


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

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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
кандидат технических наук  
А.В. Чернова

Калининград – 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1 Состояние промышленного рыболовства и производства рыбной продукции.....	12
1.2 Прогнозирование, в части состояния производства рыбной продукции к 2030 году.....	15
1.3 Применение антиоксидантов в технологии пищевой рыбной продукции .....	16
1.4 Способы посола рыбного сырья с применением растительных компонентов.....	23
1.5 Выводы по литературному обзору.....	25
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	26
2.1 Характеристика объектов исследований .....	26
2.2 Постановка эксперимента .....	35
2.3 Методы исследования .....	36
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....	50
3.1 Обоснование выбора рыбного сырья .....	50
3.2 Обоснование выбора растительного сырья .....	56
3.3 Математическое моделирование состава и свойств СОФ .....	63
3.4 Технология соли обогащенной фитоконпонентами.....	70
3.5 Исследование содержания влаги в СОФ.....	73
3.6 Исследование насыпной плотности СОФ.....	74
3.7 Исследование цветности СОФ.....	76
3.8 Исследование антимикробных свойств СОФ.....	82
3.9 Определение суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов в СОФ.....	84
3.10 Исследование диффузионных свойств СОФ.....	91

3.11 Исследование спектральных характеристик соленого полуфабриката, обогащенного фитоконпонентами.....	103
3.12 Определение массовой концентрации жирорастворимых антиоксидантов в соленом полуфабрикате салаки, обогащенном фитоконпонентами.....	104
3.13 Органолептическая оценка качества соленого полуфабриката, обогащенного фитоконпонентами.....	106
3.14 Технология салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами.....	111
3.15 Определение степени сохранения антиокислительной способности фитоконпонентов после термической обработки методом хемилюминесценции.....	113
3.16 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования безопасности салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами.....	115
3.17 Органолептическая оценка салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами, в процессе хранения.....	119
3.18 Промышленная апробация разработанных технологий и их экономическая эффективность .....	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	123
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	126
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ А Цветохарактеристики соли, обогащенной фитоконпонентами.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Акт дегустации «РК «За Родину»» .....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ В Технологическая инструкция к ТУ-10.89.19.150-010-00471544-2021 «Соль, обогащенная фитоконпонентами».....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Технические условия ТУ-10.89.19.150-010-00471544-2021 «Соль, обогащенная фитоконпонентами».....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Технологическая инструкция к ТУ ТУ-10.20.2-012-00471544-2021 «Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный	

фитокомпонентами» .....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Технические условия ТУ-10.20.2-012-00471544-2021 «Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный фитокомпонентами»....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Технологическая инструкция к ТУ-10.20.24.123-011- 00471544-2021 «Салака горячего копчения, обогащенная фитокомпонентами» .....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ К Технические условия ТУ-10.20.24.123-011-00471544-2021 «Салака горячего копчения, обогащенная фитокомпонентами».....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Акт промышленной апробации в производственных условиях ООО «ФУД ТИМ».....	153
ПРИЛОЖЕНИЕ М Экономические расчеты.....	154
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Проект участка цеха по производству СОФ.....	169
ПРИЛОЖЕНИЕ П Акт внедрения результатов диссертационного исследования в учебный процесс .....	170

## ВВЕДЕНИЕ

**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 вкусоароматическими 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. Представля-

ется перспективным для этого обосновать получение и применение обогащенной фитоконпонентами 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. Портиков, 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, Н.К. Журавская, Л.С. Кудряшов, Н.Н. Липатов, Л.И. Морозова, И.А. Рогов, А.П. Нечаев, А.И. Зайцев, А.А. Кочеткова, И.А. Тимошенкова, О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, В.А. Гроховский, А.М. Ершов, А.А. Ивanej, И.А. Бессмертная, М.С. Агеева, Н.Ю. Ключко, Н.С. Салтанова, Т.Н. Слуцкая. R. Paul Singh. Han, D., Shin, H., Yoon S.H.

Исследования показали перспективность применения растительного сырья для улучшения вкусо-ароматических свойств и пролонгирования сроков годности, однако способ внесения фитоконпонентов 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 конпонентов 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 фитоконпонентами (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 привлекательными 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, общенаучных и специальных методов, упоминаемых в современных научных публикациях.

**Положения, выносимые на защиту:**

- Результаты исследования физических характеристик соли, обогащенной фитокомпонентами (СОФ);
- Результаты исследования антиоксидантной активности и антимикробных свойств СОФ в отношении естественной микрофлоры салаки;



– Технология получения соленого ПФ 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, упоминаемых в современных научных публикациях. А также математической обработкой результатов экспериментов и подтверждением полученных результатов промышленной апробацией.

Результаты выполненных исследований были представлены на конкурсе «Понятная наука», проводимом в рамках «Фестиваля науки 2015», организованным 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.» Осень 2016 (работа «Разработка способа посола продуктов питания солью с природной биологической активностью»); на I Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли», г. Владивосток (заочно) (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 гг.); 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 научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (СФНЦА РАН, г. Краснообск) (2020).

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

Разработанные технические условия апробированы в производственных условиях ООО «ФУД ТИМ». Проведена дегустация в промышленных условиях на предприятии ООО «РК «За Родину»».

**Личное участие автора.** Работа выполнена автором самостоятельно в 2015 – 2022 гг. Личное участие заключалось в формировании 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.

**Публикации.** Основное содержание диссертации опубликовано в 16 печатных работах, в т.ч. 4 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность за неоценимую помощь в работе над диссертацией своему научному руководителю канд. техн. наук, доценту кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» Анастасии Валерьевне Черновой, благодаря которой выполнение данной работы стало возможным.

Благодарна за помощь в проведении исследований канд. биол. наук, доценту кафедры аквакультуры, биологии и болезней гидробионтов ФГБОУ ВО «КГТУ» О.В. Казимирченко, канд. техн. наук, доценту кафедры пищевых и холодильных машин ФГБОУ ВО «КГТУ» М.В. Хомяковой, канд. физ-мат. наук, доценту кафедры физики ФГБОУ ВО «КГТУ» В.А. Шуманову, д-ру техн. наук, директору Института живых систем ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта» О.О. Бабич, канд. биол. наук, доценту Института живых систем ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта» Л.Н. Скрыпник.

Признательна всем сотрудникам и преподавателям кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», а особенно канд. техн. наук, профессору И.А. Бессмертной и канд. техн. наук, доценту, заведующей кафедрой И.М. Титовой и заведующей кафедрой пищевой биотехнологии О.Я. Мезеновой за помощь в подготовке и оформлении результатов исследований.

Выражаю благодарность сотрудникам и начальнику лаборатории ООО «РК «За Родину» И.Е. Манаенковой, а также сотрудникам и генеральному директору ООО «ФУД ТИМ» Т.Г. Ковалевой за помощь в реализации промышленной апробации разработанной продукции.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Состояние промышленного рыболовства и производства рыбной продукции

По данным ФАО ВОЗ в мире в 2018 году произведено около 179 млн тонн рыбы (рисунок 1.1.1 – 1.1.2), что в денежном эквиваленте составило порядка 401 млн долларов США, из которых около 82 млн тонн приходилось на долю продукции аквакультуры. 20,5 кг на душу населения в год было использовано для употреблению человеком, что эквивалентно 156 млн. тонн. Оставшиеся 22 млн. тонн были использованы в непищевых целях (рисунок 1.1.3) [60].

	1986–1995 годы	1996–2005 годы	2006–2015 годы	2016 год	2017 год	2018 год
Среднегодовой объем (млн тонн, живой вес)						
<b>Производство</b>						
Промышленное рыболовство:						
Во внутренних водоемах	6,4	8,3	10,6	11,4	11,9	12,0
В морях	80,5	83,0	79,3	78,3	81,2	84,4
<b>Промышленное рыболовство, всего</b>	<b>86,9</b>	<b>91,4</b>	<b>89,8</b>	<b>89,6</b>	<b>93,1</b>	<b>96,4</b>
Аквакультура:						
Во внутренних водоемах	8,6	19,8	36,8	48,0	49,6	51,3
В морях	6,3	14,4	22,8	28,5	30,0	30,8
<b>Аквакультура, всего</b>	<b>14,9</b>	<b>34,2</b>	<b>59,7</b>	<b>76,5</b>	<b>79,5</b>	<b>82,1</b>
<b>Мировое рыболовство и аквакультура, всего</b>	<b>101,8</b>	<b>125,6</b>	<b>149,5</b>	<b>166,1</b>	<b>172,7</b>	<b>178,5</b>
<b>Использование<sup>2</sup></b>						
Потребление человеком	71,8	98,5	129,2	148,2	152,9	156,4
Непищевое использование	29,9	27,1	20,3	17,9	19,7	22,2
Население (млрд) <sup>3</sup>	5,4	6,2	7,0	7,5	7,5	7,6
Видимое потребление на душу населения (кг)	13,4	15,9	18,4	19,9	20,3	20,5
<b>Торговля</b>						
Экспорт рыбы – количество	34,9	46,7	56,7	59,5	64,9	67,1
<i>Доля экспортируемой продукции в общем объеме производства</i>	<b>34,3%</b>	<b>37,2%</b>	<b>37,9%</b>	<b>35,8%</b>	<b>37,6%</b>	<b>37,6%</b>
Экспорт рыбы – цены (млрд долл. США)	37,0	59,6	117,1	142,6	156,0	164,1

Рисунок 1.1.1 – Производство, использование и продажа продукции рыболовства и аквакультуры [60]

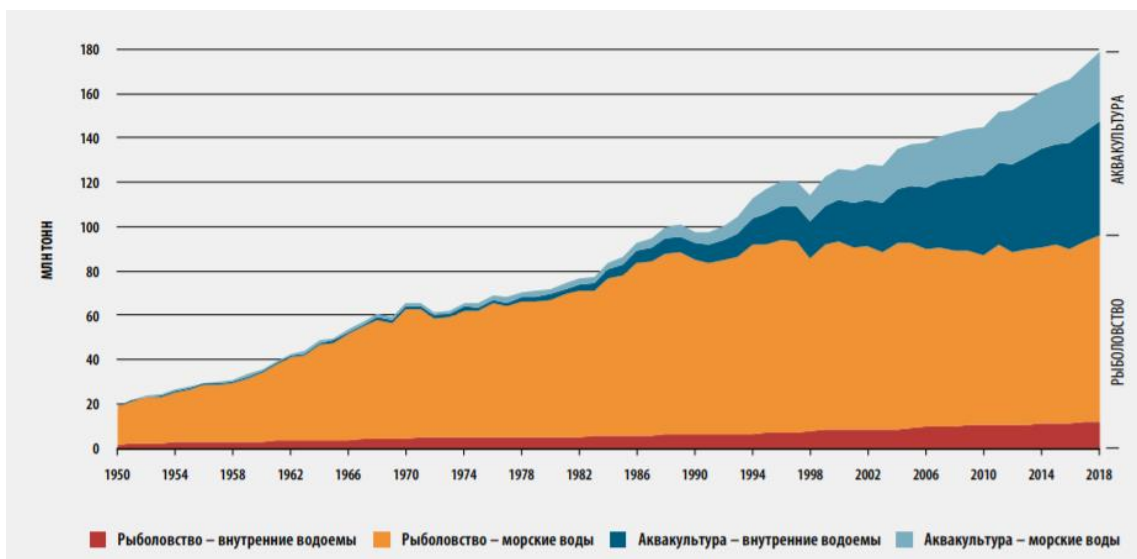


Рисунок 1.1.2 – Продукция мирового промышленного рыболовства и аквакультуры [60]

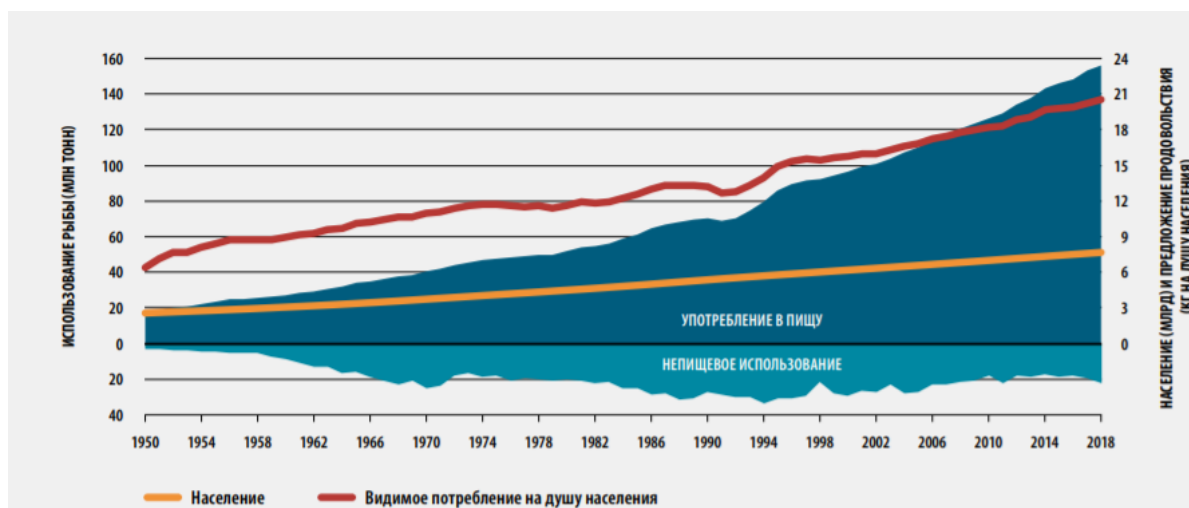


Рисунок 1.1.3 – Использование и видимое потребление рыбы в мире [60]

В разных регионах и государствах, несмотря на устойчивые различия объемов потребления, можно выделить некоторые тенденции:

- в развитых странах потребление рыбы выросло с уровня 17,4 кг (1961г) до уровня, являющегося максимальным, в 26,4 кг (2007г.), далее наблюдался постепенный спад до уровня 24,4 кг (2017 г.);

- в развивающихся странах также отмечалось повышение показателя потребления с 5,2 кг (1961 г.) до уровня 19,4 кг (2017 г.);

- в наименее развитых странах потребление рыбы на душу населения в год увеличилось с 6,1 кг (1961 г.) до 12,6 кг (2017 г.).

Можно говорить о том, что за последние 20 лет темпы роста данного показателя повысились примерно на 2,9 %, вследствие роста производства и импорта рыбы.

Российская Федерация входит в топ-10 стран мира с самым высоким объемом промышленного рыболовства, доля в мировом улове составляет 5 млн. тонн. (рисунок 1.1.4)

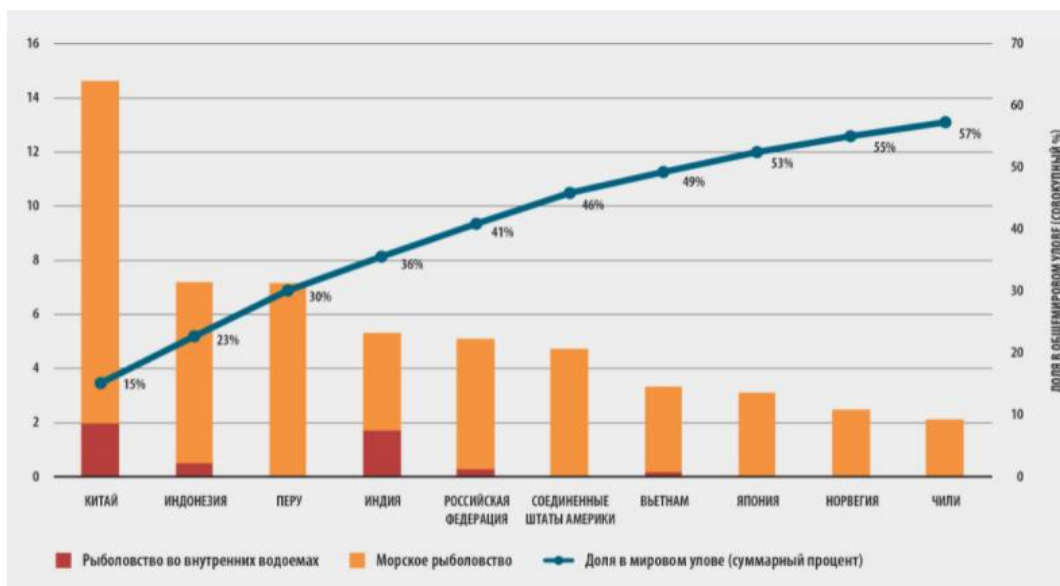


Рисунок 1.1.4 – Десять стран с самым высоким объемом продукции промышленного рыболовства [60]

При разработке стратегий в области продовольственной безопасности и питания, в части преобразования продовольственных систем, необходимо учитывать увеличение роста потребления рыбы.

Следствием порчи и потерь около трети всей производимой рыбы в мире, является то, что до конечного потребителя не доходит почти полноценный объем рыбы и морепродуктов. Сокращение объемов потерь и порчи благодаря применению согласованных на международном уровне стандартов безопасности и качества при переработке, распределении и потреблении рыбы в соответствии с правилами ВТО, позволяет увеличить объем доступных продуктов питания и сделать производство рыбопродуктов более рентабельным.

## 1.2 Прогнозирование, в части состояния производства рыбной продукции к 2030 году

Среднесрочный прогноз в части производства рыбной продукции построен по модели рыбного хозяйства ФАО, разработанной в 2010 году специально для изучения потенциальных изменений в области рыболовства и аквакультуры.

Ожидается, что общий объем производства к 2030 году, исключая производство водных растений, достигнет 204 млн тонн (рисунок 1.2.1).

	Объем продукции			Доля продукции аквакультуры		
	2018 год (тыс. тонн)	2030 год (тыс. тонн)	Повышение в 2030 году по сравнению с 2018 годом (%)	2018 год (тыс. тонн)	2030 год (тыс. тонн)	Повышение в 2030 году по сравнению с 2018 годом (%)
<b>Азия</b>	<b>122 404</b>	<b>145 850</b>	<b>19,2</b>	<b>72 820</b>	<b>96 350</b>	<b>32,3</b>
Китай	62 207	73 720	18,5	47 559	60 450	27,1
Индия	12 386	15 610	26,0	7 066	10 040	42,1
Индонезия	12 642	14 940	18,2	5 427	7 710	42,1
Япония	3 774	3 520	-6,7	643	740	15,1
Филиппины	2 876	3 220	12,0	826	905	9,6
Республика Корея	1 905	1 850	-2,9	568	605	6,4
Таиланд	2 598	2 790	7,4	891	1 220	36,9
Вьетнам	7 481	9 590	28,2	4 134	6 020	45,6
<b>Африка</b>	<b>12 268</b>	<b>13 820</b>	<b>12,7</b>	<b>2 196</b>	<b>3 249</b>	<b>48,0</b>
Египет	1 935	2 610	34,9	1 561	2 220	42,2
Нигерия	1 169	1 275	9,0	291	365	25,3
Южная Африка	566	594	5,0	6	10	61,8
<b>Европа</b>	<b>18 102</b>	<b>19 290</b>	<b>6,6</b>	<b>3 075</b>	<b>3 620</b>	<b>17,7</b>
Европейский союз <sup>1</sup>	5 879	6 025	2,5	1 167	1 320	13,1
Норвегия	3 844	3 960	3,0	1 355	1 620	19,6
Российская Федерация	5 308	6 010	13,2	200	312	56,4
<b>Северная Америка</b>	<b>6 536</b>	<b>6 981</b>	<b>6,8</b>	<b>660</b>	<b>838</b>	<b>27,1</b>
Канада	1 019	1 120	9,9	191	255	33,3
Соединенные Штаты Америки	5 213	5 590	7,2	468	582	24,3
<b>Латинская Америка и Карибский бассейн</b>	<b>17 587</b>	<b>16 730</b>	<b>-4,9</b>	<b>3 140</b>	<b>4 170</b>	<b>32,8</b>
Аргентина	839	905	7,9	3	4	24,8
Бразилия	1 319	1 490	12,9	605	800	32,2
Чили	3 388	3 950	16,6	1 266	1 650	30,3
Мексика	1 939	2 050	5,7	247	365	47,7
Перу	7 273	5 600	-23,0	104	160	54,4
<b>Океания</b>	<b>1 617</b>	<b>1 750</b>	<b>8,2</b>	<b>205</b>	<b>290</b>	<b>41,3</b>
Австралия	281	360	28,0	97	150	55,0
Новая Зеландия	511	560	9,5	105	135	29,1
<b>Весь мир<sup>2</sup></b>	<b>178 529</b>	<b>204 421</b>	<b>14,5</b>	<b>82 095</b>	<b>108 517</b>	<b>32,2</b>
<b>Развитые страны</b>	<b>29 233</b>	<b>30 730</b>	<b>5,1</b>	<b>4 603</b>	<b>5 499</b>	<b>19,5</b>
<b>Развивающиеся страны</b>	<b>135 096</b>	<b>173 691</b>	<b>28,6</b>	<b>73 330</b>	<b>103 018</b>	<b>40,5</b>

Рисунок 1.2.1 – Прогнозы по производству рыбы в 2030 году [60]

Объем рыбной продукции, производимой Российской Федерацией, к 2030 году увеличится на 13,2 % по сравнению с 2018 годом, что эквивалентно 702 тысячам тонн живого веса рыбы.

