сухая, ровная	Светло-коричневый, равномерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах копчености, приятный, с небольшим «морским» оттенком	Соответствует требованиям
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы чистая, сухая, слегка морщинистая	Коричневый,	Местами уплотненная	Выраженный вкус и запах копчености	

Продолжение таблицы 3.22

		5-е сутки хранения			
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, сухая, ровная	Светло-коричневый, равномерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах копчености, приятный, с небольшим «морским» оттенком	Соответствует требованиям
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы чистая, сухая, морщинистая	Коричневый	Местами уплотненная	Слабо копченый, с оттенками окисленного жира	Не соответствует требованиям
		7-е сутки			
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, сухая, ровная	Светло-коричневый, равномерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах копчености, приятный, с небольшим «морским» оттенком	Соответствует требованиям
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы влажная, морщинистая	Коричневый	Местами уплотненная, сухая	Слабо копченый, с оттенками окисленного жира	Не соответствует требованиям
		10-е сутки			
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, слегка влажная	Светло-коричневый, равномерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах копчености, приятный, с небольшим «морским» оттенком	Соответствует требованиям
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы влажная, морщинистая	Коричневый	Плотная, сухая	Резкий запах окисленного жира	Не соответствует требованиям



На рисунке 3.7 представлены сравнительные профилограммы органолептической оценки вкуса и запаха (в баллах) образцов рыбы горячего копчения (контроль и эксперимент), полученных на 3-е сутки хранения.

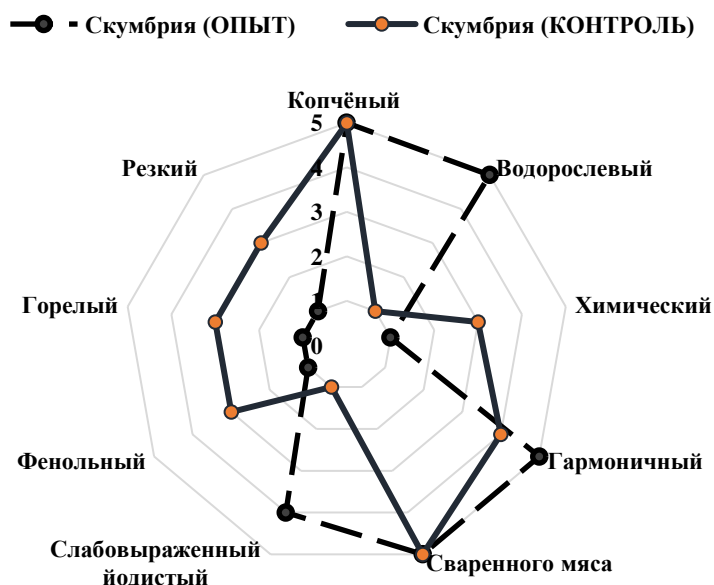


Рисунок 3.7 – Профилограмма органолептической оценки вкуса и запаха образцов скумбрии горячего копчения различных способов обработки

Из представленных результатов (таблица 3.22 и рисунок 3.7) видно, что органолептические показатели в опытных образцах скумбрии горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем, сохранялись без изменений на протяжении 7 суток хранения. Консистенция рыбы оставалась плотной, сочной, нежной, во вкусе и запахе присутствовали приятные «водорослевые» и «йодные» оттенки, сбалансированные с ароматами копчености, отсутствовал привкус окислившегося жира.

В контрольных образцах изменения в показателях качества отмечались уже на 5-е сутки. К концу хранения наблюдалась морщинистость кожного покрова, появлялся привкус окислившегося жира.

Результаты исследования микробиологических показателей скумбрии, выкопченной по новой технологии с применением КВБ, проведенные в соответствии

с требованиями МУК 4.2.1847-04 и ТР ТС 040/2016 и ГОСТ 7447-2015, представлены в таблице 3.23.

Таблица 3.23 – Микробиологическая характеристика опытных образцов скумбрии горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем без вакуумной упаковки в процессе хранения

Наименование показателя	Нормативное значение по ТР ТС 040/2016	Содержание микроорганизмов в процессе хранения, сут					
		0 (ФТ*)	3	4	5	7	10
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1 \times 10^4$	менее $1,5 \times 10^2$	менее $1,5 \times 10^2$	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 выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
БГКП в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>S. aureus</i> в 1,0 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>S. aureus</i> в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Бактерии рода сальмонеллы в 25 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>Listeria monocytogenes</i> в 25 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Дрожжи, КОЕ/г		-	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Плесневые грибы КОЕ/г	-	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.

\*-фоновая точка

Из данных таблицы 3.23 видно, что в процессе хранения опытных образцов скумбрии не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и сульфитредуцирующие клостридии (Приложения Е, Ж, И, К, Л, М).

Обобщая полученные результаты, можно констатировать, что разработанная технология горячего копчения рыбы с применением коптильно-водорослевого биогеля, иллюстрированная на примере копченой скумбрии, обеспечивает сохранение качества и микробиологической безопасности готовой продукции на протяжении 7 суток при температуре хранения  $+3\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  и без вакуумирования. Это превышает рекомендуемый срок годности рыбы горячего копчения согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 (2 суток) в 3,5 раза и согласно ГОСТ 7447-2015 (3 суток, при температуре минус 2 – плюс 2  $^{\circ}\text{C}$ ) - в 2,3 раза.

Эффект повышенной стойкости в хранении рыбы экспериментальной технологии копчения обусловлен обогащенным составом бездымной коптильной среды, в которую дополнительно к коптильным компонентам «Жидкого дыма» были введены водорослевые вещества с консервирующими свойствами (каррагинаны, каротиноиды, антоцианы, фенольные компоненты, органические кислоты и др.), благотворно влияющие на хранимоспособность продукта.

Для партии рыбы горячего копчения в мелкой вакуумированной расфасовке (по 300 грамм) также были проведены сравнительные органолептические исследования по динамике изменения качества. Экспериментальные и контрольные образцы копченой скумбрии, хранившейся в вакуумной упаковке при температуре  $+3\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , проверяли на 10-е, 30-е, 40-е, 50-е и 60-е сутки (таблица 3.24).

Таблица 3.24 – Органолептические показатели образцов скумбрии, выкопченные различными методами, расфасованные в мелкую тару под вакуумом

Наименование	Внешний вид	Цвет непигментированной части кожного покрова	Консистенция	Вкус и запах	Соответствие требованиям ГОСТ
10-е, 30-е сутки хранения					

Продолжение таблицы 3.24

Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы чистая, сухая, ровная	Светло- коричневый, рав- номерный	Сочная, нежная	Хорошо выраженный вкус и запах коп- чености, прият- ный, с неболь- шим «морским» оттенком	Соответ- ствует тре- бования
Скумбрия (контроль)		Коричневый		Хорошо выраженный вкус и запах коп- чености	
40-е сутки хранения					
Скумбрия (эксперимент)	То ж, что и на 10-е сутки	Светло- коричневый, рав- номерный	Сочная, нежная	То ж, что и на 10- е сутки	Соответ- ствует тре- бования
Скумбрия (контроль)	То ж, что и на 10-е сутки	Коричневый,	Мягкая	То ж, что и на 10- е сутки	
50-е сутки хранения					
Скумбрия (эксперимент)	То ж, что и на 10-е сутки	Светло- коричневый, рав- номерный	Сочная, нежная	То ж, что и на 10- е сутки	Соответ- ствует тре- бования
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы влаж- ная, Небольшие оттенки окис- лившегося жира на по- верхности	Коричневый	Слишком мягкая	Неприятный аромат	Не соответ- ствует тре- бования
60-е сутки хранения					
Скумбрия (эксперимент)	Поверхность рыбы слегка влажная	Светло- коричневый, рав- номерный	Первые признаки размягче- ния	Слабый неприят- ный аромат	Не соответ- ствует тре- бования
Скумбрия (контроль)	Поверхность рыбы слизи- стая, неприятная	Коричневый	Слишком мягкая	Неприятный аромат	

Из результатов таблицы 3.24 следует, что органолептические показатели экспериментальных образцов рыбы горячего копчения на протяжении 50 суток

хранения соответствовали требованиям ГОСТ 7447-2015, хотя несколько отличались от них наличием специфических «морских» (водорослевых) оттенков аромата и вкуса, приятно сбалансированных с основными признаками копчености.

В контрольных образцах рыбы на 50-е сутки хранения отмечали появление признаков окисления жира на поверхности рыбы, чрезмерно размягченную консистенцию и наличие неприятных оттенков в запахе.

В процессе хранения экспериментальных образцов скумбрии на протяжении 50 суток одновременно проводились исследования микробиологических показателей, результаты которых представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Микробиологические показатели экспериментальных образцов скумбрии горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем, хранившейся в вакуумной упаковке при температуре  $+3\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Наименование показателя	Нормативное значение по ТР ТС 040/2016	Содержание микроорганизмов в процессе хранения, сут						
		10 (ФТ*)	20	30	35	40	45	50
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1 \times 10^4$	менее $1,0 \times 10^2$	менее $1,0 \times 10^2$	менее $3 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$
БГКП в 1,0 г	не допускается	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
БГКП в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>S. aureus</i> в 1,0 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>S. aureus</i> в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Бактерии рода сальмонеллы в 25 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
<i>Listeria monocytogenes</i> в 25 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Сульфитредуцирующие клостридии: в 1,0 г и в 0,1 г		не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Дрожжи, КОЕ/г	-	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.
Плесневые грибы КОЕ/г	-	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.	не выд.

\*-фоновая точка

Приведенные в таблице 3.25 данные свидетельствуют о том, что срок годности скумбрии горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биоге-лем, хранившаяся при температуре  $+3\pm 0,5^\circ\text{C}$  в вакуумной упаковке в соответствии с МУК 4.2.1847-04 может быть установлен 40 суток, а с учетом коэффициента ре-зерва 1,2 для данной группы продуктов рекомендован на уровне 48 суток. Этот показатель превышает срок годности вакуумированной рыбы традиционного го-рячего копчения, который в зависимости от температуры, составляет 25-30 суток (ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения).

Пролонгированная хранимоспособность экспериментальных образцов коп-ченной рыбы объясняется дополнительным барьерным эффектом, обусловленным наличием на поверхности рыбы коптильно-водорослевой пленки, содержащей как коптильные компоненты с доказанным консервирующим эффектом, так и допол-нительные вещества водорослей, обладающих антисептическими и антиоксидант-ными свойствами.

В процессе изучения хранимоспособности новой копченой продукции так-же сравнительно исследовали изменение азотистых веществ, иллюстрирующее биохимические и физические превращения с белками рыбы.

Сравнительная динамика изменения содержания небелкового азота, азота летучих оснований и аминного азота в процессе хранения скумбрии горячего коп-чения в вакуумной упаковке при температуре  $+3\pm 0,5^\circ\text{C}$  представлена на рисунках 3.8-3.10.

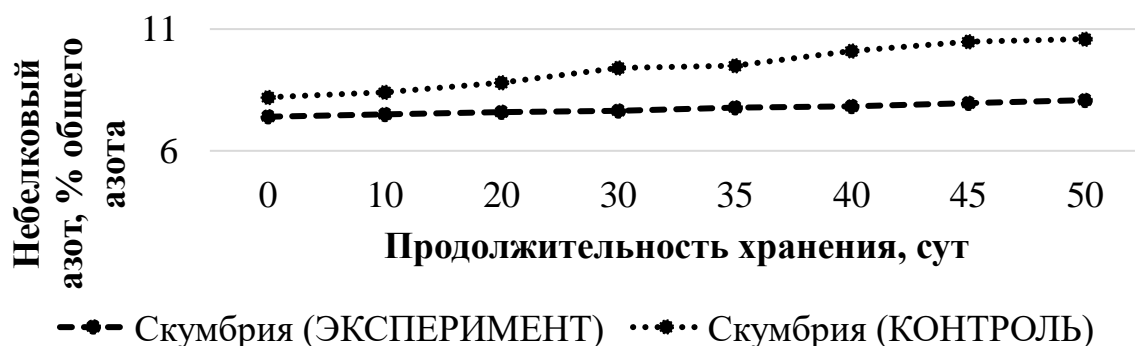


Рисунок 3.8 – Изменение содержания небелкового азота (% от общего азота) в процессе хранения экспериментальных и контрольных образцов скумбрии горячего копчения

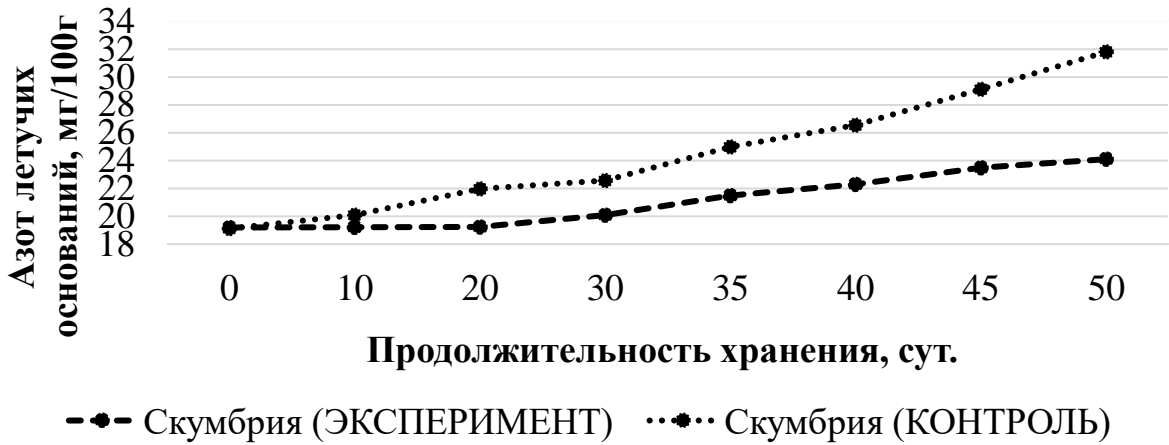


Рисунок 3.9 – Сравнительное изменение содержания азота летучих оснований в процессе хранения скумбрии горячего копчения, выкопченной различными методами

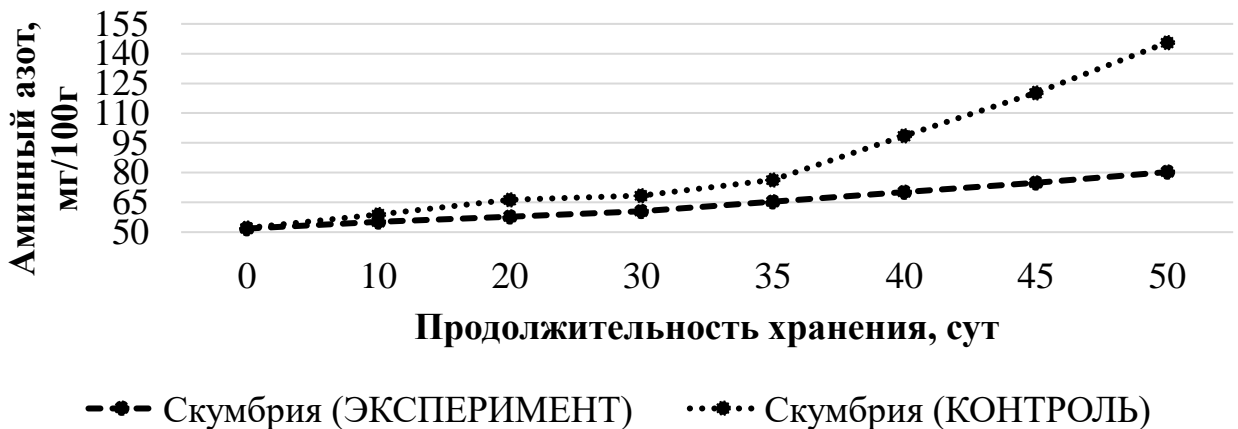


Рисунок 3.10 – Сравнительное изменение содержания аминного азота в процессе хранения скумбрии горячего копчения, выкопченной различными методами

Из полученных данных (рисунки 3.8 – 3.10) видно, что в процессе хранения в контрольных образцах рыбы горячего копчения наблюдалось возрастание содержания небелкового азота через 35 суток (9,5 % общего азота), тогда как в опытных образцах такие изменения имели место только на 45-е сутки (7,96 % общего азота). При этом в скумбрии дымового копчения на 35-е сутки активно

наращивалось количество азота летучих оснований (24,98 мг/100г) и аминного азота (76,28мг/100г), что свидетельствует о более интенсивной деградации белков в данной продукции.

Таким образом, можно констатировать повышенную устойчивость белков в рыбе горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем, относительно выкопченной традиционным методом. Этот факт может быть обусловлен наличием на поверхности рыбы коптильно-водорослевой пленки, которая препятствует проникновению нежелательной микрофлоры с активными ферментами, что снижает скорость гидролизной деградации белков. Дополнительным стабилизирующим фактором можно считать наличие каррагинанов, обладающих структурообразующими свойствами за счет связывания свободной влаги, участвующей в гидролизных превращениях, что уменьшает распад белков мышечной ткани.

В процессе хранения копченой скумбрии в вакуумной упаковке определяли также показатели, характеризующие нежелательные гидролизные и окислительные процессы в липидах рыбы. Динамика изменения кислотного, перекисного и альдегидного чисел жира рыбы представлена на рисунках 3.11 – 3.13.

