

На правах рукописи



**Тимошенкова Ирина Алексеевна**

**Разработка технологии натуральных рыбных полуфабрикатов  
с использованием антимикробных композиций**

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов  
и холодильных производств

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в Высшей школе биотехнологий и пищевых производств Института биомедицинских систем и биотехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор  
**Базарнова Юлия Генриховна**

**Официальные оппоненты:**

**Абрамова Любовь Сергеевна**, доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», департамент мониторинга среды обитания, водных биоресурсов и продуктов их переработки, заместитель руководителя департамента по вопросам качества пищевой рыбной продукции

**Демченко Вера Артемовна**, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», факультет пищевых биотехнологий и инженерии, старший преподаватель

**Ведущая организация**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский государственный технический университет»

Защита состоится «22» мая 2020 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 307.007.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет» по адресу: 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1, зал заседаний совета (ауд. 255)

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

<http://www.klgtu.ru/science/diss/soviets/dissertatsii/year2020/23479/>

E-mail: [olga.anohina@klgtu.ru](mailto:olga.anohina@klgtu.ru)

Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан «\_\_» марта 2020 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат технических наук, доцент

Анохина Ольга Николаевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** По данным Федерального агентства по рыболовству на Северо-Западе Российской Федерации (СЗРФ) объем производства продукции из товарной рыбы в 2018 году составил 9,323 тыс. тонн, продемонстрировав увеличение на 5,7 % к уровню 2017 года. За последние годы рынок рыбного сырья СЗРФ представлен рыбами искусственного разведения семейств лососевых и карповых, а также промысловыми видами пресноводных рыб семейств окуневых и щуковых. Анализ современных способов переработки рыбного сырья свидетельствует о повышении относительной доли выпуска натуральных рыбных полуфабрикатов, дальнейшее развитие производства которых планируется в направлении повышения качества продукции и обеспечения ее вкусовых достоинств. В связи с этим, актуальным является поиск новых технологических решений для сохранения качества охлажденного рыбного сырья без использования химических консервантов.

Ассортимент рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий в торговых сетях СЗРФ представлен, в основном, замороженными рублеными рыбными полуфабрикатами и охлажденными готовыми обедами из запеченной или жареной рыбы с гарниром. Целесообразным является расширение ассортимента натуральных рыбных полуфабрикатов и совершенствование режимов их кулинарной обработки с использованием технологии *sous-vide* для сохранения ценных пищевых нутриентов и получения полуфабрикатов высокой степени готовности (далее по тексту – ВСГ).

Перспективным направлением исследований является также разработка методов исследования промежуточных продуктов распада белков и липидов, накапливающихся в тканях рыбы при холодильном хранении, и поиск биохимических маркеров для установления корреляционных связей с регламентированными показателями качества рыбы, что позволит дать оценку эффективности антимикробных композиций и научно обосновать сроки годности рыбных полуфабрикатов.

**Степень разработанности темы исследования.** Технологические аспекты переработки рыбного сырья являлись предметом исследований многих российских и зарубежных ученых, в том числе Н.А. Воскресенского, Л.С. Абрамовой, О.Я. Мезеновой, О.Н. Анохиной, О.В. Бредихиной, Schubring R., Nychas George-John E., Sampels S. и др.

Опыт применения антимикробных композиций на основе молочной кислоты и ее солей в пищевых технологиях представлен в работах авторов Corpenner С.Е. (2011), Silano V. (2018), Kang J (2014), Евелева В.В. и др. (2012-2018), Андреева Н.Л. (2014-2017) и др.

Анализ существующих в настоящее время конкурентоспособных технологий переработки рыбного сырья позволил сформулировать рабочую гипотезу, согласно которой использование антимикробных композиций серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция, проявляющих бактериостатические свойства и разрешенных к применению в пищевой промышленности, в технологии натуральных рыбных полуфабрикатов, способствует получению продуктов с улучшенными потребительскими свойствами и пролонгированными сроками годности.

**Цель работы** – исследовать эффективность антимикробных композиций на основе молочной кислоты, лактатов натрия и кальция и разработать технологию их применения при холодильном хранении натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов высокой степени готовности.

Для достижения поставленной цели решали следующие **задачи**:

- на основании обзора отечественной и зарубежной литературы научно обосновать применение антимикробных композиций серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция в технологии натуральных рыбных полуфабрикатов;

- изучить бактериостатические свойства АК серии «Дилактин», разработать способ антимикробной обработки натуральных рыбных полуфабрикатов;

- исследовать влияние предложенного способа антимикробной обработки на микробиологические, морфологические, биохимические и органолептические показатели рыбных полуфабрикатов, научно обосновать их сроки годности при холодильном хранении;

- разработать методику ГХ-анализа продуктов распада белков и липидов рыбы и установить эффективность антимикробной обработки на их динамику при холодильном хранении;

- оптимизировать режимы термообработки для получения рыбных полуфабрикатов высокой степени готовности, определить их показатели качества, пищевую ценность и сроки годности;

- разработать технологию натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ с применением антимикробных композиций на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция, провести ее промышленное внедрение;

- разработать пакет технической документации (ТУ и ТИ) на натуральные рыбные полуфабрикаты и полуфабрикаты ВСГ с применением антимикробных композиций.

**Научная новизна работы.** Научно обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования антимикробных композиций (далее по тексту – АК) серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция при холодильном хранении натуральных рыбных полуфабрикатов для увеличения их сроков годности.

Установлена бактериостатическая активность АК серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция по отношению к тест-культурам *Escherichia coli* и *Bacillus Subtilis*.

С помощью метода факторного эксперимента оптимизирован состав антимикробных композиций для обработки тушек форели и щуки фиксацией (погружением) и инъектированием после разделки на филе.

Оптимизированы режимы термической обработки для получения рыбных полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки, позволяющие снизить технологические потери до 6 % (щука) и до 9,5 % (форель).

Модифицирована методика ГХ-анализа дериватизатов проб рыбных полуфабрикатов. Установлено влияние антимикробной обработки рыбных полуфабрикатов на сохраняемость линолевой и арахидоновой кислот, а также общее снижение динамики гидролиза триглицеридов, фиксируемое по снижению концентрации насыщенных свободных жирных кислот (СЖК), в том числе, пальмитиновой

и стеариновой. Выявлено, что использование предложенного способа антимикробной обработки рыбных полуфабрикатов из форели и щуки позволяет замедлить гидролиз липидов примерно в 6 раз; гидролиз белков до аминокислот – от 1,5 до 2,5 раз; распад аминокислот до биогенных аминов и их производных – от 1,1 до 4 раз в зависимости от вида рыбы.

Новизна технико-технологических решений подтверждена патентами РФ № 2571797 «Антимикробная композиция для производства пресервов, полуфабрикатов из разделанной рыбы» (2014 г) и № 2625499 «Способ производства рыбных полуфабрикатов» (2015 г).

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Получены эмпирические зависимости, описывающие влияние:

- антимикробных композиций на микробиологические показатели и влагоудерживающую способность (ВУС) натуральных полуфабрикатов из форели и щуки при холодильном хранении;
- температуры и продолжительности термической обработки на обобщенный органолептический показатель качества (ООПК) и ВУС полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки.

Разработан способ антимикробной обработки охлажденной рыбы АК серии «Дилактин», включающий обработку тушек охлажденной рыбы фиксацией в 2 %-м растворе АК-3 и инъектирование рыбы АК-1 (рН 5,8) после разделки тушек на филе с кожей, который позволяет увеличить срок годности охлажденных полуфабрикатов филе-кусочек из форели и щуки – до 10 сут с учетом коэффициента резерва 1,3.

Усовершенствован способ тепловой обработки натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки с применением элементов технологии *sous-vide*, который позволил увеличить технологический выход рыбных полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки до  $(88,1 \pm 0,3) \%$  – для щуки и  $(91,5 \pm 0,2) \%$  – для форели, что выше нормативного значения на 6% и 9,5%, соответственно, а также увеличить сроки годности полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки при холодильном хранении до 15 сут с учетом коэффициента резерва 1,3.

Технология производства натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ филе-кусочек из форели и щуки с применением антимикробных композиций внедрена на ООО «Океан Трейдинг Компани-П» и ООО «АППЕТИТ-ПРОМ» (г. Санкт-Петербург).

Разработан и утвержден пакет технической документации ТУ и ТИ 10.85.12-021-38524349-2018 (производство натуральных рыбных полуфабрикатов с использованием антимикробных композиций) и ТУ и ТИ 10.85.12-022-38524349-2018 (производство полуфабрикатов высокой степени готовности).