Важно отметить, что на устойчивость производства продукции промышленного рыболовства зависит от ряда факторов:

- увеличения объемов вылова в промысловых районах, где восстанавливаются запасы, путем рационального использования ресурсов;
- оптимизации использования выловленной рыбы, включая сокращение выбросов, порчи и потерь в соответствии с требованиями законодательства или вследствие повышения цен на рыбу, предназначенную как для пищевых, так и для непищевых целей.

Ожидается, что доля рыбной продукции, предназначенной для потребления человеком, продолжит расти и к 2030 году достигнет примерно 89%. При этом, основными факторами роста будут выступать:

- высокий спрос, спровоцированный ростом доходов и урбанизацией;
- повышение объемов производства рыбы;
- совершенствование методов послепромысловой обработки;
- коммерциализация продукции на широком уровне.

Важно отметить, что изменение рациона питания человека также будет способствовать увеличению спроса на рыбную продукцию к 2030 году. Изменения рациона коснутся разнообразия потребляемых продуктов, а также потребители будут уделять все более пристальное внимание к пользе пищи для здоровья.

Подушевое потребление рыбы, которое в 2018 году составляло 20,5 кг, в 2030 году повысится до 21,5 кг. Однако если в 2007–2018 годах среднегодовой рост потребления рыбы на душу населения составлял 1,3%, то за период 2019–2030 годов этот показатель снизится до 0,4%.

### **1.3 Применение антиоксидантов в технологии пищевой рыбной продукции**

Известно, что водные биологические ресурсы содержат большое количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Таким образом, окисле-



ние липидов является основной причиной потери качества рыбы и морепродуктов. Окисление липидов может вызвать неприятный запах, а также снизить питательную ценность. Снижение качества и пищевой ценности рыбных продуктов может быть замедлено посредством введением добавок, обладающих антиоксидантным действием. Использование синтетических антиоксидантов давно практикуется для замедления процесса окисления липидов. Однако из-за потенциального пагубного воздействия на здоровье человека синтетических антиоксидантов, природные антиоксиданты, такие как: полифенольные соединения, эфирные масла, пептиды и микробные антиоксиданты, использовались в качестве альтернативных для замедления окисления липидов в различных рыбных продуктах и морепродуктах.

Спрос на рыбу и рыбопродукты на мировом рынке имеет устойчивую тенденцию роста с увеличением населения мира. Рыба – важная часть здорового питания [87], это важный источник ряда питательных веществ, в частности белка, витамина D, ретинола, йода, витамин E, селена и незаменимых длинноцепочечных ПНЖК, то есть эйкозапентаеновая кислота и докозагексаеновая кислота [104]. Потребление рыбы может препятствовать раковым заболеваниям и заболеваниям сердечно-сосудистой системы [90], следовательно, пищевая промышленность и органы здравоохранения совместно заинтересованы в увеличении потребления рыбы.

Окисление как химическая реакция, при которой происходит перенос электронов от одного соединения к другому, как уже давно сообщалось, имеют отрицательные эффекты, особенно в физиологическом контексте.

Окисление - один из основных факторов, определяющих потерю качества пищевых продуктов и сокращение срока их хранения. Следовательно, задержка окисления очень важна. Окислительные процессы в рыбных продуктах могут приводить к ухудшению качества (распаду) липидов и белков, что, в свою очередь, способствует ухудшению текстуры и цвета [77].

Антиоксиданты обычно определяются как соединения, предотвращающие окисление. Они сильно различаются по размеру, молекулярной массе и

составу. Некоторые из них имеют небольшие размеры, другие огромны и даже могут представлять собой макромолекулы, такие как белки. Они обеспечивают электронную плотность соединениям, которые могут подвергнуться окислению, тем самым предотвращая потерю электронов. Поскольку существуют разные типы и источники антиоксидантов, их можно разделить на две основные категории: натуральные и синтетические.

Натуральные антиоксиданты получают непосредственно из органических источников или соединений, содержащихся в пищевых продуктах, потребляемых без особой обработки, тогда как синтетические антиоксиданты - это искусственные соединения, созданные в лабораториях и обычно добавляемые в обработанные или предварительно расфасованные пищевые продукты, действующие как консерванты. Хотя синтетические антиоксиданты широко используются для ингибирования окисления липидов, наблюдается тенденция к сокращению их использования из-за растущей озабоченности потребителей по поводу таких синтетических материалов [75]. Поэтому в последние годы активизировался поиск натуральных добавок, особенно растительного происхождения. Были исследованы соединения, полученные из природных источников, таких как зерна, фрукты, масличные семена, специи и овощи [76]. Разработка и применение натуральных продуктов с антиоксидантной активностью в рыбных продуктах может быть необходимым и полезным для продления срока их хранения и предотвращения порчи рыбы.

Доказано, что природные антиоксиданты обладают значительной пользой для здоровья, особенно в профилактике рака и сердечных заболеваний. В связи с этим многие производители пищевых продуктов начали предавать гласности этот факт и добились заметного положения на многих этикетках пищевых продуктов. Хотя производители витаминов и здоровой пищи называют природные антиоксиданты ключевыми добавками, потребители должны помнить об источниках, из которых поступают эти соединения, а также об их концентрациях.

Антиоксиданты считаются ключевыми агентами для улучшения устойчивости рыбных продуктов к окислению и действуют как консерванты, которые добавляют в продукты питания на различных этапах обработки [85]. Эффективность антиоксиданта связана с энергией активации, окислительно-восстановительным потенциалом, константами скорости, легкостью, с которой антиоксидант теряется или разрушается (летучесть и чувствительность к нагреванию), и растворимостью антиоксиданта [91].

Сообщалось, что антиоксиданты играют важную роль в организме, защищая от окислительного повреждения (особенно повреждения ДНК) и сдерживая хронические проблемы со здоровьем, такие как катаракта [86]. Хотя Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) определяет антиоксиданты только как пищевые добавки, которые следует принимать при нормальном потреблении пищи, они также служат консервантами для упакованных продуктов. Их добавляют в рыбные продукты для сохранения свежести, предотвращения прогорклости и особенно важны для пищевых продуктов, содержащих большое количество липидов. Таким образом, добавление антиоксидантов в рыбные продукты значительно продлевает срок хранения и сохраняет вкус и аромат как можно дольше. Антиоксидантная активность конкретного соединения, смеси соединений или природного источника обычно связана с его способностью улавливать свободные радикалы, разлагать их или гасить синглетный кислород [99].

Использование синтетических антиоксидантов восходит к 1940-м годам, когда было обнаружено, что бутилированный гидроксианизол (БГА) замедляет окисление, и была раскрыта эффективность нескольких сложных алкиловых эфиров галловой кислоты. Кроме того, было также очевидно, что необходимо противодействовать вредному воздействию переходных металлов, таких как железо и медь; следовательно, было обнаружено, что некоторые кислоты, такие как лимонная кислота и их производные, действуют как дезактиваторы металлов в сочетании с фенольными антиоксидантами [71]. В

1954 году бутилированный гидрокситолуол (ВНТ) был также одобрен для использования в пищевых продуктах в Соединенных Штатах, а трет-бутилгидрохинон (ТВНҚ) был коммерциализирован в 1972 году. Синтетические антиоксиданты делятся на первичные и вторичные антиоксиданты. Первичные антиоксиданты, предотвращающие образование свободных радикалов, подразделяются на:

– Радикальные разрушители: они составляют основную часть синтетических антиоксидантов, которые предотвращают окисление липидов, обрывая цепи свободных радикалов. Примеры включают:

- ВНА, ВНТ, пропилгаллат (PG), ТВНҚ, додецилгаллат (DG) и октилгаллат (OG).

– Поглотители кислорода: они действуют как восстановители.

– Хелатирующие агенты: они предотвращают окисление липидов, связывая катализаторы, такие как тяжелые металлы (медь, железо и т. д.).

– Вторичные антиоксиданты действуют, расщепляя НРО, образующиеся при окислении липидов, на стабильные продукты [89].

ВНТ и ВНА являются наиболее распространенными синтетическими антиоксидантами в продуктах питания. Химически они представляют собой одноатомный фенол с БГА, состоящим из двух изомеров 3-третичного бутил-4-гидроксианизола и 2-третичного бутил-4 гидроксанизола в соотношении 9 : 1. Благодаря своим свойствам переносимости оба соединения могут выдерживать различные этапы обработки, такие как выпечка и жарка, а также сохранять свои функциональные возможности [78].

В последнее время растет беспокойство по поводу возможных канцерогенных эффектов синтетических антиоксидантов в пищевых продуктах. ВНА, ТВНҚ, а также другие синтетические антиоксиданты больше не разрешены для использования в пищевых продуктах в Японии и ряде других стран, хотя все еще используются на рекомендованных уровнях в некоторых странах [102].

Аминокислоты, пептиды и каротиноиды - три продукта природного происхождения, которые могут служить естественными антиоксидантами. Глутатионпероксидаза, супероксиддисмутаза и каталаза - это антиоксидантные ферменты, присутствующие в мышечной системе. Ансерин, карнозин и офидин представляют собой гистидин-содержащие дипептиды, которые, как сообщается, хелатируют металлы и улавливают радикалы [74].

L-гистидин как часть небольшого пептида / белка или в свободной форме может улавливать гидроксильные радикалы и гасить синглетный кислород, который может реагировать с двойной связью L-гистидина с образованием пероксильного радикала [103]. L-гистидин обладает способностью гасить синглетный кислород в три раза выше, чем триптофан, и в пять раз выше, чем метионин.

Каротиноиды, обычно связанные с цветом фруктов и овощей, также встречаются у многих животных. Ракообразные содержат множество каротиноидных пигментов, встречающихся в природе. По данным Загальского и соавт. (1990) каротиноиды беспозвоночных связаны с белком в комплексе, определяемом как каротинопротеин. Каротиноиды, присутствующие в экзоскелете ракообразных, могут являться лучшим источником для выработки природных антиоксидантов из сырья животного происхождения. Красные крабы содержат  $\beta$ -каротин и астаксантин, а синие крабы содержат 4-гидроксиэхиненон, кантаксантин, 3-гидроксикантаксантин, эхиненон, изокриптоксантин,  $\beta$ -каротин и астаксантин. Эти соединения являются наиболее распространенными и важными пигментами животного происхождения, которые служат естественными антиоксидантами [95]. Для производства достаточного количества природных антиоксидантов из животных источников требуется разработка процессов экстракции или концентрирования.

Добавки растительного происхождения представляют собой естественную альтернативу синтетическим антиоксидантам. В современном мире изменения в образе жизни вызвали растущее понимание того, что определенные ингредиенты в пище могут благоприятно изменить проблемы, связанные

с питанием. Интерес к использованию природных питательных и непитательных антиоксидантов в качестве пищевых консервантов обусловлен их возможной профилактикой ряда заболеваний, в этиологию которых вовлечены механизмы окисления. Антиоксиданты могут быть получены из сборных трав, специй, фруктов, орехов и других растений [72]. Классы соединений, которые действуют как антиоксиданты в растительных источниках, включают: токохроманолы (липофильные антиоксиданты растительного происхождения) и более полярные фенольные соединения, включая фенольные кислоты, простые фенолы, флавоноиды, антоцианы, дубильные вещества, гидрокситирозол и производные, а также компоненты эфирных масел [94]. Часто встречающиеся в растениях природные антиоксиданты – это фенольные кислоты и гидроксibenзойная кислота (ванилиновая кислота), ряд гидроксикоричной кислоты (феруловые кислоты, хлорогеновая кислота), флавоноиды (кверцетин, катехин, рутин), антоцианы (дельфинин), дубильные вещества (процианидин, эллаговая кислота, дубильная кислота), лигнаны (сезамол) стибены (ресвератрол), кумарины (орто-кумарин) и эфирные масла (S-карвон).

Фенольные соединения являются вторичными метаболитами растений и обычно содержатся в травах, овощах, фруктах, зернах и злаках, кофе, красных и белых винах, зеленом и черном чае.

Натуральные экстракты или чистые соединения использовались в качестве добавок к пищевым продуктам из рубленой мышечной ткани рыб или сурими. Розмарин, оливковое масло, имбирь, растительные экстракты, особенно из чая, виноградные косточки, состоящие из флавоноидов, терпеноидов и т. д., успешно подавляют прогорклость рыбной продукции: рыбных котлет, рыбных консервов, маринованной рыбы [100].

Мышечная ткань рыбы, как известно, очень восприимчива к окислению, в первую очередь из-за высокого уровня ненасыщенности ее липидов. Сообщается, что сухой орегано является эффективным средством предотвращения окисления в масле скумбрии [101]. Zheng и Wang (2001) сообщили, что фе-

нольные антиоксиданты из листьев розмарина успешно использовались для предотвращения окисления сардин и липидов печени трески. Другое исследование показало, что полифенолы зеленого чая защищают толстолобика от окисления, а фенольные экстракты побочных продуктов винограда успешно применялись для сохранения качества мышечной ткани рыб [98].

Франкель и др. (1996) сообщили, что экстракты розмарина (карнозол и карнозиновая кислота) были эффективными антиоксидантами для сохранения качества рыбьего жира. Катехины чая оказались более эффективными, чем токоферол, в ингибировании окисления липидов в котлетной рыбной массе [100].

Medina et al. (1998) сообщили, что полифенолы, экстрагированные из оливкового масла первого отжима, замедляют окисление консервированного тунца и ставриды. Сообщалось также, что комбинирование полифенолов и других антиоксидантов более эффективно в предотвращении окисления замороженной рыбы, чем синтетические антиоксиданты [93].

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод об эффективности растительного сырья (источника природных натуральных антиоксидантов) в предотвращении окисления липидов рыбного сырья и сохранении качества рыбной продукции.

#### **1.4 Способы посола рыбного сырья с применением растительных компонентов**

В настоящее время одной из тенденций расширения ассортимента рыбной продукции является применение растительных компонентов или веществ, входящих в их состав, в частности применения на технологической операции посола.

Коллектив авторов, под руководством Кипрушкиной Е.И. предлагают применять двустадийный посол: инъектирование раствором тузлука и досаливание сухим способом. В состав посолочной смеси, применяемой на вто-

ром этапе посола, входят такие растительные компоненты как: паприка, черный перец, спент черного перца, лимонная цедра, горчичное семя, экстракты гвоздики, сушеный имбирь. Данный набор растительных компонентов положительно сказывается на органолептических характеристиках готового посоленного филе рыб, кроме этого авторы говорят о положительном влиянии на увеличение сроков годности, за счет наличия БАВ [52].

Также путем инъектирования, осуществляется посол деликатесных видов рыбы. В состав посолочной смеси входят экстракты рябины, брусники и калины, в количестве 0,2 – 0,7 % от массы. Данные экстракты выступают в качестве пролонгаторов сроков годности филе деликатесных видов рыб. Основной посолочного раствора с фитозэкстрактами служит рябина, брусника и калины выступают в качестве видовой разнообразия [53].

Применяется в качестве посолочного агента-консерванта экстракт леспедецы двухцветной (*Lespedeza bicolor Tircz*) с содержанием сухих веществ 0,3-0,5 г/мл в количестве 0,01-0,1% от массы рыбы [54]. Необходимо отметить, что леспедеца двухцветная, отсутствующей в перечне пищевых добавок, разрешенных для использования в пищевой промышленности, кроме этого в качестве консервирующего агента используется известный химический консервант бензоат натрия, наносящий вред здоровью.

Шевченко В.В. и Веселов Н.В. говорят о возможности сокращения процесса посола и созревания деликатесных видов рыб, путем применения порошка имбиря и морской соли, что также положительно сказывается на качестве готовой продукции [53].

Проанализировав патенты на способы посола рыбы, можно отметить, что в основном применяются либо инъектирование как способ посола, либо двустадийный процесс. Кроме этого, в представленных изобретениях применяются экстракты растительных компонентов. Во всех этих технологиях требуется большое количество капитальных затрат. Это говорит о том, что поиск новых менее затратных способов посола остается актуальной задачей пищевой промышленности.



## 1.5 Выводы по литературному обзору

Спрос на рыбу и рыбопродукты на мировом рынке имеет устойчивую тенденцию роста с увеличением населения мира. По прогнозам ФАО Российская Федерация входит в десять стран, имеющих высокую долю промышленного рыболовства. По данным статистики за последние три года средний объем потребления рыбы в России вырос, что подразумевает под собой разработку эффективных технологий производства рыбной продукции, ведь около трети мирового вылова рыбы не доходит до конечного потребителя вследствие потери качества, порчи и нерационального распределения ресурсов.

Среднесрочная перспектива (до 2030 года) является таковой, что прогнозируется увеличение квот на вылов рыбы, а также увеличение потребления на душу населения.

Известным методом предотвращения потерь качества рыбной продукции, в частности окисления, является применение антиоксидантов. Наиболее популярными среди антиоксидантов являются антиоксиданты синтетического происхождения, которые способны наносить вред здоровью человека. В настоящее время популяризируется использование натуральных антиоксидантов, в частности применение растительного сырья, которое является источником БАВ.

Поскольку современной тенденцией общества является употребление в пищу натуральных продуктов питания, которые были произведены без применения химии, в частности красителей, антиокислителей, консервантов синтетического происхождения, то применение растительных компонентов, богатых биофлавоноидами, в частности красящими веществами, веществами антисептического действия, а также антиокислительной природы, является приоритетной задачей для современной технологии продуктов питания.

## 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

Производственную апробацию разработанных технологий проводили в условиях ООО «ФУД ТИМ» и ООО «РК «За Родину».

Формирование информационного обеспечения по теме диссертационного исследования проводилось в фондах библиотек ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининградской областной научной библиотеки, сети интернет, а также интернет-библиотек: cyberleninka.ru, elibrary.ru, onlinelibrary.wiley.com, doaj.org, mdpi.com.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием пакета программ MS Excel 2010 и Statistica (StatSoft).

### 2.1 Характеристика объектов исследований

Объектами исследования явились: сельдь балтийская или салака (*Clupea harengus membras*) мороженая (ГОСТ 32366-2013) – основная промысловая рыбы Балтийского региона - осеннего лова жирностью  $6,0 \pm 0,5\%$ , соль пищевая каменная 1 сорта, помол №1 (ГОСТ 51574-2018); растительные компоненты: чеснок свежий (*Allium sativum*) (ГОСТ 7977-87), куркума молотая порошкообразная (*Curcuma longa*) (ГОСТ ИСО 5562-2017), паприка молотая порошкообразная (*Capsicum annuum L.*) (ГОСТ ИСО 7540-2008), зверобой

трава сушеная молотая (*Hypericum perforatum*) (ГОСТ 15161-93) и ноготков лекарственных цветки (*Flores Calendula officinalis*) (ФС.2.5.0030.15).

В качестве основного сырья для исследований применялась салака (*Clupea harengus membras*) осеннего вылова, выловленная у берегов Калининградского залива, свежемороженая (рисунок 2.1.1).



