

На правах рукописи



ГУЖОВА ВИКТОРИЯ ФЕДОРОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОБОГАЩЕННОЙ
ФИТОКОМПОНЕНТАМИ СОЛИ В ТЕХНОЛОГИИ КОПЧЕНОЙ
СЕЛЬДИ БАЛТИЙСКОЙ (*CLUPEA HARENGUS MEMBRAS*)**

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов
и холодильных производств

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Калининград – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

**Научный
руководитель:
Официальные
оппоненты:**

Чернова Анастасия Валерьевна,
кандидат технических наук, доцент
Абрамова Любовь Сергеевна – доктор технических наук, профессор, Департамент по вопросам качества пищевой рыбной продукции Департамента мониторинга среды обитания, водных биоресурсов и продуктов их переработки ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», заместитель руководителя
Иванова Елена Евгеньевна – доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология продуктов питания животного происхождения», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор

**Ведущая
организация:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

Защита диссертации состоится «28» июня 2022 г в 14:00 ч. на заседании диссертационного совета Д307.007.01 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. 255/256).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» или на сайте <http://www.klgtu.ru/science/diss/soviets/dissertatsii/>

236022, г. Калининград, Советский проспект, 1.
e-mail: olga.anokhina@klgtu.ru,
Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан «____» апреля 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
доцент



Анохина Ольга Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. «Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса на период до 2030» года предусматривается разработка новых высокотехнологичных пищевых продуктов расширенного ассортимента из отечественного рыбного сырья, а также прогнозируется увеличение квот на вылов рыбы и рост ее потребления на душу населения.

В Балтийском море одним из основных объектов лова является сельдь балтийская (салака), вылов которой в 2020 г. составил 26,0 тыс. тонн. Основными способами переработки и консервирования салаки являются посол и копчение, прежде всего, горячим способом. Готовая продукция расфасовывается в основном в пакеты из полимерной пленки, в которых потребитель выбирает продукцию по ее внешнему виду. В связи с этим особую важность в оценке качества копченой рыбы приобретает показатель цвета, а также повышение объективности его определения. Несмотря на консервирующее действие дыма, рыба горячего копчения имеет ограниченный срок хранения (72 ч при температуре от минус 2 до плюс 2 °С или 48 ч при плюс 2 - 6 °С). Повысить консервирующий потенциал копченой рыбы и одновременно улучшить ее органолептическую привлекательность можно путем использования пищевой соли, обогащенной натуральными растительными добавками, обладающими антиоксидантными, антисептическими, красящими и вкусо-ароматическими свойствами. К таким добавкам относятся растения и пряности (зверобой, ноготки, чеснок, куркума и др.), способные, помимо формирования названных эффектов, повышать биологическую ценность копченой рыбной продукции.

Таким образом, актуальной задачей является совершенствование технологии рыбы горячего копчения на примере балтийской салаки с применением на стадии посола фитокомпонентов, улучшающих гастрономическую привлекательность и консервирующий эффект готовой продукции. Представляется перспективным для этого обосновать получение и применение обогащенной фитокомпонентами соли.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими и экспериментальными исследованиями при посоле рыбы занимались многие отечественные и иностранные ученые, внесшие значительный вклад в развитие темы: Н.А. Воскресенский, М.Н. Турпаев, В.И. Шендерюк, А.М. Ершов, Г.П. Ионас, И.П. Леванидов, Л.П. Миндер, Н.Н. Рулев, В.П. Терещенко, В.А. Гроховский, А.Ф. Радыгина, Л.С. Абрамова, В.Д. Богданов, Б.Л. Нехамкин, А.Г. Портников, В.В. Димова, Ю.А. Фатыхов, М.В. Шуманова, М.Н. Альшевская, P.V. Crean, F.R. DellValle, J.T.R. Nickeson. Тему сохранения качественных характеристик рыбных продуктов путем использования пищевых добавок, включая фитодобавки, исследовали: Ю.Г. Базарнова, И.А. Рогов, А.П. Нечаев, А.И. Зайцев, А.А. Кочеткова, О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, В.А. Гроховский, А.М. Ершов, Н.К. Журавская, Л.С. Кудряшов, Н.Н. Липатов, Л.И. Морозова, А.А. Иваней, И.А. Бессмертная, М.С. Агеева, Н.Ю. Ключко, И.А. Тимошенкова, Н.С. Салтанова, Т.Н. Слуцкая. R. Paul Singh. Han D., Shin H., Yoon S.H. Исследования показали перспективность применения растительного сырья для улучшения

вкусно-ароматических свойств и пролонгирования сроков годности, однако способ внесения фитокомпонентов в композиции с пищевой солью в технологии горячего копчения рыбы практически не рассматривался.

Цель и задачи исследований. Целью настоящего исследования является научное обоснование применения растительных компонентов при посоле рыбы в составе обогащенной пищевой соли для совершенствования технологии рыбы горячего копчения на примере салаки (*Clupea harengus membras*).

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Разработать и обосновать рецептуры и технологию соли, обогащенной фитокомпонентами (далее по тексту - СОФ).

2. Изучить физико-химические и диффузионные свойства СОФ, влияющие на процесс просаливания салаки.

3. Установить наличие антиоксидантной и антимикробной активности фитокомпонентов СОФ.

4. Исследовать получение соленого полуфабриката из салаки с СОФ и обосновать рекомендации по его применению в зависимости от вида СОФ.

5. Исследовать антиоксидантный эффект СОФ в соленом полуфабрикате из салаки, приготовленном для обработки горячим копчением.

6. Усовершенствовать технологию салаки горячего копчения с СОФ.

7. Исследовать показатели качества и безопасности салаки горячего копчения, приготовленной с применением при посоле СОФ.

8. Разработать техническую документацию на СОФ, соленый полуфабрикат и салаку горячего копчения с применением СОФ.

9. Провести производственные испытания научных разработок в промышленности с привлечением специалистов-дегустаторов.

10. Внедрить научные разработки в учебный процесс.

11. Обосновать показатели экономической эффективности при проектировании цеха по выпуску СОФ и копченой рыбы с ее применением.

Научная новизна работы. Научно обосновано применение растительных компонентов чеснока (*Allium sativum*), куркумы (*Curcuma longa*), паприки (*Capsicum annuum* L.), зверобоя (*Hypericum perforatum*) и ноготков лекарственных (*Flores Calendula officinalis*) в составе обогащенной фитокомпонентами соли при подготовке соленого полуфабриката, позволяющее усовершенствовать технологию горячего копчения салаки (*Clupea harengus membras*) с получением готовой продукции, обладающей привлекательными вкусо-ароматическими характеристиками и цветом, выраженными антиоксидантными свойствами. Методом фотонной корреляционной спектроскопии установлены особенности влияния фитокомпонентов на процесс диффузии соли в рыбу при подготовке соленого полуфабриката способом сухого посола. Исследован антимикробный эффект СОФ в отношении естественной микрофлоры салаки и антиоксидантное действие СОФ на липиды салаки, сохраняющееся после термической обработки при горячем копчении.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработана технология получения СОФ в ассортименте, экспериментально подтверждена эффективность применения СОФ для получения продукции горячего копчения с при-

влекательными вкусо-ароматическими характеристиками и цветом. Разработана техническая документация (ТУ и ТИ) по производству СОФ, соленого полуфабриката и салаки горячего копчения, обогащенной СОФ. Проведена апробация технологии салаки горячего копчения с СОФ в производственных условиях ООО «ФУД ТИМ». По результатам дегустации соленой салаки с СОФ в ООО «РК «За Родину» одобрено ее промышленное применение. Разработаны рекомендации по использованию СОФ в технологии различной пищевой рыбной продукции из сельди балтийской.

Визуальные характеристики цвета СОФ переведены в координаты цветового пространства CIE L^*a^*b , что позволяет регламентировать объективные показатели цвета в технической документации. Впервые на данном виде сырья апробирована методика определения жирорастворимых антиоксидантов оптическими и электрохимическими методами. Методические разработки диссертационной работы внедрены в образовательные программы бакалавриата 19.03.03 и магистратуры 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения» (профиль «Технология продуктов из ВБР») ФГБОУ ВО «КГТУ».

Методы исследования. В работе использовали комплексный подход к постановке эксперимента с применением стандартных, общепринятых и специальных методов, упоминаемых в современных научных публикациях.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты исследования физических характеристик СОФ;
- результаты исследования антиоксидантной активности и антимикробных свойств СОФ в отношении естественной микрофлоры салаки;
- технология получения СОФ, соленого полуфабриката и продукции горячего копчения из салаки с применением СОФ.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов исследования обеспечена применением аттестованных приборов и современных методов анализа, математической обработкой результатов экспериментов и промышленной апробацией полученных результатов.