Экспериментальные и методические разработки, полученные при выполнении диссертационной работы, внедрены в учебный процесс и включены в учебно-методический комплекс образовательной программы магистратуры «Организация производства и обслуживания на предприятиях индустрии питания» направления 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

**Методология и методы исследования.** В работе использованы современные органолептические, физическо-химические, биохимические, микробиологические и морфологические методы исследования рыбы, модифицированная методика ГХ-

анализа дериватизатов проб рыбных полуфабрикатов, а также методы математической статистики и планирования эксперимента.

**Положения, выносимые на защиту:**

Результаты исследований бактериостатических свойств антимикробных композиций серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция по отношению к тест-культурам *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*.

Способ антимикробной обработки натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки с использованием композиций на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция.

Результаты исследований влияния антимикробной обработки на микробиологические, морфологические, биохимические и органолептические показатели натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки, обоснование сроков их годности при холодильном хранении.

Результаты ГХ-анализа дериватизатов проб рыбных полуфабрикатов из форели и щуки при холодильном хранении.

Технология натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов высокой степени готовности из форели и щуки с применением антимикробных композиций.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Научные результаты выполненной работы обладают высокой степенью достоверности и воспроизводимостью экспериментальных данных, что подтверждается применением современных методов математической обработки экспериментальных данных и сопоставимостью результатов эксперимента.

Основные результаты работы апробированы на V, IX, X Российских форумах «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии» (Санкт-Петербург, 2010, 2014 и 2015); Всероссийской НПК «Пищевые ингредиенты и инновационные технологии в производстве продукции здорового питания» (Санкт-Петербург, 2013); 16-й МНПК «Развитие постгеномных технологий при формировании и оценке качества сельскохозяйственного сырья и готовых пищевых продуктов» (Москва, 2013); III МНПК «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орел, 2013); 18-й МНПК «Теоретические и практические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях усиления международной конкуренции» (Москва, 2014); III МНПК «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» (Воронеж, 2015); МНПК «Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых ингредиентов» (Санкт-Петербург, 2015); 18-й МНПК «Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания» (Москва, 2015); VI и VII Международном Балтийском морском форуме (Калининград, 2018, 2019).

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 16 печатных работах, в том числе, 2 – в изданиях, рекомендованные ВАК при Минобрнауки России для публикаций результатов диссертационных исследований, 1 – в издании, индексируемом в Scopus, 13 – в иных изданиях, соискателем получено 2 патента РФ в соавторстве.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 146 страницах, содержит 38 таблиц, 32 рисунка и 14 приложений. Список использованных литературных источников включает 173 наименований, в том числе, 49 зарубежных источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** изложены актуальность и степень разработанности темы, цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, раскрыта научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, приведены сведения о степени достоверности и апробации основных результатов.

**В первой главе «Современные аспекты использования биоконсервантов в технологии натуральных рыбных полуфабрикатов»** представлен обзор научной, технической и патентной литературы по теме диссертации. Приведен обзор рынка рыбного сырья, представлено описание лососевых рыб искусственного разведения и промысловых видов пресноводных рыб Северо-Западного региона России. Рассмотрены современные технологии переработки рыбного сырья и полуфабрикатов, и способов кулинарной обработки изделий из рыбы. Проанализированы современные представления о микробиологических, физико-химических и биохимических процессах, происходящих при хранении и кулинарной обработке, а также принципы барьерных технологий, используемые при переработке и холодильном хранении рыбного сырья.

**Во второй главе «Организация эксперимента, объекты и методы исследований»** дана характеристика объектов исследования, описаны методы исследования и постановка эксперимента.

В работе использовали антимикробные композиции серии «Дилактин», предоставленные ВНИИПД – филиалом ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова» РАН: Дилактин Форте Плюс (АК-1), Дилактин Са-растворимый (АК-2) и Дилактополидон (АК-3), содержащие буферные смеси молочной кислоты (Е 270) и лактатов натрия (Е325) и кальция (Е327) и вспомогательные ингредиенты (уксусная кислота (Е260), глицерин (420) и поливинилпирролидон (Е1201)) в количествах, разрешенных к использованию ТР ТС 029/2012.

Для приготовления рыбных полуфабрикатов использовали охлажденные тушки форели карельской озерной *Salmo trutta trutta* и щуки *Esox lucius* (ООО «Санкт Петерфиск»).

Вспомогательные материалы и пищевые ингредиенты, используемые в диссертационной работе для выработки полуфабрикатов, соответствовали требованиям безопасности ТР ТС 021/2011. Для антимикробной обработки рыбы, разделанной на филе с кожей, использовали способ инъектирования растворами АК с помощью ручного посолочного инъектора МИФ-ИР-05 при рабочем давлении 1,5 бар. Для упаковки полуфабрикатов филе-кусочек с кожей из форели и щуки использовали пакеты из многослойной пленки РА/РЕ и аппарат для вакуумирования Electrolux EVP302/600113.

Схема проведения исследований представлена на рисунке 1.

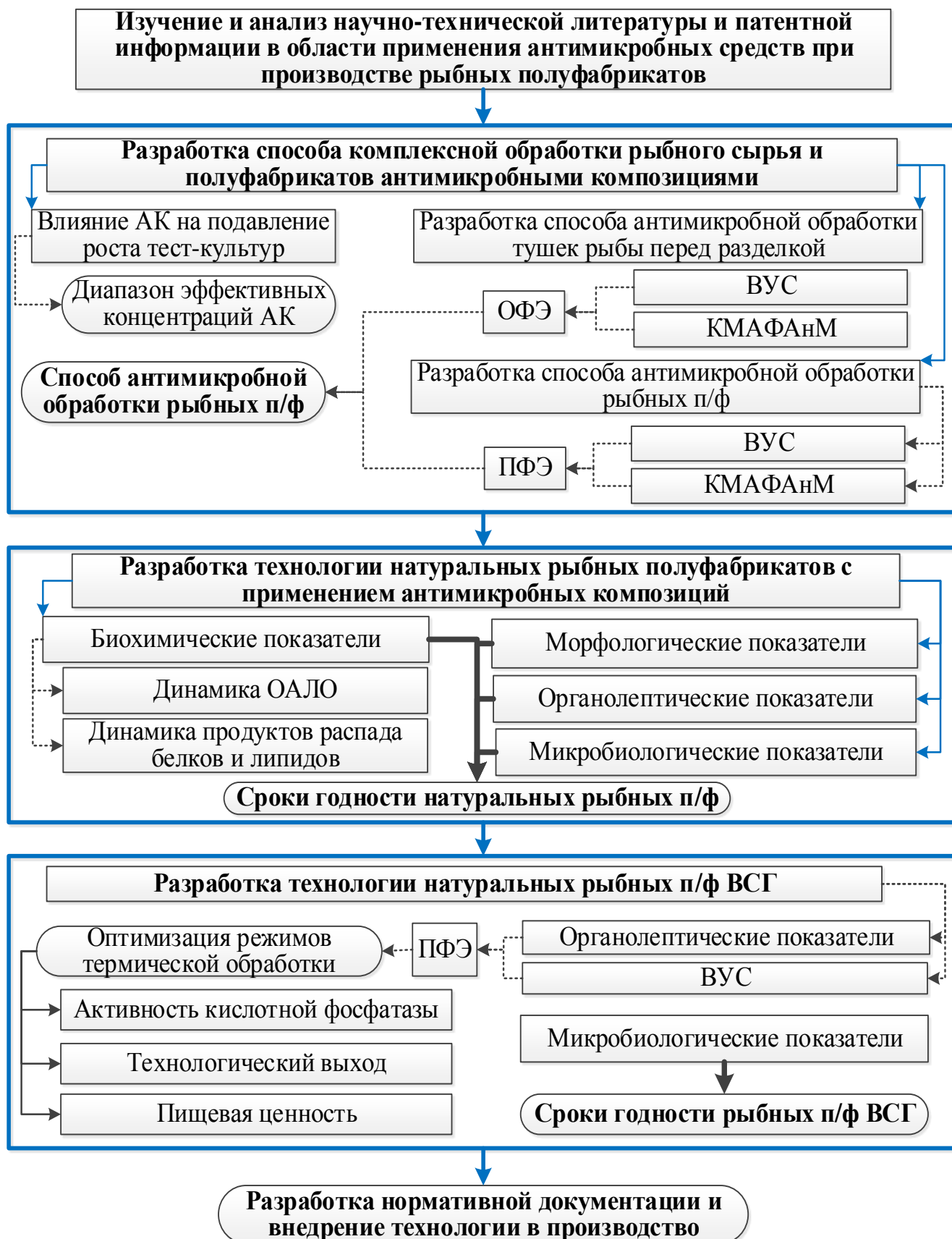


Рисунок 1 – Схема проведения экспериментальных исследований

Бактериостатические свойства исследуемых АК осуществляли с использованием тест-культур *Bacillus subtilis* (штамм 78А) и *Escherichia coli* (штамм М-17) диско-диффузионным методом по МУК 4.2.1890-04.