Рисунок 2.1.1. – Салака мороженая блоками

В соответствии с ГОСТ 32366-2013 органолептическим показателям салака мороженая должна соответствовать показателям, указанным в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Органолептические показатели мороженой салаки [14]

Наименование показателя	Характеристика и норма
Внешний вид	Поверхность рыбы чистая, естественной окраски, присущей рыбе данного вида.
Консистенция	Плотная, присущая рыбе данного вида.
Запах	Свойственный свежей рыбе, без посторонних признаков.

Химический состав салаки представлен в таблице 2.1.2.

Таблица 2.1. – Химический состав салаки, г на 100 г салаки [65]

Показатели, г на 100 г продукта	Салака осеннего вылова
Белки	17,0
Жиры	6,0
Вода	75,7
Минеральные вещества	1,3

При получении образцов СОФ применяли соль пищевую 1 сорта (рисунок 2.1.2).



Рисунок 2.1.2 – Соль пищевая 1 сорта 1 помола

По органолептическим показателям соль пищевая соответствовала следующим требованиям, представленным в таблице 2.1.3.

Таблица 2.1.3 – Органолептические показатели пищевой соли [15]

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Кристаллический сыпучий продукт. Без посторонних механических примесей, не связанных с происхождением и способом производства соли
Вкус	Соленый, без постороннего привкуса
Запах	Без посторонних запахов

По физико-химическим показателям должна соответствовать требованиям ГОСТ 51574-2018 [15].

Чеснок (*Allium sativum*), заготовленный в Гурьевском районе Калининградской области (рисунок 2.1.3), соответствовал требованиям, указанным в ГОСТ 7977-87, которые представлены в таблице 2.1.4.



Рисунок 2.1.3 – Чеснок посевной (*Allium sativum*)

Таблица 2.1.4 – Органолептические показатели чеснока посевного [20]

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Луковицы вызревшие, твердые и плотные, здоровые, чистые, целые, непроросшие, без повреждений сельскохозяйственными вредителями, по форме и окраске типичные для ботанического сорта, с сухими кроющими чешуями, для стрелкующихся сортов - с обрезанной стрелкой длиной не более 20 мм, для нестрелкующихся - с обрезанными сухими листьями длиной не более 50 мм включительно, с остатками сухих корешков или без них
Запах и вкус	Характерные для данного ботанического сорта, без постороннего запаха и привкуса
Размер луковиц по наибольшему поперечному диаметру, мм, не более	25,0

Наименование показателя	Норма
Содержание луковиц, % от массы, не более: с отпавшим 1 зубком (для малозубковых сортов) с отпавшими 1-2 зубками (для многозубковых сортов) с отпавшими 3-5 зубками (для многозубковых сортов) с незначительными механическими повреждениями	10,0 Без ограничения 4,0 3,0
Содержание луковиц, пораженных нематодами и клещами (без видимых признаков повреждения), % от массы, не более: для отгрузки для отправки на реализацию (в местах производства) и промышленной переработки	10,0 Без ограничения
Содержание луковиц загнивших, запаренных, подмороженных	Не допускается
Содержание здоровых зубков, отпавших от общего донца, % от массы, не более	3,0
Содержание земли, прилипшей к луковицам, % от массы, не более	0,5

Куркума молотая порошкообразная (*Curcuma longa*) торговой марки Sukogia S.A. (рисунок 2.3.4), направленная на приготовление СОФ, соответствовала требованиям ГОСТ ИСО 5562-2017 (таблица 2.1.5).



Рисунок 2.3.4 – Куркума молотая порошкообразная мелкоизмельченная, торговой марки Сукорія С.А.

Таблица 2.1.5 – Органолептические показатели качества куркумы [21]

Наименование показателя	Норма
Запах и вкус	Целая и молотая (порошкообразная) куркума должна иметь запах и вкус, характерные для этой пряности. Она не должна иметь запаха и вкуса плесени и других посторонних вкусов и запахов.
Загрязнения (насекомые, плесень и т.д.)	Не допускается
Посторонние примеси	Не допускается
Размеры частиц	мелкоизмельченный порошок: 98% продукта должно проходить через сито с размером ячеек 300 мкм.

Паприка (перец сладкий молотый) торговой марки Сукорія С.А. (рисунок 2.1.5) по качественным характеристикам соответствовал требованиям ГОСТ ИСО 7540-2008 (таблица 2.1.6).



Рисунок 2.1.5 – Паприка молотая (перец сладкий красный),  
торговой марки Сукориа S.A.

Таблица 2.1.6 – Органолептические показатели качества паприки молотой  
[22]

Наименование показателя	Норма
Цвет	от блестящего ярко-красного к желтоватому и коричневато-красному до бледного красновато-коричневого.
Вкус и запах	Вкус – жгучий или не имеющий жгучести; запах – приятно ароматный. Без негативных привкусов и запахов, в частности, затхлости и прогорклости, и никаких посторонних привкусов и запахов.
Загрязнения (насекомые, плесень и т.д.)	Не допускается
Посторонние примеси	Не допускается

Зверобой трава сушеная молотая (*Hypericum perforatum*) от ТМ «ФармаЦвет» (рисунок 2.1.6) соответствовал требованиям ГОСТ 15161-93. Показатели качества молотой травы зверобоя представлены в таблице 2.1.7.





Рисунок 2.1.6 – Зверобой трава сушеная молотая (*Hypericum perforatum*) от ТМ «ФармаЦвет»

Таблица 2.1.7 – Показатели качества молотой сушеной травы зверобоя [5]

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Кусочки стеблей, листьев, бутонов, цветков различной формы и незрелых плодов, проходящих сквозь сито по ТУ 23.2.2068-89 с отверстиями диаметром 7 мм
Цвет	От зеленовато-желтого до серовато-зеленого
Запах	Слабый, свойственный данному сырью, без посторонних запахов
Вкус	Горьковатый, слегка вяжущий
Влажность, %, не более	13
Массовая доля частиц, не проходящих сквозь сито по ТУ 23.2.2068 с отверстиями диаметром 7 мм, %, не более	10
Массовая доля частиц, проходящих сквозь сито по ГОСТ 4403 с отверстиями диаметром 0,310 мм, %, не более	10

Наименование показателя	Норма
Массовая доля посторонних примесей:	
органической (части других неядовитых растений), %, не более	1
минеральной (земля, песок, камешки), %, не более	1

Ноготки лекарственные цветки (*Flores Calendula officinalis*) или календула от производителя ТМ «ФармаЦвет» (рисунок 2.1.7), применялись в виде мелкоизмельченного порошка. Качественные характеристики, представленные в таблице 2.1.8, соответствовали требованиям ФС.2.5.0030.15.



Рисунок 2.1.7 – Ноготки лекарственные цветки (*Flores Calendula officinalis*)

Таблица 2.1.8 – Качественные характеристики ноготков лекарственных цветки (*Flores Calendula officinalis*) [64]

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Смесь частиц ноготков цветков проходящих сквозь сито с отверстиями размером 2 мм.
Цвет	Зеленовато-желтый с вкраплениями серовато-зеленого, красновато-оранжевого, оранжевого, светло-желтого, зеленого, желтовато-коричневого и коричневого цвета
Запах	Слабый, свойственный
Вкус	Солоновато-горький

## 2.2 Постановка эксперимента

На рисунке 2.2.1 приведена общая структурная схема проведения исследований с указанием основных этапов работы.

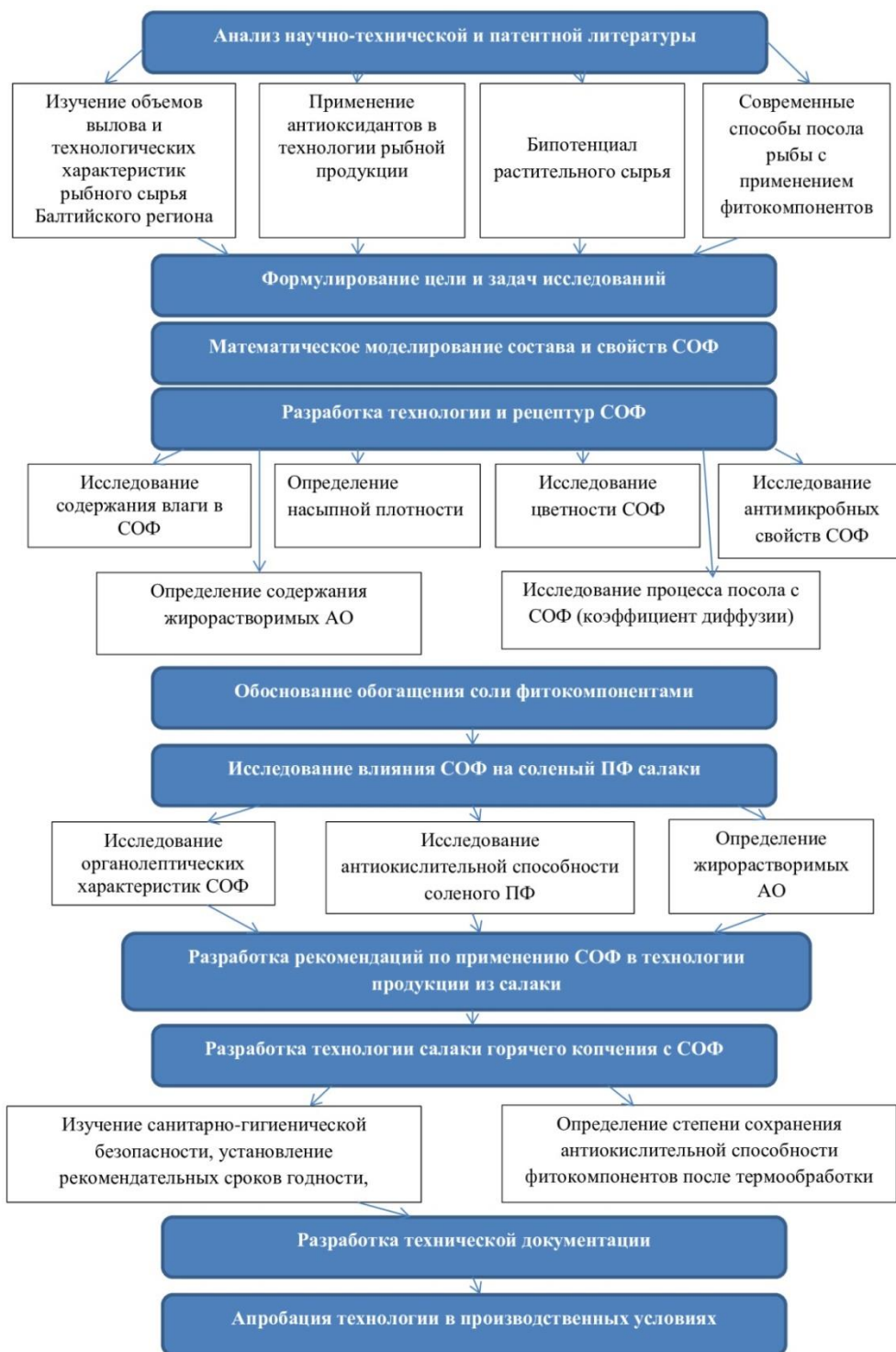


Рисунок 2.2.1 – Общая структурная схема проведения исследований и основных этапов работы

## 2.3 Методы исследований

Для достижения цели исследований использовались стандартные, общепринятые и модифицированные методики, перечень которых представлен в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 – Методы исследования, использованные в работе

№ п/п	Наименование показателя	Методы исследования	НТД
1	Отбор проб и подготовка к анализам: – салака мороженая; – соленый полуфабрикат салаки; – салака горячего копчения	По стандартным методикам	ГОСТ 7631-2008 ГОСТ 31339-2006
2	Содержание хлорида натрия: – соленый полуфабрикат салаки; – салака горячего копчения	Титриметрический метод	ГОСТ 7636-1985
3	Насыпная плотность: – соль пищевая; – СОФ	Метод с использованием воронки	по аналогии ГОСТ 19440-1994
4	Массовая доля влаги: – соль пищевая; – СОФ	Термогравиметрический метод	ГОСТ 54729-2011
5	Цветность: – СОФ	Метод оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе (цветовом пространстве) CIE L*a*b	авторская
6	Антимикробная активность: – СОФ	Диско-диффузионный метод определения чувствительности бактерий	МУК 4.2.1890-2004

№ п/п	Наименование показателя	Методы исследования	НТД
7	Коэффициент диффузии: – соль пищевая; – СОФ	Метод фотонной корреляционной спектроскопии	авторская
8	Массовая концентрация жирорастворимых антиоксидантов: – соль пищевая; – СОФ; – соленый полуфабрикат салаки	Амперометрический метод	Авторская (свидетельство об аттестации №120-08,2008 Яшин А.Я., Черноусова Н.И., Федина П.А.)
9	Антиокислительная способность: – соленый полуфабрикат; – салака горячего копчения	Спектрофотометрический метод (степень снижения интенсивности хемилюминесценции)	авторская
10	Органолептические показатели (внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенция): – соленый полуфабрикат салаки; – салака горячего копчения	Органолептический метод	Авторская ГОСТ 7447-2015
11	Отбор проб и подготовка к микробиологическим анализам: – салака мороженая; – соленый полуфабрикат салаки; – салака горячего копчения	По стандартным методикам	ГОСТ 31904-2012
12	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ): – салака горячего копчения	Метод разведений и посев на среду МПА	ГОСТ 10444.15-1994

№ п/п	Наименование показателя	Методы исследования	НТД
13	Определение количества колиформных бактерий, БГКП: – салака горячего копчения	Метод определения по признакам роста на среде Кесслер	ГОСТ 31747 - 2007
14	Определение бактерий <i>Staphylococcus aureus</i> : – салака горячего копчения	Метод посева на агаризированную селективно-диагностическую среду с последующей идентификацией	ГОСТ 31746-2012
15	Выявление наличия сульфитредуцирующих клостридий: – салака горячего копчения	Метод посева в плотные питательные среды	ГОСТ 29185-2014
	Определение бактерий рода <i>Salmonella</i> : – салака горячего копчения	Метод посева в жидкие селективные среды с инкубированием и выявлением бактерий, способных расти на агаризированных дифференциально-диагностических средах	ГОСТ 31659
16	Выявление бактерий <i>Listeria monocytogenes</i> : – салака горячего копчения	Метод посева в жидкие селективные среды с инкубированием и выявлением бактерий, способных расти на агаризированных дифференциально-диагностических средах	ГОСТ 32031-2012

Насыпную плотность образцов СОФ измеряли по аналогии со стандартной методикой, применяемой для определения насыпной плотности металлических порошков [6]. Для измерения были использованы воронки, установленных размеров и параметров (рисунок 2.3.1), а также мерный цилиндр и

штатив. Схема устройства, используемого для определения насыпной плотности образцов СОФ, приведена на рисунке 2.3.2.

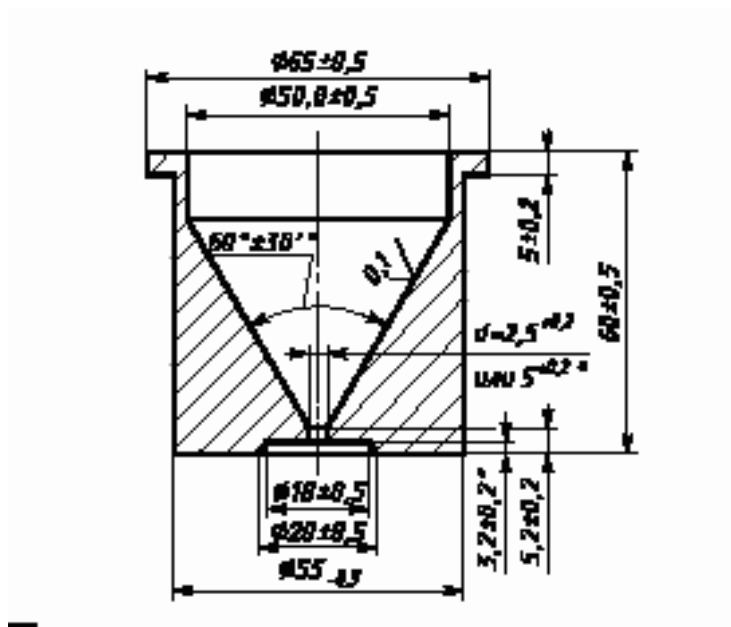


Рисунок 2.3.1 – Параметры воронки, применяемой при исследовании насыпной плотности порошкообразных материалов

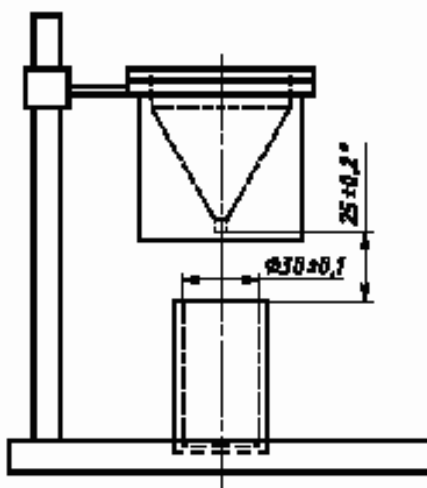


Рисунок 2.3.2 – Схема устройства для измерения насыпной плотности порошкообразных материалов

Базовой характеристикой всех сыпучих материалов является плотность. Существуют понятия истинной и насыпной плотности, которые измеряются в  $\text{г/см}^3$  или  $\text{кг/м}^3$  [46].

Истинная плотность – это отношение массы тела к объему этого же тела в сжатом состоянии, в котором не учитываются зазоры и поры между частицами. Истинная плотность – постоянная физическая величина, которая не может быть изменена [46].

В своем естественном (неуплотненном) состоянии СОФ характеризуется насыпной плотностью. Под насыпной плотностью СОФ понимают количество порошка (СОФ), которое находится в свободно засыпанном состоянии в определенной единице объема [46].

Насыпная плотность СОФ ( $D_{\text{нас.пл.}}$ ) определяется отношением массы свободно засыпанного порошка ( $\text{Масса}_{\text{сып.}}$ ) к объему ( $V_{\text{сосуда}}$ ) по формуле (2.3.1) [46]:

$$D_{\text{нас. пл}} = \frac{\text{Масса сып}}{V_{\text{сосуда}}} \quad (2.3.1)$$

Исследование содержания влаги в соли, обогащенной фитокомпонентами, проводили согласно ГОСТ 54729-2011 «Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли влаги термogrавиметрическим методом» [16]. Эксперимент проводили в пяти повторностях.

Исследование цветности образцов СОФ проводили спектроколориметрическим методом оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе (цветовом пространстве) CIE  $L^*a^*b$  с применением электронного микроскопа SHINY VISION USB Digital microscope MM-2288-5X-S (увеличение 150-180x). Посредством микроскопа были получены значения координат цветности, светлоты, насыщенности и цветового тона.

Исследование физических характеристик СОФ (коэффициент диффузии, интенсивность рассеяния света, размер диффундирующих частиц) проводили методом фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС).

Метод успешно применялся для исследования взаимодействия различных веществ, однако его приемлемость и целесообразность для исследования



процессов пищевой технологии впервые высказана и обоснована Фатыховым Ю.А., Шумановой М.В., Шумановым В.А. [67].

Метод фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) заключается в измерении коэффициента диффузии дисперсных частиц путём анализа динамических флуктуаций интенсивности рассеянного света. ФКС позволяет измерить коэффициент диффузии этих частиц и, соответственно, размер дисперсных частиц, который связан с коэффициентом диффузии [41].

Схема и фото экспериментальной установки для исследования процесса посола мяса сельди методом фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) показана на рисунках 2.3.3-2.3.4.