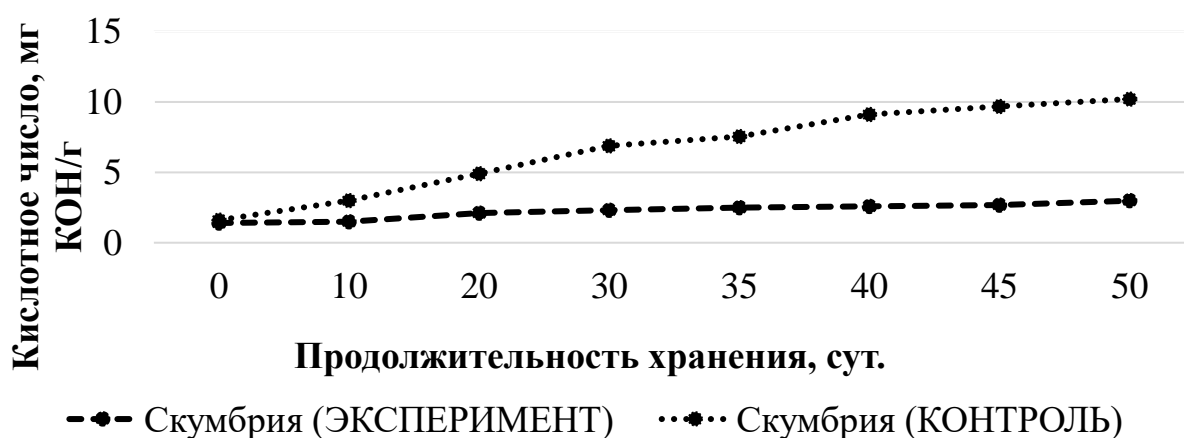


Рисунок 3.11 – Изменение кислотного числа липидов в процессе хранения скумбрии горячего копчения



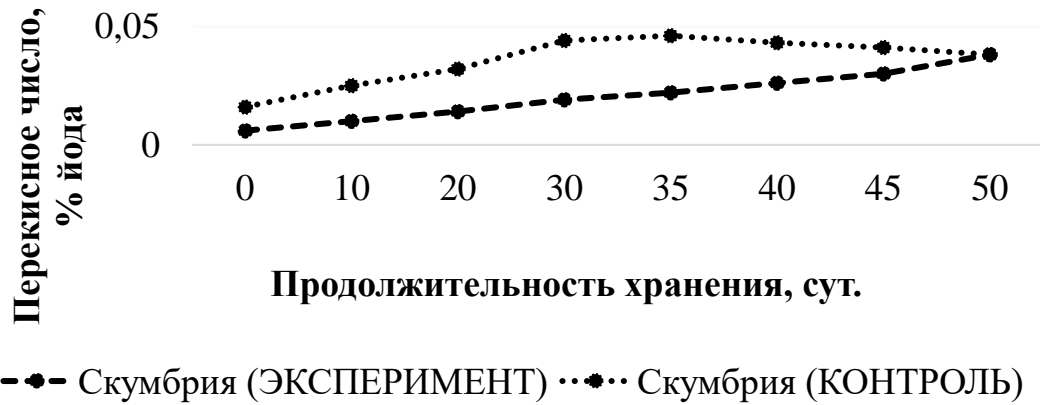


Рисунок 3.12 – Изменение перекисного числа липидов скумбрии горячего копчения в процессе хранения

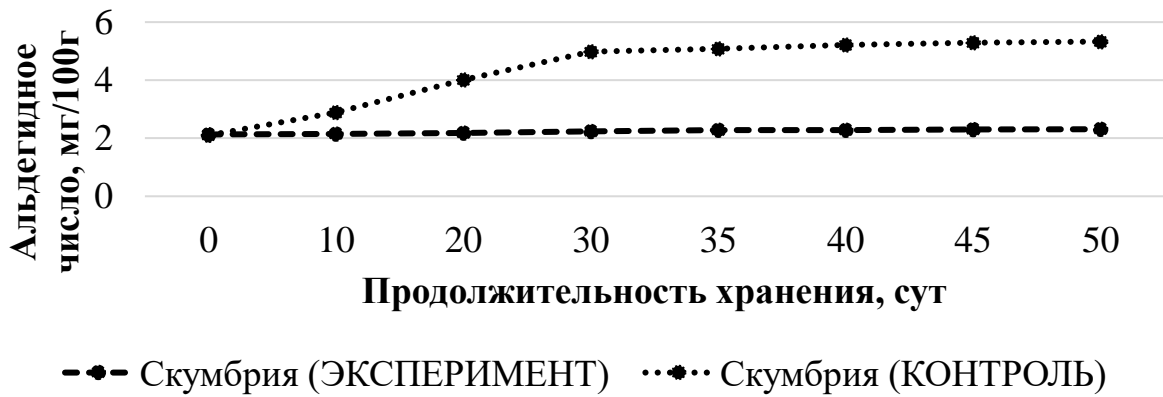


Рисунок 3.13 – Изменение альдегидного числа липидов в процессе хранения скумбрии горячего копчения

Результаты изменения качества липидов в копченой рыбе (рисунки 3.11–3.13) указывают на то, что в рыбе горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем, жиры более устойчивы к гидролизным изменениям и окислительной порче, чем в рыбе, выкопченной традиционным методом. Так, кислотное число скумбрии обработанной КВБ, увеличилось в 2,1 раза. В контрольном образце в контрольном образце этот показатель вырос в 6,4 раза на 50-е сутки. При этом, перекисное число контрольного образца на 30-е сутки выросло в 2,75 раза. Накопление продуктов окисления, иллюстрированное на примере динамики альдегидного числа, показало, что в контрольном образце на 30-е сутки происходит увеличение в 2,4 раза.

Данный факт объясняется дополнительным наличием в составе КВБ веществ с антиоксидантными свойствами (каротиноидов, флавоноидов и антоцианов), которые усиливают стабилизирующее влияние коптильных компонентов (в основном фенолов) на устойчивость липидов. Другим защитным фактором от окисления липидов является наличие на поверхности рыбы пленки, оказывающей непосредственную барьерную защиту от проникновения кислорода воздуха в ткани рыбы за счет наличия биополимеров каррагинановой природы.

Анализ полученных данных указывает на то, что рыба, выкопченная бездымным горячим способом с применением коптильно-водорослевого биогеля на основе экстракта красных водорослей Балтийского моря, обладает повышенной хранимоспособностью. При этом относительно традиционной рыбы горячего копчения экспериментальная продукция более длительное время сохраняет органолептические показатели качества, обладает повышенной санитарно-гигиенической устойчивостью, имеет пониженный уровень нежелательных изменений в белках и липидах. Это позволяет констатировать повышение биологической ценности и микробиологической безопасности в рыбе бездымного копчения, приготовленной с применением коптильно-водорослевого биогеля.

На основании полученных данных рекомендованы следующие сроки годности рыбы бездымного копчения при заданных условиях хранения: упакованная под вакуумом при температуре  $+3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  - 48 суток; упакованная без вакуума при температуре  $+3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  - 7 суток.

### **3.8 Оценка качества готовой продукции**

#### **3.8.1 Сравнительные исследования формирования цвета копченой рыбы**

Для исследования процесса формирования цвета, как основного показателя качества рыбы горячего копчения, полученной по новой технологии с применением коптильно-водорослевого биогеля, целесообразно было провести сравнительные эксперименты с использованием инструментального метода оценки цвета в объективной системе CIE  $L^*a^*b$  [148, 149]. Метод основан на получении коорди-

нат цветности в цветовом треугольнике (а и b), а также расчете количественных показателей цвета: светлота, насыщенность, угол цветового тона, длина волны, значение цветового различия и координаты цветности.

Результаты измерения цвета образцов скумбрии и салаки, выкопченных по традиционной (контроль) и бездымной (эксперимент) технологиям, представлены в таблице 3.26. Описание образцов поверхности копченой рыбы, направленных на измерения, представлены в разделе 2 (п. 2.3).

Таблица 3.26 – Инструментальные характеристики цвета копчёных образцов скумбрии и салаки, измеренных в системе CIE L\*a\*b

Образец	Светлота, L, кд/м <sup>2</sup>	Координаты цветности		Насыщенность, С	Угол цве- тового тона, H°	Длина волны, λ, нм	Значение цве- тового разли- чия, ΔE
		a	b				
Скумбрия горячего копчения (контроль)							
Контроль	70,1	16,1	74,25	74,25	78,01	581,64	-
Скумбрия горячего копчения (эксперимент)							
1	81,2	12,2	71,3	72,3	80,2	622,3	12,1
2	70,9	16,1	69,9	71,7	77,1	582,3	4,4
3	69,7	18,2	71,3	71,5	75,6	537,8	3,6
4	71,1	16,3	74,1	75,9	77,6	585,4	0,9
5	71,2	20,1	72,2	74,9	74,5	602,3	4,5
6	71,3	16,3	76,3	78,1	77,9	585,2	2,4
7	73,4	17,2	75,8	77,6	77,2	576,8	3,7
8	76,1	19,3	71,3	73,9	74,8	605,2	7,3
9	69,4	17,9	71,8	74,1	76,0	582,3	3,1
Салака горячего копчения (контроль)							
Контроль	90,6	7,2	42,5	43,1	80	572,9	-
Салака горячего копчения (эксперимент)							
1	91,4	2,3	45,1	45,1	66,9	575,2	5,3
2	88,3	7,2	44,5	45,1	82,1	575,7	2,8
3	90,3	7,1	43,1	43,6	81,9	573,4	0,4
4	91,4	8,9	42,5	43,4	83,6	510,3	1,9
5	90,3	9,3	43,2	44,2	83,8	569,5	2,1
6	93,8	7,2	41,9	42,5	82,1	575,6	3,4
7	91,3	7,9	42,1	42,8	82,8	538,6	1,4
8	94,3	8,2	41,5	42,3	83,1	584,6	4,1
9	90,5	6,1	41,3	41,8	82,1	573,4	1,6

Полученные данные (таблица 3.26) свидетельствуют о том, что характеристики цвета у рыбы, выкопченной традиционным методом (дымовым) и приготовленной бездымным способом с применением коптильно-водорослевого биогеля, близки по значениям. Величины показателей (длина волны, светлота и насыщенность цвета) практически всех исследованных образцов локализируются в области традиционного желто-коричневого окрашивания, характерного для копченой рыбы, в цветовом поле CIE Lab. Наибольшие цветовые различия проявляются в образцах 1, 2, 5 и 8 для скумбрии и 1, 6 и 8 для салаки; при этом по координатам данные окрашивания попадают в пограничные цветовые зоны (светло-желтую, красно-коричневую).

Области локализации инструментальных показателей цвета копченой скумбрии приведены на графике цветности (рисунок 3.14).

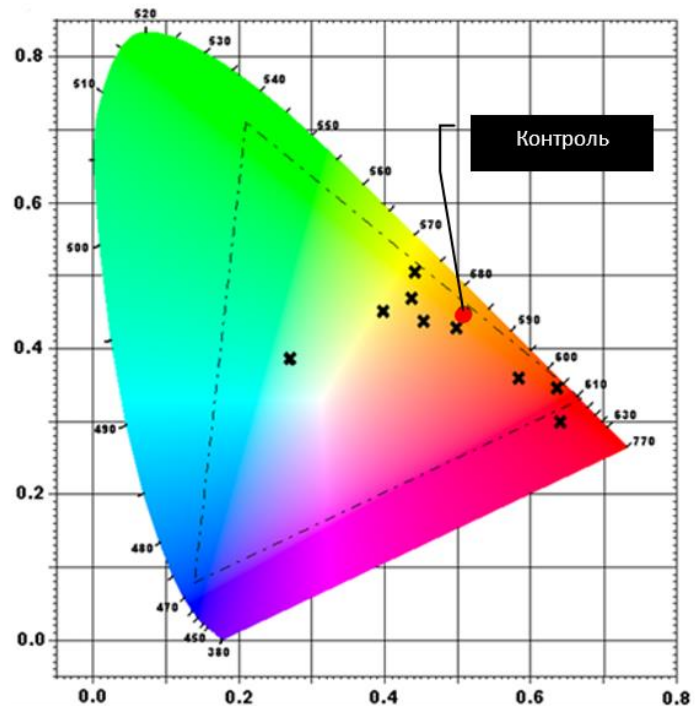


Рисунок 3.14 – Область локализации инструментальных показателей цвета образцов копченой скумбрии

Данные рисунка 3.14 свидетельствуют, что желаемый цвет скумбрии горячего копчения приходится на значения длины волны 575 – 582 нм, данной области в

цветовом треугольнике соответствует золотисто-желтое окрашивание. Подобные значения длины волны в инструментальной оценке цвета копченой рыбы в системе XYZ ранее были обоснованы научными сотрудниками КТИРПиХ [38]. На основе данных таблицы 3.25 и рисунка 3.14 можно констатировать, что при обработке рыбы КВБ имеет место формирование цвета ее поверхности, адекватного традиционному окрашиванию рыбы при дымовом копчении.

Рекомендуемые значения других инструментальных показателей цвета в системе CIE Lab для скумбрии бездымного копчения: светлота – 70 – 73 кд/м<sup>2</sup>, насыщенность – 74 – 78%, угол цветового тона – 76 – 78 Н°.

Сравнительный анализ цветовых характеристик, проведенный для салаки горячего копчения, позволил установить следующие рекомендуемые значения для стандартной образцова рыбы бездымного копчения: длина волны 570 – 572 нм; светлота – 90 – 92 кд/м<sup>2</sup>; насыщенность – 43 – 44%; угол цветового тона – 80 – 83 Н°.

Все экспериментальные образцы копченой салаки, приготовленные по оптимизированным режимам, по значениям инструментальных характеристик цвета попадали в зону локализации на цветовом треугольнике, окрашенную в тона от светло-золотистого (салака) до золотисто-коричневого (скумбрия).

Внешний вид образца салаки горячего копчения, выкопченной с применением КВБ, представлен на рисунке 3.15. Визуально видно, что непигментированные участки кожи салаки окрашены равномерно в золотистые тона, свидетельствующие о гастрономической привлекательности готовой продукции.



Рисунок 3.15 – Образец салаки бездымного горячего копчения, приготовленный с применением коптильно-водорослевого биогеля

### 3.8.2 Оценка качества и безопасности рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля

Оценку качества и безопасности готовой целевой продукции проводили по комплексу показателей, определяя органолептические и физико-химические характеристики, содержанию основных токсикантов, наличие биологически активных веществ. Приоритетным являлось сравнительное изучение относительной пищевой ценности продукции, как индикатора биологической безопасности.

Результаты сравнительной оценки некоторых показателей качества рыбы бездымного горячего копчения и выкопченной традиционным методом приведены в таблице 3.27.

Таблица 3.27 – Физико-химические показатели качества скумбрии бездымного горячего копчения, выкопченной с применением КВБ и дымовым способом

Способ копчения	ОЦ*, баллы	Потери массы при копчении, %	Массовая доля, мг/100г		Массовая доля, % массы рыбы				
			карбонильных веществ	фенольных веществ	белка	воды	зола	соли	Адгезива КВБ
Скумбрия, обработанная КВБ	17,4	8,5	2,5	1,9	17,2	58,7	1,6	2,5	1,24
Скумбрия дымовой обработки	16,6	13,2	15,4	4,4	16,6	53,1	1,4	2,8	-

\* ОЦ - органолептическая оценка

Из результатов таблицы 3.26 видно, что рыба, приготовленная различными способами копчения, практически идентична по химическому составу ключевым показателям качества. Существенным преимуществом рыбы, обработанной КВБ, являются сниженные потери массы при копчении (на 4,8%), что объясняется сокращением продолжительности собственно копчения и тепловой обработки, а также приростом массы за счет нанесения КВБ. Это означает повышение выхода готовой продукции почти на 5%, а значит, рост эффективности процесса, эконо-

мия сырья. Следствием повышенного выхода продукции является улучшение сочности мяса и нежности консистенции копченой рыбы.

Важным отличием в качестве копченых образцов является существенное различие в степени прокопченности. В образце рыбы, обработанной коптильно-водорослевого биогелем, наблюдается пониженное содержания коптильных компонентов: карбонильных веществ - на 84%, фенольных веществ – на 56,8%. Эти факторы свидетельствуют о снижении нагрузки коптильными компонентами на продукт и повышении его химической безопасности. При этом общая органолептическая оценка в рыбе бездымного копчения выше, чем в образцах дымового копчения (соответственно 17,4 и 16,6 баллов), что свидетельствует о повышенном уровне сенсорного восприятия новой продукции.