Эффективность способа антимикробной обработки полуфабрикатов из форели и щуки при холодильном хранении при температуре  $(1\pm 1)$  °С оценивали по микробиологическим и органолептическим показателям, ВУС, содержанию продуктов распада белков (по общему азоту летучих оснований, ОАЛО) с использованием стандартных методов.

Морфологические показатели мышечной ткани рыбы изучали с помощью светооптического видеомикроскопа «Nicon Eclipse Ni» (Япония) при общем увеличении в 50 или 200 раз.

Идентификацию и количественный анализ продуктов неполного гидролиза липидов и распада белковых веществ в дериватизатах проб образцов рыбных полуфабрикатов форели и щуки выполняли с помощью метода ГХ на базе МИП «Аналитика. Материалы. Технологии» (СПб).

Подготовка пробы включала стадию силилирования функциональных групп, содержащих активный водород, для получения летучих триметилсилильных (ТМС) производных. Подготовка проб включала обезвоживание образцов под вакуумом при температуре 40°С, извлечение продуктов распада смесью пиридина и ацетонитрила (1:1) и обработку 1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазаном в присутствии трифторуксусной кислоты при температуре 60°С в течение 1 ч. Условия проведения анализа: колонка SBP5-25 (25 м x 0,25 мм x 0,2 мкм); газ-носитель N<sub>2</sub>, 20 см/с; температурная программа — 1 мин при 70°С, подъем 4°С/мин до 320°С; температура ввода пробы 240°С, делитель потока 1:20, объем пробы 2 мкл. Детектор — пламенно-ионизационный, температура 325°С, скорость подачи водорода — 40 мл/мин, азота — 25 мл/мин, кислорода — 250 мл/мин. Расчет количества продуктов распада липидов и белковых веществ в дериватизатах проб из образцов рыбных полуфабрикатов проводили по усредненной площади пиков без поправок на удельную чувствительность. Отнесение пиков осуществляли по временам удерживания после серии калибровочных анализов модельных смесей заданного состава.

Тепловую обработку и охлаждение полуфабрикатов ВСГ осуществляли в пароконвектомате Electrolux 267203 и шкафу скоростного охлаждения и замораживания Electrolux air-o-chill 61 726346.

Степень кулинарной готовности рыбы определяли по показателю активности кислотной фосфатазы и обобщенному органолептическому показателю качества (ООПК).

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием регрессионно-дисперсионного анализа с применением программ Statgraphics 16.1 и Microsoft Excel 2007. Для обоснования параметров способа антимикробной обработки рыбы реализован однофакторный эксперимент (далее по тексту – ОФЭ) и центральный композиционный план ПФЭ с фиксированным числом независимых факторов, равным двум, и принятым числом уровней варьирования факторов, также равным двум, с использованием дополнительных точек по типу «звезда». Интервалы варьирования факторов оптимизации задавали с учётом их совместимости и реализуемости в опытах.

Степень достоверности результатов экспериментов подтверждается 3-кратной повторностью.

В третьей главе «Способ антимикробной обработки рыбного сырья и полуфабрикатов» приведены результаты исследований бактериостатических свойств используемых в работе композиций серии «Дилактин» по отношению к тест-культурам *Escherichia coli* и *Bacillus Subtilis*, а также различных способов обработки тушек и филе форели и щуки с использованием антимикробных композиций АК-1-3, в том числе, погружением тушек рыбы в раствор АК с последующей фиксацией и инъектированием рыбы после разделки на филе растворами АК ручным посолочным инъектором.

В таблице 1 приведены характеристики исследуемых АК.

Таблица 1 – Характеристики исследуемых антимикробных композиций

АК	Действующие вещества		рН
	Основные, $C_k/C_s^*$	Вспомогательные	
АК-1	молочная кислота / лактат натрия, 7/5	уксусная кислота, ацетат натрия	5,2
	молочная кислота / лактат натрия, 5/4	уксусная кислота, ацетат натрия	5,8
АК-2	молочная кислота / лактат кальция / лактат натрия, 10/6/7	глицерин	5,2
	молочная кислота / лактат кальция / лактат натрия, 10/6/6	глицерин	5,8
АК-3	молочная кислота / лактат натрия, 7/5	уксусная кислота, поливинилпирролидон	5,0

\* –соотношение концентрации кислоты и ее соли в буферной смеси

Все исследуемые композиции представляют собой буферные смеси на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция с фиксированной буферной емкостью, регулируемой в заданных пределах рН с помощью добавок уксусной кислоты и ацетата натрия.

Принцип действия АК основан на замедлении микробиологических и биохимических процессов порчи путем стабилизации буферности мышечной ткани и увеличения доли связанной влаги. Композиция АК-3 в качестве вспомогательного вещества включает поливинилпирролидон, отличающийся высокой влагосвязывающей и пленкообразующей способностью, сродством с гидрофильным и гидрофобным группам белков, что обуславливает формирование поверхностного защитного слоя и позволяет рекомендовать композицию АК-3 для обработки тушек рыбы перед разделкой для снижения риска повторной микробиологической контаминации сырья. Все АК характеризуются нейтральным запахом, хорошо растворимы в воде и имеют слабокислый вкус.

В результате исследований бактериостатических свойств АК установлено, что для обеспечения эффективного подавления роста бактериальной микрофлоры целесообразно использовать АК в концентрации от 1,5 до 4,0 %.

При разработке способа обработки тушек форели и щуки использовали растворы АК-3, которые готовили путем разведения АК в питьевой воде в концентрации от 1,5 до 3,5 % с шагом 0,5%.

Выбор оптимальной концентрации растворов АК-3 (x, %) осуществляли с использованием математического метода ОФЭ. В качестве параметров отклика использовали показатели КМАФАНМ ( $Y_1$ ) и ВУС ( $Y_2$ ) тушек рыбы.

Продолжительность опытного хранения образцов составляла 48 ч при температуре  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Интервалы варьирования факторов оптимизации задавали с учётом их совместности и реализуемости в опытах.

На основании анализа экспериментальных данных (табл. 2) получены уравнения регрессии (1 – 4), характеризующие зависимость КМАФАНМ ( $Y_1$ ) и ВУС ( $Y_2$ ) тушек щуки и форели от концентрации раствора АК-3 (x, %).

Таблица 2 – Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции

Уравнения регрессии		R	F
$Y_1^\Phi = e^{5,18-0,59x}$	(1)	- 0,98	96
$Y_2^\Phi = 68,2 + 17,0 \ln x$	(2)	0,87	12,6
$Y_1^\Psi = e^{5,27-0,55x}$	(3)	- 0,97	96
$Y_2^\Psi = 61,1 + 13,3 \ln x$	(4)	0,90	17

$Y^\Psi$  - образцы из щуки,  $Y^\Phi$  - образцы из форели

Адекватность полученных уравнений регрессии реальному эксперименту подтверждена рассчитанным значением критерия Фишера, который выше табличного значения ( $F_{0,05} = 7,71$ ).

Установлено, что оптимальное значение концентрации раствора АК-3 составило  $(2 \pm 0,1)\%$  при заданном значении рН 5,0.

На рисунке 2 приведены результаты исследований влияния АК-3 на динамику КМАФАНМ при холодильном хранении обработанных тушек форели при температуре  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 48 ч.