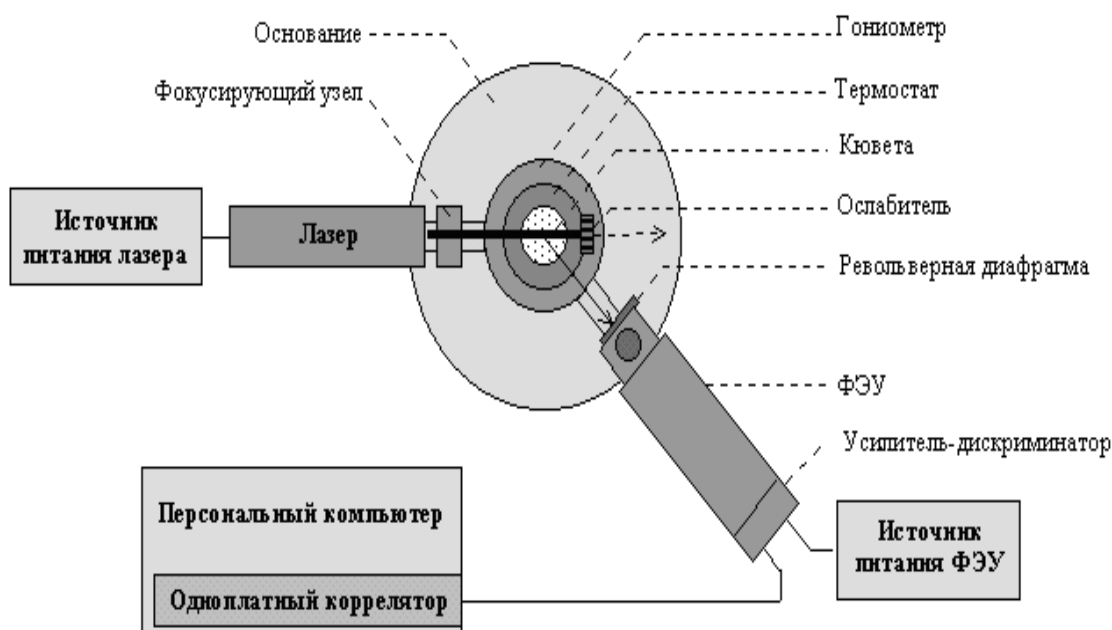


Рисунок 2.3.3 – Схема экспериментальной установки



Рисунок 2.3.4 – Экспериментальная установка исследования коэффициента диффузии методом ФКС

Она включает в себя: источник излучения, кювету с исследуемым веществом, анализатор и коррелятор, принимающие рассеянное излучение через фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) и выводящие полученную информацию на дисплей компьютера. Источником излучения является одномодовый He-Ne лазер ( $W = 15$  мВт;  $\lambda = 632,8$  нм; диаметр луча 100 мкм). Флуктуации интенсивности света, рассеянного на разных дисперсных частицах, регистрировались фотоэлектронным умножителем (ФЭУ), работающим в режиме счета фотонов.

Корреляционная функция вычислялась с использованием 32-битного 282-канального коррелятора «Photocor-FC», подключённого к компьютеру и снабжённого программой Flex 5.3.3. Программа рассчитывала корреляционную функцию рассеяния (временное разрешение  $t = 25$  нс), определяла функцию распределения частиц по размерам и вычисляла коэффициент диффузии из корреляционной функции. Программа рассчитывала коэффициент диффу-

зии с относительной погрешностью не более 5%. Образцы салаки с кожей помещались в кювету из кварцевого стекла, кожей вверх. При исследовании брали полутолщину тела рыбы, из середины тела – от кожи до позвоночника (рисунок 2.3.5).

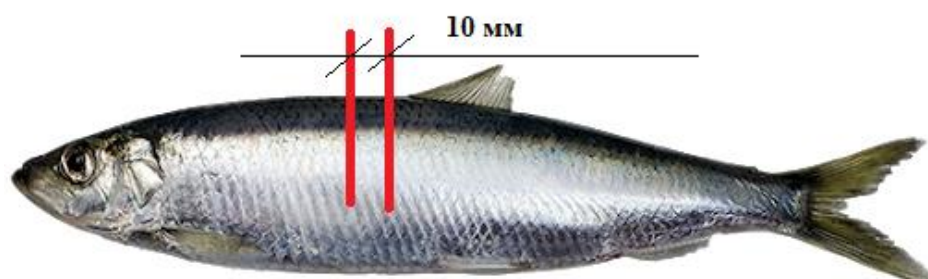


Рисунок 2.3.5 Схема взятия опытного образца тканей салаки для исследования коэффициента диффузии методом фотонной корреляционной спектроскопии

Кювета помещалась в термостат, находящийся на платформе гониометра. Перемещение кюветы по высоте осуществлялось через 1 мм с помощью микрометрического устройства. В каждый фиксированный момент производилось сканирование лазерным лучом кожи и мышечной ткани салаки, по высоте кюветы.

Антиокислительную активность оценивали на анализаторе жидкости Флюорат-2 Панорама, а также на спектрофлюорофотометре Shimadzu RF-5301PC и на спектрофлюорометре Fluorolog FL-1075 с системой TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting) фирмы Horiba Jobin Yvon по степени снижения интенсивности хемилюминесценции.

Применялась скорректированная методика определения антиокислительной активности по хемилюминесцентному определению пероксидных радикалов. [66].

Экстрагирование жирорастворимых веществ из исследуемых образцов соленого полуфабриката салаки проводилось 95 % этиловым спиртом. Перед экстракцией этанол подвергался кипячению в течение 5 минут и нейтрализации 0,05 н раствором КОН. Приготовленный раствор в количестве 50 мл помещался в емкость из темного стекла с притертой пробкой, где уже находилась навеска в количестве 10 г.

Экстракция проводилась в течение 24 часов. Перед определением хемилюминесценции модельные образцы выдерживались при температуре 37 градусов Цельсия в течение 15 минут.

Объем анализируемой пробы в стандартной кювете К 10 равнялся 3 мл. Вещества вносились в кювету в следующем порядке: Трис-буфер, липидная фракция, люминол.

При исследовании хемилюминесценции снимались спектры регистрации хемилюминесценции, регистрировалась интенсивность свечения образцов в условных единицах. Длина волны возбуждения составила 320 нм.

Процесс измерения содержания антиоксидантов в пищевых продуктах из рыбы методом амперометрического титрования представлен на рисунке 2.3.6.

Приготовление элюента и градуировочных растворов галловой кислоты вели согласно аттестованной методике [68]. Растворяли 0,057 г галловой кислоты в небольшом количестве ацетона, затем количественно переносили в мерную колбу и доводили ацетоном до достижения объема в 50 мл. Затем производили разведение полученного раствора галловой кислоты для получения градуировочных растворов с массовой концентрацией 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мг/дм<sup>3</sup>.

При градуировании в качестве элюента служил ацетон ЧДА, постоянно протекающий через коммуникации прибора «ЦветЯуза-01-АА», подкисленный ортофосфорной кислотой.

Поочередно вводили дозы растворов стандартного вещества в прибор, по мере возрастания значения массовой концентрации. Полученный сигнал

фиксируется на экране компьютера в виде пиков. С помощью программного обеспечения рассчитывается площадь полученного пика.

Для получения анализируемой пробы, растирали образцы соленого полуфабриката салаки в ступке с небольшим количеством ацетона. Затем количественно переносили в мерную колбу на 50 мл и доводили ацетоном до метки. Далее постоянно перемешивали на лабораторном встряхивателе в течение 2 часов.

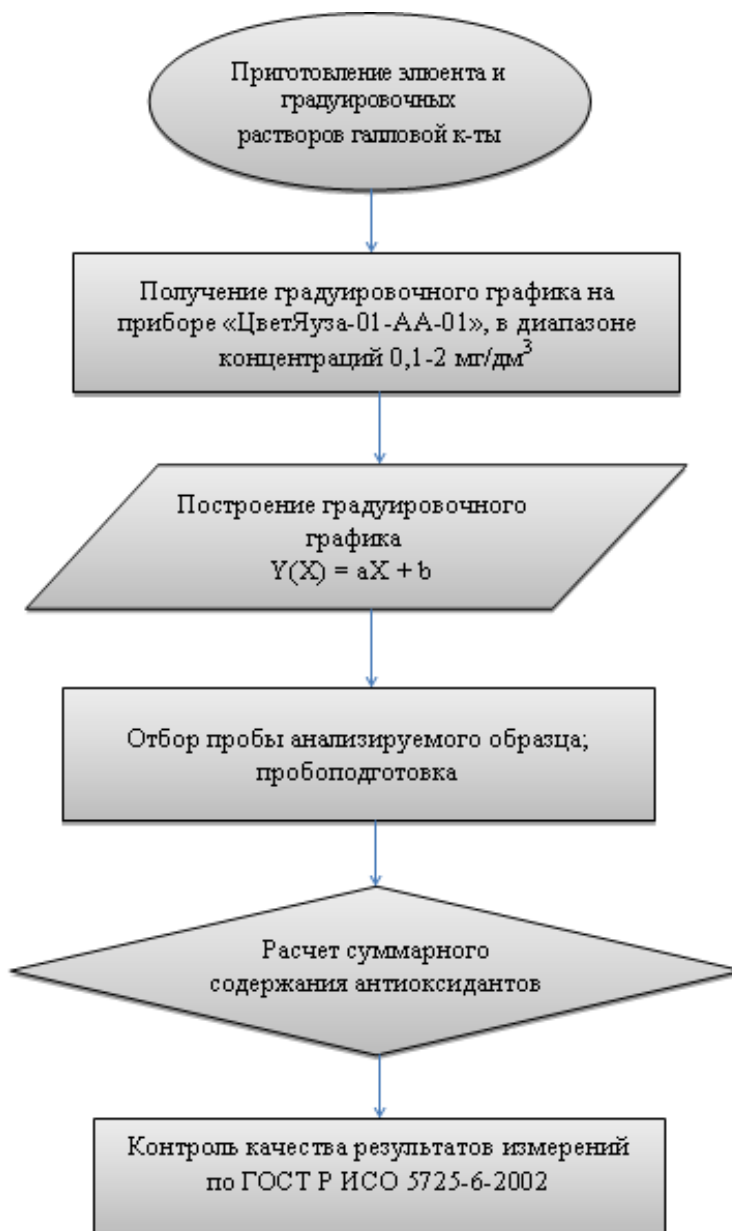


Рисунок 2.3.6 – Алгоритм измерения содержания антиоксидантов в пищевых продуктах из рыбы

Экстракцию жирорастворимых антиоксидантов проводили в течении 24 часов при температуре 18 град. Цельсия.

Дозирование и ввод пробы проводится шестиходным краном (средне-квадратичное отклонение (СКО) дозирования краном менее 0,5 %, а СКО последовательных измерений – менее 5 %). Доза пробы – 50 мкл.

Изучение антимикробной активности СОФ проводили диско-диффузионным методом по аналогии определения чувствительности бактерий к антибиотическим препаратам [48]. Чистые культуры бактерий высевали методом штриха на рыбо-пептонный агар. На штрих засеянной культуры помещали бумажные диски, пропитанные насыщенными посолочными растворами, приготовленные из СОФ. Антимикробную активность оценивали по зоне задержки роста бактериальной культуры вокруг диска. Отсутствие зоны задержки роста принимали за отрицательный результат.

Первичный микробиологический посев включал отбор проб кожи, жабр, мышечной ткани салаки, которые были помещены в пробирки с 10 мл физиологического раствора. Далее из пробирок проводили высев суспензии в количестве 1 мл в стерильные чашки Петри, которые заливали расплавленным рыбо-пептонным агаром (РПА). Посевы термостатировали при температуре 30град. С в течение 5 суток. Идентификация культур бактерий включала изучение их роста на питательном агаре, микроскопию окрашенных препаратов, выявление некоторых физиолого-биохимических признаков (тестирование культур бактерий на подвижность, определение типа дыхания, ферментов цитохромоксидазы, каталазы, биохимической активности в отношении глюкозы).

Для определения микробиологической безопасности сырья и продукции в процессе хранения произведены исследования образцов по нижеперечисленным показателям в соответствии с МУК 4.2.1847-04, ТР ЕАЭС 040/2016, ТР ТС 021/2011. Определение количества мезофильных аэробных и факультативноанаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) производили в соответствии с ГОСТ 10444.15 [4]. Определение количества колиформных бактерий,

БГКП проводили согласно ГОСТ 31747 [11]. *Staphylococcus aureus* определяли согласно ГОСТ 31746 [10]. Выявление наличия сульфитредуцирующих клостридий производили в соответствии с требованиями ГОСТ 29185 [7]. Определение бактерий рода *Salmonella* производилось согласно ГОСТ 31659 [9]. Выявление бактерий *Listeria monocytogenes* производилось по ГОСТ 32031 [13].

Для органолептической оценки соленого полуфабриката салаки была разработана ранговая органолептическая шкала, представленная в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.2 – Органолептическая оценка образцов соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитоконпонентами

Код образца	Внешний вид			Запах			Вкус				Консистенция				
	Общая визуальная привлекательность	Равномерность окраски кожного покрова	Блеск кожного покрова	Запах сырой рыбы	Выраженность запаха чеснока	Выраженность запаха специй	Гармоничность аромата	Вкус сырой рыбы	Соленость	Гармоничность послевкуся	Выраженность привкуса чеснока	Выраженность привкуса специй	Сочность	Нежность	Плотность
1 -															
::															
к.о															
.															
	1 - неприемлемо; 2 - приемлемо; 3 - удовлетворительно; 4 - хорошо; 5 - отлично			«0» - отсутствует; «1» – еле уловим; «2» – слабо выражен; «3» – выражен (интенсивно); «4» – чрезмерно выражен				1 - неприемлемо; 2 - приемлемо; 3 - удовлетворительно; 4 - хорошо; 5 - отлично							

\* к.о. – контрольный образец

Органолептическая оценка соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитоконпонентами трав и специй проводилась с целью оценки приемлемости и предпочтительности органолептического профиля.

Для органолептической оценки салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами, также была разработана специальная пятибалльная шкала. Для объективной оценки, предложенных к дегустации образцов, участникам предоставляли словесное описание органолептических признаков продукции по уровням, соответствующим определенному баллу и позволяющим достоверно определить степень соответствия (таблица 2.3.3).



Таблица 2.3.3 – Бальная шкала органолептической оценки салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами

Наименование показателя	Оценка показателя качества, баллы				
	1	2	3	4	5
<b>Цвет</b>	Цвет поверхности равномерный, золотисто-желтый, цвет мышечной ткани золотисто-серый, с оттенками от розового до розово-оранжевого	Цвет поверхности равномерный, золотисто-желтый. Цвет мышечной ткани имеет оттенка серого	Цвет поверхности темно-золотистый неравномерный или цвет поверхности светло-золотистый, ближе к серебристому, цвет мышечной ткани серый	Цвет поверхности неравномерно золотистый с медным оттенком или серебристый, цвет мышечной ткани серый	Цвет поверхности серебристый с едва заметным оттенком золотистого или же цвет поверхности имеет темно-коричневую неравномерную окраску, цвет мышечной ткани серый, неаппетитный
<b>Консистенция</b>	Плотная и одновременно сочная	В меру плотная, сочная	Расслаивающаяся, суховатая	Очень легко расслаивается по миосептам, сухая	Мажущаяся
<b>Вкус и аромат</b>	Свойственный, характерный для копченой рыбы. Гармоничный букет, сбалансированный, ярко выраженный вкус ФК. Послевкусию сладковатое	Свойственные, характерные для копченой рыбы. Достаточно приятные, но не ярко выраженные признаки присутствия ФК или явное преобладание одного из ФК	Легкий запах начальной стадии окисления жира, резкий неприятный запах копчения, наличие ФК не ощущается или чрезмерно проявлено	Запах окисления жира, резкий неприятный запах копчения или отсутствие копильного вкуса и аромата. Аромат и вкус ФК не гармонирует со вкусом рыбы, выражен резко	Несвойственные, нехарактерные для рыбы горячего копчения: присутствуют запахи сырости, плесени, окислившегося жира, гниения, неприятные, посторонние вкусы

\* ФК – фитоконпоненты

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1 Обоснование выбора рыбного сырья

Промысел салаки в водах Балтийского моря (рисунок 3.1.1), в основном зависел от потребностей страны, конъюнктуры рынка, а также уровня технического прогресса, кроме этого промысел динамично развивался [62].

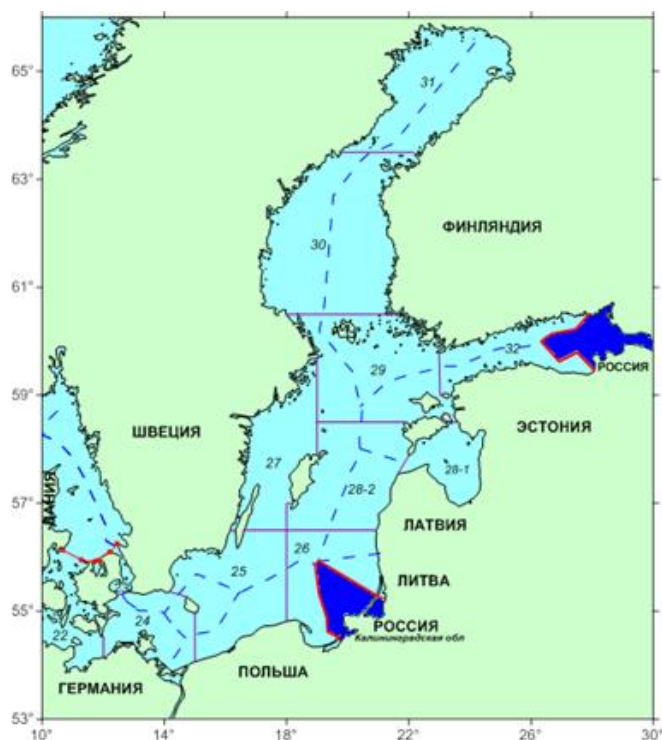


Рисунок 3.1.1 – Карта Балтийского моря (22-32 – подрайоны ИКЕС)

По данным Атлантического филиала ВНИРО от 2021 года, рыболовный промысел в Балтийском море нацелен на такие промысловые виды водных биологических ресурсов, как:

- треска,
- сельдь балтийская (салака),
- шпрот (килька)
- камбаловые.

Динамика нерестовой биомассы представлена на рисунке 3.1.2.

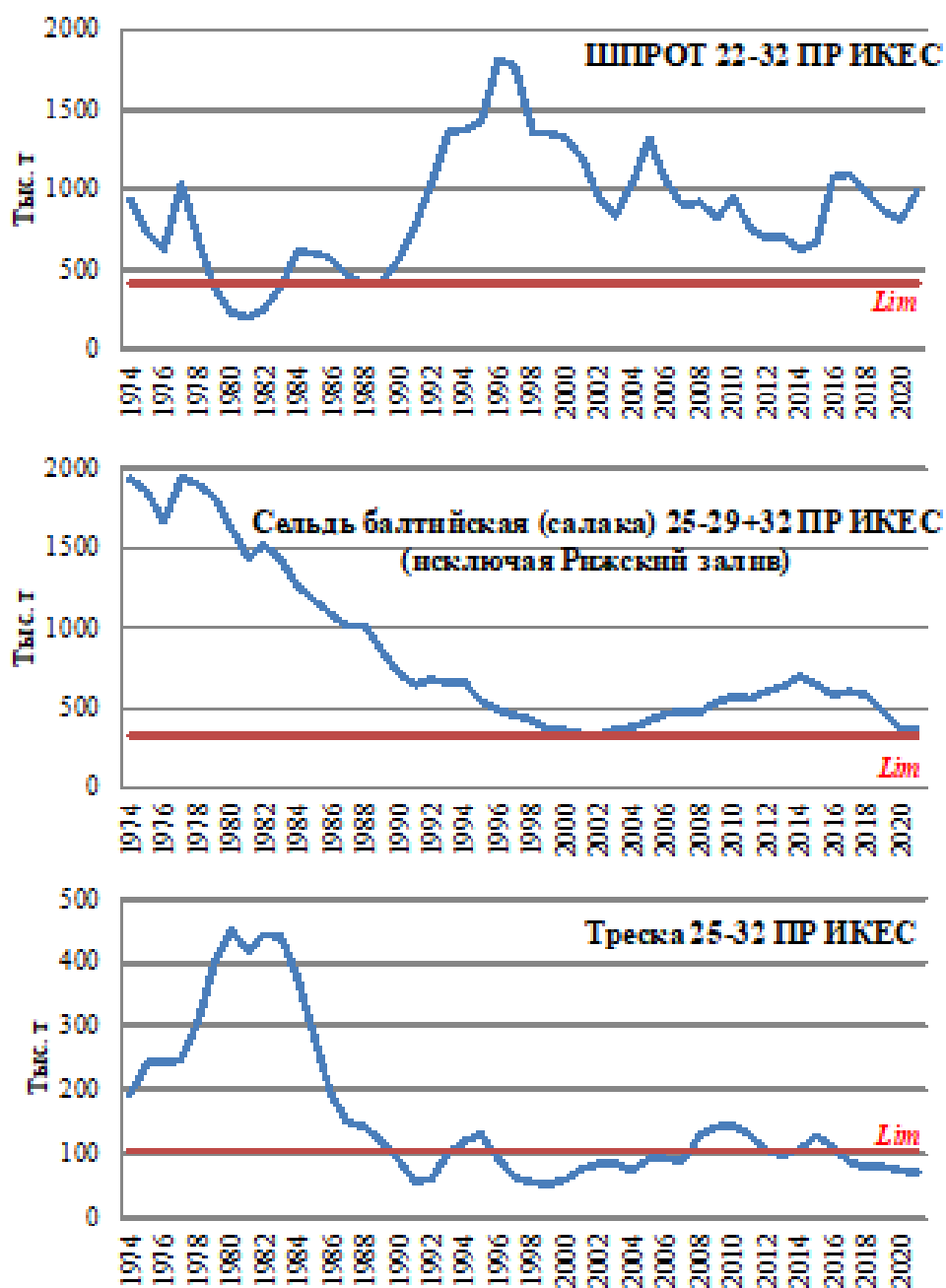


Рисунок 3.1.2 – Нерестовая биомасса шпрота, сельди и трески в Балтийском море (по данным Рабочей группы ИКЕС WGBFAS 2021)

До 50-х годов промысел салаки носил прибрежный местный характер. Лов осуществлялся преимущественно в период нереста различными стационарными орудиями лова – ловушками, ставными сетями, а также тягловыми неводами. К началу 50-х годов на побережье начал стремительно развиваться лов ставными неводами. Данный вид промысла оказался довольно успеш-

ным, и как следствие, в эти годы выставлялось до 15 неводов, а уловы были наивысшими и достигали 800 т за сезон [63].