Результаты исследования биологической ценности рыбы бездымного копчения, проведенного по содержанию биологически активных веществ, представлено в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Содержание некоторых биологически активных веществ в скумбрии бездымного горячего копчения, выкопченной с применением КВБ

Показатель												
Витамины, мг/100г					Каротиноиды, мг/100г	Лютеин, мг/100г	Минеральные вещества, мг/100г					
В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>6</sub>	Е	К <sub>2</sub>			Натрий	Кальций	Йод	Магний	Калий	
1,5	0,7	0,4	0,06	0,05	1,6	1,4	68,3	70,4	0,045	35,4	164,8	

Из таблицы 3.28 видно, что экспериментальные образцы копченой рыбы богаты витаминами и минеральными веществами. Расчеты показывают, что при употреблении 100 г копченой продукции степень физиологического удовлетворения в данных функциональных ингредиентах достаточно высокая. Например, 100 г копченой скумбрии компенсирует потребность в витаминах и провитаминах: В<sub>1</sub> – на 100%, В<sub>2</sub> – на 38,8%, В<sub>6</sub> – на 20%, каротиноиды – на 32%; потребность в минеральных веществах: натрий – на 5,3%, кальций – на 7,0%, йод – на 30%, магний – на 8,4%, калий – на 4,7%. Таким образом, рыбу новой технологии копчения можно

отнести к функциональным пищевым продуктам по содержанию витамина В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, каротиноидов, йода (ГОСТ Р 54059-2010).

На следующем этапе проводили оценку биологической ценности образцов копченой скумбрии разных способов приготовления экспресс-методом с применением тест-культуры инфузории *Tetrahymena pyriformis* (рисунок 3.16, таблица 3.29).

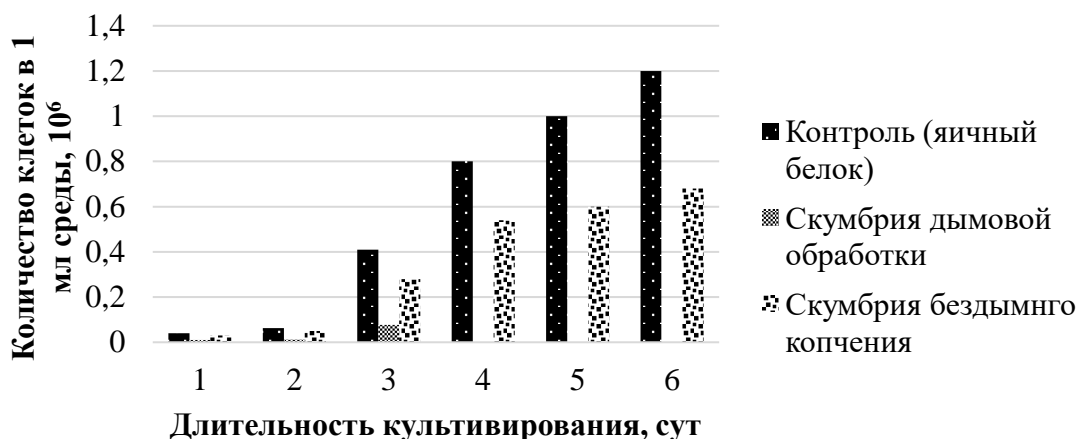


Рисунок 3.16 – Динамика изменения численности популяции инфузории *Tetrahymena pyriformis* в среде культивирования, содержащей исследуемые образцы

Таблица 3.29 – Сравнительная характеристика относительной биологической ценности (ОБЦ) образцов скумбрии горячего копчения разных способов приготовления

Объект исследования	Показатели биологической ценности		
	ОБЦ, % к контролю*	КБА**	КЭБ, %***
Эталон (яичный белок)	100	2,58	24,9
Скумбрия (эксперимент)	68	0,54	11,2
Скумбрия (контроль)	18,8	0,23	5,2

\*- ОБЦ - относительная биологическая ценность; \*\* - КБА - коэффициент биологической активности; \*\*\* КЭБ - коэффициент эффективности белка

Сравнительный анализ показателей экспресс-оценки биологической ценности образцов копченой скумбрии (рисунок 3.16 и таблица 3.28) показал существенное преимущество новой технологии в сохранении биопотенциала копченой



по новой технологии рыбной продукции. Показатель ОБЦ экспериментальных образцов скумбрии (68%) в 2,1 раза превышал таковой в контрольном образце, а коэффициенты биологической активности и эффективности (КБА и КЭБ) превосходили значения в продукции бездымного копчения соответственно в 2,3 и 2,2 раза.

Результаты данных эксперимента свидетельствуют о том, что технология рыбы горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля наилучшим образом воздействует на физиологическую усвояемость белковой части рыбы, чем при дымовой обработке. По-видимому, снижение содержания коптильных компонентов в экспериментальных образцах рыбы (фенольных, карбоильных, кислотных, см. таблицу 3.26) положительно действует на метаболизм и рост тест-организмов, повышает их выживаемость, о чем свидетельствуют повышенные значения показателей биологической ценности и, соответственно, безопасности рыбы бездымного копчения.

В процессе экспресс-анализа была зафиксирована гибель инфузорий *Tetrahymena pyriformis* в контрольных образцах с рыбой дымовой обработки на 4-е сутки хранения, что может быть связано с взаимодействием химических компонентов дыма с аминокислотами мышечной ткани и блокированием их усвоения.

Результаты динамики роста инфузории *Tetrahymena pyriformis* в образцах копченой разными способами скумбрии представлены на рисунке 3.17.

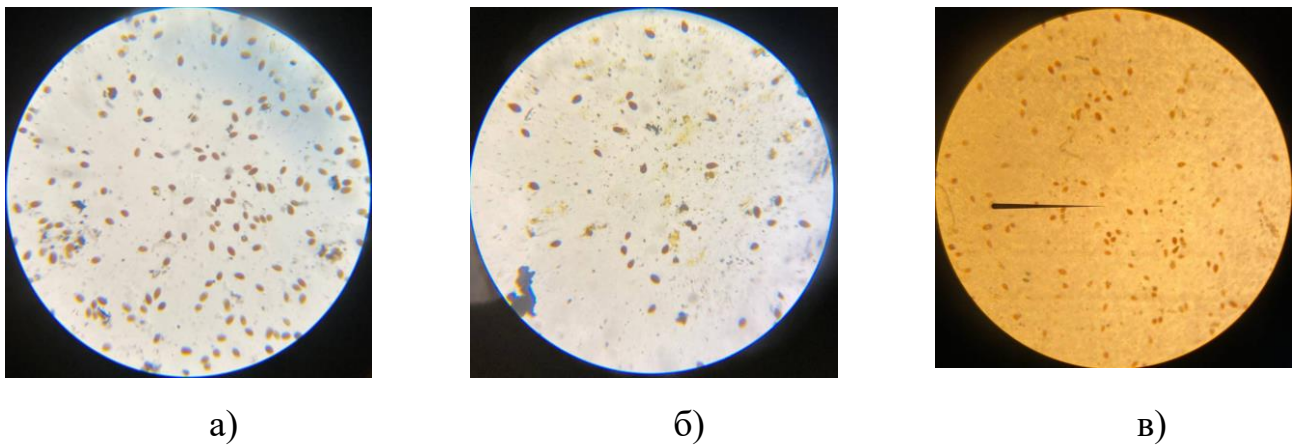


Рисунок 3.17 –Общий вид количества инфузории *Tetrahymena pyriformis* в среде, содержащей исследуемые пробы (3-и сутки эксперимента):

а) эталон; б) скумбрия (эксперимент); в) скумбрия (контроль)

На следующем этапе исследования изучали показатели химической безопасности скумбрии бездымного горячего копчения в соответствии с требованиями действующего технического регламента ТР ТС 040/2016. Полученные результаты представлены в таблице 3.30 и в Приложениях К и Н.

Таблица 3.30 – Показатели химической безопасности скумбрии горячего бездымного копчения, обработанной коптильно-водорослевым биогелем

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 ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ - 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

Результаты исследований химической безопасности, представленные в таблице 3.30, свидетельствуют о том, что скумбрия, обработанная КВБ, полностью безопасна, т. к. имеет значения по содержанию потенциальных токсикантов, значительно ниже допустимых. Это позволяет считать разработанную технологию экологически безопасной, а полученную продукцию – экологически чистой.

### 3.9 Производственные испытания

Экспериментально обоснованная технология приготовления рыбы бездымного горячего копчения на основе адгезионной обработки коптильно-водорослевым биогелем была успешно апробирована в производственных условиях предприятия ООО «Транскомплекс – К» (г. Калининград).

При испытаниях в ООО «Транскомплекс – К» на базе имеющегося технологического оборудования (камера подсушки и термообработки Tentron optimal; пресс-тележка для посола ИПКС-025-02; Рама для нанизывания на прутки; машина вакуум-упаковочная Mini Jumbo) в соответствии с разработанной технологической инструкцией (ТИ 10.20.24 – 031 - 3904014891) была выработана опытная партия скумбрии бездымного горячего копчения, соответствующая по качеству техническим условиям ТУ (10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023).

В ходе производственных испытаний 15 кг подготовленного замороженного сырья (скумбрия атлантическая) размораживали на воздухе при температуре 15°C. Затем проводили мойку, обезглавливание и потрошение рыбы с последующей мойкой разделанного полуфабриката. Масса разделанной рыбы, направляемой на посол, составила 11,8 кг. Посол осуществляли тузлучным способом в насыщенном солевом растворе в течение 20 минут. Затем производили стекание излишек тузлука на специальных решетках и подсушку соленой рыбы обдуванием теплым воздухом при 23°C в конвекционной термокамере. Следующим этапом было иммерсионное нанесение коптильно-водорослевого биогеля. Подготовленный полуфабрикат окунали в чан с коптильно-водорослевым биогелем, предварительно подготовленным в соответствии с ТИ 10,2024 – 032 – 3904014891 - 2023, на 30 с. Рыбу с нанесенным коптильным адгезивом подвергали подсушке при температуре 60°C в течение 15 мин с дальнейшей тепловой обработкой при температуре 120°C в течение 20 мин. Масса партии готовой рыбы горячего копчения после охлаждения составила 10,79 кг.

Специалистами предприятия была дана положительная оценка качества полученной продукции, приготовленной по разработанной технологии. Апробированная технология рекомендована к промышленному внедрению (Приложение П).

### 3.10 Оценка экономической эффективности производства рыбы бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля

Разработанная технология рыбы бездымного копчения направлена на ресурсосбережение (снижение потерь массы сырья и повышение выхода готовой продукции), энергосбережение (отсутствие дымогенерации, сокращение продолжительности процесса), а также повышение безопасности и биологической ценности копченой рыбы, традиционно считающейся потенциально опасной для здоровья [1].

На данном этапе исследования оценивали эффективность модернизации технологического процесса производства рыбы горячего копчения с применением коптильно-водорослевого биогеля за счет названных факторов и оптимизации производственного процесса.

Основные показатели расчета экономической эффективности внедрения разработанной технологии, использующей биопотенциал красных водорослей Балтийского моря в производстве безопасной и полезной рыбы горячего копчения, представлены в таблице 3.30. Подробный расчет приведен в Приложении С.

Таблица 3.31 – Основные технико-экономические показатели проекта по производству рыбы бездымного горячего копчения в объеме 246 кг/сутки с применением коптильно-водорослевого биогеля

№	Показатель	Значение, руб.
1	Сырье	7 035 600
2	Вода	6 209,3
3	Электроэнергия	442 866,1
4	Амортизация	473 623,2
5	Текущий ремонт оборудования	151 000
6	Заработная плата	5 676 000
7	Социальные отчисления	1 702 800
8	Общехозяйственные затраты	2 334 877,2

## Продолжение таблицы 3.31

9	Коммерческие затраты	1 611 065,3
10	Полная себестоимость	17 900 725,4
11	Технологическое оборудование	2 868 068
12	Строительство здания (цех)	3 354 000
13	Капитальные вложения	6 672 978,2
14	Прибыль	1 270 289,3
15	Чистая прибыль	1 143 260,4
16	Рентабельность	6,5%
17	Рентабельность реальных инвестиций	19,04%
18	Срок окупаемости	5,84 года
19	Стоимость ед. продукции (0,3 кг)	275,6

Данные таблицы 3.31 свидетельствуют об экономической рентабельности выпуска новой копченой рыбной продукции повышенной безопасности и биологической ценности, с применением экологически чистой технологии, использующей биопотенциал красных водорослей Балтийского моря и преимущества бездымных коптильных сред.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе биопотенциала красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* и достоинств коптильного ароматизатора «Жидкий дым» научно обосновано получение фикоколлоидного коптильно-водорослевого биогеля с функциональными свойствами и его применение в экологически безопасном и ресурсосберегающем горячем копчении рыбы повышенной биологической ценности.

По результатам исследования можно сделать следующие **выводы**:

1. Изучен биопотенциал красной водоросли Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* по содержанию биологически активных веществ, установлен высокий уровень содержания функциональных пищевых ингредиентов (% на сухое в-во): каррагинан – 50,67%; каротиноиды – 1,81%; лютеин – 1,7 мг/100г; минеральные вещества (мг/100 г): Са – 1104,6; Mg – 688,9; К<sub>2</sub> – 518; Na – 215,4; I – 58,1 мкг/100г; витамины (мг/100г): В<sub>2</sub> – 7,68; Е – 8,32; В<sub>1</sub> – 7,68; В<sub>6</sub> – 2,3; К<sub>2</sub> – 0,1; D<sub>3</sub> – 0,051.

2. Обоснованы рациональные параметры получения коптильно-водорослевого биогеля на основе композиции водного экстракта красных водорослей *Furcellaria lumbricalis*, приготовленного при температуре экстрагирования 80 – 85°С в течение 2-х часов, и коптильного ароматизатора «Жидкий дым» путем их смешивания при соотношении 3:1, что обуславливает формирование заданных реологических и органолептических характеристик новой бездымной коптильной среды, необходимых для адгезионного нанесения на поверхность рыбы.

3. Исследованы органолептические, физико-химические и функционально-технологические характеристики коптильно-водорослевого биогеля: вязкость 450 – 600 сПз, содержание основных компонентов: кислот – от 1,5 до 2,5%; фенольных веществ – от 1,0 до 2,0%; карбонильных соединений – от 4,0 до 6,5%, каррагинанов – от 6 до 10%. Рекомендуемый срок годности биогеля составил 6 месяцев.

4. Получены математические модели процессов нанесения биогеля на поверхность рыбы и ее проварки до кулинарной готовности, связывающие обоб-

ценные показатели качества готовой продукции при иммерсионной обработке полуфабриката коптильно-водорослевым биогелем с ключевыми факторами процесса; рассчитаны и экспериментально подтверждены оптимальные значения: продолжительность иммерсионной обработки рыбы КВБ (25 – 30 с) и продолжительность подсушки при 60 °С (15 – 18 мин.); продолжительности термической обработки рыбы (27 – 33 мин.) и температура термической обработки (110 – 130°С). На основе полученных данных обоснована технология рыбы горячего копчения повышенной биологической ценности.

5. Исследована хранимоспособность рыбы бездымного горячего копчения по динамике микробиологических характеристик, показателей биохимических изменений в белках и липидах. Установлено, что копченая рыба с КВБ сохраняет санитарную безопасность и органолептические показатели при упаковывании без вакуума при температуре хранения плюс  $3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  на протяжении 7 суток, что превышает рекомендуемый срок годности рыбы дымового горячего копчения в 3,5 раза. Сроки годности продукции, упакованной под вакуумом, при температуре хранения плюс  $3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  составляет 48 суток.

6. В сравнительных испытаниях изучены инструментальные показатели цвета копченой рыбы, обработанной дымовым и бездымным способами, в системе CIE L\*a\*b. Установлены минимальные отличия цветовых различий в контрольных и опытных образцах. Обоснованы координаты цветности и области локализации основных показателей цвета рыбы бездымного копчения в цветовом треугольнике CIE L\*a\*b (скумбрия горячего копчения: длина волны 575–582 нм; светлота 70–73 кд/м<sup>2</sup>, насыщенность 74–78%, угол цветового тона 76–78 Н°; салака: длина волны 570–572 нм; светлота 90–92 кд/м<sup>2</sup>; насыщенность 43–44%; угол цветового тона – 80–83 Н°).

7. Исследованы основные показатели качества, биологической ценности и безопасности экспериментальных образцов рыбы горячего бездымного копчения. Установлено пониженное содержание в ней основных коптильных компонентов относительно рыбы дымовой обработки (фенольных и карбонильных веществ соответственно на 57% и 84%) при более высокой органолептической оценке. По-

казана повышенная относительная биологическая ценность продукции по росту тест-организма *Tetrahymena pyriformis* против рыбы дымового копчения (на 68%). Обоснована безопасность рыбы с КВБ по содержанию токсичных элементов и функциональный уровень качества. Степени удовлетворения физиологической потребности при употреблении 100 г скумбрии, приготовленной новым способом, составляет: витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> – соответственно на 100%; 38,8%; 20%; йода - на 30%; каротиноидов - на 32%.

8. На базе предприятия ООО «Транскомплекс-К» проведены производственные испытания, подтвердившие перспективность промышленного изготовления копченой рыбы с применением коптильно-водорослевого биогеля.