Результаты исследований были представлены на конкурсе «Понятная наука в рамках «Фестиваля науки 2015», организованного Музеем Мирового океана, Институтом океанографии им. П.П. Ширшова РАН, БФУ им. И. Канта, КГТУ, АтлантНИРО (2015); на выставке инновационных разработок в рамках проведения Совета Ректоров Вузов ФАР (2016); на университетском открытом конкурсе на лучшую научную работу студентов с присуждением 1 места по техническим наукам в 2016 году и с присуждением 2 места в 2017 году, КГТУ; на конкурсе молодых ученых «У.М.Н.И.К.» (2016); на I Всероссийской НТК студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли», г. Владивосток (2017); на СНТК «Дни науки 2016» и МНТК «Дни науки 2017»; на национальных научных конференциях «Инновации в технологии продуктов здорового питания» в рамках «Балтийского морского форума» (2018-2021); на МНПК «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности» (КФ ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им.

В.М.Горбатова», г. Краснодар) (2020); на XVII международной ПНК «Пища. Экология. Качество» (СФНЦА РАН, г. Краснообск) (2020).

Исследования проводились в рамках госбюджетных НИР кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» (2017-2021).

Личное участие автора. Работа выполнена автором самостоятельно в 2015 – 2022 гг. Личное участие заключалось в формулировании цели и задач исследования, выборе сырьевых источников и методов исследования, постановке и проведении эксперимента, анализе и интерпретации полученных результатов, разработке рекомендаций по использованию полученных научных данных, написании научных статей и диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Обзор литературы» проведен и представлен аналитический обзор патентной, научной отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационного исследования. Приведен анализ состояния промышленного рыболовства и производства рыбной продукции. Представлены прогнозы о состоянии производства рыбной продукции и потребления рыбы к 2030 году. Приведен аналитический обзор и анализ применения антиоксидантов в технологии рыбной продукции. Рассмотрены современные способы посола и копчения рыбного сырья с применением фитокомпонентов растительного сырья.

Во второй главе «Объекты и методы исследования» приведены объекты и методы исследований, представлена общая методологическая схема исследования (рисунок 1).

Объектами исследования явились: сельдь балтийская (*Clupea harengus membras*) охлажденная (ГОСТ 814) и мороженая (ГОСТ 32366-2013) осеннего лова жирностью $6,0 \pm 0,5\%$, соль пищевая каменная 1 сорта, помол №1 (ГОСТ 51574-2018). Растительные компоненты выбраны, исходя из высокого содержания антиоксидантных и антисептических веществ, а также пигментов, влияющих на цвет и блеск рыбной продукции: чеснок свежий (*Allium sativum*) (ГОСТ 7977-87), куркума молотая порошкообразная (*Curcuma longa*) (ГОСТ ИСО 5562-2017), паприка молотая порошкообразная (*Capsicum annum L.*) (ГОСТ ИСО 7540-2008), зверобой трава сушеная молотая (*Hypericum perforatum*) (ГОСТ 15161-93) и календула лекарственная соцветия сушеные (*Flores Calendula officinalis*) (ГОСТ 972513).

Экспериментальная часть выполнена в условиях кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», лабораторий «Микро- и нанотехнологий» и «Микробиологии» ФГБОУ ВО КГТУ, лабораторий «Когерентно-оптических измерительных систем» НТП «Фабрика» и «Природных антиоксидантов» Института живых систем ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта».

Методом математического моделирования с применением ротатабельного центрального композиционного плана (ЦКП) разработано 15 рецептурных со-

четаний фитокомпонентов в СОФ. Планирование эксперимента осуществляли при помощи программы STATISTICA 13 En компании-разработчика StatSoft.

Во всех образцах вели определение массовой доли влаги по ГОСТ 54729-2011 и насыпную плотность образцов СОФ по аналогии с ГОСТ 19440-94.

Для объективной оценки влияния СОФ на цвет рыбной продукции исследовали цветность образцов соли спектроколориметрическим методом оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе CIE L*a*b с применением колориметра PCE-XX-20 и электронного микроскопа SHINY VISION USB Digital microscope MM-2288-5X-S (увеличение 150-180x).

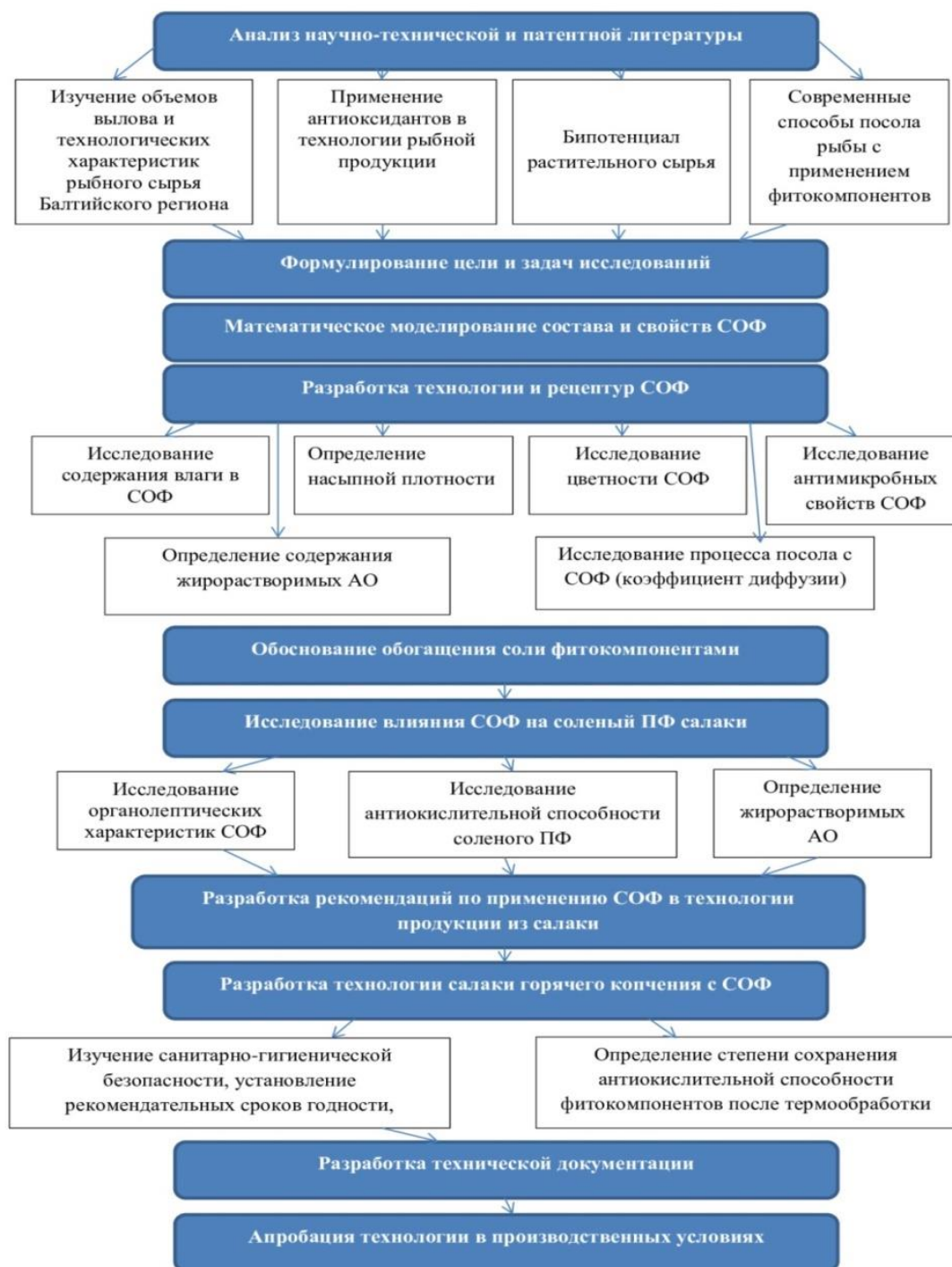


Рисунок 1 – Общая структурная схема проведения исследований и основных этапов работы

Антимикробную активность СОФ проводили диско-диффузионным методом по аналогии определения чувствительности бактерий к антибиотическим препаратам по МУК 4.2.1890-2004. Определение микробиологической безопасности сырья и продукции горячего копчения в процессе хранения проводили в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016, ТР ТС 021/2011. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) проводили в соответствии с ГОСТ 10444.15. Определение количества колиформных бактерий, БГКП проводили согласно ГОСТ 31747. *Staphylococcus aureus* определяли по ГОСТ 31746. Выявление наличия сульфитредуцирующих клостридий вели в соответствии с ГОСТ 29185. Определение бактерий рода *Salmonella* проводилось согласно ГОСТ 31659. Выявление бактерий *Listeria monocytogenes* вели по ГОСТ 32031.

Массовую концентрацию антиоксидантов в СОФ определяли амперометрическим методом с помощью прибора «ЦветЯуза 01-АА» (Яшин А.Я., Черноусова Н.И., Федина П.А., 2008)

С семью образцами СОФ готовили соленый полуфабрикат из салаки сухим способом до содержания соли $1,70 \pm 0,20\%$. Органолептические характеристики полуфабриката оценивали по разработанной ранговой шкале с построением профилей. Процесс посола (диффузии соли) изучали методом фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) (Шуманова М.В, Шуманов В.А., Фатыхов Ю.А., 2016); антиоксидантную способность компонентов СОФ изучали по степени снижения интенсивности хемилюминесценции на анализаторе жидкости Флюорат-2 Панорама, на спектрофлюорофотометре Shimadzu RF-5301PC и на спектрофлюорометре Fluorolog FL-1075 с системой TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting) фирмы Horiba Jobin Yvon (Чернова А.В., 2013).