Современный траловый промысел салаки осуществляется круглый год и существенно зависит от конъюнктуры рынка [63]. Тралами вылавливается порядка 95 % салаки.

Второе место по величине вылова в Балтийском море занимает Сельдь балтийская (салака). По данным исследований АтлантНИРО, величина запаса сельди в Центральной Балтике снизилась и приблизилась к границе ее предельной величины, по состоянию на июль 2021 года, но все таки, остается в биологически безопасных пределах. В ближайшее время следует ожидать некоторое снижение объемов ее добычи [1].

Специализированный промысел балтийской сельди (салаки) суда ведут обычно в III квартале, доля которого в уловах в период наблюдений составила около 86 %. Средний улов составил 1326,9 кг (в 2020 году средний улов составлял 926,9 кг), уловы на 1 час траления колебались от 722,5 до 2228,6 кг. Размерный состав особей составил 8,5-31,0 см, модальная группировка – 17,0-19,0 см. Основу улова составили рыбы прибрежной весеннерестующей сельди, которая мигрировала для нагула в открытое море после нереста в Калининградском (Вислинском) заливе [1].

Физиологическое состояние сельди балтийской, как и в предыдущие годы, характеризовалось преобладанием в уловах посленерестовых особей. Все рыбы питаются, ожирение внутренних органов на среднем уровне [1].

Важным условием сохранения качества сырья является учет показателей продолжительности траления, выгрузки улова на борт, транспортировки улова на берег. Посленерестовые особи обладают высокой ферментативной активностью и малой стойкостью при хранении в свежем виде.

Запас сельди балтийской (салаки) эксплуатируется всеми прибалтийскими странами. Общий вылов салаки в 2020 г. составил 177 тыс. т, что на 13 % ниже уровня 2019 г. при среднем многолетнем за период 1977–2020 гг. –

193 тыс. т. Освоение квоты странами ЕС в последние годы близко к 100%. Объем добычи по основным показателям представлен в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Объем добычи сельди балтийской (салаки) странами ЕС прибалтийского региона и России в 2020 г.

Страна	Объем добычи, %
Швеция	25,6
Финляндия	18,0
Польша	20,3
Эстония	9,6
Россия	14,7

Вылов салаки в России в 2020 г. достиг исторического максимума и составил 26,0 тыс. т (освоение национальной квоты 89,5 %) или 14,7 % общего вылова сельди Центрального запаса.

Кроме того, что сельдь балтийская (салака) является одной из главных промысловых рыб Балтийского региона, она также представляет ценность с технологической точки зрения.

Подробный химический состав салаки приведен в таблицах 3.1.2 – 3.1.6.

Таблица 3.1.2 – Химический состав сельди балтийской, г на 100 г [65]

Наименование рыбного сырья	Показатели, г на 100 г				
	Белки	Жиры	Углеводы	Вода	Минеральные вещества
Салака осеннего вылова	17,0	6,3	–	75,4	1,3
Салака весеннего вылова	17,7	3,0	–	77,6	1,7

Таблица 3.1.3 – Аминокислотный состав белков сельди балтийской, мг на 100 г [65]

Наименование аминокислоты	Суточная норма	Содержание в сельди балтийской	% от нормы
Незаменимые аминокислоты			
Лизин	5000	1590	31,80
Метионин	4000	540	13,50
Триптофан	1000	180	18,00
Валин	4000	870	16,50
Лейцин	6000	1360	21,75
Изолейцин	4000	650	16,25
Треонин	3000	770	25,67
Фенилаланин	4000	1210	30,25
Заменимые аминокислоты			
Пролин	5000	530	10,60
Аланин	3000	1140	38,00
Аспарагиновая кислота	6000	1830	61,00
Глицин	3000	880	29,33
Тирозин	4000	530	13,25
Глутаминовая кислота	16000	1540	9,62
Цистин	3000	220	7,33
Серин	3000	700	23,33

Таблица 3.1.4 – Содержание жирных кислот в липидах сельди балтийской, г на 100 г рыбы [65]

Наименование	Содержание в сельди балтийской
Сумма липидов	6,30
Насыщенные (НЖК)	
В том числе:	
Миристиновая кислота	0,47
Пальмитиновая кислота	1,42
Маргариновая кислота	0,01
Стеариновая кислота	0,12
Арахидиновая кислота	0,01
Мононенасыщенные (МНЖК)	
В том числе:	
Пальмитолеиновая кислота	0,84
Олеиновая кислота	1,51
Гадолеиновая кислота	0,08
Эруковая кислота	0,09

Наименование	Содержание в сельди балтийской
Полиненасыщенные (ПНЖК)	
В том числе:	
Линолевая кислота	0,22
Линоленовая кислота	0,16
Октадекатетраеновая кислота	0,07
Арахидоновая кислота	0,05
Докозапентаеновая кислота	0,30
Докозагексаеновая кислота	0,04
Эйкозапентаеновая кислота	0,30

Таблица 3.1.5 – Содержание витаминов в сельди балтийской, мг на 100 г [65]

Наименование витамина	Суточная норма, мг	Содержание в сельди балтийской, мг на 100 г рыбы
Витамин А	1,00	30,00
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин)	1,50	0,12
Витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин)	1,80	0,15
Витамин С	90,00	0,40
Витамин Е	15,00	0,70
Витамин РР (ниациновый эквивалент)	20,00	4,80

Таблица 3.1.6 – Содержание микро- и макроэлементов в сельди балтийской [65]

Наименование микро-/ макроэлемента	Суточная норма	Содержание в сельди балтийской	% от суточной нормы
Микроэлементы, мкг на 100 г рыбы			
Железо	18000	1000	5,55
Цинк	12000	1350	11,25
Йод	150	50	33,33
Медь	1000	160	16,00
Марганец	2000	90	4,50
Хром	50	56	112,00
Фтор	4000	430	10,75
Молибден	70	4	5,71
Кобальт	10	25	250,00
Никель	–	6	–

Макроэлементы, мг на 100 г рыбы			
Кальций	1000	20	2,00
Магний	400	20	5,00
Натрий	1300	70	5,38
Хлор	2300	165	7,17
Сера	1000	150	15,00

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что салака – это высокобелковая, средне жирная рыбы, которая является источником йода, цинка и фтора и витамина А.

Анализ аминокислотного состава белков салаки показывает, что они являются полноценными, т. к. содержат все незаменимые аминокислоты (33-35% от общего количества аминокислот).

Поскольку сельдь балтийская обладает высокой ферментативной активностью и малой стойкостью при хранении в свежем виде, необходимым является нахождение путей сохранения качества сырья. В настоящее время ведущие рыбодобывающие и рыбообрабатывающие компании Калининградской области уделяют большое внимание технологии хранения пойманной рыбы и обеспечивают ее транспортировку до рыбоперерабатывающих производств, с сохранением качества сырья, однако поиск новых видов технологий переработки сельди балтийской является актуальным направлением исследований.

### 3.2 Обоснование выбора растительного сырья

Научные исследования, а также практический опыт, свидетельствует о том, что, не применяя биологически активные вещества натурального происхождения, невозможно обеспечить потребности человеческого организма в эссенциальных веществах. Опираясь на это, большое внимание уделяется разностороннему изучению и последующему использованию растительного сырья, имеющего пищевое значение.



Довольно сложный химический состав и многовекторность положительных свойств, которые проявляет каждый фитокомпонент в организме человека, позволяют разрабатывать обширный ассортимент обогащенных продуктов здорового питания, но кроме этого, БАВы растений также оказывают положительное влияние и на сам изготавливаемый продукт, в части увеличения сроков годности и придания улучшенных технологических характеристик.

Чеснок выращивается во многих регионах мира, в которых нет экстремальных климатических условий. Крупнейшим производителем чеснока является Китай, который, по данным статистики, составляет 75% от прогнозируемого мирового производства 15 000-16 000 тонн. Другие производители - Индия (4%), Южная Корея (2%), Россия (1,6%) и Соединенные Штаты (1,4%). В Соединенных Штатах большая часть продукции сосредоточена вокруг Гилрой в Калифорнии, которая называет себя «Чесночной столицей мира». Однако с развитием Силиконовой долины и последующим ростом строительства это положение быстро меняется.

Аромат и флэйвор чеснока выделяются при измельчении или переработке. Когда клетки разрушаются, присутствующий аллиин разрушается при контакте с ферментами алиназой, с образованием серосодержащего соединения аллицина. Это соединение нестабильно, оно далее распадается на более простые серосодержащие летучие соединения, такие как диаллилдисульфид и другие сульфиды.

Чесночное масло желтовато-коричневого цвета. Он обладает сильным и резким ароматом, который может быть неприятным из-за его высокой концентрации; Он должен быть соответствующим образом разбавлен при использовании в пищевых продуктах. Составные части масла составляют около 60% диаллилдисульфида и 20% диаллилтрисульфида, со следами аллиина и аллицина. Характерный аромат чеснока может быть получен из диаллилдисульфида.

Чесночное масло встречается в виде прозрачной желтой или красно-оранжевой жидкости с сильным едким запахом и ароматом, характерным для

чеснока. Оно растворимо в большинстве фиксированных масел и в минеральном масле, но не растворимо в глицерине, пропиленгликоле и этиловом спирте. Жирнокислотный состав липидов чеснока представлен в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Жирнокислотный состав липидов чеснока [81]

Жирная кислота	Содержание, %			
	Общие липиды	Нейтральные липиды	Гликолипиды	Фосфолипиды
Каприновая (декановая) кислота	0,5	1,0	0,7	менее 0,5
Лауровая (додекановая) кислота	0,5	0,5	2,8	1,0
Миристиновая (тетрадекановая) кислота	менее 0,5	менее 0,5	1,7	менее 0,5
Пальмитиновая (гексадекановая) кислота	24,6 ± 0,6	13,8 ± 0,4	21,0 ± 1,1	26,6 ± 0,8
Стеариновая (октадекановая) кислота	менее 0,5	менее 0,5	0,9 ± 0,2	0,5 ± 0,1
Олеиновая (октадеценная, цис-, транс-) кислота	3,1 ± 0,7	6,6 ± 0,4	6,0 ± 0,3	3,5 ± 0,2
Линолевая (октадекадиеновая) кислота	64,8 ± 0,8	64,3 ± 1,0	28,5 ± 2,0	64,1 ± 0,8
Линоленовая (октадекатриеновая) кислота	5,7 ± 0,5	9,5 ± 0,3	37,5 ± 2,6	4,0 ± 0,4
Общее содержание ненасыщенных жирных кислот	72,6	80,4	72,0	71,6

Состав жирных кислот общих липидов и компонентных фракций показал, что пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты составляли основные жирные кислоты; каприновая, лауриновая, миристиновая и стеариновая кислоты составляли около 6% во всех липидных фракциях. Ненасыщенные жирные кислоты вместе составляли 72-80%, и среди них линолеат преобладал в общих липидах, а также во фракциях нейтральных и фосфолипидов [81].

Препараты из чеснока являются противогнилостными и противогнойными средствами. Чеснок содержит большое количество полезных лекар-

ственных веществ, также обладает антибиотическими свойствами, антисептическим, антипаразитарным, противогнилостным, мочегонным, глистогонным, сердечным средством, повышает аппетит, участвует в регуляции функциональной деятельности желудочно-кишечного тракта [97]. Селен, который содержится в чесноке, захватывает свободные радикалы и таким образом уменьшает поражающее действие радиации на организм.

В состав чеснока входят вещества, которые составляют физиологическую антиоксидантную систему. Большое значение среди них имеют фенольные соединения, в молекулах которых бензольные кольца связаны между собой цепочкой из трех углеродных атомов. Самым важным свойством многих фенольных соединений является их участие в окислительно-восстановительных реакциях, при этом осуществляется переход из гидроксидной в оксиформу. Благодаря этой способности все соединения фенольного комплекса растений имеют ярко выраженную антиокислительную активность [44].

Благодаря особенному химическому составу, чеснок целесообразно применять в технологии рыбных продуктов с целью придания изделию улучшенных пищевых свойств и защиты от микробиологической порчи при хранении.

Куркума является отличным природным антибиотиком. В отличие от синтетических препаратов пряность-лекарство не оказывает ухудшающего воздействия желудочно-кишечный тракт и не подвергает разрушению клетки печени. При употреблении куркумы повышается активность кишечной флоры и улучшается пищеварение. Она обладает рядом действий: желчегонным, протиаллергическим действием, останавливает кровотечение, способствует заживлению ран. Лекарственные свойства растения разнообразны. Оно применяется при ожогах, болезнях желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, астме, при отравлениях химикатами. Куркума – сильный антиоксидант, сравнимый с витаминами С и Е, и облада-

ет противовоспалительными свойствами, укрепляет память, помогает предотвратить болезнь Альцгеймера [42, 100].

Куркума (*Curcuma Longa*) содержит в своем составе два активных компонента - эфирное масло и куркуминоиды, и оба они присутствуют в олеорезине, извлеченной из корня куркумы. Эфирные масла состоят в основном из сесквитерпенов, многие из которых специфичны для рода *Curcuma*. Аромат этой специи в основном происходит от  $\alpha$ - и  $\beta$ -турмеронов и ароматического турмерона ( $\alpha$ -турмерон) [69].

Куркумин – это основное биологически активное вещество куркумы, он является гидрофобным полифенолом. Считается, что куркумин играет важную роль при неврологических расстройствах. Куркумин обладает антиоксидантным и противовоспалительным действиями [96].

Куркуминоиды обладают мощной антиоксидантной активностью, что было продемонстрировано во многих химических тестах *in vitro* и в нескольких исследованиях *in vivo*. Антиоксидантная активность и возможности куркуминоидов были изучены Jayaprakasha et al. с помощью *in vitro* модельная система, такой как метод перекисного окисления фосфомолибдена и линоевой кислоты. Эти соединения могут использоваться в пищевых системах для увеличения срока хранения благодаря их хорошей антиоксидантной способности [82,83].

Капсаицин, который входит в состав паприки обладает следующими функциональными свойствами:

- нормализует артериальное давление,
- обладает фунгицидным и антисклеротическим действием,
- создает «защитный барьер» против раковых клеток,
- способствует разжижению крови и препятствует образованию тромбов.

Для людей с пониженной кислотностью желудочного сока острый перец улучшает пищеварение и помогает усваивать полезные вещества. Перец

незаменим для профилактики кишечных инфекций. Помимо того, капсаицин увеличивает скорость обмена веществ.

В составе красного перца присутствуют и витамины (С (аскорбиновая кислота), Е, А, В1, В2, В6, РР, К), холин, фолиевая и пантотеновая кислоты; селен, медь, цинк, марганец, железо, фосфор, кальций [49].

Паприка (*Capsicum annuum L.*) содержит в своем составе каротиноиды, хлорофилл, полифенолы, танины, флавоноиды и т.д. Антиоксидантная способность в мкМ Trolox эквивалента / г сухого вещества составила ( $24,34 \pm 2,36$ ), методом FRAP ( $27,08 \pm 2,4$ ) и методом CUPRAC ( $70,99 \pm 7,11$ ). Этилольные экстракты паприки показали более низкие значения антиоксидантной активности, чем водные [80, 82, 83].

Химический состав растения зверобой изучен относительно хорошо. Трава зверобоя содержит в своем составе дубильные вещества (до 13%), эфирное масло, в состав которого входят цинеол, лимонен,  $\beta$ -пинен, изовалериановая кислота, гераниол,  $\beta$ -кариофиллин, окись кариофиллина, спатуленол,  $\alpha$ -пинен [56, 57, 73].

Также определяются стероиды, тритерпеновые сапонины, алкалоиды, витамины С, Е, кумарины, флавоноиды, антрахиноны (гиперицин), антибиотик гиперфорин. Определены также бисантаквионные гликозиды – гликопиранозид, арабинофуранозид, ксилопиранозид [2, 105]. Листья зверобоя содержат до 2% рутина, цветки эфирное масло, каротиноиды, смолы. Растение концентрирует соли Mo, Se, Cd [56, 57].

Экстракты зверобоя проявили антиоксидантную активность. В случае оценки методом DPPH результаты находились в диапазоне 2,42–4,37 мг Trolox эквивалента / г сухого вещества, что соответствует 53,89–91,98% активности по методу TRTP (общей способности к улавливанию радикалов). Наивысшие результаты были получены для образцов, экстрагированных в течение 60 минут, при этом антиоксидантная активность большинства из них превышала 4,00 мг Trolox эквивалента / г сухого вещества [92].

Антиоксидантную активность зверобой проявляет, благодаря флавоноидам и фенольным кислотам, тогда как флороглюцинолы и нафтодиантроны не обладают значительной активностью [88].

Флавоноидный состав ноготков (календулы лекарственной), в соответствии с литературными данными, оказался довольно спорным [40, 45]. Так, по одному из литературных источников [58], превалирующим компонентом является рутин, а по данным другой работы – диглюкозидизорамнетина.

Лечебные свойства календулы лекарственной основаны на содержании в сырье комплекса БАВ: каротина (провитамина А), стеринов, тритерпеноидов, флавоноидов, эфирных масел, кумаринов, макро- и микроэлементов. Ниже приведены данные о содержании и составе БАВ как в цветках, так и в других частях растения календулы [40].

Календула лекарственная (*Caléndula officinalis*) – травянистое растение, вид рода Календула семейства Астровые (*Asteraceae*). Натурализировано и культивируется повсеместно в умеренном климате Европы, Азии и Австралии. Общее содержание антиоксидантов, полифенолов и флавоноидов и концентрация кверцетина в 2 % экстракте составляли  $2353,4 \pm 56,5$  мкМ,  $313,40 \pm 6,52$  мг / г,  $76,66 \pm 23,24$  мг / г и  $19,41 \pm 4,34$  мг / л соответственно [70, 84].

Таким образом, такое растительное сырье, как куркума (*Curcuma Longa*), календула лекарственная (*Caléndula officinalis*), зверобой (*Hypericum perforatum* L.), паприка (*Capsicum annuum* L.), может быть использовано как источник антиоксидантов в продуктах питания. Особенно актуальным является применение антиоксидантов, когда речь идет о сохранении нестойких липидов жирных рыб таких семейств, как Сельдевые (*Clupeidae*). Обширный видовой состав растений позволяет обогатить пищевые продукты красящими, антиокислительными, вкусо-ароматическими и антисептическими веществами. На основе этих видов сырья необходимо составление рецептуры обогащенной соли, обладающей высокими органолептическими свойствами, а также способностью ингибировать бактериальную и ферментативную порчу.