9. На разработанные продукты подготовлена и утверждена техническая документация: ТУ и ТИ 10.20.24 – 032 – 3904014891 – 2023 «Коптильно водорослевая-композиция «Морской дым»»; ТУ и ТИ 10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023 «Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт»». Обоснована экономическая эффективность внедрения новой технологии в производство.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аллоярова Ю. В. Совершенствование технологии рыбных консервов из мойвы: Расширение ассортимента, применение коптильного геля, повышение качества: специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств» : Диссертация на соискание кандидата технических наук / Аллоярова Ю. В. ; Мурманский государственный технический университет. — Воронеж, 2020. — 167 с. Текст: непосредственный.
2. Альшевский, Д. Л. Разработка технологии ламинированного малосоленого рыбного филе холодного копчения : специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств» : Автореферат на соискание кандидата технических наук / Альшевский, Д. Л. ; Калининградский государственный технический университет. — Калининград, 1997. — 22 с. Текст: непосредственный.
3. Аминаина, Н. М. Основные направления исследований морских водорослей и трав Дальневосточного региона / Н. М. Аминаина. - Текст: непосредственный. // Известия ТИНРО. — Дальний Восток: ТИНРО, 2005. — С. 348-354.
4. Амирнов, В. А. Аминокислоты и полипептиды: учебное пособие / В. А. Амирнов, Ю. Н. Климочкин 1-е.издание. - Самара: СГТУ, 2007. – 110 с. Текст: непосредственный.
5. Анализ рынка переработки рыбы и морепродуктов: российские предприятия сохраняют оптимизм / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://fishretail.ru/news/analiz-rinka-pererabotki-ribii-moreproduktov-412249> (дата обращения: 26.07.2023). – Текст: электронный.
6. Арет, В.А. Реология и физико-механические свойства материалов пищевой промышленности: учеб. пособие /В.А. Арет, С.Д. Руднев. — СПб. : ИЦ Интермедия, 2014 — 252 с. Текст: непосредственный.
7. Баклицкая, О.К. Фурцеллярия / Баклицкая, О.К. [Электронный ресурс] //: [сайт]. — URL: <https://fishretail.ru/news/analiz-rinka-pererabotki-ribii-moreproduktov-412249> (дата обращения: 26.07.2024). – Текст: электронный.

8. Батраченко, Е. А., Пути совершенствования ассортимента и повышения качества рыбной продукции / Е.А. Батраченко, А.А. Маньшин, С.Ф. Рюмшина [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – вып.9. – С. 32–35.

9. Владимцева, Т.М. Технология рыбы и рыбных продуктов. Методы определения качества рыбной продукции: учеб. пособие / Т.М. Владимцева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019 – 105 с. – Текст: непосредственный.

10. Володина, А.А. Макрофиты прибрежной зоны российского сектора юго-восточной части Балтийского моря (Калининградская область) / А.А. Володина, М.А. Герб. – Текст: непосредственный // Известия КГТУ. – 2013. – вып. 28. – С. 129-135.

11. Володина, А.А. Предварительные результаты исследований сообществ макрофитов прибрежной зоны юго-восточной Балтики (Калининградская область) / А.А. Володина, М.А. Герб. – Текст: непосредственный // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: материалы всероссийской конференции (СПб., 20–24 сент. 2011 г.). - СПб., 2011. – Т. 1. Разнообразие типов растительных сообществ и вопросы их охраны. География и картография растительности. История и перспективы геоботанических исследований. - С. 47 – 51.

12. Гончаренко, О. А. Экспертиза свойств копильных препаратов и ароматизаторов: специальность 05.19.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания»: автореферат диссертации на соискание кандидата технических наук / Гончаренко Оксана Анатольевна ; РЭА им. Г.В. Плеханова . — Москва, 2002. - 24 с.: ил. – Библиогр.: с. 21-24. – Место защиты: Рос. эконом. акад. им. Г. В. Плеханова. – Текст: непосредственный.

13. Дорофеева, Т. С. Возможность использования местного растительного сырья в производстве био-разлагаемых упаковочных материалов / Т. С. Дорофеева, Т. В. Чадова – Текст: непосредственный // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – Москва: 2013. — С. 16-18.

14. Ермак И.М. Структурные особенности и биологическая активность каррагинанов-сульфатированных полисахаридов красных водорослей дальневосточных морей России / И.М. Ермак, А.О. Бянкина, Е.В. Соколова – Текст: непосредственный // Вестник ДВО РАН. - 2014. - №1. - С. 80-92.
15. Ермак, И.М. Физико-химические свойства, применение и биологическая активность каррагинана – полисахарида красных водорослей / И.М. Ермак, Ю.С. Хотимченко. – Текст: непосредственный // Биология моря. – 1997. – Т. 23, вып.3. – С. 129-142.
16. Ершов, А. М. Совершенствование и развитие технологических процессов получения пищевой продукции из водного сырья / А.М. Ершов, И.Э. Бражная, А.Т. Перетрухина [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник МГТУ. – 1998. – вып.1. – С. 51 – 64.
17. Ершов, А.М. Совершенствование техники и технологии копчения пищевых продуктов / А. М. Ершов, В. В. Беспалова, В. А. Гроховский, С. Ю. Дубровин, А. А. Иваней, О. А. Николаенко, Ю. В. Шокина. – Текст: непосредственный // Наука – производству. – 2000. – вып. 2. – С. 39–43.
18. Жбанова В.Л. Исследование методов определения цветовых различий в равноконтрастной колориметрической системе CIELAB / В.Л. Жбанова. – Текст: непосредственный // Светотехника. – 2020. – вып. 1. – С. 36–40.
19. Жбанова В.Л. Система цветоделения на основе цветового треугольника для колориметрических исследований в микроскопии / В.Л. Жбанова. – Текст: непосредственный // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2023. – Т. 23, вып. 2. – С. 236–244.
20. Захаров, В.Л. Содержание биологически активных веществ в плодах груши обыкновенной в зависимости от способа сушки / В.Л. Захаров, Б.А. Сотников. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2016. – вып.13. – С. 27-30.
21. Исследование: Как улучшить положение с потреблением рыбы в России / Исследование: [Текст] // Лаборатория ритейла: выпуск 9. — Москва: ЦСП «Платформа», 2021. — С. 23.

22. Кадникова, И.А. Технология желе образных продуктов с использованием каррагинана и его гидрогеля из хондруса / И.А. Кадникова, С.В. Талабаева, А.В. Подкорытова. – Текст: непосредственный // Рыбная промышленность. – 2005 – вып. 1 – С. 34-36.

23. Канюков, В.Н. Витамины: учебное пособие / В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 108 с.: ил.; 29 см. – Библиогр.: с. 107 – 108. – 100 экз. – Текст: непосредственный.

24. Касьянов, Г.И. Технология копчения мясных и рыбных продуктов: учебно-практическое пособие / Г.И. Касьянов, С.В. Золотокопова, И.А. Палагина, О.И. Квасенков; КубГТУ. – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 208 с. – Текст: непосредственный.

25. Ким, И.Н. Эколого-технологические аспекты копчения пищевых изделий: монография / И.Н. Ким. – Владивосток: Дальневосточ. тех. рыбохоз. ин-т, 2004. – 203 с. – Текст: непосредственный.

26. Ким, Э. Н. Новое в теории и практике бездымного копчения / Э.Н. Ким., Е.П. Лаптева., Ю.А. Семиряжко // Известия ТИНРО. - 2001. – вып. 129. – С. 243-253.

27. Ким, Э.Н. Исследование химического состава и технологических свойств современных коптильных препаратов / Э.Н. Ким, Е.В. Глебова. – Текст: непосредственный // Известия ТИНРО. – 2008. – С. 84 – 96.

28. Клаус Л. Морская косметика / Клаус Любер. – Текст: электронный // Биоэкономика : [сайт]. – 2020. – 5 март. – URL: <https://www.deutschland.de/ru/topic/ekonomika> (дата обращения: 09.08.2021).

29. Ключкова, Н.Г. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав / Н.Г. Ключкова, В.А. Березовская В.А. – Владивосток: Дальнаука. – 1997. – 155 с.

30. Ключко, Н. Ю. Совершенствование технологии рыбных продуктов с применением жидких коптильных сред нового поколения /Н.Ю. Ключко, И.Н. Доминова, О.А. Сосновская, Е.Е. Дорофеева, О.Я. Мезенова. – Текст: неопределен-

ный // Материалы V Международной конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». СПбГУНиПТ. – 2011. – С.337-339.

31. Красочко, П.А. Методические рекомендации по ускоренному определению токсичности и безвредности кормов и кормовых добавок: методические рекомендации пособие / П.А. Красочко, М.П. Кучинский, Н.Г. Толкач [и др.]. – Минск: РУП "институт экспериментальной ветеринарии им С.Н. Вышелесского", 2015. – 12 с. - Текст: непосредственный.

32. Кудрякова, Г.Х. Съедобная упаковка: состояние и перспективы / Г.Х. Кудрякова, Л.С. Кузнецова, М.Н. Нагула [и др.]. – Текст: неопределенный // Пищевая промышленность. – 2007. – вып. 6. С. 24-26.

33. Кулакова, И.И. Методы оптической спектроскопии: методическое пособие / И.И. Кулакова, О.А. Федорова, А.В. Хорошутин; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. - М.: Издательство Московского университета, 2015. – 117 с. – Текст: неопределенный.

34. Курегян, А.Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов / А.Г. Курегян. – М.: Фундаментальные исследования, 2015. – вып. 2-23. – С. 5166-5172. – Текст: непосредственный.

35. Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – Москва : Пищевая промышленность, 1977.– 191 с. : ил. Библиогр.: с. 179-185.

36. Курко В.И. Основы бездымного копчения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 228с. : ил. Библиогр.: с. 223-229.

37. Лукьянов, В.А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе: монография / В.А.Лукьянов, А.И.Стифеев; Министерство сельского хозяйства РФ. – Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – 181с. – Текст: непосредственный.

38. Мезенова, О. Я. Инновации в копчении пищевых продуктов / О.Я. Мезенова. Текст: непосредственный // Вестник науки и образования Северо-Запада России. - 2017. – Т.3, вып.1. – С. 31-46.

39. Мезенова, О.Я. Инновационные пищевые биотехнологии водных биологических ресурсов: учебное пособие / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Ключко, Е.С. Землякова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, Е.В. Лютова; отв. ред. О. Я. Мезенова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 323 с. – Текст: непосредственный.

40. Мезенова, О.Я. Использование потенциала красных водорослей в технологии бездымного копчения рыбы / О.Я. Мезенова, Н.В. Самбурская, А.Д. Сушина, Й-Т. Мёрзель. – Текст 6 Непосредственный // Вестник Международной академии холода. – 2022. – вып. 4. – С. 29–36.

41. Мезенова, О.Я. Обоснование принципов технологии рыбных продуктов при использовании дифференцированных жидких коптильных сред: специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Калининградский государственный технический университет. – Калининград, 2000. – 287 с. – Текст : непосредственный.

42. Мезенова, О.Я. Современные проблемы и методы исследования в технологии копченой продукции: учебное пособие / О.Я. Мезенова; Калининград: калининградский государственный технический университет. – Калининград: КГТУ (университет), 2011. – 149 с. – Текст: непосредственный.

43. Мезенова, О.Я. Технология и контроль копченых пищевых продуктов: учебное пособие для пищевых специальностей высших учебных заведений / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Ключко, В.А. Гроховский; Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «КГТУ». – Калининград: издательство КГТУ, 2007. – 248 с. Текст: непосредственный.

44. Мезенова, О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов: учебное пособие с грифами УМО / О.Я. Мезенова. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2018. - 288 с. – Текст: непосредственный.

45. Мезенова, О.Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов: учебное пособие с грифами УМО / О.Я. Мезенова. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2007. - 288 с. – Текст: непосредственный.

46. Мезенова, О.Я. Технология, экология и оценка качества копченых продуктов: учебное пособие / О.Я. Мезенова., И.Н. Ким — Санкт-Петербург: ГИОРД. – 2011. – 488 с. – Текст: непосредственный.

47. Мезенова, О.Я. Математическое моделирование: учебное пособие/ О.Я. Мезенова – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». – 2022. – 32 с. – Текст: непосредственный.

48. Министерство здравоохранения Российской Федерации: [приказ от 19 августа 2016 г. N 614] об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. – М., 2016. – 300 с. - Текст: непосредственный.

49. Назаров, В.Ф. Анализ современного состояния и перспективных направлений развития технологии копчения / В. Ф. Назаров, А. В. Майоров. – Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – вып.2-1. – С. 168-171.

50. Нго, Д. Х. Сульфатированные полисахариды как биоактивные агенты из морских водорослей / Д.Х. Нго, С.К. Ким. – Текст: непосредственный // Институт био Макромол. – 2013. – вып. 62. – С. 70–75.

51. Неуймин Д. С. Современное состояние и особенности развития рынка рыбы и рыбной продукции / Д.С. Неуймин. – Текст: непосредственный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. – 2017. – вып. 1 (15). – С. 122–130.

52. Никонова, А.С. Совершенствование получения коптильной жидкости с применением ультразвука: специальность 05.10.12 «Процессы и аппараты пищевых производств» диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Никонова Антонина Сергеевна; Мурманский государственный технический университет. – Мурманск, 2015. - 241 с. – Текст: непосредственный.

53. Обзор Российского и мирового рынка рыбы и морепродуктов по состоянию на 14.01.2022 года. – ГКУ КК «Кубанский сельскохозяйственный информационно-консультационный центр», 2022 – 4 с. – Текст: непосредственный.

54. Ожередова, Н.А. Санитарная микробиология / Н. А. Ожередова, А. Ф. Дмитриев, В. Ю. Морозов [и др.]. – Текст: непосредственный. – 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань. – 2023. — 176 с.

55. Пасичный, В. Н. Пищевые добавки в производстве продуктов питания / В. Н. Пасичный, П. Н. Сабадаш. – Текст: непосредственный // Пищевые технологии. — 2017. — вып.13. — С. 126-137.

56. Патент № 102293 Российская Федерация, МПК А23L 1/212 (2006.01). Набор копчёных овощей: № 2009112512/13: заявл. 06.04.2009: опубл. 27.02.2011 / Гаврилов А.Ю., Гаврилова Э.Е.; заявитель Гаврилова Э.Н. – 3с. : ил. – Текст: непосредственный.

57. Патент № 145702 Российская Федерация, МПК А23В 4/052 (2006.01). Устройство для получения дыма: № 2014115056/13: заявл. 15.04.2014: опубл. 27.09.2014 / Ершов А.М., Похольченко В.А., Иваней А.А., Ильин А.Ю; заявитель ФГБОУ ВПО «МГТУ». – 2с.: ил. – Текст: непосредственный.

58. Патент № 2109452 Российская Федерация, МПК А23В 4/044, В 65 D 81/28. Упаковка для приготовления пищевых продуктов: № 95112810А : заявл. 14.10.1993: опубл. 27.04.1998 / Тапани Т.; заявитель Тапани Т. – 5 с. : ил. – Текст: непосредственный.

59. Патент № 2156071 Российская Федерация, МПК А23В 4/048 (2006.01). Способ приготовления коптильной жидкости: № 99112305/13: заявл. 07.06.1999: опубл. 20.09.2000 / Мезенова О.Я., Кочелаба Н.Ю.; заявитель «КГТУ». – 7с.: ил. – Текст: непосредственный.

60. Патент № 2315518 Российская Федерация, МПК А23L 1/325 (2006.01), А23В 4/00 (2006.01). Способ получения консервов «Салат с рыбой горячего копчения»: № 2006116032/13: заявл. 11.05.2006: опубл. 27.01.2008 / Квасенков О.И.; заявитель Квасенков О.И. – 4с.: ил. – Текст: непосредственный.

61. Патент № 2328153 Российская Федерация, МПК А23L 1/337 (2006.01), А23В 4/023 (2006.01). Способ приготовления пищевого продукта из ламинарии: № 2006144975/13: заявл. 18.12.2006: опубл. 10.07.2008 / Мезенова О.Я., Руднева А.И.; заявитель ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 13с.: ил. – Текст: непосредственный.



62. Патент № 2335909 Российская Федерация, МПК А23В 4/044 (2006.01). Способ получения рыбы горячего копчения: № 2007124241/13: заявл. 27.06.2007: опубл. 20.10.2008 / Ким Г.Н., Ким И.Н., Шатанько Т.И., Мегеда Е.В., Леснжак В.В.; заявитель: ФГОУ ВПО «ДГТРУ».: 8с.: ил. – Текст: непосредственный.
63. Патент № 2341250 Российская Федерация, МПК А61К 9/48 (2006.01). Гомогенная термообратимая гелевая пленка, содержащая каппа-2-каррагинан, и полученные из нее мягкие капсулы: № 2005135134/15: заявл. 14.04.2004: опубл. 20.12.2008 / Модлишевски Д.Д., Боллард А.Д., Севолл К.Д., Блэкмор У.Р., Райли П.Д.; заявитель ФМК КОРПОРЕЙШЕН. – 36с.: ил. – Текст: непосредственный.
64. Патент № 2362426 российская Федерация, МПК А23L 1/333 (2006.01). Способ приготовления Пируано-Чилийского кальмара горячего копчения: № 2008103436/13: заявл. 04.02.2008: опубл. 27.07.2009 / Слапогузова З.В., Дувалина И.А., Ефремов О.В.; заявитель ФГУП «ВНИРО». – 6с.: ил. – Текст: непосредственный.
65. Патент № 2381656 Российская Федерация, МПК А23В 4/004 (2006.01). Вакуумный коптильный агрегат: № 2006101664/13: заявл. 20.01.2006: опубл. 20.02.2010 / Сулейманов Р.З., Сулейманов Ш.Р.; заявитель Сулейманов Р.З.: – 7с.: ил. – Текст: непосредственный.
66. Патент № 2388318 Российская Федерация, МПК А23К 1/00 (2006.01), А23К 1/10 (2006.01), А23К 1/14 (2006.01). Способ получения кормового продукта: №2008150004/13: заявл.17.12.2008: опубл. 10.05.2010 / Перебейнос А.В., Мисаковский А.А.; заявитель ФГБОУ ВПО «ДГТРУ».: - 6с.: ил – Текст: непосредственный.
67. Патент № 2390151 Российская Федерация, МПК А23В 4/048 (2006.01), А23В 4/14 (2006.01). Способ и композиция антимицробной обработки пищевого продукта: № 2006129170/13: заявл.10.01.2005: опубл. 20.02.2008 / Мёллер П.У., Рамакришнан С.; заявитель МАСТЕРТЭЙСТ.: - 37с.: ил. – Текст: непосредственный.
68. Патент № 2423056 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Пищевой эмульсионный продукт: №2009122080/10: заявл.08.06.2009: опубл. 20.12.2010 /

Самаренкин Д.А.; заявитель: ОАО «Казанский жировой комбинат».: - 9с.: ил. – Текст: непосредственный.