По проявленной антиоксидантной и антисептической активности выбраны 5 вариантов СОФ, с которыми изготавливали партии салаки горячего копчения. Органолептические оценки салаки горячего копчения вели по разработанной 5-бальной шкале.

Достоверность полученных данных оценивали по критериям Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка.

В третьей главе **«Результаты исследований и их обсуждение»** обоснован выбор рыбного и растительного сырья в качестве объектов исследования. Приведены результаты математического моделирования образцов СОФ.

В качестве зависимой переменной использовали содержание влаги в СОФ, т.к. данный фактор является ключевым для обеспечения надлежащей сыпучести, важной на производстве. Контурные линии области значений факторов, в которой содержание влаги в СОФ будет минимальным, представлены на рисунке 2.

Исходное содержание влаги составляло: в пищевой соли $0,7 \pm 0,1\%$, чесночке $60 \pm 2\%$, сушеных травах и специях $8,0 \pm 0,5\%$.

По результатам моделирования предложены рецептуры СОФ (таблица 1).

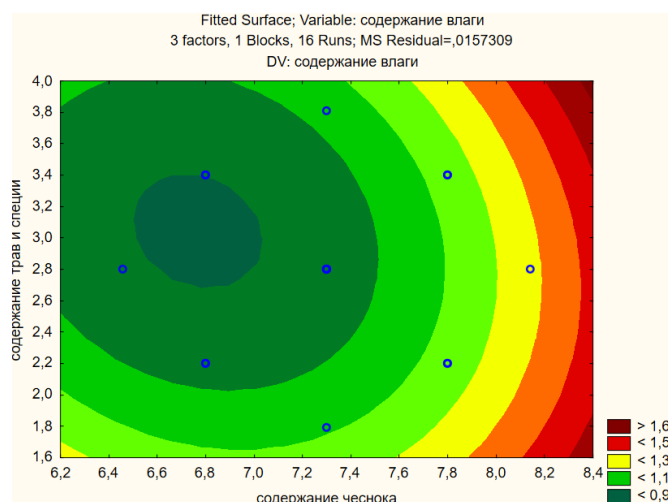


Рисунок 2 – Контурный график поверхности отклика (содержания влаги) в зависимости от содержания чеснока, трав и специй в СОФ

Таблица 1 – Рецептуры и номера обогащенной фитокомпонентами соли

Рецептура СОФ	Компоненты рецептуры						
	Соль пищевая	Чеснок свежий	Куркума	Паприка	Зверобой	Календула	
1	90 %	7 %	3 %				
2				3 %			
3						3 %	
4							3 %
5			1,5 %	1,5 %			
6			1,5 %			1,5 %	
7						1,5 %	1,5 %
8			1,5 %				1,5 %
9						1,5 %	1,5 %
10						1,5 %	1,5 %
11			1 %	1 %	1 %		
12			1 %	1 %			1 %
13			1 %			1 %	1 %
14					1 %	1 %	1 %
15			0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %	0,75 %

По результатам исследования массовой доли влаги и насыпной плотности образцов СОФ установлено, что они относятся к среднетяжелым порошкообразным материалам. Насыпная плотность увеличивается с возрастанием количества фитокомпонентов и размера частиц их порошков.

Исследования цветности СОФ, проведенные спектроколориметрическим методом в системе CIE L*a*b, позволили получить для каждого вида соли 5 числовых значений. При этом параметры a* и b* характеризуют координаты цветности, в том числе a* указывает на место в диапазоне от темно-зеленого через серый до пурпурного, а b* - на место от синего через серый до желтого; L* характеризует степень светлоты в основном тоне от 0 до 100 (таблица 2).

Таблица 2 – Значение цветовых характеристик СОФ в цветовом пространстве системы CIE L*a*b

№ образца	Функциональные компоненты	Света, L	Координаты цветности		Насыщенность, S $S=\sqrt{a^2 + b^2}$	Цветовой тон, H $H=\arctg(b/a)$
			a*	b*		
1	куркума	67,27	-0,02	61,67	61,67	-1,57
2	зверобой	57,10	2,41	17,83	17,99	1,44
3	паприка	53,65	10,03	51,72	52,68	1,38
4	календула	76,84	-3,64	29,47	29,69	-1,45
5	куркума +зверобой	58,61	-3,77	41,51	41,68	-1,48
6	куркума + паприка	60,19	4,35	57,74	57,90	1,49
7	куркума +календула	59,67	- 2,19	50,73	50,78	-1,53
8	зверобой + паприка	56,84	3,76	38,72	38,90	1,47
9	зверобой + календула	59,98	1,32	20,69	20,73	1,51
10	паприка + календула	67,93	0,80	29,38	29,39	1,54
11	куркума+паприка+ зверобой	50,36	- 0,51	39,13	39,13	-1,56
12	куркума +зверобой +календула	56,28	0,87	53,48	53,49	1,55
13	зверобой + паприка+календула	54,62	4,80	25,74	26,18	1,39
14	Куркума + паприка + календула	53,22	0,55	51,12	51,12	1,56
15	все 4 компонента	56,09	3,56	50,21	50,34	1,50

Согласно характеристикам в классификации Pantone (PMS) и с учетом органолептических исследований, установлено, что образцы СОФ с куркумой обладают приятным желто-золотым цветом, с паприкой – желтым, с розовым подтоном, с календулой – цветом эрю. Образцы СОФ, содержащие два фитоконпонента, один из которых куркума, также имели приятный золотистый подтон. Остальные образцы (со зверобоем и сочетаниями трех и четырех трав и специй) обладали непривлекательным для рыбной продукции зеленоватым подтоном. Принято решение об исключении их из дальнейших исследований.

Разработанная технологическая схема производства СОФ с фитоконпонентами представлена на рисунке 3.

Для исследования антисептической активности СОФ из салаки выделили чистые культуры бактерий *Bacillus*, *Kurthia*, *Pseudomonas*. Данные бактерии, как часть постоянной микрофлоры салаки, могут повлиять на процессы микробной порчи продукта в процессе хранения. Результаты оценки антимикробной активности СОФ на тестируемые культуры бактерий представлены в таблице 3. Исследования показали, что СОФ оказывали подавляющее действие на рост бактерий родов *Bacillus* и *Kurthia*. Бактерии рода *Pseudomonas* не проявили чувствительность ко всем образцам СОФ. Наибольшую антимикробную активность в отношении бактерий рода *Bacillus* проявляет СОФ календулы, а в отношении бактерий рода *Kurthia* - СОФ паприки. Таким образом, применение СОФ будет оказывать ингибирующее действие на естественную микрофлору салаки и положительно влиять на безопасность продукции во время хранения.