### 3.3 Математическое моделирование состава и свойств СОФ

Согласно нормативным документам, регламентирующим качественные характеристики соли [15], содержание влаги в пищевой соли не должно превышать 0,7 %, в зависимости от сорта и способа получения соли, в тоже время, массовая доля влаги соли с добавками не должна превышать 1 % [15].

Поскольку в рецептурный состав соли, обогащенной фитоконпонентами, входит сырой чеснок, который может повлиять на физические и технологические свойства, было принято решение о математическом моделировании состава соли.

Три фактора оказывают наибольшее влияние на состав и свойства СОФ:

- содержание соли пищевой 1 сорта;
- содержание сырого чеснока;
- содержание трав и специй, сухих порошкообразных.

В качестве зависимой переменной рассматривалось содержание влаги в обогащенной соли.

На начальном этапе применялся дробный факторный план  $2^3$  для того, чтобы сделать вывод об адекватности модели первого порядка. По результатам моделирования оказалось, что эта модель оказалась адекватной только для некоторой области значения факторов и неадекватной для всех значений. Поэтому было принято решение применить центральный композиционный план и применить модель второго порядка.

В данном математическом планировании эксперимента применяли ротатбельный центральный композиционный план, для которого дисперсия отклика является константой во всех точках, одинаково удаленных от центра плана.

Пусть фактор А – это содержание соли пищевой первого сорта, г, фактор В – содержание сырого чеснока, г, а фактор С – содержание сухих порошкообразных трав и специй, г.

В таблице 3.3.1 представлены исходные факторы, а в таблице 3.3.2 – исходные данные построения ЦКП

Таблица 3.3.1 – Факторы планирования эксперимента в ЦКП

Зависимые факторы	Независимые факторы
Содержание влаги в обогащенной соли, %	А - содержание пищевой соли, г
	В – содержание сырого чеснока, г
	С - содержание трав и специй, г

Таблица 3.3.2 – Пределы и интервалы варьирования факторов

Фактор	Уровень			Интервал варьирования
	- 1	0	+ 1	
А	85	90	95	5
В	6,8	7,3	7,8	0,5
С	2,2	2,8	3,4	0,6

Планирование эксперимента осуществляли при помощи программы STATISTICA 13 En компании-разработчика StatSoft.

Результаты планирования эксперимента представлены на рисунке 3.3.1.

Standard Run	2**(3) central composite, nc=8 ns=6 n0=2 Runs=16 (No active dataset)		
	содержание соли	содержание чеснока	содержание трав и специй
1	85,00000	6,800000	2,200000
2	85,00000	6,800000	3,400000
3	85,00000	7,800000	2,200000
4	85,00000	7,800000	3,400000
5	95,00000	6,800000	2,200000
6	95,00000	6,800000	3,400000
7	95,00000	7,800000	2,200000
8	95,00000	7,800000	3,400000
9	81,59104	7,300000	2,800000
10	98,40896	7,300000	2,800000
11	90,00000	6,459104	2,800000
12	90,00000	8,140896	2,800000
13	90,00000	7,300000	1,790924
14	90,00000	7,300000	3,809076
15 (C)	90,00000	7,300000	2,800000
16 (C)	90,00000	7,300000	2,800000

Рисунок 3.3.1 План эксперимента по моделированию состава и свойств СОФ в натуральном выражении

Из рисунка 3.3.2 следует, что статистически значимыми эффектами, имеющими уровень  $p < 0,05$ , являются два квадратичных члена – содержание соли и содержание чеснока.



Effect Estimates; Var.: содержание влаги; R-sqr=.95685; Adj.:.89212 (2\*\*(3) central composite, nc=8 ns=6 n0=2 Runs=16 ((No active da  
3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=.0157309

DV: содержание влаги

Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	0,944908	0,088427	10,68570	0,000040	0,728534	1,161282	0,944908	0,088427	0,728534	1,161282
(1)содержание соли(L)	-0,642290	0,067878	-9,46238	0,000079	-0,808383	-0,476198	-0,321145	0,033939	-0,404191	-0,238099
содержание соли(Q)	0,454475	0,082415	5,51450	0,001495	0,252814	0,656136	0,227238	0,041207	0,126407	0,328068
(2)содержание чеснока(L)	0,212713	0,067878	3,13373	0,020228	0,046620	0,378805	0,106356	0,033939	0,023310	0,189402
содержание чеснока(Q)	0,105871	0,082415	1,28462	0,246289	-0,095790	0,307533	0,052936	0,041207	-0,047895	0,153766
(3)содержание трав и специй(L)	-0,032192	0,067878	-0,47425	0,652086	-0,198284	0,133901	-0,016096	0,033939	-0,099142	0,066950
содержание трав и специй(Q)	0,082183	0,082415	0,99719	0,357171	-0,119478	0,283845	0,041092	0,041207	-0,059739	0,141922
1L by 2L	0,017500	0,088687	0,19732	0,850090	-0,199510	0,234510	0,008750	0,044344	-0,099755	0,117255
1L by 3L	0,038500	0,088687	0,43411	0,679385	-0,178510	0,255510	0,019250	0,044344	-0,089255	0,127755
2L by 3L	0,032500	0,088687	0,36646	0,726600	-0,184510	0,249510	0,016250	0,044344	-0,092255	0,124755

Рисунок 3.3.2 – Таблица дисперсионного анализа

При использовании дополнительного теста, значение р имеет значение больше 0,05. Вследствие этого, модель второго порядка представляется адекватной для описания функции отклика.

Согласно карте Парето (рисунок 3.3.3) квадратичные члены модели дают значимые эффекты. Соответствующие им отклики пересекают вертикальную линию 95% - доверительную вероятность.

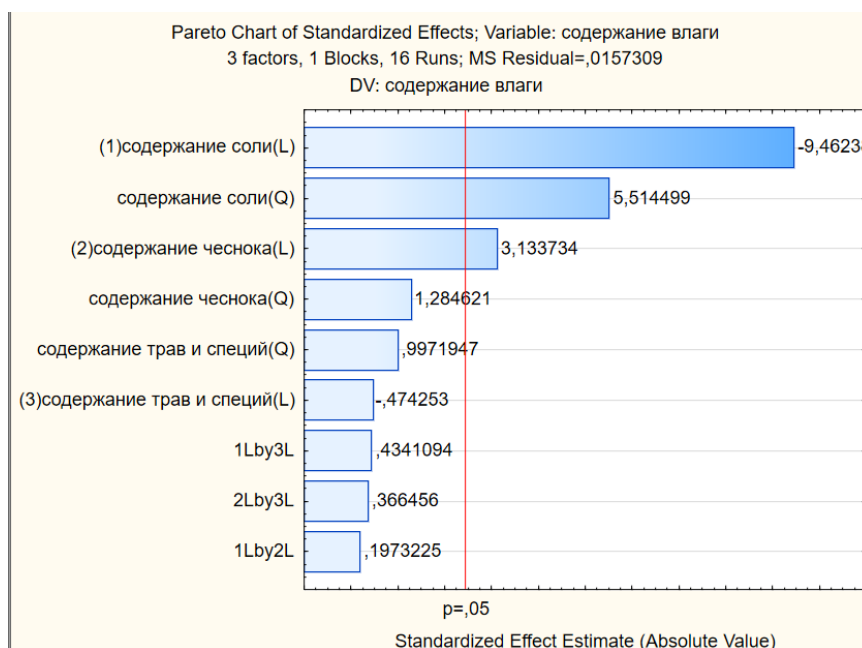


Рисунок 3.3.3 – Карта Парето

Определение области значений факторов, в которой содержание влаги будет минимальным, представлено в виде поверхности отклика (рисунки 3.3.4-3.3.6).

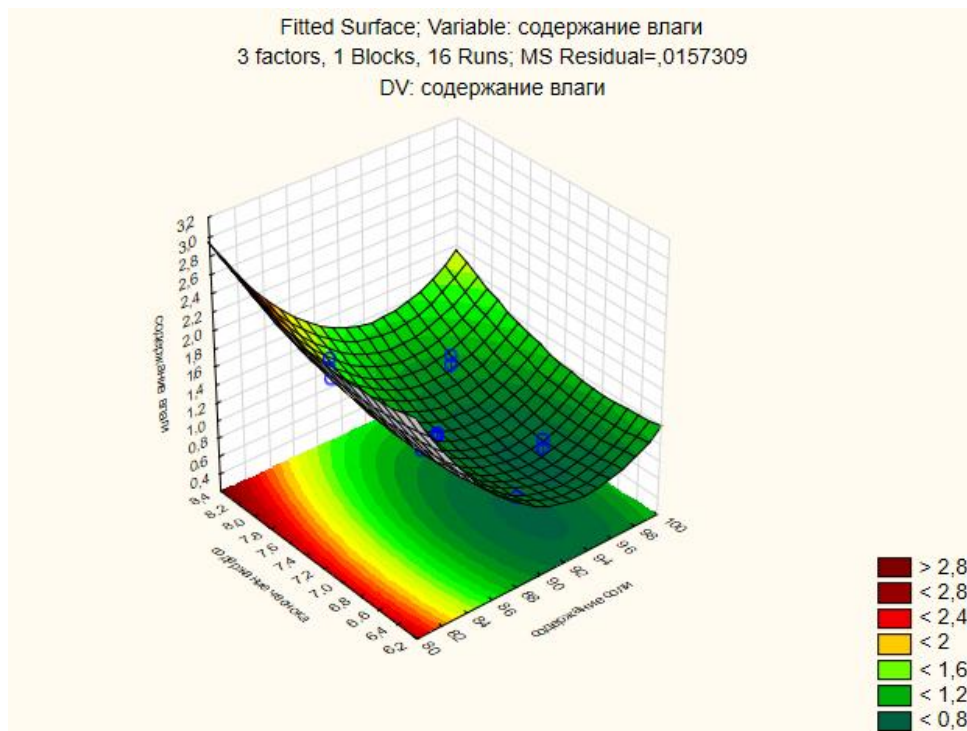


Рисунок 3.3.4 – График поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания соли и чеснока

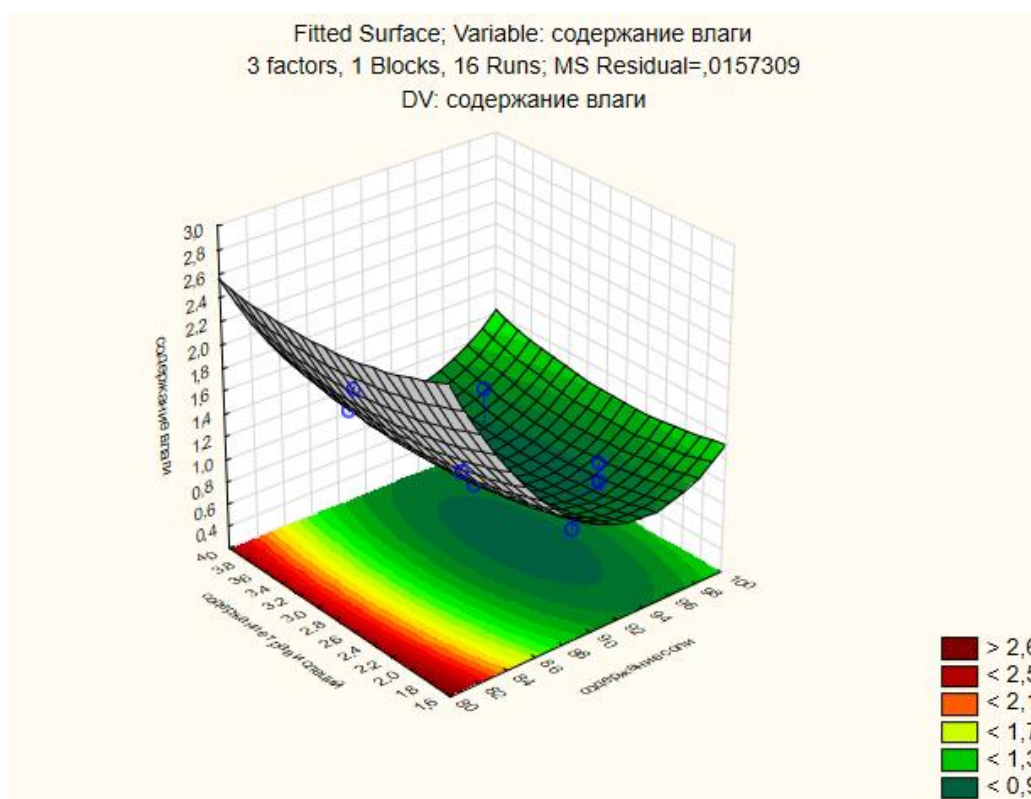


Рисунок 3.3.5 – График поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания соли и трав и специй

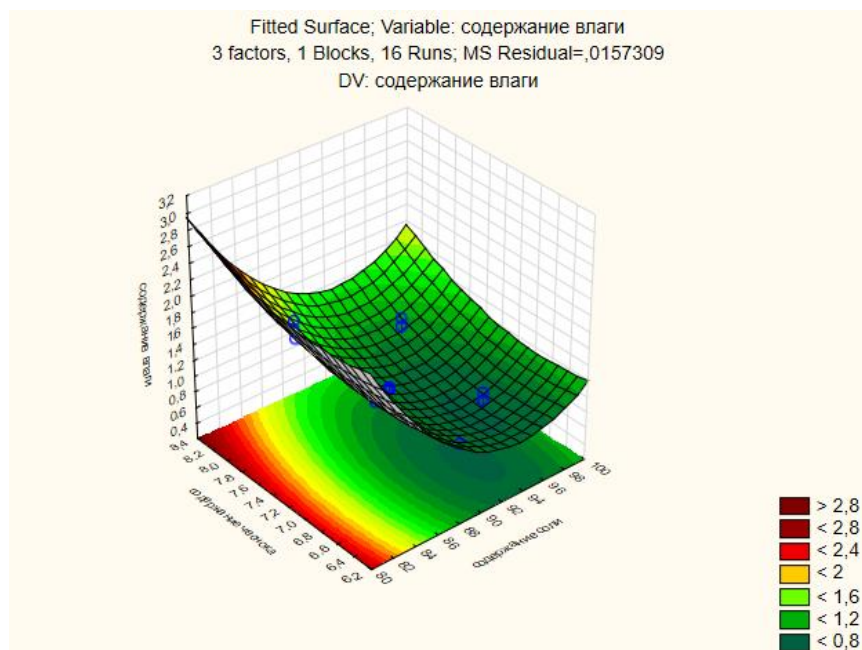


Рисунок 3.3.6 – График поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания чеснока и трав и специй

Для более детального рассмотрения области минимума целесообразно рассматривать контурные графики (рисунок 3.3.7 – 3.3.9). На графике показаны линии уровня поверхности.

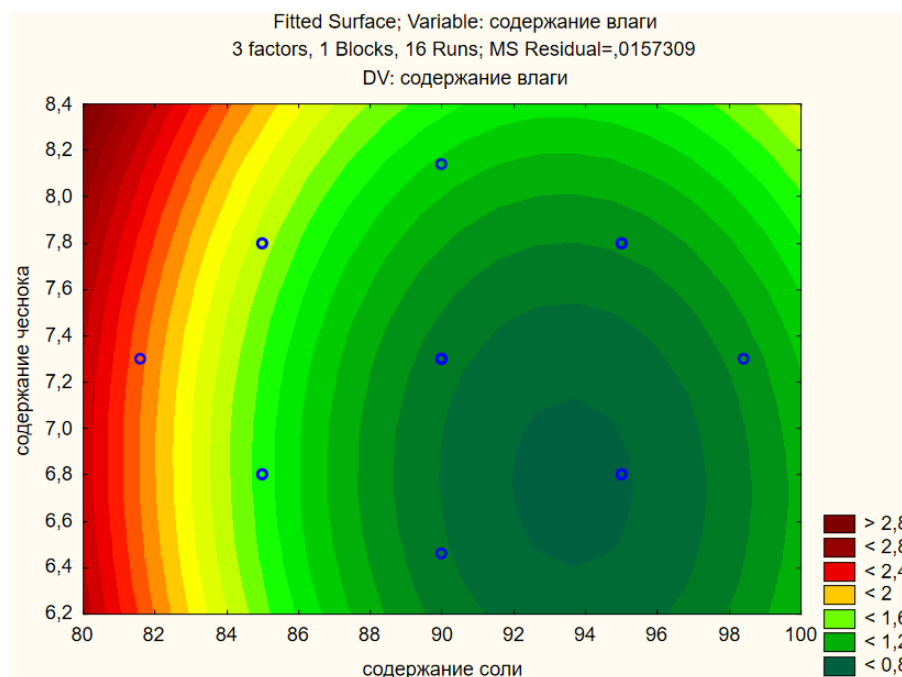


Рисунок 3.3.7 – Контурный график поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания соли и чеснока

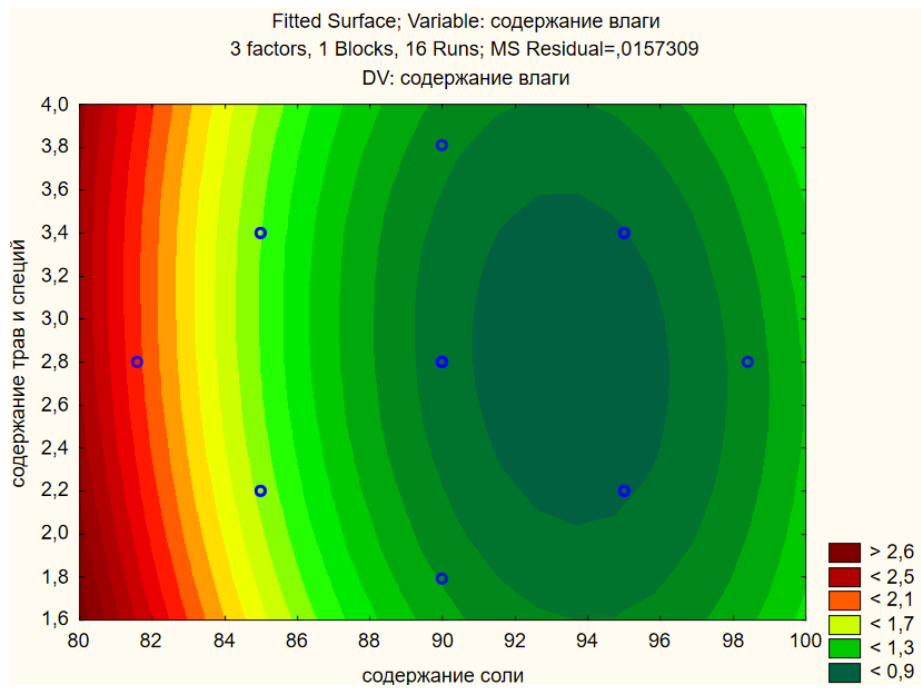


Рисунок 3.3.8 – Контурный график поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания соли и трав и специй

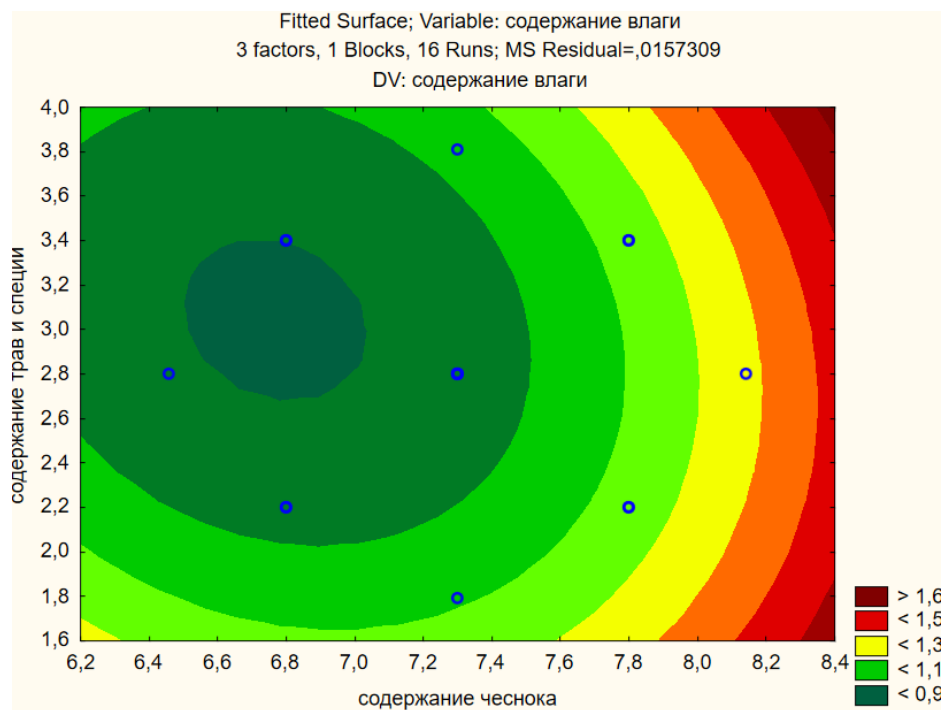


Рисунок 3.3.9 – Контурный график поверхности отклика содержания влаги в зависимости от содержания чеснока и трав и специй

Согласно полученным поверхностям отклика и их контурным графикам, минимальное содержание влаги в СОФ (менее 0,8 %) будет достигаться при следующих значениях независимых факторов:

- содержание соли пищевой – от 91 до 95 %
- содержание сырого чеснока – от 6,4 до 7,1 %
- содержание сухих порошкообразных трав и специй – от 2,7 до 3,4 %.