69. Патент № 2458077 Российская Федерация, МПК C08J 5/18 (2006.01), C08L 5/06 (2006.01), C08L 5/08 (2006.01), C08L 101/16 (2006.01). Биоразлагаемая пленка на основе пектина и хитозана: № 2010151358/05: заявл.14.12.2010: опубл. 10.08.2012 / Перфильева 126 О.О.; заявитель: Перфильева О.О.: - 7с.: ил. – Текст: непосредственный.

70. Патент № 2490915 Российская Федерация, МПК A23B 4/10 (2006.01). Способ формирования защитного покрытия для хранения объектов водных биологических ресурсов с использованием модифицированных защитных покрытий: № 2011153245/13: заявл. 27.12.2011: опубл. 27.08.2013 / Евтушенко М.В., Бредихина О.В.; заявитель: ФГБОУ ВПО «МГУПП».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

71. Патент № 2505241 Российская Федерация, МПК A23L 1/333 (2006.01), A23B 4/044 (2006.01). Способ приготовления кальмара горячего копчения: №2012124633/13: заявл. 14.06.2012: опубл. 27.01.2014 / Ким Э.Н., Тимчук Е. Г.; заявитель: ФГБОУ ВПО «ДГТРУ».: - 10 с.: ил – Текст: непосредственный.

72. Патент № 2517598 Российская Федерация, МПК A23C 19/14 (2006.01), A23C 19/068 (2006.01). Способ производства полутвёрдого копчёного сыра: № 2012143946/10: заявл.15.10.2012: опубл.27.05.2014 / Логинов В.А., Линкевич Е.Т., Гаврилова Н.Б.; заявитель: ОАО «Белебеевский ордена «Знак Почета» молочный комбинат».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

73. Патент № 2517598 Российская Федерация, МПК A23C 19/14 (2006.01), A23C 19/068 (2006.01). Способ производства полутвёрдого копчёного сыра: № 2012143946/10: заявл. 15.10.2012: опубл. 27.05.2014 / Логинов В.А., Линкевич Е.Т., Гаврилова Н.Б.; заявитель: ОАО «Белебеевский ордена «Знак Почета» молочный комбинат».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

74. Патент № 2521860 Российская Федерация, МПК A23L 1/333 (2006.01), A23B 4/044 (2006.01). Способ приготовления копченого кальмара: № 2013118115/13: заявл. 22.04.2013: опубл. 10.07.2014 /Кучеренко Н.А., Васильев

А.И.; заявитель: Кучеренко Н.А., Васильев А.И.: - 11с.: ил. – Текст: непосредственный.

75. Патент № 2525926 Российская Федерация, МПК C08J 5/18 (2006.01), A61K 47/36 (2006.01). Водорастворимая биodeградируемая съедобная упаковочная пленка: №2013100494/13: заявл.09.01.2013: опубл. 20.08.2014 / Никулина М.А., Нугманов А.Х., Титова Л.М., Алексанян И.Ю., Пленкин А.В.; заявитель: Никулина М.А.: - 10с.: ил. – Текст: непосредственный.

76. Патент № 2529720 Российская Федерация, МПК A23L 1/325 (2006.01), A23B 4/00 (2006.01). Способ изготовления аналога балыка из маложирных видов рыб: № 2013103376/13: заявл. 24.01.2013: опубл. 27.09.2014 / Мукатова М.Д., Голикова Е.Н., Сколков С.А.; заявитель: ФГБОУ ВПО «АГТУ».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

77. Патент № 2566686 Российская Федерация, МПК A23B 4/052 (2006.01). Дымогенератор: №: 2014135045/13: заявл. 26.08.2014: опубл. 27.10.2015 / Ким Э.Н., Максимова В.И., Тушко А.А. – 10 с. : ил. – Текст: непосредственный.

78. Патент № 2570329 Российская Федерация, МПК A23L 1/312 (2006.01), A23B 4/044 (2006.01). Способ приготовления копчено-вареных свиных языков: № 2014132423/13: заявл. 05.08.2014: опубл. 10.12.2015 / Донник И.М., Смертин Р.В., Лоретц О.Г., Якубова Л.М.; заявитель ФГБОУ ВПО УрГАУ. – 13с.: ил. – Текст: непосредственный.

79. Патент № 2620373 Российская Федерация, МПК A22C 13/00 (2006.01). Многослойная оболочка для копчения и хранения пищевых продуктов и изготовленный в ней копчёный пищевой продукт: № 2016103754: заявл. 04.02.2016: опубл. 25.05.2017 / Голянский Б.В., Верин С.В.; заявитель: ООО «Производственно-коммерческая фирма «Атлантис-Пак»».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

80. Патент № 2636959 Российская Федерация, МПК A23L 27/60 (2016.01). Пищевой эмульсионный продукт: № 2016137432: заявл. 19.09.2016: опубл. 19.09.2016 / Барышев Л.В.; заявитель: АО «Эссен Продакшн АГ».: - 7с.: ил. – Текст: непосредственный.

81. Патент № 2659858 Российская Федерация, МПК F17C 9/02 (2006.01). Способ получения буженины из мяса птицы: № 2016101068: заявл. 16.05.2014: опубл. 04.07.2018 / Косилов А.Н., Сербинов И.А., Гатченко Л.М.; заявитель: КОНОНОФИЛЛИПС КОМПАНИ.: - 20с.: ил. – Текст: непосредственный.

82. Патент № 2697203 Российская Федерация, МПК G01N 33/12 (2006.01). Способ определения содержания каррагинана в мясных продуктах: № 2018139998: заявл. 12.11.2018: опубл. 13.08.2019 / Конвай А.Д., Заболотных М.В., Серёгин И.Г. Гаврилова Э.Е.; заявитель: ФГБОУ ВО Омский ГАУ.: 6 с.: ил. – Текст: непосредственный.

83. Патент № 2736300 Российская Федерация, МПК A23L 27/40 (2016.01). Способ копчения соли: № 2020122598: заявл. 08.07.2020: опубл. 13.11.2020 /Агалов М.И.; заявитель: Агалов М.И.: - 4с.: ил. – Текст: непосредственный.

84. Патент № 2755283 Российская Федерация, МПК A23L 13/50 (2016.01), A23B 4/023 (2006.01), A23B 4/044 (2006.01). Способ производства изделий варёно-копчёных с добавлением пищевого функционального ингредиента: № 2021103318: заявл. 11.02.2021: опубл. 14.09.2021 / Храмова В.Н., Чехова Е.А., Храмова Я.И., Храпова Е.В., Бурдина А.Н. заявитель: ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».: - 5с.: ил. – Текст: непосредственный.

85. Патент № 2767198 Российская Федерация, МПК A23C 20/02 (2006.01), A23L 29/206 (2016.01), C12P 13/00 (2006.01). Аналог сыра: № 2017131523; заявл. 12.07.2012: опубл. 16.03.2022 / О'Рейлли Б.П., Казино М., Воккола Л.С., Варадан Р.; заявитель: ИМПОССИБЛ ФУДЗ ИНК.: - 47с.: ил. – Текст: непосредственный.

86. Патент № 2767686 Российская Федерация, МПК A61K 8/98 (2006.01), A61K 8/9783 (2017.01), A61K 8/9717 (2017.01), A61Q 19/00 (2006.01). Косметический крем – скраб (варианты): № 2021118868: заявл. 29.06.2021: опубл. 18.03.2022 / Крещеновский А.А.; заявитель: Крещеновский А.А.: 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.

87. Патент № 2769984 Российская Федерация, МПК A22C 13/00 (2006.01), A22C 11/00 (2006.01). Способ внесения вкусоароматических веществ в коллагеновые оболочки: № 2020114399: заявл. 04.10.2018: опубл. 12.04.2022 / Голдфэрб Ю.,

Мэтьюз Д., Хэтч С., Кисимото М.; заявитель: ВИСКОФЭН КОЛЛАГЕНЮЭСЭЭЙ ИНК.: - 13с.: ил. – Текст: непосредственный.

88. Патент № 7758691 Соединенные Штаты Америки, МПК В02С 19/16 (2006.01). Универсальная пленка: № 20080213455А1: заявл. 11.02.2008: опубл.04.09.2008 / Demais H., Brendle J., Ledoit H., Laza A., Lurto L., Brault D; заявитель OLMIX, Brehan. – 5 с. : - Текст: непосредственный.

89. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы / А.В. Подкорытова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.- Текст: непосредственный.

90. Родина, Т.Г. Коптильные препараты и ароматизаторы / Т.Г. Родина. – Текст: непосредственный // Вестник Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова. – 2007. – №2. – С. 105-112.

91. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.- Текст: непосредственный.

92. Ручковский, Б.С. О содержании 3,4-бензпирена в черносливе, высушенном различными способами / Б.С. Ручковский, Ю.П. Борисюк, Л.А. Тиктин, В.Г. Поповский, М.С. Мордкович, А.А. Силич. – Текст: непосредственный // Гигиена и санитария. – 2003. - №9. - С. 136-137.

93. Рыбохозяйственный комплекс России: от стабилизации к развитию. Сильный комплекс сильной страны // Экспериментальный институт социальных исследований. - Москва. – 2022. – с. 210. - Текст: непосредственный.

94. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с. - Текст: непосредственный.

95. Сарбатова, Н.Ю. Технология переработки рыбы и гидробионтов: метод. рекомендации к выполнению лабораторных работ / сост. Н. Ю. Сарбатова, Н. Н. Забашта, А. А. Нестренко. – Краснодар: КубГАУ, 2020 – 118 с. – Текст: непосредственный.

96. Селунский, В.В. Повышение эффективности установки электростатического копчения / В.В. Селунский, В.Ю. Чурин. – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. - 2012. - №1. - С. 182-187.
97. Сизенцов А.Н. Методы определения антибиотикопродуктивности и антибиотикорезистентности: методические указания к лабораторному практикуму /А.Н. Сизенцов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009 – 102 с. – Текст: непосредственный.
98. Ситун, Н.В. Использование каррагинана в пищевой промышленности / Н.В. Ситун, В.П. Дедюхина, И.М. Ермак. – Текст: непосредственный // Вестник ТГЭУ. - 2000. - №3 (15). – с.24-28.
99. Снежко, А.Г. Упаковочные полимерные материалы с антимикробными и противоокислительными свойствами / А.Г. Снежко, Е.М. Фофанова, В.Б. Узденский [и др.]. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2014. – № 5. – С. 42–44.
100. Сокол, Н.В. Методы определения содержания йода в пищевом сырье и продуктах питания: методические указания / Н.В. Сокол, Л.Я. Родионова, Е.В. Щербакова [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 33 с. - Текст: непосредственный.
101. Сорокоумов, И.М. Современное состояние разработок пищевых плёнок и покрытий на основе хитозана / Сорокоумов, И.М., Строкова, Н.Г., Немцев, С.В. – Текст: непосредственный // Материалы Девятой Международной конференции. — Москва:ВНИРО, 2008. – С. 230-233.
102. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии; под ред. В.П. Быкова. — М.: Изд-во ВНИРО, 1999. — 262 с. – Текст: непосредственный.
103. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб / Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии; под ред. В.П. Быкова. – М.: изд-во ВНИРО, 1998. – 224 с. – Текст: непосредственный
104. Статистические сведения по рыбной промышленности России. – М.: ВНИРО, 2021.- URL: [http://vniro.ru/files/stat/stat\\_svedeniya\\_po\\_rybnoj](http://vniro.ru/files/stat/stat_svedeniya_po_rybnoj) (дата обращения: 26.05.2023). – Текст: электронный.

105. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. – Текст: непосредственный: каталог / Росинформ-агротех. – М.: ФГБНУ, 2019. – 68 с.

106. Сушина, А. Д. Исследование получения и применения коптильной композиции на основе экстрактов красных водорослей *Furcellaria Lumbricalis* / А.Д. Сушина, О.Я. Мезенова. – Текст: непосредственный // Вестник Международной академии холода. – 2022. № 1. С. 53–60.

107. Сушина, А. Д. Исследование получения коптильного геля на основе экстракта красных водорослей Балтийского моря / А. Д. Сушина, О. Я. Мезенова. – Текст: непосредственный // X Международный Балтийский морской форум. — Калининград: БГАРФ, 2022. — С. 144-151.

108. Тамонова, М.Ю. Физико-химические свойства каррагинана - пищевой добавки из красных водорослей / М.Ю. Тамонова, Е.В. Барашкина, Г.И. Касьянова. - Текст: непосредственный // Известия вузов. Пищевая технология. - 2002. - №4. - С. 18-20.

109. Тармаева, И.Ю. Минеральные вещества, витамины: их роль в организме. Проблемы микронутриентной недостаточности: учебное пособие / И. Ю. Тармаева, А. В. Боева.; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России; кафедра гигиены труда и гигиены питания. – Иркутск: ИГМУ, 2014 – 89 с. - Текст: непосредственный.

110. Технические условия " Пищевая добавка ароматизатор натуральный Коптильный препарат «Ольховый дым»" № ТУ 9145-002-25800078-04. Москва: 2016. – 5с. – Текст: непосредственный.

111. Технические условия " Пищевая добавка ароматизатор натуральный Коптильный препарат "Жидкий дым"" № ТУ 10.89.19-037-55482687-2017. Москва: 2018. – 4с. – Текст: непосредственный.

112. Титлянов, Э. А. Лечебные свойства морских растений / Э.А. Титлянов, Т.В. Титлянова. – Текст: непосредственный // Известия ТИНРО. - 2011. -№ 164. - С. 403-415.

113. Титлянов, Э. А. Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование / Э. А. Титлянов, Т. В. Титлянова. – Текст: непосредственный // Владивосток: Дальнаука, 2012 - 377 с.
114. Титлянов, Э. А. Полезные морские растения и их использование / Э.А. Титлянов, Т.В. Титлянова, О.С. Белоус. – Текст: непосредственный // Известия ТИНРО. – 2011. - № 164. – С. 140-156.
115. Тобиашевская, Б. Использование спектрометрии для одновременного измерения цвета и состава в образцах продуктов питания / Б. Тобиашевская, Р. Миллс, Я. Йонс. – Дания, 2018. – 20 с. – Текст: непосредственный.
116. Усманова, К.А. Рекомендации по сушке фруктовых и виноградных продуктов / К.А. Усманова, М.С.Нурбоева. – Текст: непосредственный // Science and Education. – 2021. – №2. – С. 186-191.
117. Усов, А. И. Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей / А.И. Усов. – Текст: непосредственный // Химия растительного сырья. – 2001. – №2. – С. 74-89.
118. Федеральная служба государственной статистики "Потребление продуктов питания" от 2022 // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2022 г. - № 1. - Ст. 1. – Текст: непосредственный.
119. Чеснокова, С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 Методы биотестирования / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай; Владимирский государственный университет. – Владимир: Изд-во ВГУ, 2008. – 92 с. - Текст: непосредственный.
120. Шокина, Ю. В. Научно-практические основы получения коптильных сред с использованием энергии ИК-излучения и применения их в технологии переработки водного сырья: специальность 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств», 05.18.04 «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств»: автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук / Шокина Юлия Валерьевна; Мурманский государственный технический университет. – Мурманск, 2011. – 42 с. – Место защиты: Мурманский государственный технический университет. – Текст: непосредственный.