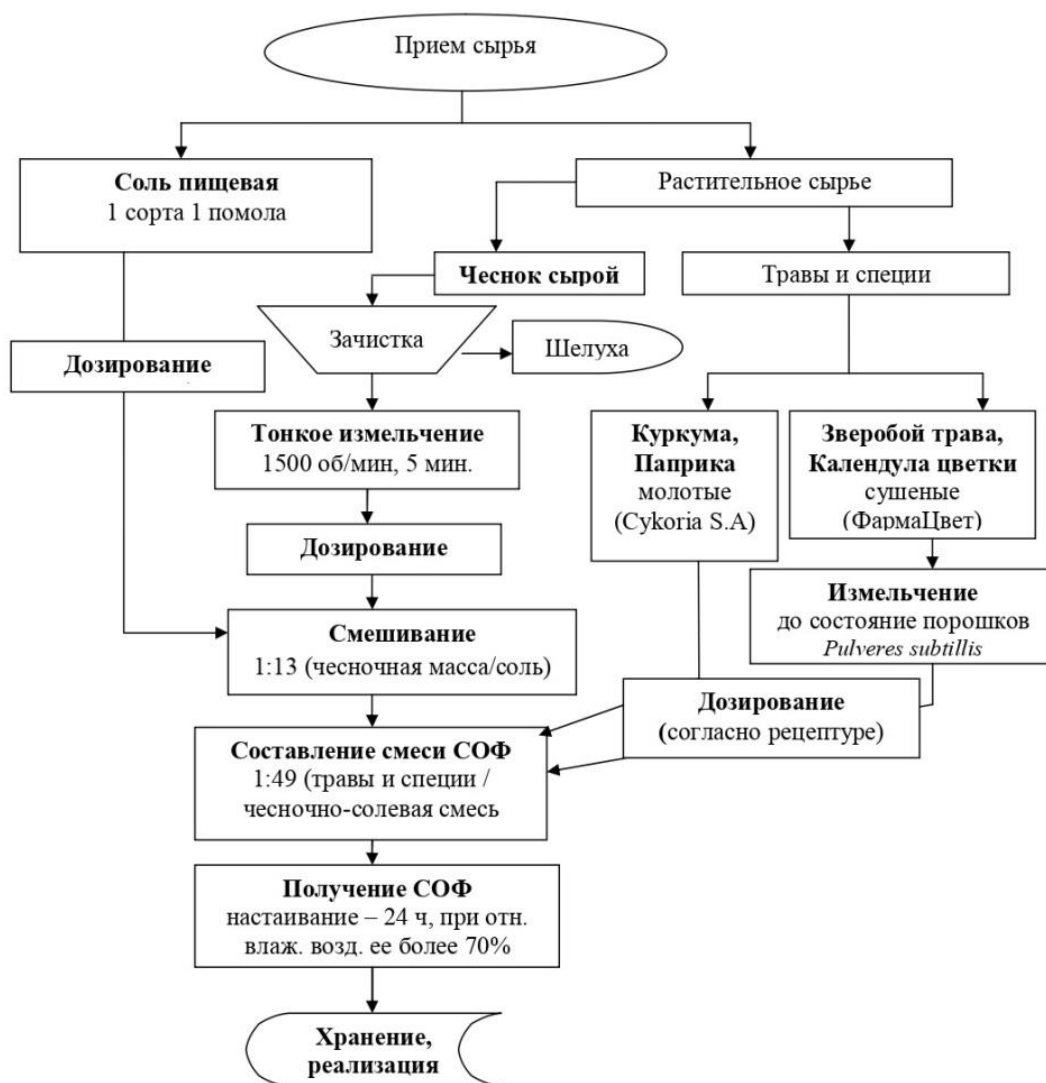


Рисунок 3 – Технологическая блок-схема производства СОФ

Таблица 3 – Результаты исследований антимикробной активности СОФ к культурам *Bacillus* и *Kurthia*, зона подавления роста, мм

№ п/п	Образец СОФ	<i>Bacillus</i>	<i>Kurthia</i>
1	куркума	9,00 ± 0,45	7,0 ± 0,35
2	паприка	10,0 ± 0,50	11,0 ± 0,55
3	зверобой	8,0 ± 0,40	8,0 ± 0,40
4	календула	12,0 ± 0,60	10,0 ± 0,50
5	куркума +паприка	9,00 ± 0,45	7,0 ± 0,35
6	куркума +зверобой	8,0 ± 0,40	8,0 ± 0,40
7	зверобой + календула	9,0 ± 0,45	8,0 ± 0,40
8	контрольный образец	-	-

Результаты оценки массовой концентрации антиоксидантов (АО) в образцах СОФ представлены в таблице 4. Наибольшее значение антиоксидантной активности (АОА) показал образец СОФ с фитоконпонентами чеснока и куркумы: $(169,00 \pm 8,45) \cdot 10^{-5}$ мг г, что в 18,7 раза выше, чем в образце СОФ только с компонентами чеснока, что можно объяснить наличием куркуминоидов. Наименьшее значение АОА было в образце с фитоконпонентами чеснока и ка-

лендулы: $(68,00 \pm 3,40) \cdot 10^{-5}$ мг/г, однако данный показатель выше в 7,6 раза, чем в образце СОФ только чесноком. Таким образом, наблюдается некоторый синергетический эффект роста показателя АОА при сочетании в СОФ фитоконпонентов чеснока, трав и специй.

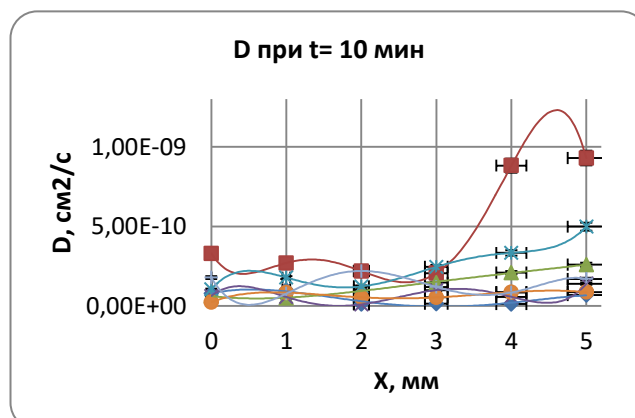
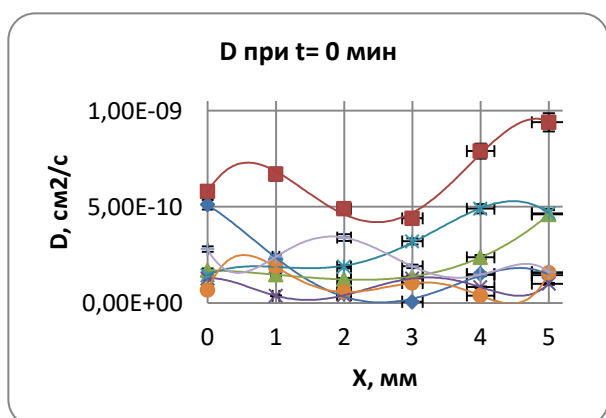
Таблица 4 – Концентрация антиоксидантов в исследуемых образцах СОФ

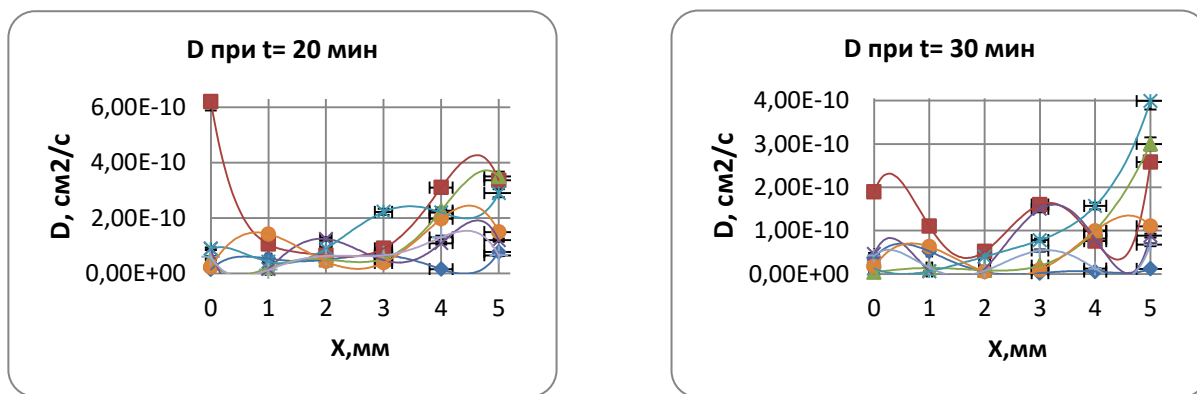
№	Образец СОФ	Массовая концентрация АО, * 10^{-5} мг галловой кислоты / г СОФ
1	Контроль – соль пищевая	–
2	Контроль 1 – соль пищевая + чеснок	$9,00 \pm 0,45$
3	СОФ чеснока, куркумы	$169,00 \pm 8,45$
4	СОФ чеснока, паприки	$71,00 \pm 3,55$
5	СОФ чеснока, календулы	$68,00 \pm 3,40$
6	СОФ чеснока, куркумы и паприки	$131,00 \pm 6,55$
7	СОФ чеснока, зверобоя и куркумы	$124,00 \pm 6,20$

Полученные данные по содержанию антиоксидантов в СОФ позволяют рекомендовать их использование в технологии рыбных продуктов, в том числе копченой рыбы, с повышенной антиоксидантной активностью.

С пятью образцами СОФ (рецептуры №: 1, 2, 4, 5, 6, см. табл.1) изготавливали соленый полуфабрикат из салаки с концентрацией соли $1,70 \pm 0,20$ % для горячего копчения рыбы. В образцах рыбы исследовали влияние компонентов СОФ на диффузионные свойства соли, антиокислительную активность, определяли массовую концентрацию антиоксидантов. При исследовании коэффициента диффузии соли D (рисунки 3 – 4), проведенном на неразделанной салаке при сухом посоле при температуре 20 ± 1 °С, было установлено, что коэффициент диффузии во всех образцах был выше, чем соли без фитоконпонентов.

Одновременно проводилось определение интенсивности рассеяния света, которая увеличивалась при применении СОФ. Данный эффект можно объяснить воздействием фитоконпонентов, содержащих водорастворимые ионы, которые способствуют увеличению разности концентраций ионов натрия и хлора как движущей силы диффузии. Полученный результат свидетельствует об интенсификации просаливания рыбы, что имеет большое значение в виду кратковременности посола при подготовке полуфабриката для горячего копчения.