Поскольку содержание влаги в СОФ по нормативным документам допускается до 1%, допустимые диапазоны значений независимых факторов могут быть расширены.

Таким образом, все значения независимых переменных, попадающие в центральный эллипс и первый эллипс после центрального, приводят к наивысшему качеству образцов СОФ.

Рецептурные сочетания трав и специй, согласно матрице ПФЭ представлены в таблице 3.3.3.

Таблица 3.3.3 – Матрица полного факторного эксперимента моделирования рецептуры соли

№	куркума	паприка	зверобой	календула
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	-	-	+	-
5	-	-	-	+
6	+	+	-	-
7	+	-	+	-
8	+	-	-	+
9	-	+	+	-
10	-	+	-	+
11	-	-	+	+
12	+	+	+	-
13	+	-	+	+
14	+	+	-	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

### 3.4 Технология соли обогащенной фитоконпонентами

Соль, обогащенная фитоконпонентами трав и специй, (рисунок 3.4.1) – это смесь соли пищевой и растительных культур, таких как чеснок, зверобой, календула, куркума и паприка.



Рисунок 3.4.1 – Соль, обогащенная фитоконпонентами  
(слева направо: зверобоя и куркумы, календулы, паприки, куркумы)

Процентное соотношение составляющих соли представлено в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Рецептуры и номера обогащенной фитоконпонентами 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 %

Данное соотношение было выбрано исходя из рекомендаций, приведенных в патентной литературе [51], а также на основании планирования эксперимента (глава 3.3). Именно такое сочетание компонентов солевой смеси, как показали проведенные исследования, обладает оптимальными цветовыми характеристиками, выраженным вкусом и ароматом, применяемых в рецептуре трав и специй, и содержанием влаги.

Технологическая схема производства СОФ - на рисунке 3.4.2.

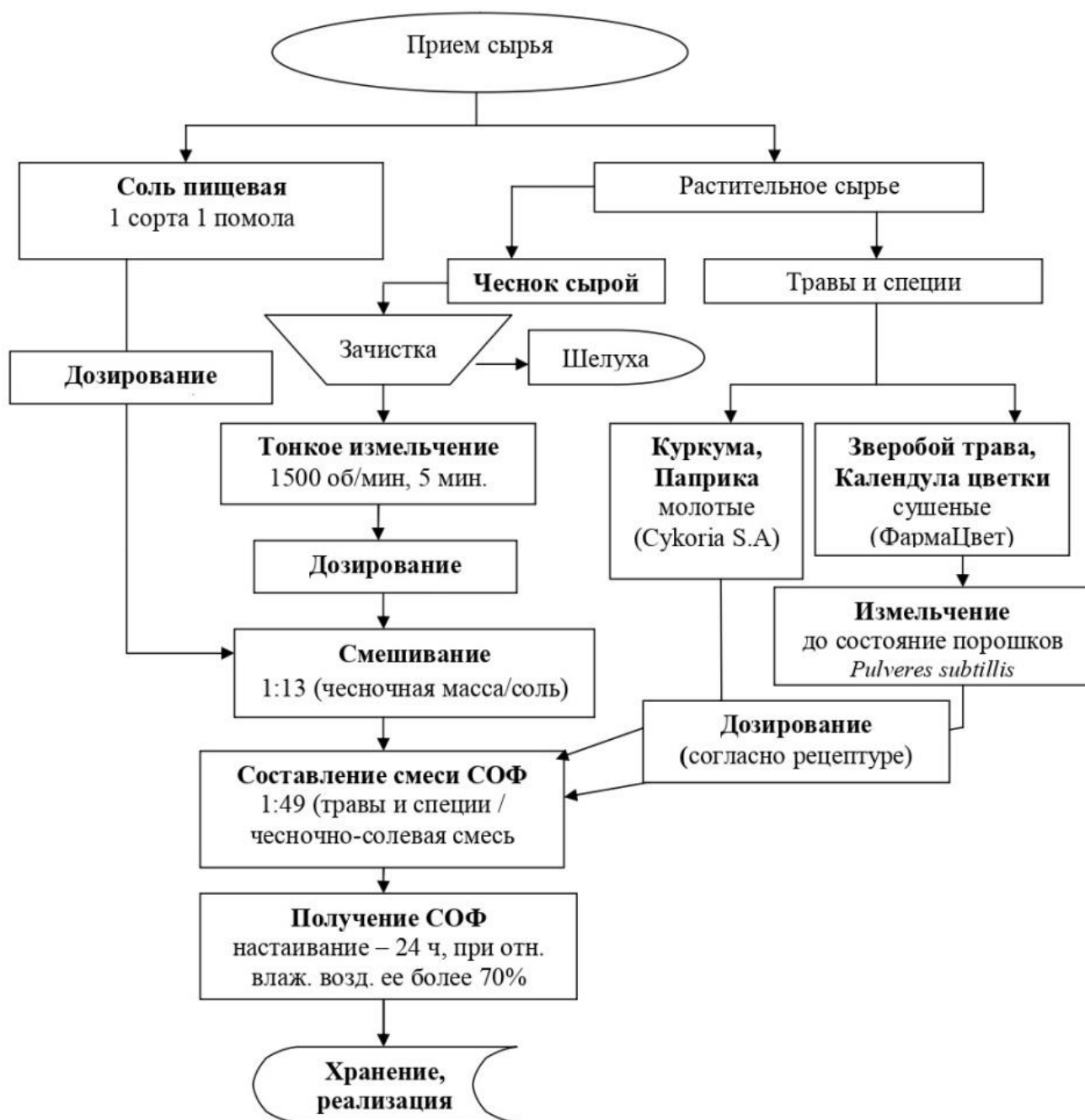


Рисунок 3.4.2 – Технологическая блок-схема производства СОФ



Чеснок посевной зачищают от шелухи, далее направляют его на измельчение до однородной тонкоизмельченной аэрированной массы. Измельчение проводят в чаше промышленного мини-куттера, к примеру, куттер Robot Coupe R2 (рисунок 3.4.3), при 1500 оборотов в минуту, в течение 5 минут. Далее полученную аэрировано-измельченную массу смешивают с солью пищевой I сорта в соотношении 1:13, чесночной массы и соли и соответственно. Следующей технологической операцией является смешивание, его производят на специальном оборудовании – по аналогии фаршемесительных аппаратов, к примеру, Фаршемешалка УКМ-03 (ПМФ-К) (рисунок 3.4.4).



Рисунок 3.4.3 –куттер  
Robot Coupe R2



Рисунок 3.4.4 - Фаршемешалка  
УКМ-03 (ПМФ-К)

Перемешивание производят до получения однородной чесночно-солевой массы. Далее к чесночно-солевой массе добавляют травы и специи, в зависимости от рецептуры СОФ (таблица 3.4.1) в соотношении 1:49, трав/специй и чесночно-солевой массы соответственно. Затем, по аналогии с получением чесночно-солевой массы, полученную смесь подвергают тщательному перемешиванию на аппарате.

Смесь соли и растительных культур упаковывают в герметичные полиэтиленовые пакеты, массой до 25 кг и хранят в сухом помещении, с относи-



тельной влажностью не более 70 %. Соль, обогащенную фитоконпонентами, можно применять в технологии продуктов питания после 24 часов хранения, необходимого для диффузии компонентов.

### 3.5 Исследование содержания влаги в СОФ

Для исследования содержания влаги в образцах СОФ было подготовлено 16 образцов, согласно матрице ПФЭ (таблица 3.3.3). Результаты исследования (среднее арифметическое значение с учетом ошибки измерений) приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Исследование содержания влаги в образцах СОФ

№ п/п	Образец СОФ	Содержание влаги, %
1	СОФ куркумы	1,6871 ± 0,0843
2	СОФ паприки	1,7754 ± 0,0888
3	СОФ зверобоя	1,7944 ± 0,0897
4	СОФ календулы	1,3503 ± 0,0675
5	СОФ куркумы и паприки	1,0583 ± 0,0529
6	СОФ куркумы и зверобоя	1,7552 ± 0,0878
7	СОФ куркумы и календулы	1,7932 ± 0,0897
8	СОФ паприки и зверобоя	1,0871 ± 0,0543
9	СОФ паприки и календулы	1,4684 ± 0,0734
10	СОФ зверобоя и календулы	1,9871 ± 0,0993
11	СОФ куркумы, паприки и зверобоя	1,3142 ± 0,0657
12	СОФ куркумы, зверобоя и календулы	1,7972 ± 0,0899
13	СОФ куркумы, паприки и календулы	1,6361 ± 0,0818
14	СОФ паприки, зверобоя и календулы	1,7004 ± 0,0850
15	СОФ куркумы, паприки, зверобоя и календулы	1,8653 ± 0,0933
16	Контроль – соль пищевая 1 сорта	0,5654 ± 0,0283

Данные, полученные при проведении исследования содержания влаги в образцах СОФ, свидетельствуют о том, что образцы превышают значения нормативной документации на 0,3 – 0,9 % (в зависимости от образца СОФ).

Делать вывод о качестве дозирования соли можно только после исследования насыпной плотности / сыпучести.

### 3.6. Исследование насыпной плотности СОФ

Результаты исследования насыпной плотности приведены в таблице 3.6.1 и на рисунке 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Исследование насыпной плотности и сыпучести образцов СОФ

№ образца	Образец СОФ	Рабочий объем, см <sup>3</sup>	Масса СОФ в рабочем объеме, г	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>
1	куркума	50,000	43,990	0,880 ± 0,044
2	паприка		45,200	0,904 ± 0,045
3	зверобой		40,230	0,805 ± 0,040
4	календула		44,600	0,892 ± 0,045
5	куркума, паприка		43,000	0,860 ± 0,043
6	куркума, зверобой		40,420	0,808 ± 0,040
7	куркума, календула		46,600	0,932 ± 0,047
8	паприка, зверобой		42,750	0,855 ± 0,043
9	паприка, календула		41,700	0,834 ± 0,042
10	зверобой, календула		45,680	0,914 ± 0,046
11	куркума, паприка, зверобой		45,830	0,917 ± 0,046
12	куркума, паприка, календула		44,790	0,896 ± 0,045
13	паприка, зверобой, календула		39,970	0,799 ± 0,040
14	куркума, зверобой, календула		39,100	0,782 ± 0,039
15	куркума, паприка, зверобой, календула		39,460	0,789 ± 0,039
16	Контрольный образец (соль пищевая 1 сорт)		54,770	1,095 ± 0,056

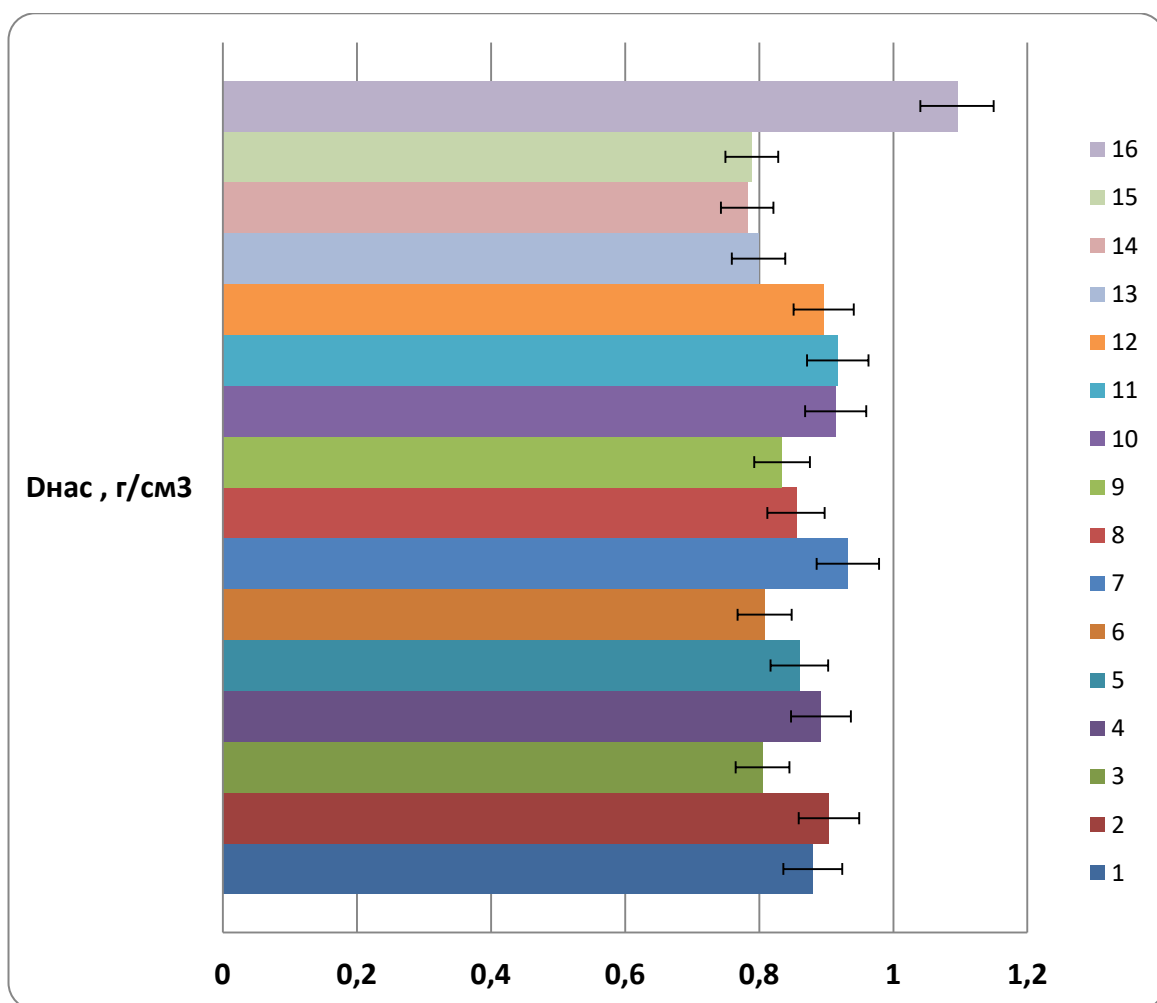


Рисунок 3.6.1 – Сравнение насыпной плотности образцов СОФ

Исходя из полученных данных (таблица 3.6.1, рисунок 3.6.1), образцы СОФ относятся к среднетяжелым порошкообразным материалам, согласно классификации. Установлено, что насыпная плотность увеличивается с возрастанием количества фитокомпонентов и размера частиц их порошков.

Несмотря на повышенное содержание влаги в исследуемых образцах, их насыпная плотность соответствует значениям насыпной плотности солей со стандартной влажностью [15].

На следующем этапе исследовали влияние фитокомпонентов на цветовые характеристики СОФ.

### 3.7 Исследование цветности СОФ

Исследование цветности образцов СОФ проводили спектроколориметрическим методом оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе (цветовом пространстве) CIE L\*a\*b с применением колориметра PCE-XX-20. И с применением электронного микроскопа SHINY VISION USB Digital microscope MM-2288-5X-S (увеличение 150-180x) для исследования цветности в аддитивной цветовой модели RGB. Посредством колориметра PCE-XX-20 были получены значения координат цветности, светлоты, значение насыщенности и цветового тона вели расчетным путем. Также были получены числовые значения каналов «Red», «Green», «Blue» с помощью программы Photoshop CS6.

Примеры микроскопии образцов соли представлены на рисунке 3.7.1. Для наглядности представления результаты исследования цветовых характеристик образцов СОФ собраны в таблицу (приложение А).

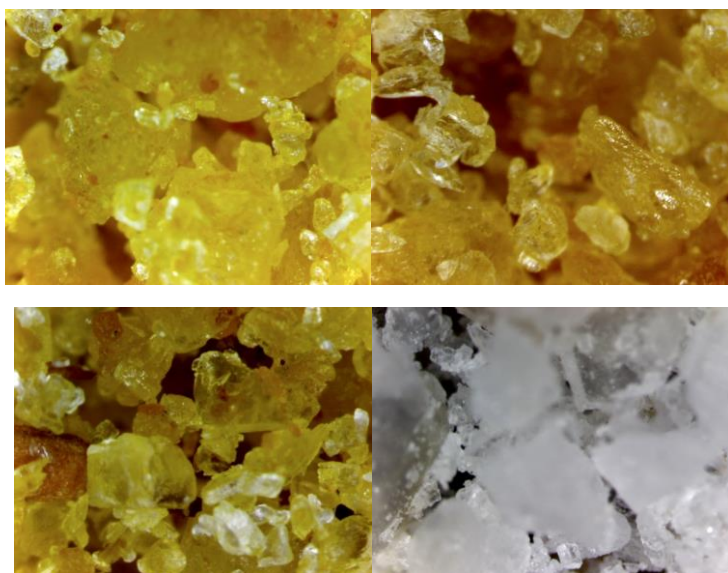


Рисунок 3.7.1 –Кристаллы соли при увеличении 150-180X

(1 – куркума, чеснок; 2- паприка, чеснок; 3- куркума, паприка, зверобой, календула, чеснок; 4 – контрольный образец – соль пищевая)

Согласно проведенным исследованиям цветовых характеристик СОФ в аддитивной цветовой модели RGB, можно говорить о том, что данный набор трав и специй (чеснок, куркума, паприка, зверобой, календула) будет придавать продукту, в данном случае салаке, различные оттенки желтого и золотого, что положительно скажется на восприятии данного продукта потребителями.

Аддитивная цветовая модель RGB является моделью описания цвета, полученной посредством анализа изображений продукта, однако визуальный аппарат человека не способен анализировать цвет по каналам Red, Green, Blue.

Определение цветности визуально не является точным методом, скорее субъективным, зависящим не только от индивидуальных особенностей исследователя, качества зрения, но и от внешних факторов:

- освещенности,
- времени,
- наличия явления метамерии и т.д [43].

В качестве инструментального метода определения цветности, предложено использовать спектроколориметрический метод оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе (цветовом пространстве) CIE  $L^*a^*b^*$ . Этот метод является стандартным и разработан Международной Комиссией по Освещению (*International Commission on Illumination*, именуется также CIE). В 1976 году Международная Организация по Стандартизации (ИСО) рекомендовала использовать его для расчета общего цветового различия [79].

Данный метод основан на определении:

- координат цветности  $a^*$  и  $b^*$ ,
- светлоты  $L^*$ ,
- насыщенности  $S$ ,
- цветового тона  $H$ ,
- общего цветового различия  $\Delta E$ ,

а также для оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе.