121. Arancibia, M. Release of cinnamon essential oil from polysaccharide bi-layer films and its use for microbial growth inhibition in chilled shrimps / M. Arancibia, B. Gimenez, M.E. Lopez-Caballero [et al.]. – Text: direct // *LWT – Food science and technology*. – 2014. – vol. 59. – № 2. – P. 989–995.
122. Ayub, U. I. Moisture sorption isotherm of Tuna Se'i, smoked with liquid smoke / U.I. Ayub, S.B. Meko, I. K. Suwetja, F. G. Ijong. – Text: direct // *International Journal of Fisheries and Aquaculture*. – 2016. – vol. 8(10). – pp. 98-104.
123. Azarakhsh, N. Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples / N. Azarakhsh, A. Osman, H.M. Ghazali [et al.]. – Text: direct // *International Food Research Journal*. – 2012. – Vol. 19. – № 1. – P. 279–285.
124. Baines, D. Smoking out carcinogens / D. Baines, H. Griffiths, J. Parker. – Text: direct // *Food Science and Technology*. – 2016. vol. 30 (2). – pp. 36-39.
125. Belichovska, K. Smoke and smoked fish production / K. Belichovska, D. Belichovska, Z. Pejkovski. – Text: direct // *Meat technology*. – 2019. – vol. 6. – pp. 37-43.
126. Bird, C. Biology of *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) Lamouroux (Rhodophyta: Gigartinales), a commercial carrageenophyte / C. Bird, G. Saunders, J. McLachlan, J. – Text: direct // *Journal of Applied Phycology*. – 1991. – vol. 3. pp. 61–82.
127. Diaz-Mula, H.M. Alginate Coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit / H.M. Diaz-Mula, M. Serrano, D. Valero. – Text: direct // *Food and bioprocess technology*. – 2012. – vol. 5. – № 8. – P. 2990–2997.
128. Doe, P.E. *Fish Drying & Smoking: Production and Quality* / P.E. Doe. – Lancaster: Technomic Publishing Company, 2010. – 250 pp. – ISBN 1-56676-668-0. – Text: direct.
129. Eca, K.S. Development of active films from pectin and fruit extracts: light protection, antioxidant capacity, and compounds stability / K.S. Eca, M.T.C. Machado, M.D. Hubinger [et al.]. – Text: direct // *Journal of Food Science*. – 2015. – vol. 80. – № 11. – P. 2389–C2396.

130. Fellows, P.J. Food Processing Technology Principles and Practice / P.J. Fellows. – Witney: Woodhead Publishing, 2016. – pp. 1152. – Text: direct.
131. Fidel T. Safety Analysis of Foods of Animal Origin / T. Fidel, M. Leo, L. Nollet. – Text: direct // NY: CRC Press. – 2016. – 1002 pp.
132. FMC Corporation. FMS Marine Colloids karraginan. – US. – 2017. - P.12.
133. Genevois, C.E. Application of edible coatings to improve global quality of fortified pumpkin / C.E. Genevois, M.F. de Escalada Pla, S.K. Flores. – Text: direct // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2016. – vol. 33. – P. 506–514.
134. Hamzah, H.M. Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika) / H.M. Hamzah, A. Osman, C.P. Tan [et al.]. – Text: direct // Postharvest Biology and Technology. – 2013. – № 75. – P. 142–146.
135. Jiang, T. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere / T. Jiang. – Text: direct // Postharvest Biology and Technology. – 2013. – № 76. – P. 91–97.
136. Kenneth, S. Fish Smoking Procedures for Forced Convection Smokehouses / S. Kenneth, Jr. Hilderbrand. – Oregon: Newport, 2016. – pp. 42. – Text: direct.
137. La Vecchia, C. Nitrosamine intake and gastric cancer risk /C. La Vecchia, B. D'Avanzo, L. Airoidi, C. Braga. - Text: direct // Eur. J. Cancer. Prev. - 1995. – Vol. 4, № 6. - P. 227.
138. Markovic I. Color measurement of food products using CIE L\*a\*b and RGB color space / I. Markovic, J. Ilich, D. Markovich, V. Simonovich, N. Kosanich N. – Text: direct // Journal of Hygienic Engineering and Design. – 2013. – vol. 4. - pp. 50 – 53.
139. Martin, R.E. Marine and freshwater products handbook / R.E. Martin, E.P. Carter, G.J. Flick, L.M. Davis. – Text: direct // Pennsylvania: Technomic publishing. – 2000. – p. 913.
140. Maurer, S. Räuchern mit Flüssigrauch in westeuropäischen Landem-Erfahrungen und Beurteilung / S. Maurer. – Text: direct // Fleischerei. – 1992. - № 4. - P. 365-370.

141. Murata, M. Production and use of marine algae in Japan / M. Murata, J. Nakazoe. – Text: direct // Japan Agricultural Research Quarterly. – 2001. – № 35. – P. 281-290.
142. Olivas, G.I. Alginate coatings for preservation of minimally processed «Gala» apples / G.I. Olivas, D.S. Mattinson, G.V. Barbosa-Cánovas. Text: direct // Post-harvest Biology and Technology. – 2007. – Vol. 45. – № 1. – P. 89–96.
143. Pereira, L. Carrageenan's: Biological Properties, Chemical Modifications and Structural Analysis / L. Pereira, S.F. Gheda, R. Ribeiro-Santos. – Text: direct // Carbohydrate Polymers. – 2019. – vol. 212. – pp. 117-130.
144. Peter, E. D. Fish Drying and Smoking: Production and Quality / E.D. Peter. – NY: CRC Press, 2017. – 270 p. – Text: direct.
145. Ptaseptianga, D. Preparation and preliminary characterization of semi refined kappa carrageenan-based edible film incorporated with cinnamon essential oil / D. Praseptianga, N. Fatmala, G.J. Manuhara [et al.]. – Text: direct // Conference on fundamental and applied science for advanced technology. – 2016. – vol.17(46). – pp. 258-271.
146. Ranjitha, K. Shelf-life extension and quality retention in fresh-cut carrots coated with pectin / K. Ranjitha, D.V. Sudhakar Rao, K.S. Shivashankara [et al.]. Text: direct // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2017. – vol. 42. – P. 91–100.
147. Robles-Sanchez, R.M. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes / R.M. Robles-Sánchez, M.A. Rojas-Graü, I. Odriozola-Serrano [et al.]. – Text: direct // LWT – Food Science and Technology. – 2013. – vol. 50. –№ 1. – P. 240–246.
148. Rojas-Grau, M.A. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples / M.A. Rojas-Grau, M.S. Tapia, F.J. Rodriguez [et al.]. - Text: direct // Food hydrocolloids. – 2007. – vol. 21. – № 1. – P. 118–127.

149. Sasaki, R.S. New Edible Bionanocomposite Prepared by Pectin and Clove Essential Oil Nanoemulsions / R.S. Sasaki, L.H.C. Mattoso, M.R – Text: direct // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2016. – vol. 16. – P. 6540–6544.
150. Shin, Y.J. Preparation of red algae film containing grapefruit seed extract and application for the packaging of cheese and bacon / Y.J. Shin, H.Y. Song, Y.B. Seo [et al.]. –Text: direct // Food Science and Biotechnology. – 2012. – vol. 21, № 1. – P. 225–231.
151. Siegner, B.C. Smokeless smoke to heat up as a flavor trend in 2019 / B.C. Siegner. – Text: direct // Food dive. – 2019. - №5. - P. 56-71.
152. Smoke flavorings: updated guidance for applicants. – URL: [www.efsa.europa.eu/en/news/smoke-flavourings-updated-guidance-applicants](http://www.efsa.europa.eu/en/news/smoke-flavourings-updated-guidance-applicants) (date views 27.12.2022). – Text: electronic.
153. Soni, A. Development and characterization of essential oils incorporated carrageenan based edible film for packaging of chicken patties / A. Soni, G. Kandeepan, S.K. Mendiratta [et al.]. – Text: direct // Nutrition & Food Science. – 2016. – vol. 46. – № 1. – P. 82–95.
154. Sousa, A.M. Biodegradable Agar extracted from Gracilaria Vermiculophylla: Film Properties and Application to Edible Coating / A.M. Sousa, A.M. Sereno, L. Hilliou [et al.]. – Text: direct // Materials Science Forum. – 2010. – vol. 636–637. – P. 739–744.
155. Tavassoli-Kafrani, E. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans / E. Tavassoli-Kafrani, H. Shekarchizadeh, M. Masoudpour-Behabadi. – Text: direct // Carbohydrate Polymers. – 2016. – vol. 137. – P. 360–374.
156. Technique of the quarter: the smoking process / The Culinary Institute of America. – NY: Hyde park, 2020. – 15 p. – Text: direct
157. Thercelsen, G. H. Carrageenan / G.H. Thercelsen, R. L. Whistler, J. N. BeMiller [eds.]. - Industrial gums. San Diego: Academic Press, 1993. – 145–180 P.
158. Tuvikene, R. Functional Dependencies of the chemical composition and structures in the Baltic Sea algal communities / R. Tuvikene. – Tallinna Ulikool. – 2009. P. 63. – Text: direct.

159. Tuvikene, R. Proteinic pigments from the red alga *Furcellaria lumbricalis*: Content and isolation possibilities / R. Tuvikene, M. Robal. – Text: direct // Project report. – 2015. Tallinn University. – P. 230.
160. Tuvikene, R. The extraction, structure, and gelling properties of hybrid galactan from the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Baltic Sea, Estonia) / R. Tuvikene, K. Truus, M. Robal, O. Volobujeva, E. Mellikov, T. Pehk, A. Kollist, T. Kailas, M. Vaher. – Text: direct // *Journal of Applied Phycology*. – 2010. – vol. 22. – P. 51–63.
161. Watson, R.R. The Role of Functional Food Security in Global Health / R.R. Watson, B.R. Singh, T. Takahashi. – NY: Academic press, 2019. – pp: 792. – Text: direct.
162. Wijesinghe, W.A. Carrageenans as Emulsifiers and Stabilizers in Food Emulsions / W.A. Wijesinghe, Y.J. Jeon. – Text: direct // *Food Hydrocolloids*. – 2020. – vol. 100. – pp. 105-412.
163. Xiao, Q. Drying process of sodium alginate films studied by two-dimensional correlation ATR-FTIR spectroscopy / Q. Xiao, X. Gu, S. Tan. – Text: direct // *Food Chemistry*. – 2014. – vol. 164. – P. 179–184.
164. Yasir, A.A. Preparation and characterization of agar-based nanocomposite films reinforced with bimetallic (Ag-Cu) alloy nanoparticles / A.A. Yasir, A. Jasim, J. Harsha. – text: direct // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – vol. 155. – P. 382–390.

## СПИСОК ТЕРМИНОВ, СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БГКП – бактерии группы кишечной палочки;

ГХЦГ – гексахлорциклогексан;

ДДТ – дихлордифенилтрихлорэтан;

ЖКС – жидкая коптильная среда;

КА – коптильный ароматизатор;

КБА – коэффициент биологической активности;

КВБ – коптильно-водорослевый биогель;

КОЕ – колониеобразующая единица;

КМАФАнМ – количество мезофильных анаэробных и факультативно - анаэробных микроорганизмов;

КЭБ – коэффициент эффективности белка;

ЛГП – легкогидролизуемые полисахариды;

МУК – методические указания;

НА – нитрозамины;

ОБЦ – относительная биологическая ценность;

ОЦКП – ортогональный центральный композиционный план;

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды;

pH – водородный показатель;

ПХБ – полихлорированные бифенилы;

СВ – сухие вещества;

ТГП – трудногидролизуемые полисахариды;

ТУ – технические условия;

ТИ - технологическая инструкция;

ТР ТС – технический регламент Таможенного союза;

ТР ЕАЭС - технический регламент Евразийско – Азиатского экономического союза.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Протокол испытаний от 20.04.2021

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

А



Б




А – внешний вид водоросли *Furcellaria lumbricalis*  
 Б – *Furcellaria lumbricalis* после высушивания

От 10.04.2021

Наименование образца	Красные водоросли
Цель проведения исследования	Видовая идентификация
Место сбора образцов	Калининградская область, пос. Донское, мыс Таран
Дата сбора образцов	Ноябрь 2020 г.
Сбор произведён	Сушиной Анастасией Дмитриевной
Описание образца	Сухие красные водоросли с примесями песка и моллюсков
Дата проведения испытаний	10.04.2021

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАЗЦА

Наименование определяемых показателей	Результат исследования
Вид	<i>Furcellaria lumbricalis</i>

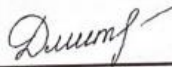
Ответственный за оформление протокола:  Сушина А.Д.

Идентификация водоросли *Furcellaria lumbricalis* проведена:

м.н.с. к.б.н. лаборатории морской экологии АО ФГБУН «ИО РАН»; к.б.н, старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии, ФГБНУ ("АтлантНИРО") О.А. Дмитриевой

20.04.2021

Дата



Подпись

Дмитриева О.А.

Расшифровка подписи





**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**ТУ 10.20.24 – 032 – 3904014891 – 2023**

**Коптильно-водорослевая композиция «Морской дым»**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

---



УТВЕРЖДЕНО

Ректор ФГБОУ ВО «КГТУ»

Волкогон В.А.

2023 г.

**КОПТИЛЬНО-ВОДОРΟΣЛЕВАЯ КОМПОЗИЦИЯ  
«МОРСКОЙ ДЫМ»  
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ТУ 10.20.24 – 032 – 3904014891-2023**

РАЗРАБОТАНО

д.т.н., профессор, зав. кафедры  
пищевой биотехнологии

Мезенова О.Я.

2023 г.

Аспирант

Сушина А.Д.

2023 г.

Калининград  
2023

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ТИ 10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023

По производству рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт»

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ**

по производству рыбы бездымного горячего копчения  
«Морской дуэт»  
ТИ 10.20.24 – 031 – 3904014891-2023

РАЗРАБОТАНО

д.т.н., профессор, зав. кафедры  
пищевой биотехнологии

Мезенова О.Я.  
2023 г.

Аспирант

Сушина А.Д.

Сушина А.Д.  
2023 г.

Калининград  
2023

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891 – 2023

Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДЕНО  
Ректор ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Волжогон В.А.  
2023 г.

РЫБА БЕЗДЫМНОГО ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ  
«МОРСКОЙ ДУЭТ»  
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891-2023

РАЗРАБОТАНО  
д.т.н., профессор, зав. кафедры  
пищевой биотехнологии  
Мезенова О.Я.  
10.11 2023 г.

Аспирант  
Сушина А.Д.  
10.11.2023 г.

Калининград  
2023

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е Протокол № 0865р  
от 28 августа 2023 г.**


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Зав. лабораторией

 О.Л. Дубова

«28» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0865р  
от 28 августа 2023 г.**



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна, Калининградская обл., г. Зеленоградск, ул. Железнодорожная, д. 5а, тел. 89316030944, e-mail: nastenka-1997@bk.ru
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	Не указан
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Гофрокартон
Дата изготовления, срок годности:	07.08.2023
НД на продукцию:	ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия
План и методы отбора	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них.
(включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний
Место отбора:	Калининградская обл., г. Зеленоградск, ул. Железнодорожная, д. 5а
Дата и время отбора:	17.08.2023 09:50
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика № б/н от 17.08.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	17.08.2023
Время поступления:	10:20
Количество поступившего образца:	0,5 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 17.08.2023 г.
Код образца:	0865р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Иные цели (подтверждение срока годности)
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции", ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия, МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ПНСТ 826-2023 Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования
Даты проведения испытаний:	17.08.2023-23.08.2023
Дата выдачи:	28.08.2023

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Дополнительные сведения:  
Исполнители:

Температура хранения от минус 2 до 6 град. С  
Кириллук Н.Ю.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более $1,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$	-	ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
БГКП	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25г не допускаются	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella
Listeria monocytogenes	-	в 25г не допускаются	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружено	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов

## ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружено	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
-----------------	-------	---	---------------	---	-----------------------------------------------------------------------------------

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола



В.В. Гаурильчикайте

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.  
Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*

Конец протокола испытаний № 0865р

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Протокол № 0700р**  
**от 01 августа 2023 г.**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЛЦ

В.В. Шендерюк

«01» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0700р**  
**от 01 августа 2023 г.**



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения, "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	8,0 кг
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Не нарушена
Дата изготовления, срок годности:	07.07.2023
НД на продукцию:	НД изготовителя
План и методы отбора	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них.
(включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов
Дата и время отбора:	10.07.2023 08:45
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 10.07.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	10.07.2023
Время поступления:	10:05
Количество поступившего образца:	0,55 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 10.07.2023 г.
Код образца:	0700р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Подтверждение срока годности
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции"
Даты проведения испытаний:	10.07.2023-17.07.2023
Дата выдачи:	01.08.2023
Дополнительные сведения:	Отсутствуют
Дополнительные сведения:	Температура хранения от минус 2 до 6 град. С
Исполнители:	Будиловская А.И.