- ♦— соль
- соль+чеснок
- ▲— СОФ паприка
- *— СОФ куркума
- *— СОФ календула
- СОФ куркума+паприка
- СОФ зверобой+куркума

Рисунок 4 – Распределение коэффициента диффузии соли в составе СОФ в зависимости от расстояния от кожного покрова рыбы в глубь мышечной ткани (определения проведены через каждые 10 минут после начала посола)

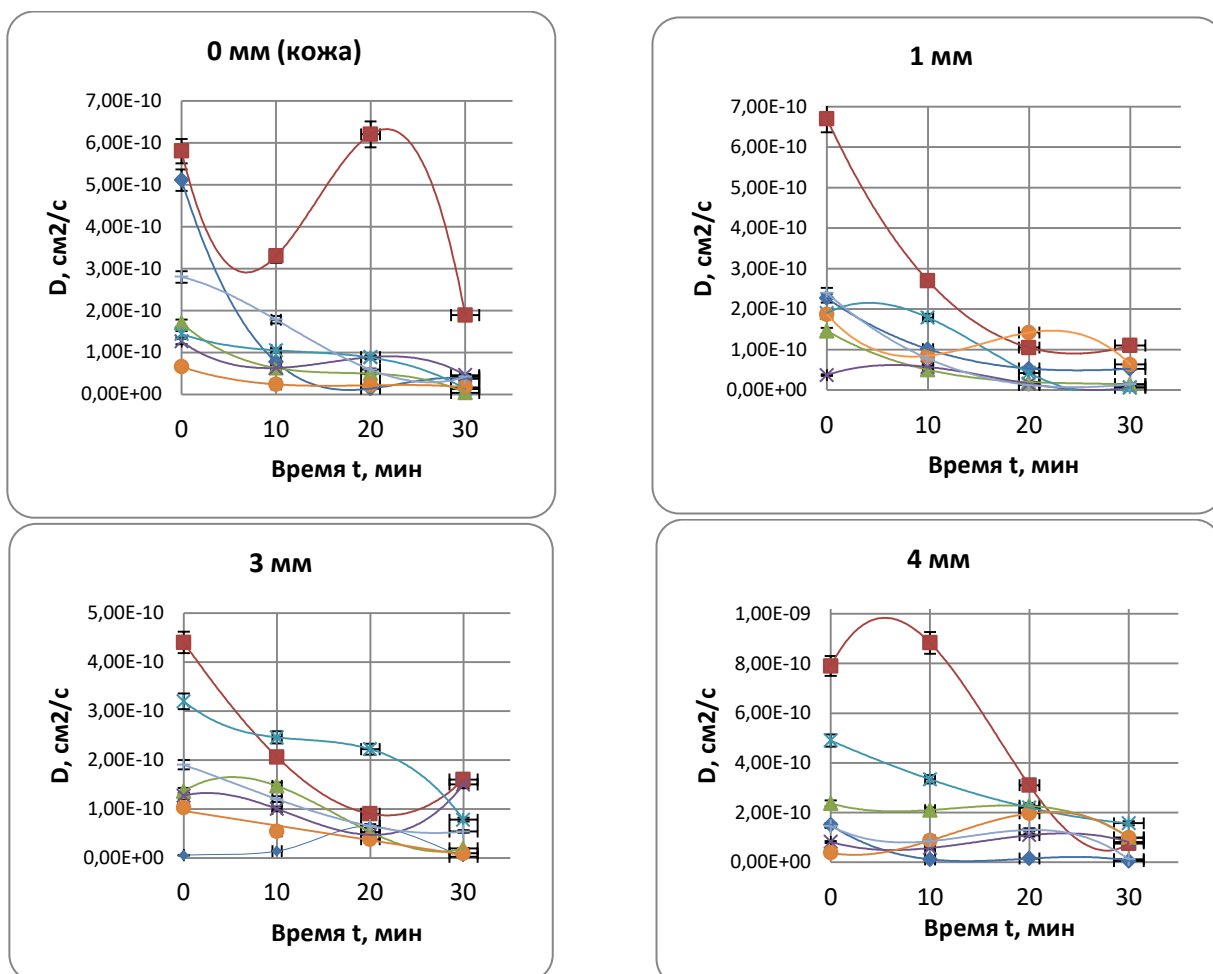
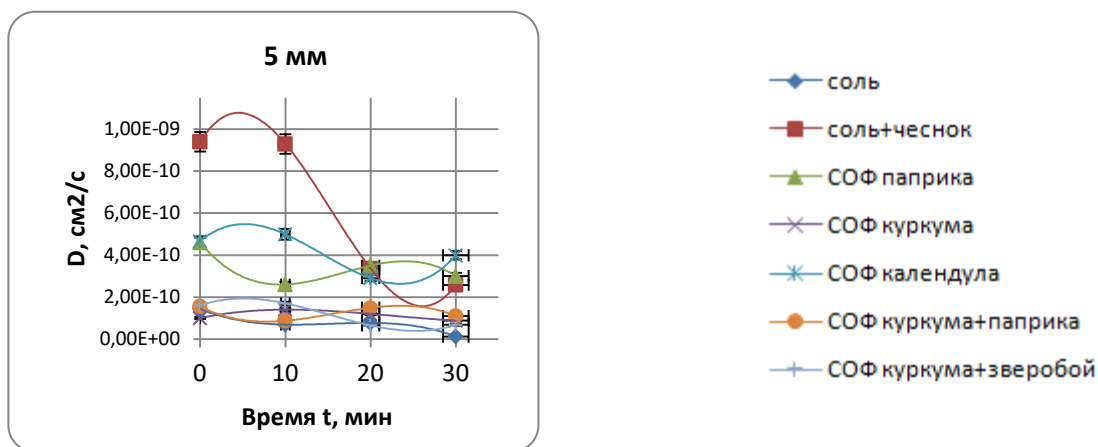


Рисунок 5 – Распределение коэффициента диффузии соли D в композициях СОФ в зависимости от времени просаливания рыбы



Окончание рисунка 5 – Распределение коэффициента диффузии соли D в композициях СОФ в зависимости от времени просаливания рыбы

Результаты исследования наличия антиоксидантов в соленом полуфабрикате салаки, приготовленном с применением СОФ, приведены на рисунке 6.

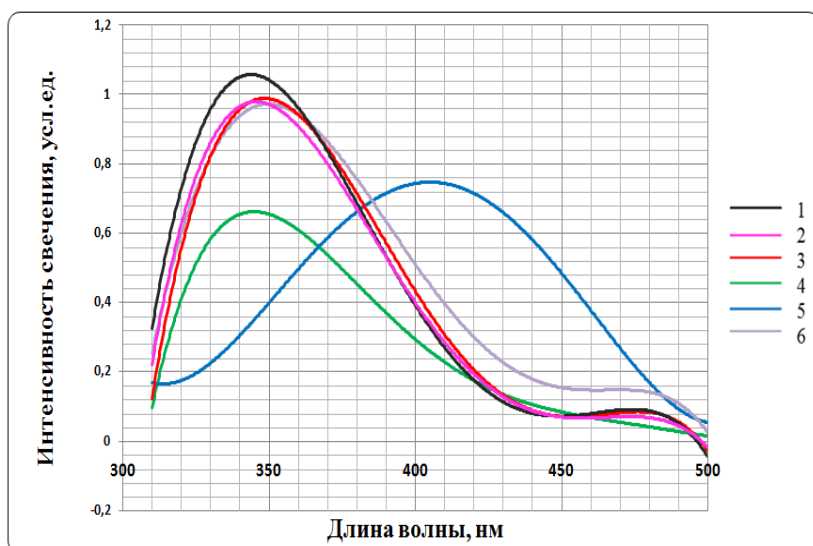


Рисунок 6 – Исследование хемилюминесценции спиртовых вытяжек липидов соленого ПФ салаки на спектрофлюорофотометре Shimadzu RF-5301PC (1 – контрольный образец с солью пищевой; соленый ПФ, обогащенный фитоконпонентами чеснока и 2 – куркумы, 3 – куркумы и зверобоя, 4 – куркумы и паприки, 5 – календулы, 6 – паприки)

Интенсивность свечения, вызванного пероксидными радикалами, липидных вытяжек из соленого ПФ салаки, посоленного СОФ, повышается в ряду образцов: 4–5–2–6–3. Видно, что наибольший антиокислительный эффект от применения СОФ проявляется при использовании таких фитоконпонентов, как куркума, зверобой и паприка. Очевидно, что основными веществами, обуславливающими антиоксидантное действие в рыбе, посоленной с применением данных СОФ, являются содержащиеся в них диглюкозидизорамнетин, рутин, куркумин, фенольные кислоты, каротиноиды (R. Banerjee at al. 2017). При изготовлении образцов ПФ салаки с СОФ, содержащих уменьшенное количество названных конпонентов, АО эффект не наблюдается, за исключением применения СОФ с календулой, которую предпочтительно использовать отдельно.