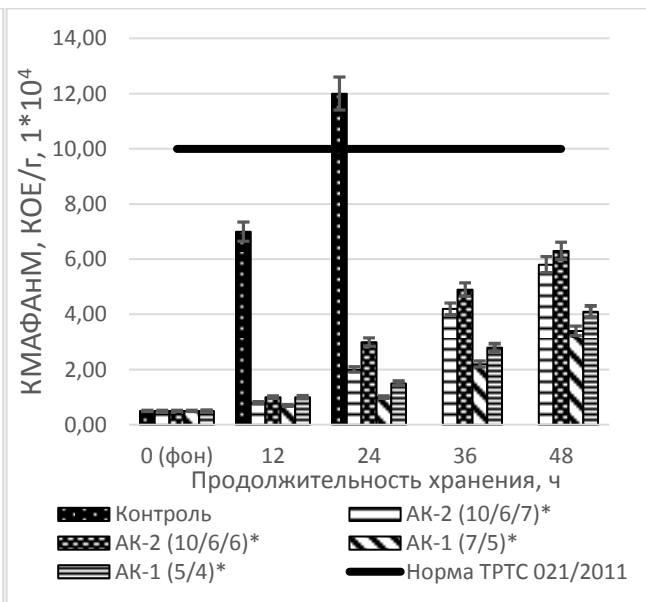
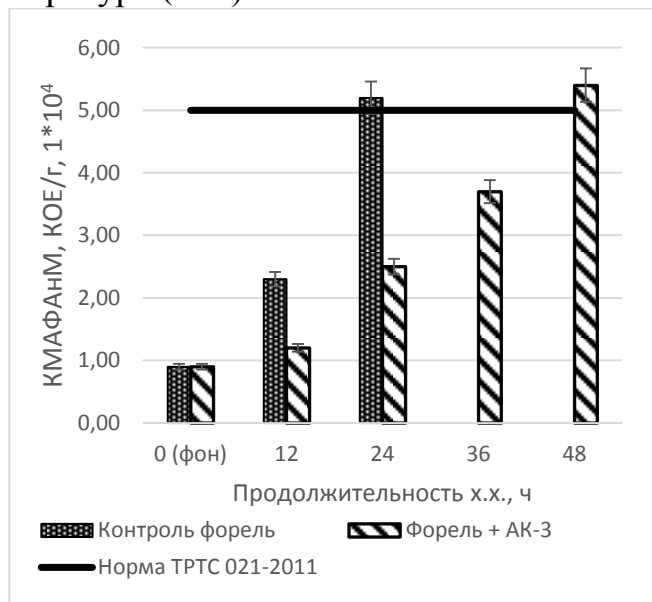


Рисунок 2 – Влияние АК-3 (2%-й раствор) на динамику КМАФАНМ в тушках форели при холодильном хранении,  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$ ; 48 ч. Способ обработки – погружной (соотношение раствора АК-3 к сырью – 1:1 по массе)

Рисунок 3 – Влияние антимикробных композиций АК-1 и АК-2 на динамику КМАФАНМ в натуральных полуфабрикатах из форели при холодильном хранении,  $(1 \pm 1)^\circ\text{C}$ ; 48 ч. Способ обработки – инъектирование (соотношение АК к сырью – 1:50)

Установлено, что обработка рыбы перед ее разделкой 2%-м раствором АК-3 путем погружения (фиксации) в течение 20 мин при соотношении рыбного сырья к раствору АК-3 1:1 позволяет сохранять охлажденную рыбу при температуре  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$  до 36 ч, что в два раза превышает срок хранения необработанной рыбы. Динамика КМАФАНМ в тушках щуки, обработанных раствором АК-3 (2%), имела схожий характер.

На рисунке 3 приведены результаты исследований влияния АК-1 и АК-2 с рН 5,2 и рН 5,8 на динамику КМАФАНМ в инъектированных натуральных рыбных полуфабрикатах (филе-кусочек с кожей) из форели, упакованных в полимерную пленку под вакуумом, при холодильном хранении.

Установлено, что КМАФАНМ в образцах, обработанных АК-1 и АК-2, не превысило нормативного значения в процессе хранения, при этом наиболее эффективной оказалась АК-1 рН 5,2. Схожие результаты получены при холодильном хранении в тех же условиях инъектированных полуфабрикатов из щуки.

Результаты исследований влияния концентрации растворов АК-1 с рН 5,2 и рН 5,8 на микробиологические показатели, ВУС и содержание ОАЛО в охлажденных полуфабрикатах из форели и щуки (филе-кусочек с кожей) при холодильном хранении использовали для оптимизации состава АК-1 с помощью ПФЭ.

В качестве факторов оптимизации использовали значения рН и соотношение раствора АК-1 к массе рыбного сырья. Варьирование значений факторов оптимизации в точках ПФЭ осуществляли в интервале концентрации раствора АК-1 от 0,5 до 5,5% и рН от 5,2 до 5,8 с шагом 0,2 ед. В качестве параметров отклика использовали показатели КМАФАНМ и ВУС.

Получены уравнения регрессии (5-8) (табл. 3), характеризующие зависимость КМАФАНМ ( $Y_1$ ) и ВУС ( $Y_2$ ) рыбных полуфабрикатов из щуки и форели от рН ( $x_1$ ) и концентрации раствора АК-1 ( $x_2$ , %).

Таблица 3 – Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции

Уравнения регрессий		R	F
$Y_1^{\text{III}} = -137,2 + 45,8x_1 + 5,4x_2 - 3,5x_1^2 - 1,8x_1x_2 + 0,5x_2^2$	(5)	0,94	22
$Y_2^{\text{III}} = -262,1 + 123,7x_1 - 29,8x_2 - 11,8x_1^2 + 7,5x_1x_2 - 1,7x_2^2$	(6)	0,97	47
$Y_1^{\text{Ф}} = -125,8 + 41,4x_1 + 5,8x_2 - 3,1x_1^2 - 1,8x_1x_2 + 0,4x_2^2$	(7)	0,95	27
$Y_2^{\text{Ф}} = -73,9 + 66,7x_1 - 35,6x_2 - 7,6x_1^2 + 8,8x_1x_2 - 1,8x_2^2$	(8)	0,97	47

Адекватность полученных уравнений регрессии реальному эксперименту подтверждена рассчитанным значением критерия Фишера, который выше табличного значения ( $F_{0,05}=5,14$ ).

Поверхности отклика КМАФАНМ и ВУС в факторном пространстве приведены на рисунке 4 (а и б).

Установлено, что независимо от вида рыбы оптимальная концентрация АК-1 для инъектирования рыбы составляет  $(2\pm 0,5)$  % от массы рыбы при соотношении АК-1 и рыбы – 1:50 по массе при рН 5,8.

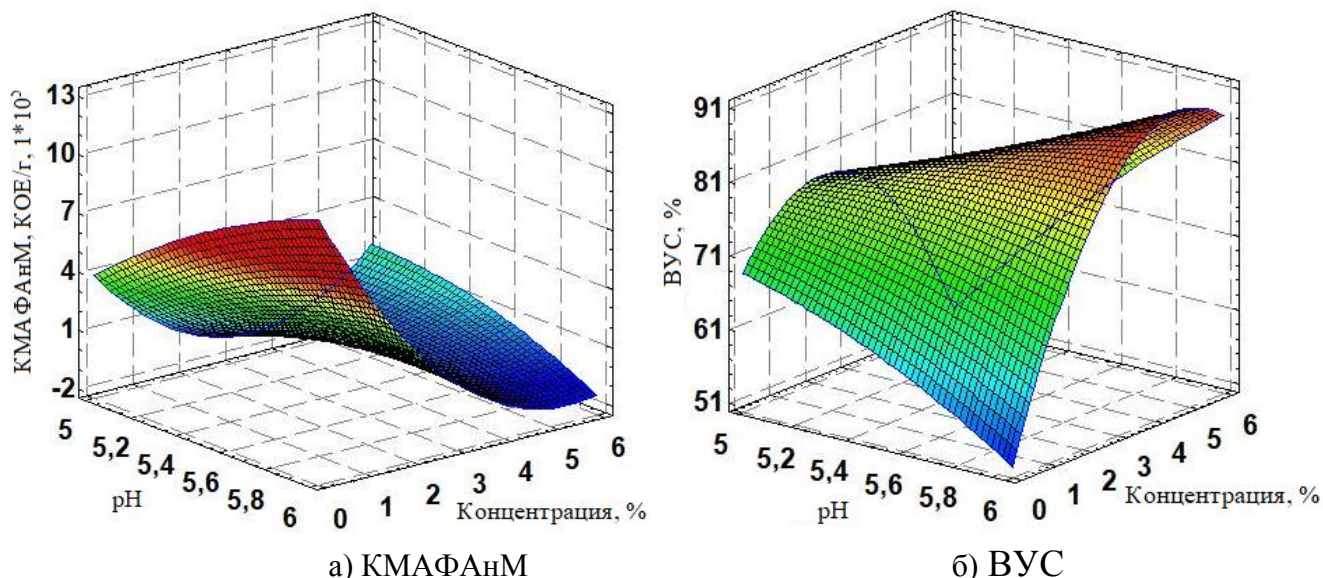


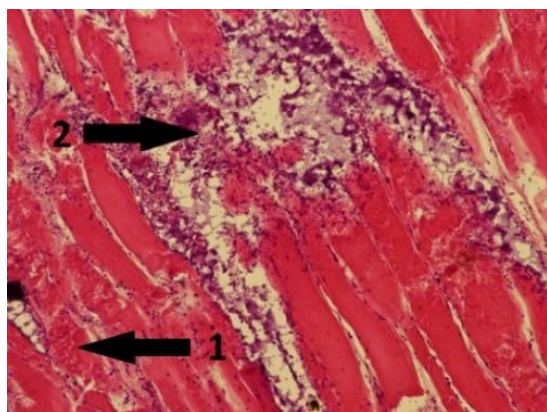
Рисунок 4 – Поверхности отклика КМАФАНМ (а) и ВУС (б) полуфабрикатов из форели в факторном пространстве

**В четвертой главе «Технологии натуральных рыбных полуфабрикатов с применением антимикробных композиций»** приведены результаты исследований по разработке технологии рыбных полуфабрикатов из форели и щуки с применением АК и влияния антимикробной обработки на показатели микробиологической безопасности, морфологические показатели мышечной ткани, динамику ОАЛО и накопление промежуточных продуктов распада липидов и белков и сроки годности при холодильном хранении опытной партии натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки.