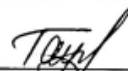
## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более 1x10(4)	менее 1.5x 10(2)	-	ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
БГКП	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0.1 г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella
Listeria monocytogenes	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола



В.В. Гаурильчикайте

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб. Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*

Конец протокола испытаний № 0700р

**ПРИЛОЖЕНИЕ И Протокол № 0838р – 1**  
**от 28 августа 2023 г.**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
Лабораторный центр «АтлантНИРО»  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Зав. лабораторией

 О.Л. Дубова

«28» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0838р-1**  
**от 28 августа 2023 г.**



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна, Калининградская обл., г. Зеленоградск, ул. Железнодорожная, д. 5а, тел. 89316030944, e-mail: nastenka-1997@bk.ru
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	Не указан
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Гофрокартон
Дата изготовления, срок годности:	07.08.2023
НД на продукцию:	ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия
План и методы отбора (включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний
Место отбора:	Калининградская обл., г. Зеленоградск
Дата и время отбора:	14.08.2023 08:45
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 14.08.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	14.08.2023
Время поступления:	10:00
Количество поступившего образца:	0,5 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 14.08.2023 г.
Код образца:	0838р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Подтверждение срока годности
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции", ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия, МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ПНСТ 826-2023 Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования
Даты проведения испытаний:	14.08.2023-21.08.2023
Дата выдачи:	28.08.2023

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

Дополнительные сведения:  
Исполнители:

Температура хранения от минус 2 до 6 град. С  
Кирилюк Н.Ю.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более $1,0 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	-	ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
БГКП	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1г не допускаются	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0,1г не допускаются	в 0,1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружено	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружено	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25г не допускаются	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella

## ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

Listeria monocytogenes		в 25г не допускаются	в 25г не обнаружены		ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
------------------------	--	----------------------	---------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола

В.В. Гаурильчикайте

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.  
Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*

Конец протокола испытаний № 0838р-1

**ПРИЛОЖЕНИЕ К Протокол № 0709р**  
**от 01 августа 2023 г.**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЛЦ

В.В. Шендерюк

«01» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0709р**  
**от 01 августа 2023 г.**



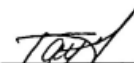
Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. «Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией»
Объем партии:	8,0 кг
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Не нарушена
Дата изготовления, срок годности:	07.07.2023
НД на продукцию:	НД изготовителя
План и методы отбора (включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов
Дата и время отбора:	12.07.2023 08:45
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 12.07.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	12.07.2023
Время поступления:	09:15
Количество поступившего образца:	0,6 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 12.07.2023 г.
Код образца:	0709р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Подтверждение срока годности
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции"
Даты проведения испытаний:	12.07.2023-18.07.2023
Дата выдачи:	01.08.2023
Дополнительные сведения:	Отсутствуют
Дополнительные сведения:	Температура хранения от минус 2 до 6 град. С
Исполнители:	Будилова А.И.

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более 1x10(4)	1.5 x 10(2)	-	ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
БГКП	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0.1 г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella
Listeria monocytogenes	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0.1 г не допускаются	в 0.1 г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола



В.В. Гаурильчайте

Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.  
Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.

Конец протокола испытаний № 0709р

**ПРИЛОЖЕНИЕ Л Протокол № 0705р**  
**от 01 августа 2023 г.**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЛЦ

В.В. Шендерюк

«01» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0705р**  
**от 01 августа 2023 г.**



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	8,0 кг
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Не нарушена
Дата изготовления, срок годности:	07.07.2023
НД на продукцию:	НД изготовителя
План и методы отбора (включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов
Дата и время отбора:	11.07.2023 08:45
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 11.07.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	11.07.2023
Время поступления:	10:00
Количество поступившего образца:	0,88 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 11.07.2023 г.
Код образца:	0705р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Подтверждение срока годности
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции"
Даты проведения испытаний:	11.07.2023-17.07.2023
Дата выдачи:	01.08.2023
Дополнительные сведения:	Отсутствуют
Дополнительные сведения:	Температура хранения от минус 2 до 6 град. С
Исполнители:	Саядов С.О., Будиловская А.И.

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Л

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Санитарно-гигиенические показатели</b>					
Массовая доля гистамина	мг/кг	-	11,0	1,9	М-04-55-2009 (изд. 2014) ФР.1.31.2014.17190 «Методика измерений массовой доли гистамина в рыбе и рыбопродуктах методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром»
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более 1x10(4)	менее 1.5x 10(2)	-	ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
БГКП	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0.1 г не допускается	в 0.1 г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella
Listeria monocytogenes	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0.1 г не допускаются	в 0.1 г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях



## ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Л

Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола



В.В. Гаурильчикайте

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.  
Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*

Конец протокола испытаний № 0705р

# ПРИЛОЖЕНИЕ М Протокол № 0698р

от 01 августа 2023 г.

## ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЛЦ

В.В. Шендерюк

«01» августа 2023 г.

М.П.

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0698р от 01 августа 2023 г.



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	8,0 кг
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Не нарушена
Дата изготовления, срок годности:	07.07.2023
НД на продукцию:	НД изготовителя
План и методы отбора	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них.
(включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	Правила приемки и методы отбора проб ГОСТ 31904-2012 Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов 07.07.2023 08:45
Дата и время отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 07.07.2023 г.
Акт отбора:	Сушина А.Д.
Отбор произведен:	Автотранспорт
Способ доставки:	07.07.2023
Дата поступления:	10:30
Время поступления:	1,48 кг
Количество поступившего образца:	Заявка заказчика от 07.07.2023 г.
Сопроводительные документы:	0698р.23.1.1
Код образца:	Подтверждение срока годности
Основание для проведения лабораторных исследований:	МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов,
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции" 07.07.2023-14.07.2023
Даты проведения испытаний:	01.08.2023
Дата выдачи:	Отсутствуют
Дополнительные сведения:	Температура хранения от минус 2 до 6 град. С
Дополнительные сведения:	Будилковская А.И., Морозов А.А., Касьян А.В., Саядов С.О.
Исполнители:	

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ М

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Санитарно-гигиенические показатели</b>					
<b>Токсичные элементы</b>					
Массовая концентрация свинца	мг/кг	не более 1,0	0,21	0,02	ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов
Массовая концентрация мышьяка	мг/кг	не более 5,0	1,1	0,2	ГОСТ 31707-2012, п.6.1 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением
Массовая концентрация кадмия	мг/кг	не более 0,2	0,032	0,003	ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов
Массовая доля ртути	мг/кг	не более 0,5	0,12	0,02	ГОСТ Р 53183-2008 Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением
<b>Санитарно-гигиенические показатели</b>					
Массовая концентрация ПХБ	мг/кг	не более 2,0	0,0030	0,0012	МВИ.МН 2352-2005 Методика одновременного определения остаточных количеств полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбе и рыбной продукции с помощью газожидкостной хроматографии (свидетельство об аттестации от 12.09.2005 № 367/2005)
Массовая доля гистамина	мг/кг	-	менее 10,0	-	М-04-55-2009 (изд. 2014) ФР.1.31.2014.17190 «Методика измерений массовой доли гистамина в рыбе и рыбопродуктах методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром»
<b>Пестициды</b>					
Массовая концентрация ГХЦГ (α-, β-, γ-изомеры)	мг/кг	не более 0,03-пресноводная; не более 0,2-морская	0,0007	0,0002	МВИ.МН 2352-2005 Методика одновременного определения остаточных количеств полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбе и рыбной продукции с помощью газожидкостной хроматографии (свидетельство об аттестации от 12.09.2005 № 367/2005)
Массовая концентрация ДДТ и метаболитов	мг/кг	не более 0,4	0,0015	0,0004	МВИ.МН 2352-2005 Методика одновременного определения остаточных количеств полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в

## ОКОНЧАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ М

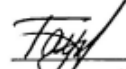
					рыбе и рыбной продукции с помощью газожидкостной хроматографии (свидетельство об аттестации от 12.09.2005 № 367/2005)
<b>Микробиологические показатели</b>					
КМАФАнМ	КОЕ/г	не более 1x10(4)	менее 1.5x 10(2)	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
БГКП	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
БГКП	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)
Staphylococcus aureus	-	в 1г не допускается	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus	-	в 0.1г не допускается	в 0.1г не обнаружены	-	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003) Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus
Бактерии рода сальмонеллы	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella
Listeria monocytogenes	-	в 25 г не допускается	в 25г не обнаружены	-	ГОСТ 32031-2022 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 1 г не обнаружены	в 1г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Сульфитредуцирующие клостридии	-	в 0.1 г не обнаружены	в 0.1 г не обнаружены	-	ГОСТ 29185-2014 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях
Дрожжи	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов
Плесневые грибы	КОЕ/г	-	не обнаружены	-	ГОСТ 10444.12-2013 Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.*

*Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*



В.В. Гаурильчикайте

Конец протокола испытаний № 0698р

**ПРИЛОЖЕНИЕ Н Протокол № 0838р**  
**от 28 августа 2023 г.**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)  
Юридический адрес: 105187, РОССИЯ, Г. Москва  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ СОКОЛИНАЯ ГОРА ВН.ТЕР.Г., ПРОЕЗД ОКРУЖНОЙ, Д. 19

Атлантический филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»))  
Адрес местонахождения филиала – ул. Д. Донского, зд. 5, г.о. «Город Калининград», г. Калининград, 236022, Россия  
**Лабораторный центр «АтлантНИРО»**  
Место осуществления деятельности – 236022, РОССИЯ, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Д. Донского  
зд. 5, помещения Лабораторного центра «АтлантНИРО»  
Тел. +7 (4012) 925306, факс: +7 (4012) 219997, e-mail: V.Shenderyuk@gmail.com, icenter@atlantniro.ru

УТВЕРЖДАЮ

Зав. лабораторией

*О.Л. Дубова* О.Л. Дубова

«28» августа 2023 г.

М.П.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0838р**  
**от 28 августа 2023 г.**



Наименование и контактные данные заказчика:	Сушина Анастасия Дмитриевна, Калининградская обл., г. Зеленоградск, ул. Железнодорожная, д. 5а, тел. 89316030944, e-mail: nastenka-1997@bk.ru
Наименование объекта испытаний:	Пищевая рыбная продукция
Наименование образца, описание, состояние, идентификация:	Рыба бездымного горячего копчения. "Скумбрия атлантическая обработанная копильно-водорослевой композицией"
Объем партии:	Не указан
Изготовитель:	Сушина Анастасия Дмитриевна
Упаковка:	Гофрокартон
Дата изготовления, срок годности:	07.08.2023
НД на продукцию:	ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия
План и методы отбора (включая НД на процедуру отбора и исключения из него):	ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб
Место отбора:	Калининградская обл., г. Зеленоградск
Дата и время отбора:	14.08.2023 08:45
Акт отбора:	Акт отбора образцов (проб) Заказчика от 14.08.2023 г.
Отбор произведен:	Сушина А.Д.
Способ доставки:	Автотранспорт
Дата поступления:	14.08.2023
Время поступления:	10:00
Количество поступившего образца:	0,5 кг
Сопроводительные документы:	Заявка заказчика от 14.08.2023 г.
Код образца:	0838р.23.1.1
Основание для проведения лабораторных исследований:	Иные цели (подтверждение срока годности)
Документ, устанавливающий требования к испытаниям:	ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции", ГОСТ 7447-2015 Рыба горячего копчения. Технические условия, МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, ПНСТ 826-2023 Продукция пищевая. Определение срока годности. Общие требования
Даты проведения испытаний:	14.08.2023-16.08.2023
Дата выдачи:	28.08.2023
Дополнительные сведения:	Температура хранения от минус 2 до 6 град. С
Исполнители:	Саядов С.О.

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Н

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Наименование определяемого показателя	Единицы измерения	Допустимые значения	Результаты испытаний	Погрешность (неопределенность)	НД на метод испытаний
<b>Санитарно-гигиенические показатели</b>					
Массовая доля бенз(а)пирена	мг/кг	не более 0,005	менее 0,0001	-	М 04-15-2009 (изд.2014г) (ФР.1.31.2014.17186) «Измерение массовой доли бенз(а)пирена в продуктах пищевых, продовольственном сырье, БАД»

Условия проведения испытаний соблюдены.

Ответственный за подготовку протокола



В.В. Гаурильчикайте

*Лабораторный центр не несет ответственности за достоверность предоставленных заказчиком данных и отбор проб.  
Протокол распространяется на образцы, подвергнутые испытаниям. Частичная перепечатка протокола не допускается без разрешения лабораторного центра.*

Конец протокола испытаний № 0838р

## ПРИЛОЖЕНИЕ П

### АКТ производственных испытаний



#### АКТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОВЕДЁННЫХ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ТРАНСКОМПЛЕКС-К» (Г.КАЛИНИНГРАД) ПО ВЫПУСКУ СКУМБРИИ БЕЗДЫМНОГО ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ, ОБРАБОТАННОЙ КОПТИЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Комиссия в составе представителей:

От ООО «ТрансКомплекс-К»: ведущий технолог Коваленко А.А.

технолог Фитискин А.В.

От ФГБОУ ВО «КГТУ»: аспирант кафедры пищевой биотехнологии Сушина А.Д.

зав. кафедрой пищевой биотехнологии, д.т.н. Мезенова О.Я.

провели производственные испытания по выпуску скумбрии бездымного горячего копчения с применением коптильно-водорослевой композиции «Морской дуэт».

Настоящий акт составлен о том, что в период с 19 по 21 октября 2023 г. на базе предприятия ООО «ТрансКомплекс-К» (г. Калининград) была изготовлена партия скумбрии бездымного горячего копчения, обработанной коптильно-водорослевой композицией «Морской дуэт» по технологии, разработанной ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», с применением экстракта красных водорослей Балтийского моря *Furcellaria lumbricalis* (ТИ 10.20.240 – 031 – 3904014891-2023 по производству рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт»).

Цель испытаний – установление возможности производства скумбрии бездымного горячего копчения по новой технологии, с применением коптильно-водорослевой композицией «Морской дуэт», в условиях производства (по ТИ 10.20.240 – 031 – 3904014891-2023 по производству рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт»).

Испытания проводились с использованием действующего оборудования. Замороженное сырьё (15 кг скумбрии атлантической) размораживали на воздухе при температуре плюс 10°С. После мойки сырьё подвергали обезглавливанию и потрошению, мойке. Масса рыбы, направляемой на посол, составила 11,8 кг. Посол осуществляли


## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ П

тузлучным способом в насыщенном солевом растворе в течение 20 минут. После стекания излишков тузлука рыбу подсушивали в копильной камере при температуре плюс 23°C до удаления поверхностной влаги. Затем на поверхность рыбы иммерсионно наносили заранее приготовленную копильно-водорослевую композицию «Морской дым». Для этого рыбу окунали в емкость с жидкостью на 30 с. После нанесения копильно-водорослевых компонентов рыбный полуфабрикат подсушивали при температуре плюс 60°C в течение 15 минут, после чего подвергали тепловой обработке при температуре плюс 110 - плюс 30°C до полной кулинарной готовности (температура у позвоночника составляла 80°C). Готовую продукцию охлаждали до температуры плюс 20°C и фасовали в индивидуальную упаковку массой 150-200 г с вакуумированием. Масса всей партии готовой рыбы горячего копчения составила 10,79 кг. Потери массы при собственно копчении (иммерсионная обработка, проварка) составили 8,56 % (от массы соленого полуфабриката).

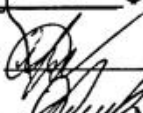
Оценку качества готовой продукции проводили на соответствие требованиям ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891-2023 Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт». Установлена адекватность основных показателей качества требованиям ГОСТ 7447-2015 «Рыба горячего копчения».

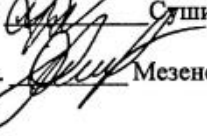
### ВЫВОДЫ

1. Установлена возможность выпуска в промышленных условиях скумбрии бездымного горячего копчения, обработанной копильно-водорослевой композицией «Морской дуэт» по ТИ 10.20.240 – 031 – 3904014891-2023 по производству рыбы бездымного горячего копчения «Морской дуэт», соответствие ее качества требованиям ТУ 10.20.24 – 031 – 3904014891-2023 Рыба бездымного горячего копчения «Морской дуэт» и адекватность ее качества требованиям ГОСТ 7447-2015 «Рыба горячего копчения».
2. Проведённые производственные испытания показали целесообразность разработанной ФГБОУ ВО «КГТУ» технологии рыбы бездымного горячего копчения, которая позволяет повысить выход готовой продукции и уменьшить производственные потери.

Ведущий технолог ООО «ТрансКомплекс-К»  Коваленко А.А.

Технолог ООО «ТрансКомплекс-К»  Фитискин А.В.

Аспирант кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ»  Стущина А.Д.

Зав. кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ», д.т.н.  Мезенова О.Я.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Р

### Экономическая оценка разработки

Проект предприятия по производству рыбы бездымного горячего копчения обработанной коптильно водорослевой композицией предполагает проект коптильного участка и его оснащение технологическим оборудованием.

В таблице 1 представлена стоимость устанавливаемого оборудования в рублях (по состоянию на август 2023 года, с учётом налога на добавленную стоимость). Стоимость монтажа приведена из расчёта 5-10% от стоимости оборудования.

Для проведения расчётов сравнения задаваемая мощность предприятия 246 кг готового продукта в смену.