Результаты определения массовой концентрации антиоксидантов в образцах соленого ПФ салаки, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Массовая концентрация антиоксидантов в исследуемых образцах соленого полуфабриката салаки

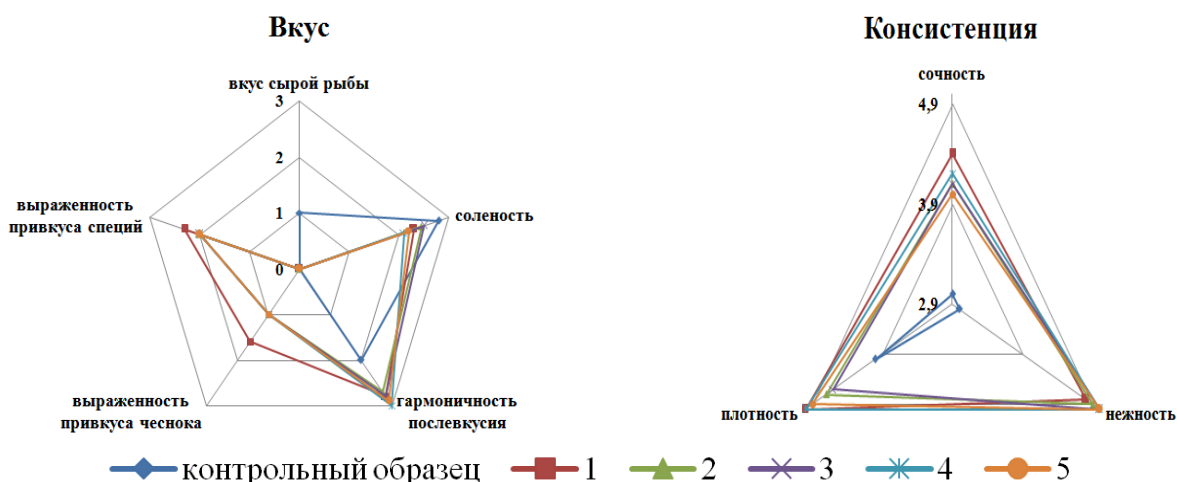
№	Образец соленого ПФ салаки, обогащенного фитокомпонентами	Массовая концентрация АО * 10 ⁻⁵ , мг галловой кислоты /г соленого ПФ
1	Контроль – Соленый ПФ салаки	217,00 ± 10,85
2	Контроль 1 – соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока	222,00 ± 11,1
3	Соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока и куркумы	390,00 ± 19,5
4	Соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока и паприки	289,00 ± 14,45
5	Соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока и календулы	302,00 ± 15,10
6	Соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока, куркумы и паприки	407,00 ± 20,35
7	Соленый ПФ салаки, обогащенный фитокомпонентами чеснока, зверобоя и куркумы	400,00 ± 20,00

Из данных таблицы 5 видно, что контрольный образец соленого ПФ обладал довольно высокой антиоксидантной активностью из-за естественного содержания антиоксидантов, присутствующих в рыбе (Undeland, I. 1998). Наибольшее содержание АО обнаружено в образце ПФ, обогащенном фитокомпонентами чеснока и куркумы и паприки (407,00 ± 20,35)•10⁻⁵ мг/г. Полученные данные позволяют рекомендовать СОФ для создания новых пищевых продуктов с повышенной антиоксидантной активностью, в том числе соленой и копченой рыбы.

Органолептические показатели качества соленой салаки (полуфабриката для горячего копчения) оценивали на производственной дегустации в ООО «РК «За Родину»» (рисунок 7). Все образцы соленого ПФ с СОФ по органолептическим характеристикам отмечены более высокими баллами, по сравнению с контрольным образцом. Наиболее привлекательным по внешнему виду является образец ПФ с СОФ паприки, по запаху и вкусу – образец с СОФ куркумы, по консистенции все образцы с СОФ получили высокую оценку.



Рисунок 7– Органолептические показатели качества соленого ПФ салаки (контрольный образец; соленый ПФ: 1 –с СОФ куркумы, 2–с СОФ куркумы и паприки, 3 –с СОФ куркумы и зверобоя, 4 –с СОФ календулы, 5 –с СОФ паприки)



Окончание рисунка 7– Органолептические показатели качества соленого ПФ салаки (контрольный образец; соленый ПФ: 1 –с СОФ куркумы, 2–с СОФ куркумы и паприки, 3 –с СОФ куркумы и зверобоя, 4 –с СОФ календулы, 5 –с СОФ паприки)

Все образцы представленного соленого ПФ с СОФ обладали желаемой сочностью, нежностью и плотностью. Комиссия рекомендовала способ получения соленого ПФ с СОФ к производству на ООО «РК «За Родину».

На основании результатов проведенных исследований разработаны рекомендации по применению СОФ в технологии продукции из сельди балтийской (*Clupea harengus membras*). Рекомендации представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Практические рекомендации по применению СОФ при изготовлении продукции из сельди балтийской (*Clupea harengus membras*)

Характеристика	СОФ куркумы	СОФ паприки	СОФ календулы	СОФ куркумы и паприки	СОФ куркумы и зверобоя
Придание цвета	++	-	-	+	+
Увеличение блеска кожного покрова	-	+	+	-	-
Придание вкуса трав и специй	+++	+	+	++	++
Наличие антиоксидантной активности	+++++	++	+	++++	+++
Наличие антимикробных свойств	+	++	+++	+	+
Увеличение сроков годности	+	+	+	+	+
Применение	Для копчения, пресервов в масляных заливках	Для пресервов, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для пресервов, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для копчения, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для копчения, соленой, сушеной, вяленой продукции

С учетом рекомендаций была разработана технология салаки горячего копчения с применением соли, обогащенной фитоконпонентами куркумы, паприки, зверобоя и календулы. Поэтапная технологическая блок-схема представлена на рисунке 8.

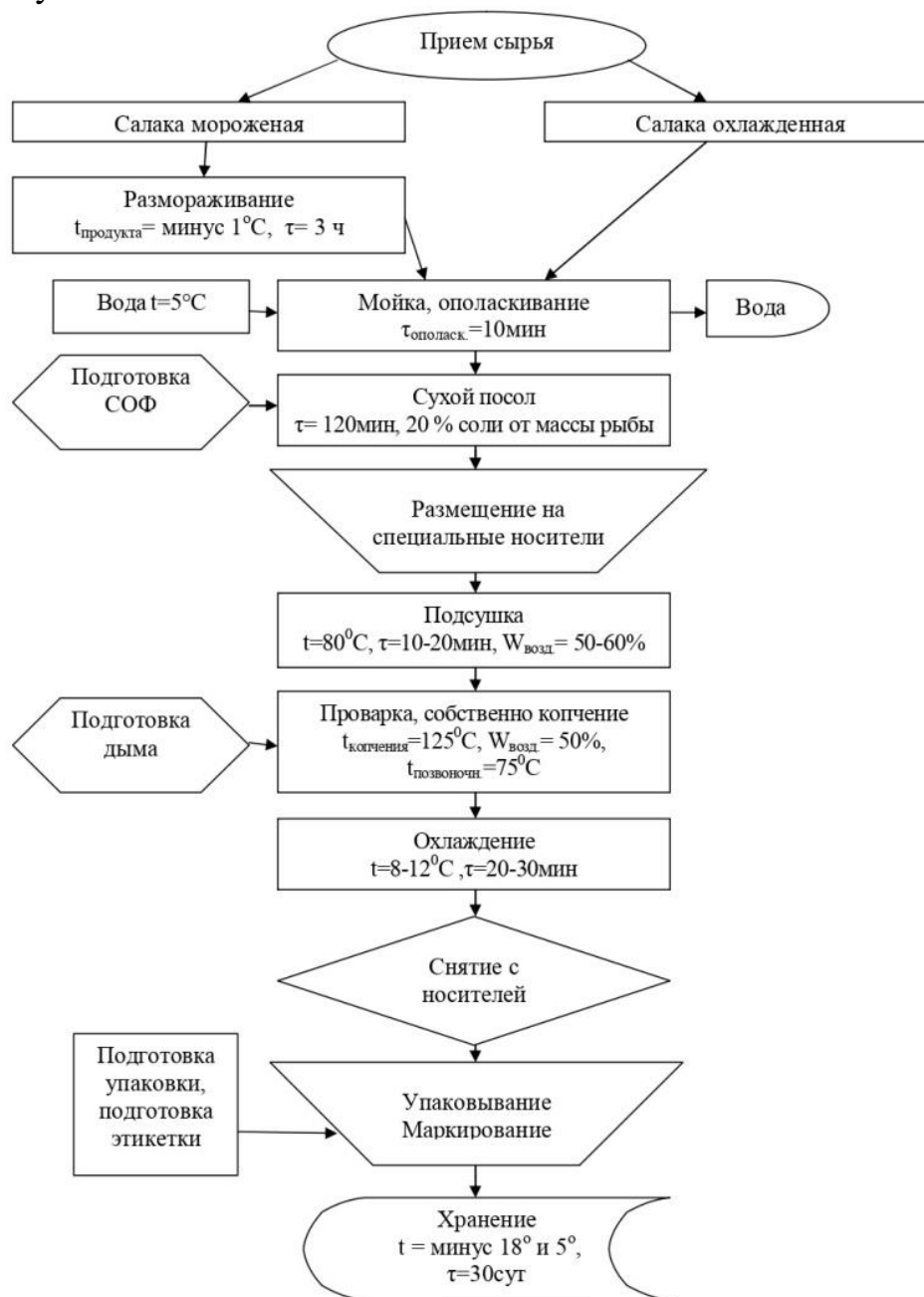


Рисунок 8 – Технологическая блок-схема производства салаки горячего копчения с СОФ

Особенностью технологии является то, что салаку направляют на сухой посол солью, обогащенной фитоконпонентами трав и специй. Дозировка СОФ составляет 10% от массы салаки, продолжительность посола составляет 120 минут (до достижения концентрации соли в соленом полуфабрикате $(1,7 \pm 0,20)$ %). Соленый полуфабрикат подсушивают для улучшения адгезионных свойств кожи рыбы, затем размещают на специальных носителях. Следующей технологической операцией является дымовое копчение с применением опилок оль-

ховых пород, продолжительность копчения составляет 40 минут до достижения температуры в толще продукта 90 °С. Копченую салаку, обогащенную фитоконпонентами трав и специй, охлаждают и упаковывают в полимерные пакеты с вакуумированием, предельная масса одной упаковки составляет 2 кг. Далее продукт направляется на замораживание и хранение при минус 18±2 °С до 39 суток. Вторым вариантом предусмотрено упаковывание в полимерные пакеты с модифицированной газовой средой (МГС: 60% углекислого газа и 40% азота) и хранение при температуре 5°С в течение 39 суток.