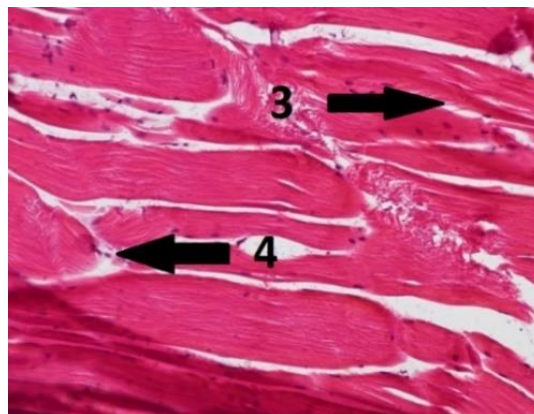
Также приведены результаты исследований оптимизации режимов тепловой обработки полуфабрикатов из форели и щуки (филе-кусочек с кожей в упаковке), для получения полуфабрикатов ВСГ, и динамика микробиологических, органолептических показателей и ОАЛО и сроки годности полуфабрикатов ВСГ при холодильном хранении, а также расчеты экономических показателей разработанной технологии.

На гистологических срезах контрольного образца филе выявлены массовые очаговые скопления дрожжевых и бактериальных клеток в зоне некроза мышечной, жировой и соединительной ткани. Указанные изменения в филе форели оказались менее выраженными, по сравнению с изменениями в филе щуки. Установлено, что в образцах филе, обработанного АК, наблюдается частичное разволокнение мышечных волокон и появление узлов сокращения при отсутствии зон некроза мышечной ткани и очагов скопления микроорганизмов.

На рисунке 5 представлен вид гистологических срезов мышечной ткани опытных и контрольных образцов филе форели, на 10 сут хранения при температуре  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$ .



а)



б)

1 – зона некроза мышечной ткани; 2 – скопление дрожжевых и бактериальных клеток в зоне некроза мышечной ткани; 3 – участок разволокнения мышечного волокна; 4 – узел сокращения мышечного волокна

Рисунок 5 – Гистосрезы мышечной ткани ( $\times 200$  раз) полуфабриката из форели при холодильном хранении при температуре  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 10 сут:

а) контроль, б) опыт.

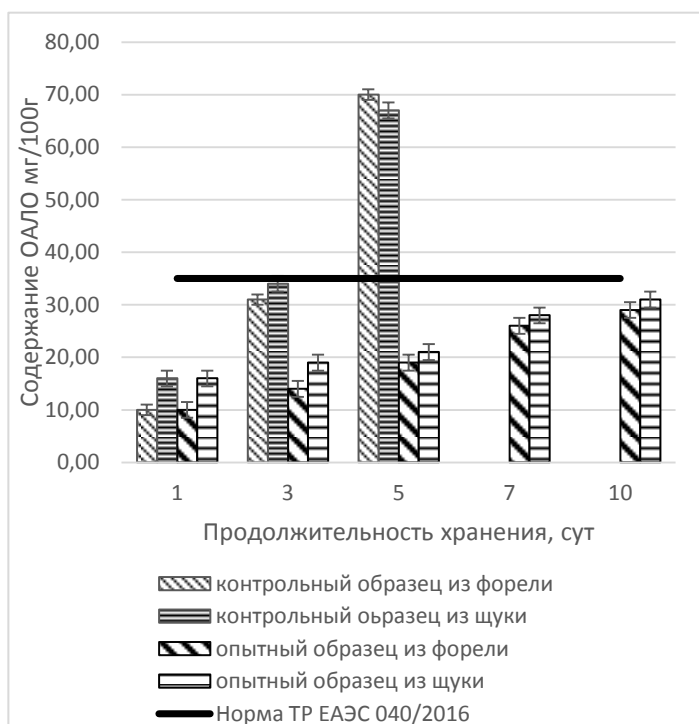


Рисунок 6 - Влияние антимикробной обработки АК на динамику ОАЛО в полуфабрикатах из форели и щуки при холодильном хранении.  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$ , 10 сут.

что содержание ОАЛО в контрольных образцах полуфабрикатов превысило норму ( $35\text{ мг}/100\text{ г}$ ) уже на 5 сут холодильного хранения, в то время как в опытных образцах полуфабрикатов этот показатель не превысил нормативов в течение всего процесса хранения.

На рисунке 7 представлены фрагменты хроматографических профилей дериватизатов проб опытных и контрольных образцов полуфабрикатов из форели после холодильного хранения при температуре  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 10 сут. В исследу-

Таким образом, можно сделать вывод, что использование предварительной обработки тушек рыбы перед разделкой фиксацией в АК-3 (2%, соотношение к массе сырья – 1:1) с последующим инъектированием филе АК-1 (рН 5,8; соотношение к массе полуфабрикатов – 1:50) позволяет сохранить ВУС на уровне  $(85\pm 3)\%$ , замедлить динамику КМАФАнМ примерно в 3 раза и сохранить КМАФАнМ на уровне, не превышающем нормативных значений, в течение 10 сут при холодильном хранении полуфабрикатов из форели и щуки при температуре  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$ .

На рисунке 6 приведены результаты исследования содержания ОАЛО в контрольных и опытных образцах натуральных полуфабрикатов из рыбы при холодильном хранении  $(1\pm 1)^\circ\text{C}$ , в течение 10 сут. Показано,



емых пробах идентифицированы ПНЖК, в том числе, линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты, а также в значительных количествах обнаружены насыщенные СЖК и олеиновая кислота. Отмечено влияние антимикробной обработки на сохраняемость линолевой и арахидоновой кислот, а также общее снижение динамики гидролиза триглицеридов, фиксируемое по снижению концентрации насыщенных СЖК (пальмитиновой и стеариновой).

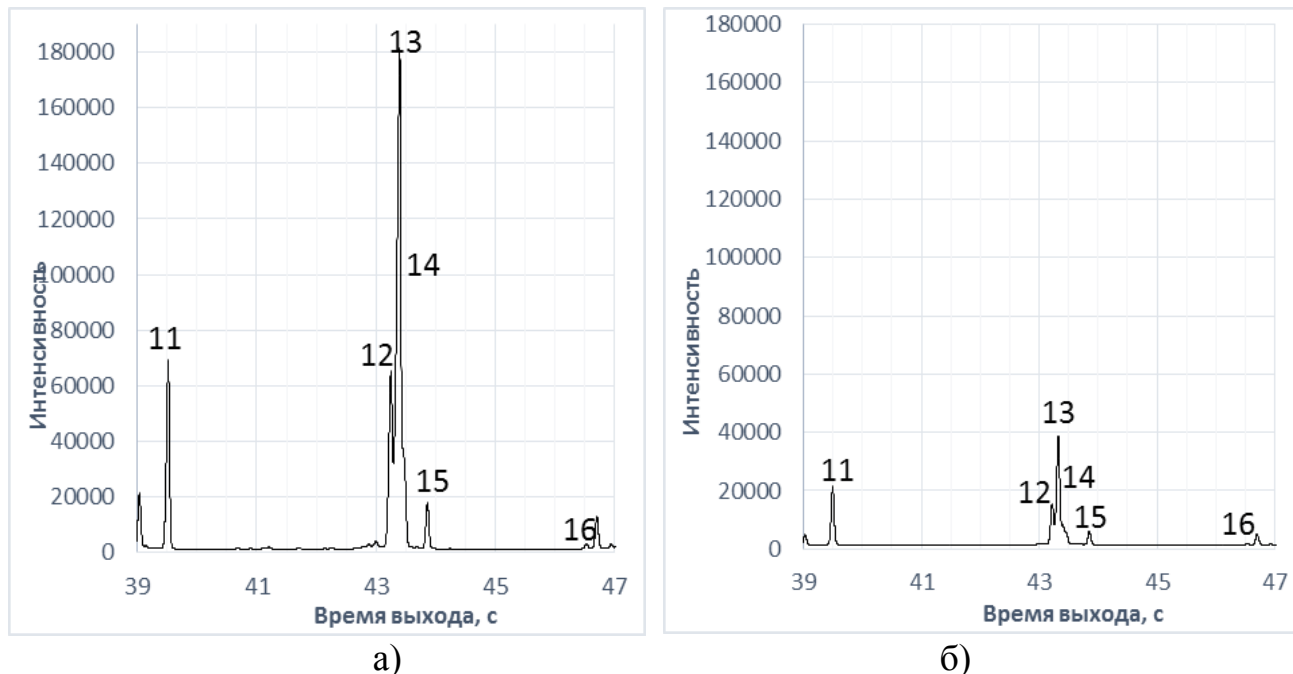


Рисунок 7 – Хроматографические профили СЖК в дериватизатах проб форели после холодильного хранения. (1±1) °С, 10 сут:  
а) контроль, б) опыт.