Таблица 1 – Стоимость оборудования

№ п\п	Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость ед. оборудования	Стоимость комплекта	Стоимость доставки	Стоимость монтажа	Общая стоимость
1	Платформенные весы ВП-1000	1	35 100,00	35 100,00	3 200,00	3 510,00	41 810,00
2	Холодильная камера Polair КХН-16,59	1	211 542,00	211 542,00	12 245,00	21 154,20	244 941,20
3	Холодильный моноблок Polair MB220S	1	167 368,00	167 368,00	7 540,00	16 736,80	191 644,80
4	Лоток для дефростации туш нержавеющей сталь 1500x800	3	6 890,00	20 670,00	1 620,00	0,00	22 290,00
5	Предмоечный стол СПМП-6-5	3	78 540,00	235 620,00	12 200,00	23 562,00	271 382,00
6	Ванна для	1	30 000,00	30 000,00	1 500,00	0,00	31 500,00

	нанесения копильной композиции			0			
7	Установка для горячего копчения Ижица-ГК	2	499 000,0 0	998 000, 00	54 600,0 0	99 800,0 0	1 152 400 ,00
8	Сушильно- вялочная ка- мера Ижица- СВ	2	90 400,00	180 800, 00	30 540,0 0	18 080,0 0	228 620,0 0
9	Тельфер	1	62 000,00	62 000,0 0	3 750,00	6 200,00	71 950,00
10	Весы CAS LP-15 (v1.6) TSP-IP	2	89 080,00	178 160, 00	0,00	0,00	178 160,0 0
11	Технологи- ческий стол	5	28 300,00	141 500, 00	12 200,0 0	0,00	153 700,0 0
12	Ванна для мойки	1	31 200,00	31 200,0 0	0,00	0,00	31 200,00
13	Тележка гидравличе- ская 2000 кг 1150 мм TOR JC	1	25 850,00	25 850,0 0	2 400,00	0,00	28 250,00
14	Тележка платфор- менная ТПЛ- 400	2	9 740,00	19 480,0 0	0,00	0,00	19 480,00
15	Варочный котел элек- трический ВКЭ-30	1	87 500,00	87 500,0 0	13 240,0 0	8 750,00	109 490,0 0
16	Тележка технологи- ческая (чан посолочный) ИПКС-117Ч- 100Ц(Н)	3	32 500,00	97 500,0 0	5 750,00	0,00	109 250,0 0
<b>ИТОГО:</b>							<b>2 886 068 ,00</b>

В процессе создания предприятия определяется общая величина капитальных вложений (реальных инвестиций). Величину капитальных вложений КВ, руб. рассчитываем по формуле:

$$КВ = \Phi_{\text{по}} + \Phi_{\text{пр}} + \Phi_{\text{пз}} \quad (1)$$

где КВ – капитальные вложения;

$\Phi_{\text{по}}$  – первоначальная стоимость нового оборудования;

$\Phi_{\text{пр}}$  – первоначальная стоимость прочего оборудования (в пределах 15 % от первоначальной стоимости нового оборудования);

$\Phi_{\text{пз}}$  – первоначальная стоимость зданий.

Первоначальную стоимость зданий  $\Phi_{\text{пз}}$ , руб. вычисляем из выражения:

$$\Phi_{\text{пз}} = \Phi_{\text{ппз}} + \Phi_{\text{поз}} + \Phi_{\text{паз}} \quad (2)$$

где  $\Phi_{\text{ппз}}$  – первоначальная стоимость производственных зданий;

$\Phi_{\text{поз}}$  – первоначальная стоимость обслуживающих зданий;

$\Phi_{\text{паз}}$  – первоначальная стоимость административных зданий.

Первоначальную стоимость строительства зданий различного назначения  $\Phi_{\text{пз}}$ , руб. вычисляем из выражения:

$$\Phi_{\text{пз}} = Ц_{\text{ро}} \cdot S \quad (3)$$

где  $Ц_{\text{ро}}$  – рыночная цена строительства одного квадратного метра здания различного назначения, сложившаяся на определенный момент времени в строительной отрасли определенного региона и района.

$S$  – площадь здания, м<sup>2</sup>

Проектируемое предприятие располагается в промышленной зоне города Калининграда. Цена одного квадратного метра составляет 43 000,00 руб.

Определяем первоначальную стоимость строительства зданий по формуле (4).

$$\Phi_{\text{пз}} = 43\,000,00 \cdot (78) = 3\,354\,000,00 \text{ руб.}$$

Определяем величину капитальных вложений по формуле (5).

$$КВ = 2\,886\,068,00 + 432\,910,20 + 3\,354\,000,00 = 6\,672\,978,20 \text{ руб.}$$

### **Расчёт плановых доходов предприятия от реализации продукции**

Доходы от реализации продукции  $D$ , руб. вычисляем из выражения:

$$D = C_{i\text{прод}} \cdot V_{i\text{прод}} = 320,00 \cdot 64\,944 = 20\,782\,080,00 \text{ руб.} \quad (6)$$

где  $C_{i\text{прод}}$  - цена за единицу готового продукта, руб.;

$V_{i\text{прод}}$  - объем производства продукции в год, кг.

С учетом анализа ассортимента продукции других производителей в розничных магазинах в г. Калининграда (актуальность – август 2023 г.) принимаем следующие цены на готовую продукцию: рыба бездымного горячего копчения «Скумбрия атлантическая» за 0,3 кг – 320,00 руб.

### Расчёт плановых затрат

В составе текущих затрат входят:

- капитальные вложения на приобретение оборудования и организацию рабочих мест;
- приобретение сырья и компонентов;
- приобретение вспомогательных материалов;
- фонд оплаты труда работников;
- оплата услуг ресурсоснабжающих организаций;
- отчисления на амортизацию
- ремонт и обслуживание производства и т.д.

Затраты на сырье  $Z_c$ , руб. определяем из выражения:

$$Z_c = Q_{ic} \cdot C_{ic} \quad (7)$$

где  $Q_{ic}$  - количество сырья, необходимого для производства продукции в год, кг;

$C_{ic}$  - цена сырья, руб./кг.

С учетом 247 рабочих смен в год сумму затрат на закупку сырья находим по формуле (7), цены по состоянию на август 2023 года.

$$Z_c = 85\,800 \cdot 82 = 7\,035\,600,00 \text{ руб.}$$

Сумму затрат на вспомогательные материалы  $Z_{вм}$ , руб. определяем из выражения:

$$Z_{вм} = Q_{iвм} \cdot C_{iвм} \quad (8)$$

где  $Q_{iвм}$  - количество соответствующего вида вспомогательных материалов;

$C_{iвм}$  - цена соответствующего вида вспомогательных материалов.

Данные расчёта затрат на вспомогательные материалы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Затраты на вспомогательные материалы

Наименование вспомогательных материалов	Единица измерения	Норма расхода в смену	Стоимость ед., руб.	Годовой расход, руб
Соль поваренная пищевая	кг	22,05	10,00	54 463,5
Коптильная жидкость	л	22,00	30,00	163 020,00
Этикетки бумажные	шт	820	0,10	20 254,00
Лента клеевая	кг	0,45	150,00	16 672,5
Ящики из гофрокартона Чмп с прокладками	шт	820	9,00	1 822 860,00
Водоросли (сушёные)	кг	32,12	9,8	77 749,62

Сумму затрат на оплату потребляемой предприятием воды  $Z_v$ , руб. определяем из выражения:

$$Z_v = n_v \cdot C_v \quad (9)$$

где  $n_v$  – расход воды в год,  $m^3$

$C_v$  – норматив оплаты одного кубометра воды, руб.

Потребление оборудованием электроэнергии и воды по технологическим линиям представлено в таблице 3.

Рассчитаем стоимость водоснабжения и водоотведения на основании тарифов на услуги, оказываемые ГП КО «Водоканал» в сфере водоснабжения и водоотведения (прочие потребители) в соответствии с приказом 86-13окк/22 от 18.11.2022 Службы по государственному регулированию цен и тарифов Калининградской области.

Таблица 3 – Затраты электроэнергии и водоснабжения оборудованием

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, шт.	Потребляемая электроэнергия, кВт		Расход воды, $m^3$		Время работы в сут-ки, ч
			ед./час	в сутки	ед./час	в сут-ки	
1	Платформенные весы ВП-1000	1	0,1	0,8	-	-	8,0

2	Холодильная камера Polair КХН-16,59	1	-	-	-	-	24,0
3	Холодильный моноблок Polair MB220S	1	2,20	105,6	-	-	24,0
4	Лоток для дефростации туш нержавеющая сталь 1500x800	3	-	-	-	-	8,0
5	Предмоечный стол СПМП-6-5	3	-	-	-	-	8,0
6	Ванна для нанесения копильной композиции	1	-	-	0,11	0,22	8,0
7	Установка для горячего копчения Ижица-ГК	2	8,0	168,0	-	-	7,0
8	Сушильно-вялочная камера Ижица-СВ	2	0,5	3,50	-	-	7,0
9	Тельфер	1	0,75	1,5	-	-	2,0
10	Весы CAS LP-15 (v1.6) TCP-IP	2	0,1	2,40	-	-	8,0
11	Технологический стол	5	-	-	-	-	8,0
12	Ванна для мойки	1	-	-	0,14	1,09	8,0
13	Тележка гидравлическая 2000 кг 1150 мм TOR JC	1	-	-	-	-	8,0
14	Тележка платформенная ТПЛ-400	2	-	-	-	-	8,0
15	Варочный котел электрический ВКЭ-30	1	0,35	2,8	0,03	0,21	7,0
16	Тележка технологическая (чан посолочный) ИПКС-117Ч-100Ц(Н)	3	-	-	-	-	8,0

Расчет не включает водопотребление административных служб, инженерно-технических сооружений, а также расходы на первоначальное подключение к системам водоснабжения. В соответствии с приказом 86-13окк/22 от 18.11.2022 ставка – 30,30 руб./м<sup>3</sup>с НДС, водоотведение – 24,05 руб./м<sup>3</sup>.

Сумму затрат на оплату потребляемой воды находим по формуле (10).

$$З_в = 113,62 \cdot 54,65 = 6\,209,33 \text{ руб.};$$

Сумму затрат на оплату потребляемой предприятием электроэнергии  $З_э$ , руб. определяем из выражения:

$$З_э = P_{ni} \cdot T_{ци} \quad (11)$$

где  $P_{ni}$  – расход электроэнергии в год, кВт•ч;

$T_{ци}$  – норматив оплаты одного киловатт-часа электроэнергии, руб.

Потребляемую мощность технологического оборудования определенной марки  $P_{ni}$ , кВт в год рассчитываем по формуле:

$$P_{ni} = P_{yi} \cdot n_i \cdot T_{иi} \cdot 247 \quad (12)$$

где  $P_{yi}$  – установленная мощность единицы оборудования определенной марки, кВт/ч;

$n_i$  - количество единиц установленного оборудования данной марки, шт.;

$T_{иi}$  – время использования оборудования, ч.

Сумму затрат на оплату потребляемой электроэнергии находим по формуле (12).

$$З_э = 70\,296,2 \cdot 6,30 = 442\,866,06 \text{ руб.};$$

Сумму затрат на амортизацию за год  $\sum A_{год}$ , руб. определяем из выражения:

$$\sum A_{год} = (ОПФ \cdot N_a) / 100 \% \quad (13)$$

где ОПФ – первоначальная стоимость, руб.;

$N_a$  – норма амортизационных отчислений, %.

Данные расчетов затрат на амортизацию приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет затрат на амортизацию

Группа ОПФ	Стоимость ОПФ, руб	Норма амортизации, %	Сумма начисленной амортизации $\sum A_{\text{год}}$ , руб.
Здание	3 354 000,00	5,0	167 700,00
Оборудование	2 886 068,00	10,6	305 923, 21
Итого			473 623,21

Затраты на текущий ремонт оборудования определяются из выражения:

$$Z_{\text{тр}} = N_{\text{тк/сз}} * T_{\text{эк}} = 1000 * 151 = 151\ 000,00 \text{ руб.} \quad (14)$$

где  $N_{\text{тк/сз}}$  - норма текущих затрат на сутки эксплуатации, руб.; составляет 1000 руб.;

$T_{\text{эк}}$  - эксплуатационное время оборудования, сут./год.

Расходы на заработную плату сотрудников приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Заработная плата сотрудников

Профессия, должность	Численность, чел	Оклад, руб	Доплата, руб	Итого , руб
Мастер	1	20 000,00	2 500,00	22 500,00
Механик	1	19 000,00	2 500,00	21 500,00
Рыбообработчик	8	35 000,00	3 000,00	304 000,00
Электрик	1	45 000,00	2 500,00	47 500,00
Технолог	1	60 000,00	4 000,00	64 000,00
Уборщица	1	16 000,00	1 500,00	17 500,00
Итого в месяц	13	171 000,00	16 000,00	473 000,00
Итого в год		2 052 000,00	192 000,00	5 676 000,00

Определим размер социальных отчислений по формуле 15:

$$СВ = \sum ЗП \cdot C_{\text{св}} / 100 = 5\ 676\ 000,00 * 30 / 100 = 1\ 702\ 800,00 \quad (15)$$

где  $C_{\text{св}}$  - ставка единого социально-страхового сбора, %; составляет 30%;

$\sum ЗП$  – расходы на оплату труда производственных рабочих.

Общехозяйственные затраты  $Z_{\text{ох}}$ , руб. определяем из выражения:

$$Z_{\text{ох}} = (Z_{\text{с}} + Z_{\text{вм}} + Z_{\text{в}} + Z_{\text{э}} + \sum A_{\text{год}} + Z_{\text{тр}} + \sum ЗП + СВ) \cdot N_{\text{ох}} / 100 \quad (16)$$

где  $N_{\text{ох}}$  - норматив общехозяйственных расходов в общей сумме затрат, %; составляет от 15 до 20 %.



$$Z_{\text{ох}} = 15\,565\,848,20 \cdot 0,15 = 2\,334\,877,23 \text{ руб.}$$

Производственную себестоимость определяем  $C_{\text{пр}}$ , руб. определяем из выражения:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{с}} + Z_{\text{вм}} + Z_{\text{в}} + Z_{\text{э}} + \sum A_{\text{год}} + Z_{\text{тр}} + \sum Z_{\text{П}} + \text{СВ} + Z_{\text{ох}} \quad (17)$$

$$C_{\text{пр}} = 7\,035\,600,00 + 6\,209,33 + 442\,866,06 + 77\,749,62 + 473\,623,21 + 151\,000,00 + 5\,676\,000,00 + 1\,702\,800,00 + 2\,334\,877,23$$

$$C_{\text{пр}} = 17\,900\,725,4 \text{ руб.}$$

Коммерческие затраты  $Z_{\text{к}}$ , руб. определяем из выражения:

$$Z_{\text{к}} = C_{\text{пр}} \cdot N_{\text{к}} / 100 = 17\,900\,725,4 \cdot 0,09 = 1\,611\,065,29 \text{ руб.} \quad (18)$$

где  $N_{\text{к}}$  - норматив коммерческих расходов в производственной себестоимости, %; составляет от 5 до 12 %.

Полную себестоимость  $C_{\text{п}}$ , руб. определяем из выражения:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + Z_{\text{к}} = 17\,900\,725,4 + 1\,611\,065,29 = 19\,511\,790,7 \text{ руб.} \quad (19)$$

### **Прибыль и рентабельность**

Прибыль от реализации продукции является основным элементом прибыли.

Прибыль  $\Delta\text{Пр}$ , руб. определяем из выражения:

$$\Delta\text{Пр} = D - C_{\text{п}} = 20\,782\,080,00 - 19\,511\,790,7 = 1\,270\,289,3 \text{ руб.} \quad (20)$$

Плановую чистую прибыль  $\text{ЧП}$ , руб. определяем из выражения:

$$\text{ЧП} = \Delta\text{Пр} \cdot (100 - \text{НП}) / 100 = 1\,270\,289,3 \cdot (100 - 10) / 100 = 1\,143\,260,37 \text{ руб.} \quad (21)$$

где НП – ставка налога на прибыль, %; составляет 10 % для сельхозпроизводителей.

Для оценки эффективности производства продукции определим рентабельность продукции  $\text{РП}$ , % из выражения:

$$\text{РП} = (\Delta\text{Пр} / C_{\text{п}}) \cdot 100 \% = (1\,270\,289,3 / 19\,511\,790,7) \cdot 100 \% = 6,5 \% \quad (22)$$

Рентабельность капитальных вложений (реальных инвестиций)  $\text{РКВ}$ , % определим из выражения:

$$\text{РКВ} = (\Delta\text{Пр} / \text{КВ}) \cdot 100 \% = (1\,270\,289,3 / 6\,672\,978,20) \cdot 100 \% = 19,04 \% \quad (23)$$

Определим из следующего выражения чистую рентабельность капитальных вложений (инвестиций) ЧРИ, %:

$$\text{ЧРи} = (\text{ЧП} / \text{КВ}) \cdot 100 \% = (1\,143\,260,37 / 6\,672\,978,20) \cdot 100 = 17,13\% \quad (24)$$

Для разработанного проекта определим срок окупаемости и годовой экономический эффект Ээф.

$$\text{Ээф} = \text{ПР} - \text{Е} \cdot \text{КВ} = 1\,270\,289,3 - 0,1 \cdot 6\,672\,978,20 = 602\,991,48\,34 \quad (25)$$

где КВ – капитальные вложения, рублей;

Е – коэффициент окупаемости капитальных вложений (нормативный, Е = 0,1);

ПР – годовой прирост прибыли.

Срок окупаемости ТОК, лет определим из выражения:

$$\text{ТОК} = \text{КВ} / \text{ЧП} = 6\,672\,978,20 / 1\,143\,260,37 = 5,84 \text{ года} \quad (26)$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ С

Патент на изобретение № 2792451

«Способ приготовления рыбы горячего копчения»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2792451**СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РЫБЫ ГОРЯЧЕГО  
КОПЧЕНИЯ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Авторы: *Мезенова Ольга Яковлевна (RU), Сушина Анастасия Дмитриевна (RU)*

Заявка № 2022116674

Приоритет изобретения **20 июня 2022 г.**Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **22 марта 2023 г.**Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **20 июня 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

документ подписан электронной подписью  
Сертификат 68b80077e14e4010a94e6bd24145d5c7  
Владелец: *Зубов Юрий Сергеевич*  
Действителен с 2011.02.22 по 26.05.2023

*Ю.С. Зубов*