На следующем этапе исследования ставили задачу идентифицировать сохранение АО способности рыбы после обработки горячим копчением. Результаты исследования АО образцов спиртовых вытяжек липидов салаки горячего копчения, обогащенных СОФ, представлены на рисунке 9. Видно, что образцы салаки горячего копчения, приготовленные с разными вариантами СОФ, имеют практически идентичные по форме спектры люминесценции с одним достаточно широким максимумом, отличающиеся только интенсивностью.

Наличие люминесценции свидетельствует о присутствии в исследуемых образцах спиртовых вытяжек липидов салаки горячего копчения продуктов окисления. Наиболее высокая антиокислительная активность (подавление люминесценции) установлено у образца спиртовой вытяжки липидов салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами чеснока и паприки. Также высокой антиокислительной активностью по сравнению с контролем обладает образец, где присутствуют фитоконпоненты чеснока, куркумы и паприки.

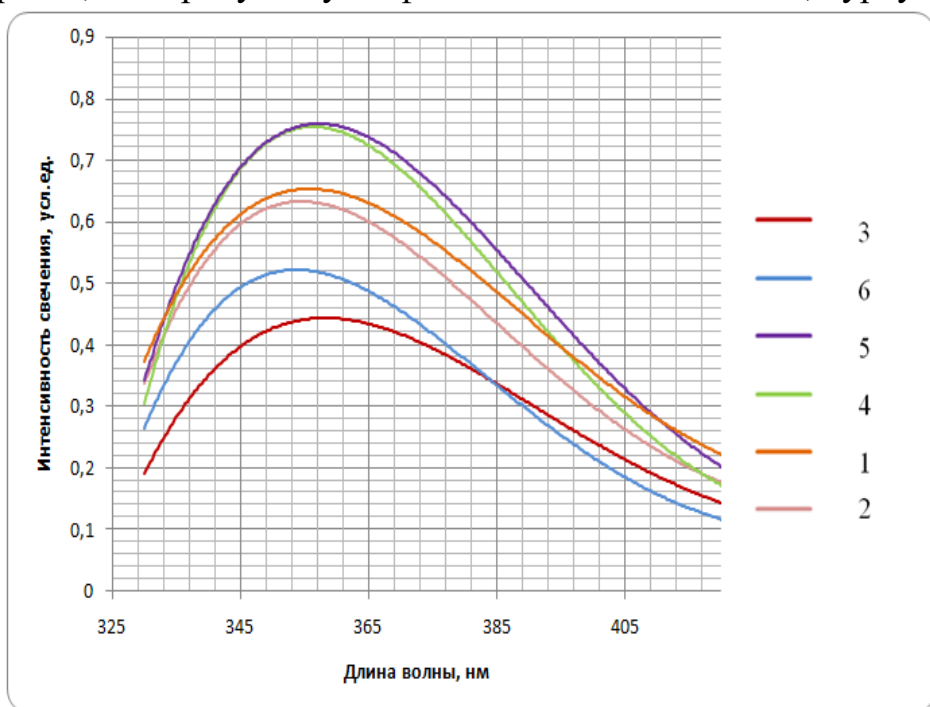


Рисунок 9 – Исследование хемилюминесценции спиртовых вытяжек из салаки горячего копчения с СОФ

(1 – контрольный образец без СОФ, 2 – салака с СОФ чеснока и календулы; 3 – салака с СОФ чеснока и паприки; 4 – салака с СОФ чеснока и куркумы; 5 – салака с СОФ чеснока, куркумы, зверобоя; 6 – салака с СОФ чеснока, куркумы и паприки)

Проведены исследования по установлению показателей безопасности салаки горячего копчения с использованием СОФ по сравнению с контрольным образцом. Санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов не выявлено. Показатель КМАФАнМ у контрольного образца – салаки горячего копчения без СОФ, начиная с 2-х суток хранения, стал увеличиваться и достиг уров-

ня $9,4 * 10^3$ КОЕ/г к 39 суткам хранения, но не перешел порогового нормативного значения. В то же время у образцов салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами зверобоя и календулы, куркумы и паприки, данный показатель оставался на уровне, менее 10 КОЕ/г. Полученные данные свидетельствует о том, что фитоконпоненты, входящие в рецептуру соли, используемой для приготовления соленого полуфабриката для горячего копчения салаки, проявляют антимикробную активность. В контрольном образце были идентифицированы анаэробные дрожжи, а в салаке горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав (зверобой, календула) и специй (куркума, паприка) - грамположительные неподвижные палочки и диплококки.

Органолептические показатели качества салаки горячего копчения в процессе хранения (39 суток) оставались на достаточно высоком уровне. Однако было отмечено, что к окончанию срока хранения у контрольного образца консистенция ухудшилась, стала мажущейся, появились признаки окислительной порчи (цвет – 4,2 баллов; вкус и аромат – 3,7 баллов; консистенция – 3,5 баллов). У образцов салаки горячего копчения, обогащенных фитоконпонентами, все показатели качества получили более высокую оценку, чем контроль, и составили: образцы с СОФ куркумы и паприки (цвет – 4,9 баллов; вкус и аромат – 4,8 баллов; консистенция 4,8 баллов); образцы с СОФ зверобоя и календулы (цвет – 4,7 баллов; вкус и аромат – 4,6 баллов; консистенция – 4,5 баллов). Количественные оценки органолептических показателей экспериментальных образцов несколько ухудшились к концу хранения, но не превысили пороговых значений.

Таким образом, использование СОФ при подготовке соленого полуфабриката позволяет сохранить безопасность и высокие потребительские характеристики салаки горячего копчения на 30-е сутки хранения при температуре минус 18 °С при упаковке в полимерные пакеты под вакуумом и в течение 30 суток при температуре 5 °С в случае упаковки в пакеты с МГС.

В производственных условиях компании ООО «ФУДТИМ» была проведена апробация технологии салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами трав и специй. Объем выработанной партии составил 100 упаковочных единиц массой по 500 г при упаковке в полимерные пакеты с МГС. Все образцы рыбы горячего копчения имели высокие органолептические показатели и соответствующие характеристики безопасности, которые были сохранены в течение всего регламентированного срока хранения.

На основании полученных экспериментальных данных и результатов промышленной апробации была разработана техническая документация на производство салаки горячего копчения с применением СОФ. Разработаны и утверждены Технические условия (ТУ) и Технологическая инструкция (ТИ) 10.89.19.150-010-00471544-2021 «Соль, обогащенная фитоконпонентами», ТУ и ТИ 10.20.2-012-00471544-2021 «Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный фитоконпонентами», а также ТУ и ТИ 10.20.24.123-011-00471544-2021 «Салака горячего копчения, обогащенная фитоконпонентами».

С учетом полученных результатов разработан проект участка цеха по производству СОФ и рыбы горячего копчения с ее применением. Основные рас-

четные показатели экономической эффективности производства представлены в таблице 9. Рентабельность производства составляет 20,7 %, срок окупаемости - 9 лет при условии проектирования и строительства цеха с нулевого цикла.

Таблица 9 – Основные экономические показатели цеха по производству салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами

№	Показатель	Единица измерения	Плановые значения
1	Годовая производственная мощность	т	112
2	Полная себестоимость продукции	руб.	567336,5
3	Прибыль производства	руб.	11752663,5
4	Затраты на оборудование	руб.	1200609,0
5	Полные капитальные затраты	руб.	1605214,2
6	Рентабельность	%	20,7
7	Срок окупаемости	лет	8,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обосновано применение чеснока (*Allium sativum*), куркумы (*Curcuma longa*), паприки (*Capsicum annuum L.*), зверобоя (*Hypericum perforatum*) и ноготков лекарственных (*Flores Calendula officinalis*) для получения обогащенной фитокомпонентами соли с последующим применением ее в технологии горячего копчения салаки (*Clupea harengus membras*), приобретающей в результате дополнительные антиоксидантные и антимикробные свойства, привлекательные вкусо-ароматические и цветовые характеристики.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. С применением метода математического моделирования обоснованы 15 рецептов соли, обогащенной фитокомпонентами, с минимальным содержанием влаги, включающих: соли пищевой 1 сорта 90 %; сырого чеснока – 7 %; сухих порошкообразных трав и специй 3 %. Разработана технология получения обогащенной фитокомпонентами соли, включающая подготовку ингредиентов и их тщательное смешивание.