Идентифицированные СЖК:

11 – Пальмитиновая кислота; 12 – Линолевая кислота; 13 – Олеиновая кислота;  
14 – Линоленовая кислота; 15 – Стеариновая кислота; 16 – Арахидоновая кислота

В таблице 4 приведены соотношения количества идентифицированных продуктов гидролиза липидов и распада белков в дериватизатах проб из опытных и контрольных образцов полуфабрикатов из форели и щуки до и после холодильного хранения.

$C_0$  и  $C$ , мкг – количество идентифицированных продуктов до и после хранения, соответственно. Соотношение  $C : C_0$  характеризует накопление продуктов гидролиза липидов (свободных жирных кислот, СЖК) и продуктов распада белков (летучих биогенных аминов и их производных).

Выявлено, что использование предложенного способа антимикробной обработки рыбных полуфабрикатов из форели и щуки позволяет замедлить гидролиз липидов в среднем в 6 раз; гидролиз белков до аминокислот – от 1,5 (форель) до 2,5 раз (щука) и распад аминокислот до биогенных аминов и их производных – в 4 раза.

Результаты анализа биогенных аминов и их производных хорошо согласуются со значением показателя ОАЛО опытных и контрольных образцов полуфабрикатов из форели и щуки (рис. 6), что свидетельствует о наличии корреляционных связей между увеличением содержания аминного азота в опытных и контрольных

образцах рыбных полуфабрикатах и биогенных аминов в дериватизатах проб из этих же образцов.

Таблица 4 – Соотношение количества идентифицированных продуктов гидролиза липидов и распада белков в дериватизатах проб форели и щуки при холодильном хранении. (1±1) °С, 10 сут

Наименование идентифицированных продуктов распада липидов и белков	Соотношение продуктов распада липидов и белков в дериватизатах проб полуфабрикатов, С : С <sub>0</sub>			
	форель		щука	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
<b>Насыщенные СЖК</b>				
Пальмитиновая С16:0	26:1	6:1	2:1	2:1
Стеариновая С18:0	21:1	5:1	2:1	2:1
<i>Σ насыщенных СЖК</i>	<i>25:1</i>	<i>6:1</i>	<i>2:1</i>	<i>2:1</i>
<b>Ненасыщенные СЖК</b>				
Олеиновая С 18:1	38:1	5:1	8:1	7:1
Линолевая С 18:2	52:1	8:1	6:1	5:1
Линоленовая С18:3	5:1	5:1	8:1	7:1
Арахидоновая С 20:4	6:1	1:1	2:1	2:1
<i>Σ ненасыщенных СЖК</i>	<i>34:1</i>	<i>5:1</i>	<i>6:1</i>	<i>5:1</i>
<b>Аминокислоты</b>				
Аланин	5:4	1:1	3:2	1:1
Глицин	5:1	3:1	4:1	3:1
Валин	11:1	5:1	12:1	5:1
Лейцин	24:1	8:1	17:1	7:1
Изолейцин	7:1	2:1	8:1	4:1
Гидроксипролин	3:2	1:1	23:1	11:1
<i>Σ аминокислот</i>	<i>3:2</i>	<i>1:1</i>	<i>5:1</i>	<i>2:1</i>
<b>Биогенные амины и их производные</b>				
Холин	1:1	1:1	5:4	5:4
Этаноламин	2:1	5:4	6:5	6:5
Гистамин	9:4	3:2	5:2	2:1
Тирамин	6:1	1:1	-	-
<i>Σ биогенных аминов и их производных</i>	<i>8:1</i>	<i>2:1</i>	<i>6:5</i>	<i>8:7</i>

Определение сроков годности натуральных рыбных полуфабрикатов проводили в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 в течение предполагаемого срока холодильного хранения (10 сут) с учетом коэффициента резерва 1,3. Контрольные сроки выбраны с требуемой периодичностью – фон (сразу после выработки полуфабрикатов) и затем через 7, 10 и 13 сут. В процессе хранения опытных и контрольных образцов полуфабрикатов из форели и щуки в заданные сроки определяли органолептические и микробиологические показатели.



Установлено, что показатель ООПК для опытных образцов натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки на 13 сут холодильного хранения превосходит ООПК контрольных образцов в 2 раза.

Выявлено, что по уровням КМАФАнМ и санитарно-показательной микрофлоры (БГКП, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, сульфитредуцирующие бактерии рода *Clostridium* и бактерии рода *Salmonella*) образцы рыбных полуфабрикатов, выработанные с применением предложенного способа комплексной антимикробной обработки, соответствуют нормативам в пределах всех контрольных сроков холодильного хранения.

Срок годности охлажденных рыбных полуфабрикатов, обработанных АК составил 10 сут. с учетом коэффициента резерва 1,3, что в 3 раза больше, чем у необработанной рыбы.

Тепловую обработку рыбных полуфабрикатов (филе-кусочек с кожей) из форели и щуки осуществляли в пароконвектомате с использованием технологии *sous-vide* при постоянной температуре. В качестве контрольных образцов использовали филе отварной форели и щуки. В качестве параметров оптимизации использовали температуру и продолжительность термообработки, а в качестве параметров отклика – обобщенный органолептический показатель качества (ООПК) и ВУС полуфабрикатов ВСГ. Варьирование значений факторов оптимизации в точках ПФЭ осуществляли в интервале температур от 65 до 85 °С с шагом 10 °С и в интервале продолжительности термической обработки от 10 до 40 мин. с шагом 10 мин.

Установлено, что оптимальная температура термообработки составила (76±1) °С при продолжительности (23±2) мин. Полученные данные подтверждены результатами исследований активности кислой фосфатазы, которая составила (0,050±0,005) и (0,040±0,005) ед. оптической плотности для форели и щуки соответственно, что свидетельствует о полной кулинарной готовности рыбы.

Технологический выход рыбных полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки составил (88,1±0,3) % – для щуки и (91,5±0,2) % – для форели, что выше нормативного значения выхода при термообработке, которое, согласно нормативам, составляет не менее 82 %.

На рисунке 8 приведена операционно-технологическая схема производства натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ в вакуумной упаковке с применением разработанного способа комплексной антимикробной обработки рыбы с использованием АК-3 и АК-1.

Оценку сроков годности рыбных полуфабрикатов ВСГ проводили в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 в течение предполагаемого срока холодильного хранения (15 сут) с учетом коэффициента резерва 1,3. Контрольные сроки выбраны с требуемой периодичностью – фон (сразу после выработки) и затем через 5, 10, 15 и 20 сут. Срок годности полуфабрикатов ВСГ из щуки и форели составил 15 сут с учетом коэффициента резерва 1,3.

Таким образом, тепловая обработка рыбных полуфабрикатов с использованием технологии *sous-vide* в течение (23±2) мин при температуре (76±1) °С позволяет достичь полной кулинарной готовности, сохранить ВУС на уровне (80±0,5) % и КМАФАнМ – в пределах, не превышающих нормативных значений, в условиях холодильного хранения при температуре (1±1) °С в течение 15 сут с учетом коэффициента резерва 1,3.

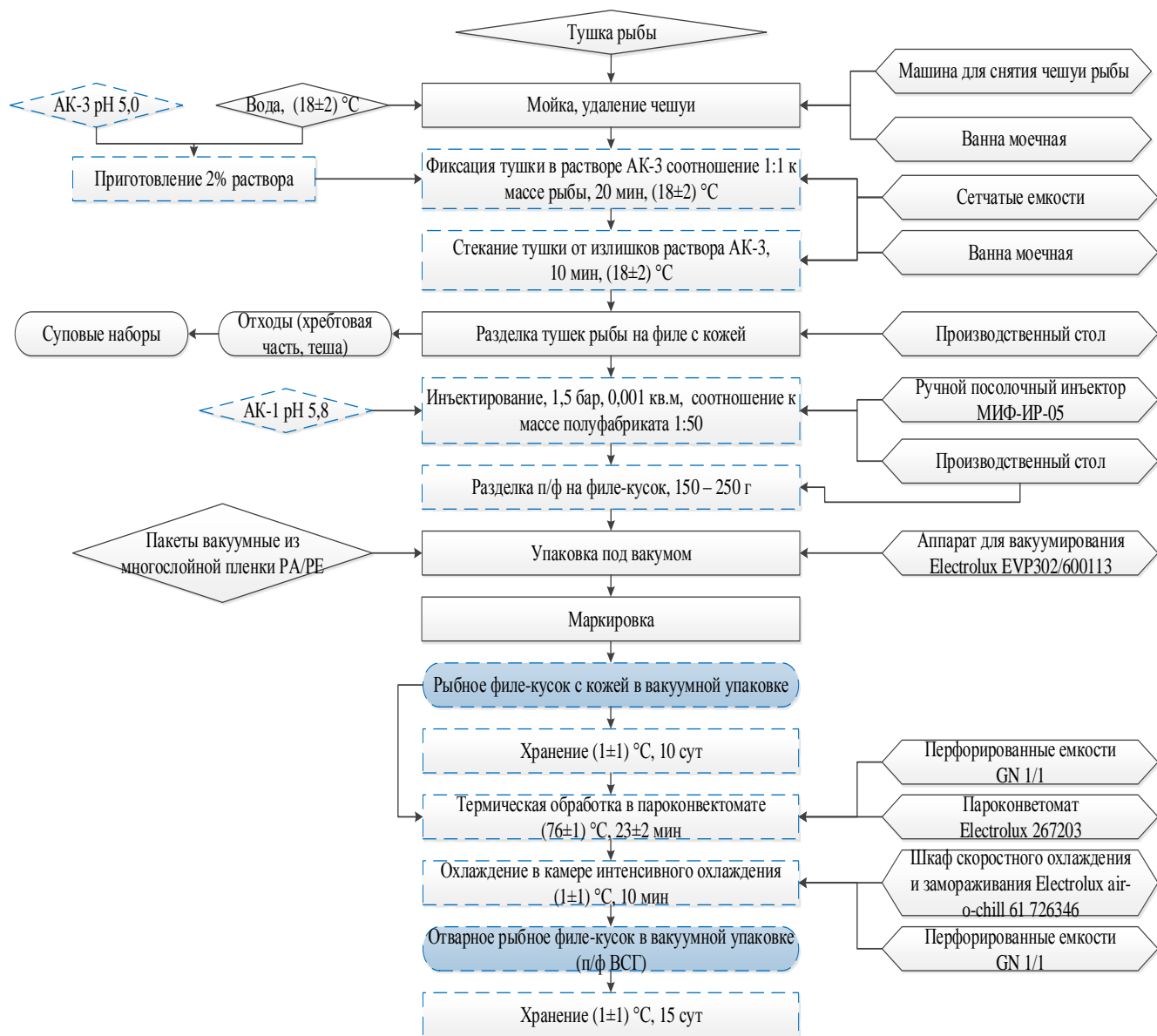


Рисунок 8 – Операционно-технологическая схема производства натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ в вакуумной упаковке с применением антимикробных композиций серии «Дилактин»

Установлено, что рыбные полуфабрикаты ВСГ имеют высокую пищевую ценность: содержание белка в них составляет 20,5 % (форель) и 19,5 % (щука) и жира 0,4 % и 8,7 %, соответственно.

Потери белков и жиров в полуфабрикатах ВСГ филе-кусоч с кожей из форели и щуки при термообработке составили 1,1-1,4 % и 0,9-2,2 % от исходного содержания белка и жира в рыбе, в то время как у отварного филе щуки и форели потери белков и жиров варьируется в пределах 2,0-2,5 % (белки) и 1,2-4,3 % (жиры). Энергетическая ценность полуфабрикатов филе-кусоч с кожей ВСГ из щуки и форели составила 85,6 (щука) и 156,3 (форель) ккал на 100 г готового продукта.

В диссертации приведено экономическое обоснование технологии натуральных рыбных полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки. Установлено, что экономия

затрат на производство полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки составляет 50 руб/кг и 2 руб/кг соответственно.

Разработаны ТУ и ТИ 10.85.12-021-38524349-2018 на производство рыбных полуфабрикатов, упакованных под вакуумом, с использованием антимикробных композиций на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция и ТУ и ТИ 10.85.12-022-38524349-2018 на производство рыбных полуфабрикатов ВСГ.

Технология натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ с применением АК апробирована на ООО «Океан Трейдинг Компани-П» и внедрена на ООО «АППЕТИТПРОМ».

Новизна технологических решений защищена патентами РФ на № 2571797 «Антимикробная композиция для производства пресервов, полуфабрикатов из разделанной рыбы» (2014 г.) и № 2625499 «Способ производства рыбных полуфабрикатов» (2015 г.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования АК серии «Дилактин» на основе молочной кислоты и лактатов натрия и кальция при холодильном хранении натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ. Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. В результате исследований бактериостатических свойств АК серии «Дилактин» (АК-1-3) по отношению к тест-культурам *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* установлено, что для обеспечения эффективного подавления роста бактериальной микрофлоры целесообразно использовать АК в концентрации от 1,5 до 4,0 %.

2. С помощью ОФЭ оптимизирован состав раствора АК-3 ( $2\pm 0,1$ ) % при pH 5. Установлено, что обработка рыбы перед ее разделкой 2%-м раствором АК-3 путем погружения (фиксации) в течение 20 мин при соотношении рыбного сырья к раствору АК-3 1:1 позволяет снизить риск повторно контаминации и сохранить охлажденную рыбу при температуре ( $1\pm 1$ ) °С до 36 ч, что в два раза превышает срок холодильного хранения необработанной форели и щуки.

Предложен способ антимикробной обработки полуфабрикатов после разделки тушек на филе с кожей инъектированием растворами АК-1 и АК-2 с помощью игольчатого инъектора при рабочем давлении 1,5 бар. С помощью ПФЭ и выбранных параметров отклика (КМАФАНМ и ВУС) оптимизирован состав АК для инъектирования рыбных полуфабрикатов из щуки и форели – соотношение АК-1 и рыбы – 1:50 по массе, pH 5,8.

3. Выявлено, что использование обработки тушек форели и щуки фиксацией перед разделкой на филе-кусочек с кожей раствором АК-3 ( $2\pm 0,1$ ) %, pH 5 и последующим инъектированием филе раствором АК-1, pH 5,8 при соотношении – 1:50 по массе позволяет замедлить динамику КМАФАНМ примерно в 3 раза и сохранить ВУС на уровне ( $85\pm 3$ ) % при холодильном хранении натуральных рыбных полуфабрикатов из форели и щуки.

По результатам исследований гистосрезов мышечной ткани форели и щуки установлено, что антимикробная обработка образцов филе форели и щуки приводит к частичному разволокнению мышечных волокон, однако исключает появление очагов некроза и скопления микроорганизмов.

4. Модифицирована методика ГХ-анализа с предварительной дериватизацией проб рыбных полуфабрикатов, в которых идентифицированы линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты, в значительных количествах – насыщенные СЖК и олеиновая кислота. Отмечено влияние антимиicrobial обработки на сохраняемость линолевой и арахидоновой кислот, а также общее снижение динамики гидролиза триглицеридов, фиксируемое по снижению концентрации насыщенных СЖК (пальмитиновой и стеариновой). Выявлено, что использование предложенного способа антимиicrobial обработки рыбных полуфабрикатов из форели и щуки позволяет замедлить гидролиз липидов в среднем в 6 раз; гидролиз белков до аминокислот – от 1,5 (форель) до 2,5 раз (щука) и распад аминокислот до биогенных аминов и их производных – от 1,1 (щука) до 4 раз (форель).

5. Обосновано, что предложенный способ антимиicrobial обработки рыбных полуфабрикатов из форели и щуки способствует сохранению уровня санитарно-показательных микроорганизмов и показателя содержания ОАЛО в пределах, не превышающих нормативных значений, в течение 10 сут при температуре  $(1\pm 1)$  °С с учетом коэффициента резерва 1,3.

6. Оптимизированы режимы термообработки для получения полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки (филе-кусочек с кожей) с использованием элементов технологии sous-vide: температура варки  $(76\pm 1)$  °С, продолжительность варки –  $23\pm 2$  мин, позволяющие сохранить ВУС на уровне  $(80\pm 0,5)$  % и КМАФАнМ – в пределах, не превышающих нормативных значений, при холодильном хранении  $(1\pm 1)$  °С; 15 сут с учетом коэффициента резерва 1,3. Технологический выход рыбных полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки составил  $(88,1\pm 0,3)$  % – для щуки и  $(91,5\pm 0,2)$  % – для форели, что на 6 – 9 % выше нормативного значения.