2. Получены количественные значения светлоты, насыщенности и цветового фона цвета обогащенной фитокомпонентами соли, измеренные в цветовом пространстве системы CIE L*a*b, рекомендуемые для регламентации в технической документации. Исследовано изменение коэффициента диффузии D в процессе подготовки соленого полуфабриката салаки с применением обогащенной фитокомпонентами соли. Установлены особенности просаливания салаки в зависимости от вида фитодобавки. Коэффициент диффузии обогащенной соли в течение 30 минут сухого посола салаки выше, чем при посоле рыбы без фитокомпонентов.

3. Научно обоснована антиокислительная активность образцов обогащенной соли. Самое высокое значение антиокислительной активности имеет образец соли, обогащенный фитокомпонентами чеснока и куркумы: $(169,00 \pm 8,45) \cdot 10^{-5}$ мг/г, что в 18,7 раза выше, чем в образце соли с чесноком. Исследованы антимикробные свойства обогащенной соли в отношении естественной микрофлоры салаки (бактерий родов *Bacillus* и *Kurthia*). Установлено, что наиболь-

шую антимикробную активность в отношении бактерий рода *Bacillus* проявляет соль с календулой, а в отношении бактерий рода *Kurthia* – соль с паприкой.

4. Исследовано получение соленого полуфабриката из салаки путем сухого посола обогащенной фитоконпонентами солью до солености мышечной ткани $1,7 \pm 0,2\%$; установлены особенности органолептических свойств соленой рыбы, исходя из которых разработаны рекомендации по ее применению в различных технологиях рыбных продуктов, в зависимости от вида фитодобавки в соли.

5. Исследован антиоксидантный эффект соленого полуфабриката салаки, приготовленного с применением обогащенной соли. В экстрагированной этанолом 95% и ацетоном ЧДА липидной фракции спектрофлюориметрически идентифицированы и количественно определены жирорастворимые антиоксиданты. Установлено сохранение антиоксидантной активности, обусловленной фитоконпонентами соли, в продукции горячего копчения.

6. Обоснована усовершенствованная технология приготовления салаки горячего копчения, предусматривающая применение при сухом посоле обогащенной фитоконпонентами соли с последующим дымовым копчением соленого полуфабриката, его охлаждением и упаковыванием готовой продукции в полимерные пакеты с вакуумированием и замораживанием и/или в модифицированной газовой среде без замораживания.

7. Установлены особенности органолептических свойств салаки горячего копчения в зависимости от вида примененной обогащенной соли; во всех образцах зафиксированы улучшенные вкусо-ароматические и цветовые характеристики рыбы относительно образцов без фитоконпонентов в течение всего срока хранения. В микробиологических испытаниях подтверждена санитарная безопасность копченых образцов рыбы по динамике показателя КМАФАнМ. Санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов не установлено.

8. Разработана и утверждена техническая документация (3 комплекта технических условий и технологических инструкций) на обогащенную фитоконпонентами соль, соленый полуфабрикат салаки и готовую салаку горячего копчения с фитоконпонентами.

9. Проведена дегустация соленых полуфабрикатов салаки, приготовленных с обогащенными образцами соли, в промышленных условиях ООО «РК «За Родину»» с одобрением полученных образцов специалистами. Разработанная технология рыбы горячего копчения с фитоконпонентами положительно апробирована в производственных условиях ООО «ФУД ТИМ».

10. Научные разработки, полученные при выполнении диссертационной работы, внедрены в учебный процесс образовательных программ бакалавриата 19.03.03 и магистратуры 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения» (профиль «Технология продуктов из ВБР») в ФГБОУ ВО «КГТУ».

11. Разработан проект участка цеха по производству обогащенной фитоконпонентами соли и рыбы горячего копчения с ее применением. Расчетная экономическая эффективность данного цеха по показателям рентабельности составляет 20,7 % при сроке окупаемости 8,9 лет при условии его строительства с нулевого цикла.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ

В рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Гужова В.Ф. Исследование свойств соли, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова, О.В. Казимирченко // Вестник Международной академии холода. – 2017. – № 4. – С. 9–17.

2. Гужова В.Ф. Технология салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // Вестник КамчатГТУ. – 2019. – №49. – С. 12-20 (DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-12-20).

3. Гужова В.Ф. Исследование диффузионных свойств при сухом посоле салаки солью, обогащенной фитоконпонентами чеснока / В.Ф. Гужова, В.А. Шуманов, М.В. Шуманова, А.В. Чернова / Известия КГТУ. – 2021. – №60. – С. 85-96. (DOI: 10.46845/1997-3071-2021-60-85-96)

4. Гужова В.Ф. Исследование физических характеристик обогащенной соли при посоле салаки / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова, М.В. Шуманова, В.А. Шуманов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – №1. С. 71 – 79. (DOI: 10.24412/2311-6447-2021-1-71-79)

В других периодических изданиях и материалах конференций:

1. Гужова, В.Ф. Совершенствование технологии салаки горячего копчения / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // Межвузовская научно-техническая конференция курсантов и студентов «Дни науки» (6-17 апреля 2015): материалы – Калининград, 2015. – С. 49-53.

2. Гужова В.Ф. Применение адыгейской соли в технологии салаки горячего копчения / А. В. Чернова, В. Ф. Гужова // III Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: междунар. науч. конф. (26 мая): сб. науч. тр. – Калининград, 2015. – С. 259-264.

3. Гужова, В. Ф. Совершенствование технологии рыбы горячего копчения путем применения соли, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В. Ф. Гужова, А. В. Чернова // Вестник Молодежной Науки. Серия «Биотехнология, техника пищевых производств и технология продуктов питания»: Сборник научных статей студентов, аспирантов и молодых ученых. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 82-85.

4. Гужова В.Ф. Обоснование выбора трав и специй в технологии рыбы горячего копчения / А. В. Чернова, В. Ф. Гужова // IV Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: междунар. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2016. – С. 259-264.

5. Гужова, В. Ф. Разработка способа посола солью, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В. Ф. Гужова, А. В. Чернова // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли материалы I Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 183-185

6. Гужова, В. Ф. Исследование спектральных характеристик соленого полуфабриката салаки, обогащенного фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В. Ф. Гужова, А. В. Чернова // Вестник молодежной науки: электронный научный журнал. – 2017. – № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://vestnikmolnauki.ru/№-18-вестник-молодежной-науки/>

7. Гужова В.Ф. Использование методов амперометрического титрования в исследовании антиоксидантной активности рыбных продуктов / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // VII Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2019. – т.5. - С. 29-33.

8. Гужова В.Ф. Обоснование выбора барьеров в технологии салаки горячего копчения / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // VIII Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2020. – т.5. - С. 39-42.

9. Гужова В.Ф. Исследование коэффициента диффузии при сухом посоле салаки / В.Ф. Гужова, В.А. Шуманов, М.В. Шуманова, А.В. Чернова // VIII Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2020. – т.5. - С. 43-47.

10. Гужова В.Ф. Определение цветности соли, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // Научное обеспечение технологического развития и повышение конкурентоспособности в пищевой перерабатывающей промышленности: межд. науч. Конф.: сб науч. тр - Краснодар, Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2020 – С.224-227.

11. Гужова В.Ф. Пробоподготовка для определения жирорастворимых антиоксидантов в продуктах питания животного происхождения / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // Пища. Экология. Качество: тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 18–19 ноября 2020 г.) / Сиб. федер. науч. центр агробиотехнологий РАН, Урал. гос. экон. унт; [отв. за вып.: Мотовилов О.К., Нициевская К.Н., Тихонов С.Л.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2020. – С. 186-189.

12. Гужова В.Ф. Математическое моделирование состава и свойств пищевой соли, обогащенной фитоконпонентами / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // IX Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2021. – т.5. - С. 34-40.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО - антиоксидант
АОА - антиоксидантная активность
БАВ – биологически активное вещество
ВАК - высшая аттестационная комиссия
ГОСТ – государственный стандарт
КМАФАНМ – колонии мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов
МГС – модифицированная газовая среда
МНТК – Межвузовская научно-техническая конференция
ЦКП – центральный композиционный план
ПФ - соленый полуфабрикат
СОФ - соль, обогащенная фитоконпонентами
ТР – технический регламент
ФКС – фотонная корреляционная спектроскопия
ФС – фармакопейная статья
ФЭУ - фотоэлектронный умножитель
ЧДА – чистый для анализов