7. Разработана технология натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ из форели и щуки с использованием антимиicrobial композиций серии «Дилактин» на основе молочной кислоты, лактатов натрия и кальция и пакет технической документации (ТУ и ТИ 10.85.12-021-38524349-2018 и 10.85.12-022-38524349-2018) на производство рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ с использованием антимиicrobial композиций серии «Дилактин».

Экономия затрат на производство полуфабрикатов ВСГ из форели составляет 59 руб/кг и полуфабрикатов ВСГ из щуки – 2 руб/кг.

Новизна технико-технологических решений защищена патентами РФ № 2571797 «Антимиicrobial композиция для производства пресервов, полуфабрикатов из разделанной рыбы» (2014 г.) и № 2625499 «Способ производства рыбных полуфабрикатов» (2015 г.).

Технологии натуральных рыбных полуфабрикатов и полуфабрикатов ВСГ апробированы на ООО «Океан Трейдинг Компани-П» и внедрены на действующем предприятии ООО «АППЕТИТПРОМ» (г. Санкт-Петербург)

## Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

### *Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК:*

1. **Тимошенкова, И.А.** К обоснованию технологии рыбных кулинарных изделий из пресноводных рыб, упакованных под вакуумом / И.А. Тимошенкова, Е.В. Москвичева, В.В. Евелева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №12 (54). – С.186 - 190.

2. **Тимошенкова, И.А.** Технология натуральных рыбных полуфабрикатов с использованием антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей / И.А. Тимошенкова, Ю.Г. Базарнова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т81. – №1(79). – С. 94 – 98.

### *Патенты на изобретения:*

3. Патент РФ 2 571 797 А23В 4/00 Антимикробная композиция для производства пресервов полуфабрикатов из разделанной рыбы / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова, **И.А. Тимошенкова** / заявл. № 2014129538/13 от 17.07.2014; опубл. 20.12.2015. БИ № 35

4. Патент РФ 2 625 499 МП; К А23 L 3/00 Способ производства рыбных полуфабрикатов / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова, **И.А. Тимошенкова** / заявл. № 2015151976 от 03.12.2015; опубл. 14.07.2017. Бюл. № 20

### *Публикации, индексируемые в базах Scopus и Web of Science.*

5. **Timoshenkova, I.** The effect of antibacterial agents on biochemistry and morphology of muscle tissue of pre-cooked fish products / I. Timoshenkova, J. Bazarnova, I. Kruchina-Bogdanov, V. Eveleva, M. Bernavskaya // Journal of Hygienic Engineering and Design – 2019. – Vol. 29, pp. 9 – 14.

### *Публикации в других изданиях:*

6. **Тимошенкова, И.А.** Технология производства кулинарной продукции в вакуумной упаковке / Д.Ю. Богданов, Р.Л. Перкель, Д.В. Смирнов, И.А. Тимошенкова // Сборник материалов V Российского форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург — 2010», 12–13 ноября 2010 г. – СПб., 2010. – С. 10-11.

7. **Тимошенкова, И.А.** Технология повышения безопасности кулинарных изделий из рыбы с использованием вакуумной упаковки / Тимошенкова И.А., Куткина М.Н., Перкель Р.Л. // Качество и безопасность продукции в рамках государственной политики в области здорового питания населения: Коллективная монография / ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ»; под общ. ред. Н.В. Панковой. - СПб.: изд-во «Лема», 2012. – С. 361 – 369.

8. **Тимошенкова, И.А.** Использование лактатсодержащих пищевых добавок для пролонгирования сроков хранения натуральных рыбных полуфабрикатов, упакованных под вакуумом / И.А. Тимошенкова, В.В. Евелева // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Пищевые ингредиенты и инновационные технологии в производстве продукции здорового питания», ГНУ ВНИИПАКК Россельхозакадемии, 15-16 мая 2013 г. – СПб., 2013. – С.171 – 174.

9. **Тимошенкова, И.А.** Комплексные лактатсодержащие пищевые добавки в натуральных рыбных полуфабрикатах высокой степени готовности, упакованных под вакуумом / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова, И.А. Тимошенкова, Р.Л. Перкель // Сборник материалов 16-й Международной научно-практической конференции «Развитие постгеномных технологий при формировании и оценке качества сельскохозяйственного сырья и готовых пищевых продуктов» / ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова, 11 – 13 декабря 2013 г. – М., ВНИИМП, 2013. – С. 49-53.

10. **Тимошенкова, И.А.** Производство рыбных кулинарных изделий гарантированного качества / И.А. Тимошенкова, В.В. Евелева // Сборник материалов IX Российского форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург — 2014», 7–8 ноября 2014 г. – СПб., 2014. – С. 79 – 80.

11. **Тимошенкова, И.А.** Обоснование выбора пищевых добавок для технологии рыбных полуфабрикатов, упакованных под вакуумом / И.А. Тимошенкова, В.В. Евелева, Р.Л. Перкель, Л.В. Андреева // Вестн. Новг. гос. ун-та. Сер.: Сельскохозяйственные науки. – 2015. – № 3(86), часть 1. С.34–37.

12. Евелева, В.В. Барьерные технологии порционированных рыбных полуфабрикатов / В.В. Евелева, **И.А. Тимошенкова** // Материалы III Международной научно-практической конференции «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 11 – 13 февраля 2015г., Воронеж, Россия, Ч.1. – Воронеж, 2015. – С.312 – 316.

13. **Тимошенкова, И.А.** Пути повышения качества охлажденных рыбных полуфабрикатов / И.А. Тимошенкова, В.В. Евелева // Материалы Международной научно-практической конференции "Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых ингредиентов", Санкт-Петербург, ФГБНУ «Всероссийский НИИ пищевых добавок», 24-25 сентября 2015 - СПб., 2015. – С. 197-199.

14. **Тимошенкова, И.А.** Инновации в технологии кулинарной обработки рыбных полуфабрикатов / И.А. Тимошенкова, В.В. Евелева // Сборник материалов X Юбилейного Российского форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург — 2015», 6–7 ноября 2015 г. - СПб., 2015. – С. 73-74.

15. **Тимошенкова, И.А.** Повышение безопасности охлажденной рыбной продукции / В.В. Евелева, Т.М. Черпалова, И.А. Тимошенкова // Сборник материалов 18-й Международной научно-практической конференции «Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания», посвященная 85-летию ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова», 9-10 декабря 2015. – Москва, ВНИИМП, 2015. – С. 175 – 180.

16. **Тимошенкова, И.А.** Технология консервирования натуральных рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий с использованием лактатсодержащих ингредиентов / И.А. Тимошенкова, Ю.Г. Базарнова, В.В. Евелева, И.М. Титова // Сборник материалов VI Международного Балтийского морского форума 3-6 сентября 2018 года. - Калининград, 2018. – том 5. С. 112 – 120.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ISO – международный стандарт	МУК – методические указания
N <sub>2</sub> – азот	НПК – научно-практическая конференция
O <sub>2</sub> – кислород	ОАЛО – общий азот летучих оснований
РА - полиамид	ООПК – обобщенный органолептический показатель качества
РЕ – полиэтилен	ОФЭ – однофакторный эксперимент
АК – антимикробная композиция	ПФЭ – полный факторный эксперимент
АК-1 – Дилактин Форте Плюс	РА/РЕ - полиамид/полиэтилен
АК-2 – Дилактин Са-растворимый	рН – активная кислотность
АК-3 – Дилактополидон	СанПиН – Санитарные нормы и правила
БГКП - бактерии группы кишечных палочек	СЗРФ - Северо-Запад Российской Федерации
ВУС – влагоудерживающая способность	СО <sub>2</sub> – углекислый газ
ГОСТ – государственный стандарт	ТИ – технологическая инструкция
ГХ – газовая хроматография	ТР – Технический регламент
ЕАЭС – Евразийский экономический союз	ТС – Таможенный союз
ЕС – Европейский союз	ТУ – технические условия
КМАФАнМ – количество мезофильно-анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	УЗВ – установки замкнутого водоснабжения
КОЕ – колониеобразующая единица	х.х. – холодильное хранение
МГС - модифицированная газовая среда	ЭМП НЧ – электромагнитное поле низкой частоты
МНПК – международная научно-практическая конференция	

Подписано в печать 05.03.2020 г. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ № 1572420

Отпечатано в типографии «Восстания – 1»

191036, Санкт-Петербург, Восстания, 1.

[www.v1.spb.ru](http://www.v1.spb.ru)