Цветовая модель  $L^*a^*b$  представлена на рисунке 3.7.2. Параметры  $a^*$  и  $b^*$  меняются в диапазоне от минус 128 до 127, всего по 256 значений. Их смысл - выбор цветового тона. Параметр  $a$  изменяется от темно-зеленого через серый до пурпурного цвета. Параметр  $b$  содержит цвета от синего через серый до желтого.

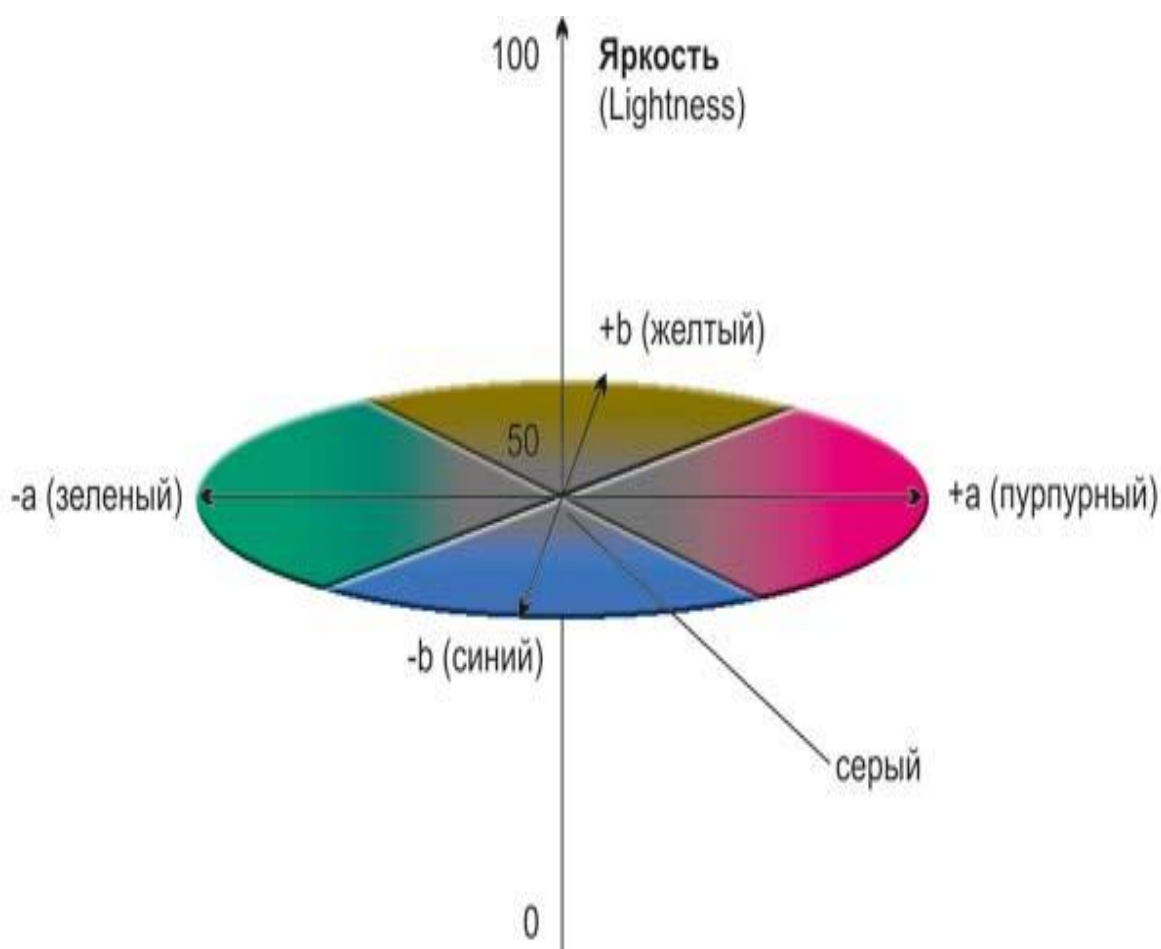


Рисунок 3.7.2 – Цветовая модель CIE  $L^*a^*b$

Преимущество цветовой модели CIE  $L^*a^*b$  перед предыдущими (XYZ, RGB) состоит в том, что она использует не три, а четыре базовых характеристики (цвета), благодаря чему ее цветовой диапазон (или цветовой охват) является максимальным.

Применение предлагаемого метода исследования цветности рассмотрим на примере определения цветности СОФ, которые применяются в технологии посола салаки, для увеличения органолептических характеристик и сроков годности продуктов из рыбы.

Методом оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе (цветовом пространстве) CIEL\*a\*b позволили получить 5 числовых значений для каждого вида соли, которые характеризуют цвет конкретным числовым значениями, позволяющими точно описать качественный показатель цвета пищевого продукта (таблица 3.7.1).

Таблица 3.7.1 – Значение цветовых характеристик СОФ в цветовом пространстве CIEL\*a\*b

№ образца	Функциональные компоненты	Светлота, $L$	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	61,6 7	61,67	-1,57
2	зверобой	57,10	2,41	17,8 3	17,99	1,44
3	паприка	53,65	10,0 3	51,7 2	52,68	1,38
4	календула	76,84	-3,64	29,4 7	29,69	-1,45
5	куркума + зверобой	58,61	-3,77	41,5 1	41,68	-1,48
6	куркума + паприка	60,19	4,35	57,7 4	57,90	1,49
7	куркума + календула	59,67	- 2,19	50,7 3	50,78	-1,53
8	зверобой + паприка	56,84	3,76	38,7 2	38,90	1,47
9	зверобой + календула	59,98	1,32	20,6 9	20,73	1,51
10	паприка + календула	67,93	0,80	29,3 8	29,39	1,54

№ образца	Функциональные компоненты	Светлота, $L$	Координаты цветности		Насыщенность, $S$	Цветовой тон, $H$
			$a^*$	$b^*$	$S = \sqrt{a^2 + b^2}$	$H = \arctg(b/a)$
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 классификации *Pantone*, образцы СОФ с куркумой обладают приятным желто-золотым цветом, с паприкой – желтым, с розовым подтоном, с календулой – цветом экры. 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, поэтому принято решение об исключении их из дальнейших исследований.

Применение цветового пространства CIE L\*a\*b и координат цветности данного пространства в системах контроля качественных характеристик продукции, а в частности цвета, основывается на том, что это стандартная колориметрическая система независима от устройств численными значениями, то есть с ее помощью возможным является систематический контроль качества продукции.



Предположительно применять серый фон с плотностью 0,7 при проведении исследований и контроля качества цветности пищевой продукции.

Отличие цвета продукта контролируется посредством расчета малых цветовых различий, которое рассчитывается по формуле 3.7.1

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3.7.1)$$

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

$\Delta L$  – разница координаты светлоты между светлотой исследуемого продукта и светлотой продукта-эталона;

$\Delta a, \Delta b$  – разница координат цветности между исследуемым продуктом и продуктом-эталонном.

После расчетов цветового различия делается вывод о том, в какой степени цвет исследуемого продукта отличается от цвета продукта-эталона, исходя из диапазона значений  $\Delta E$  (таблица 3.7.2).

Таблица 3.7.2 – Классификация цветовых отклонений

<b>Значение <math>\Delta E</math></b>	<b>Заключение о различимости цветовых характеристик</b>
0 – 1	Отклонение неразлично
1 – 2	Незначительно малое отклонение, видимое только натренированным глазом
2 – 3,51	Среднее отклонение, различимое натренированным глазом
3,52 – 5	Очевидное отклонение
свыше 5	Значительное отклонение

Таким образом, посредством перевода визуальных характеристик в координаты цветового пространства CIE  $L^*a^*b$  можно регламентировать в нормативных документах показатель цвета продуктов из пищевого рыбного сырья пятью числовыми значениями, а посредством нахождения значения цветового различия равноконтрастной системы производить контроль орга-

нолептических характеристик продукта (цвета), что позволит исключить субъективные описательные методы.

### 3.8 Исследование антимикробных свойств СОФ

Согласно многочисленным исследованиям [40, 44, 47, 50, 58, 104] применение в технологии производства пищевых продуктов в качестве компонентов чеснока, куркумы, паприки, зверобоя, календулы не только улучшает вкусовые характеристики, но и предотвращает быструю микробную порчу продукта. Известно, что в случае понижения концентрации бактерицидных веществ в тканях рыбы появляются условия для развития остаточной микрофлоры [3]. Исходя из этого, целью исследования является выявление антимикробной активности образцов СОФ, в отношении некоторых культур бактерий, выделенных из микрофлоры салаки (*Clupea harengus membras*).

В результате исследования в составе микрофлоры образцов кожи, жабр и мышечной ткани салаки были обнаружены бактерии родов *Bacillus*, *Kurthia* и *Pseudomonas*. Морфологические и физиолого-биохимические признаки выделенных культур бактерий представлены в таблице 3.8.1.

Таблица 3.8.1 – Морфологические и физиолого-биохимические признаки бактерий, выделенных из микрофлоры салаки *Clupea harengus membras*

Род бактерий / образец	Морфология клеток	Подвижность	Тип дыхания	Фермент оксидаза	Фермент каталаза	Расщепление глюкозы
<i>Bacillus</i> / кожа	Тонкие одиночные короткие или длинные палочки, грам (+), в стадии спорообразования	+	аэроб	-	-	+
<i>Kurthia</i> / жабры, мышечная ткань	Тонкие одиночные короткие палочки, грам (+), без спор	+	аэроб	+	+	+

Род бактерий / образец	Морфология клеток	Подвижность	Тип дыхания	Фермент оксидаза	Фермент каталаза	Расщепление глюкозы
<i>Pseudomonas</i> / жабры, мышечная ткань	Тонкие одиночные короткие палочки, грам (-), без спор	+	аэроб	+	+	-

Идентифицированные бактерии относятся к сапрофитной группе микроорганизмов, постоянно встречающиеся в составе микрофлоры органов и тканей рыбы. Бактерии психрофильные, то есть способны развиваться при пониженных температурах, активны по протеолитическим ферментам и в процессе хранения рыбных продуктов могут играть ключевую роль в их порче.

Результаты изучения антимикробной активности СОФ, отобранных для дальнейшего исследования по результатам, представленным в п. 3.5-3.7, на тестируемые культуры бактерий представлены в таблицах 3.8.2 – 3.8.3.

Таблица 3.8.2 – Антимикробная активность соли, обогащенной фитоконпонентами трав и специй, на тестируемые культуры бактерий

№ п/п	Образец СОФ	Культуры бактерий		
		<i>Bacillus</i>	<i>Kurthia</i>	<i>Pseudomonas</i>
1	куркума	+	+	-
2	паприка	+	+	-
3	зверобой	+	+	-
4	календула	+	+	-
5	куркума +паприка	+	+	-
6	куркума +зверобой	+	+	-
7	зверобой + календула	+	+	-
8	контрольный образец (NaCl)	-	-	-

*Примечание:* «+» - антимикробная активность наблюдается, «-» - антимикробная активность отсутствует

Таблица 3.8.3 – 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 ( <i>NaCl</i> )	-	-

Исследования показали, что СОФ оказывали подавляющее действие на рост бактерий родов *Bacillus* и *Kurthia*, выделенных из микрофлоры салаки. Бактерии рода *Pseudomonas* не проявили чувствительность ко всем восьми образцам СОФ.

Установлено, что наибольшую антимикробную активность в отношении бактерий рода *Bacillus* проявляет СОФ календулы, а в отношении бактерий рода *Kurthia* СОФ паприки.

Данные бактерии как часть постоянной микрофлоры салаки могут оказать свое влияние на процессы микробной порчи продукта в процессе его хранения. Применение СОФ будет оказывать ингибирующее действие на микрофлору, что, соответственно, стабилизирует хранение салаки и, возможно, увеличит сроки хранения.

### 3.9 Определение суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов

При определении АОА наиболее широко используются электрохимические и спектрофотометрические методы анализа. Электрохимические методы

характеризуются высокой чувствительностью и экспрессностью. Так, в условиях амперометрического детектирования хорошо окисляются соединения, содержащие гидроксильные группы, предел обнаружения полифенолов и флавоноидов – на уровне 10–9–10–12 г. Амперометрический метод позволяет непосредственно измерять содержание всех АО в пробе, что делает этот метод исследования одним из наиболее конкурентоспособных [61, 50].

Методики определения жирорастворимых антиоксидантов методом амперометрического анализа основывается на:

- 1 – обоснованном выборе стандартного вещества – сильного антиоксиданта;
- 2 – выборе растворителя пробы;
- 3 – выборе элюента.

При выборе стандартного вещества, на основе которого строится градуировка прибора, важно соблюдать следующие условия:

- стандартное вещество должно окисляться на поверхности рабочего электрода при заданном потенциале;
- стандартное вещество должно растворяться в тех же органических растворителях, что и жирорастворимые антиоксиданты;
- химическая структура – природный антиоксидант [50].

Учитывая приведенные выше условия, в качестве стандартного вещества была выбрана галловая кислота (рисунок 3.9.1), а в качестве элюента – ацетон.

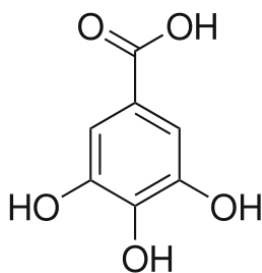


Рисунок 3.9.1 – Структурная химическая формула галловой кислоты

При градуировании в качестве элюента служил ацетон ЧДА, постоянно протекающий через коммуникации прибора «ЦветЯуза-01-АА», подкисленный ортофосфорной кислотой. Входные параметры проведения градуирования прибора приведены на рисунке 3.9.2 и в таблице 3.9.1.

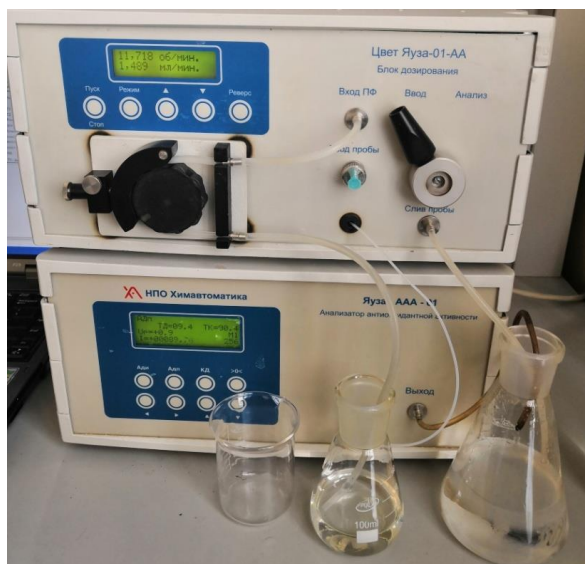


Рисунок 3.9.2 – Прибор «ЦветЯуза-01-АА» с амперометрическим детектором, в процессе получения градуировочного графика

Таблица 3.9.1 – Параметры получения градуировочного графика на аппарате «Цвет-Яуза-01-АА» по стандартному веществу (галловая кислота)

Параметр	Единицы измерения	Значение
Скорость подачи элюента	мл/мин	1,489
Скорость подачи элюента	об/мин	11,718
Потенциал рабочего электрода ( $U_p$ )	В	(+)1,3
Постоянный фоновый ток	нА	30
Массовая концентрация стандартного вещества	мг/дм <sup>3</sup>	0,500
		1,000
		2,000
		4,000

В результате был получен линейный график с относительно высоким значением чувствительности (отношение изменения аналитического сигнала при изменении концентрации исследуемого вещества). Градуировочный график представлен на рисунке 3.9.3.

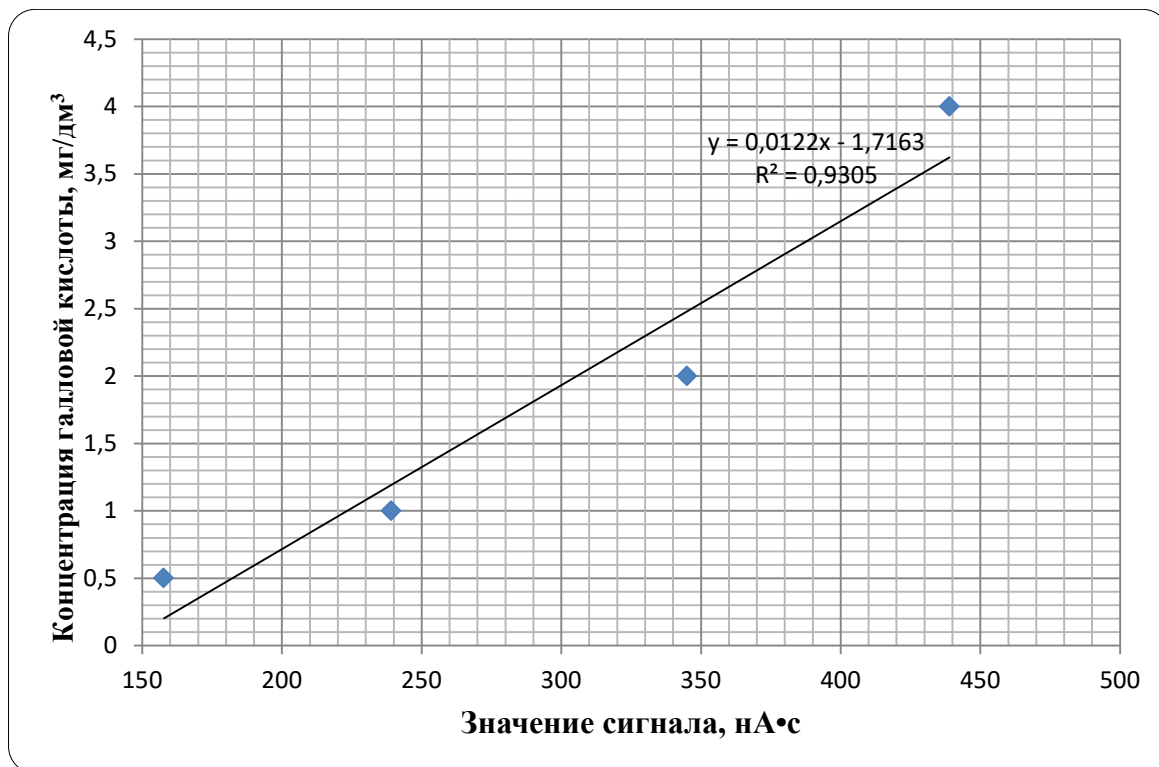


Рисунок 3.9.3 – Градуировочный график галловой кислоты,

(y – концентрация галловой кислоты, мг/дм<sup>3</sup>;

x – площадь пика выходной переменной (галловой кислоты), нА•с)

Массовую концентрацию антиоксидантов, эквивалентную галловой кислоте, исследуемых образцов СОФ, определяли по градуировочному графику галловой кислоты. Расчет значения массовой концентрации проводили по формуле 3.9.1:

$$X = \frac{Xr \cdot Vn}{m \cdot 1000} \quad (3.9.1)$$

где,  $Xr$  – массовая концентрация антиоксидантов, найденная по градуировочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$Vn$  – объем раствора (экстракта) анализируемой пробы, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса анализируемого вещества, г.

Результаты исследования АОА образцов СОФ представлены в таблице 3.9.2.

Таблица 3.9.2 – Массовая концентрация антиоксидантов в исследуемых образцах СОФ

№	Образец СОФ	Массовая концентрация АО, * 10 <sup>-5</sup> мг галловой кислоты / г СОФ
1	Контроль – Соль пищевая	–
2	Контроль 1 – Соль пищевая + чеснок	9,00 ±0,45
3	СОФ чеснока, куркумы	169,00 ±8,45
4	СОФ чеснока, паприки	71,00±3,55
5	СОФ чеснока, календулы	68,00±3,40
6	СОФ чеснока, куркумы и паприки	131,00±6,55
7	СОФ чеснока, зверобоя и куркумы	124,00±6,20

Для проверки полученных результатов опыта необходимо провести их анализ на адекватность и различия. Анализ результатов проводили при помощи программы STATISTICA 13En.

На рисунке 3.9.3 представлена диаграмма размаха (или ящечные диаграммы), которые описывают нормальность распределения также как и гистограмма (рисунок 3.9.4), при помощи которой был определен критерий Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. В данном случае критерий Шапиро-Уилка является предпочтительным, так как наиболее верно оценивает малые выборки данных.



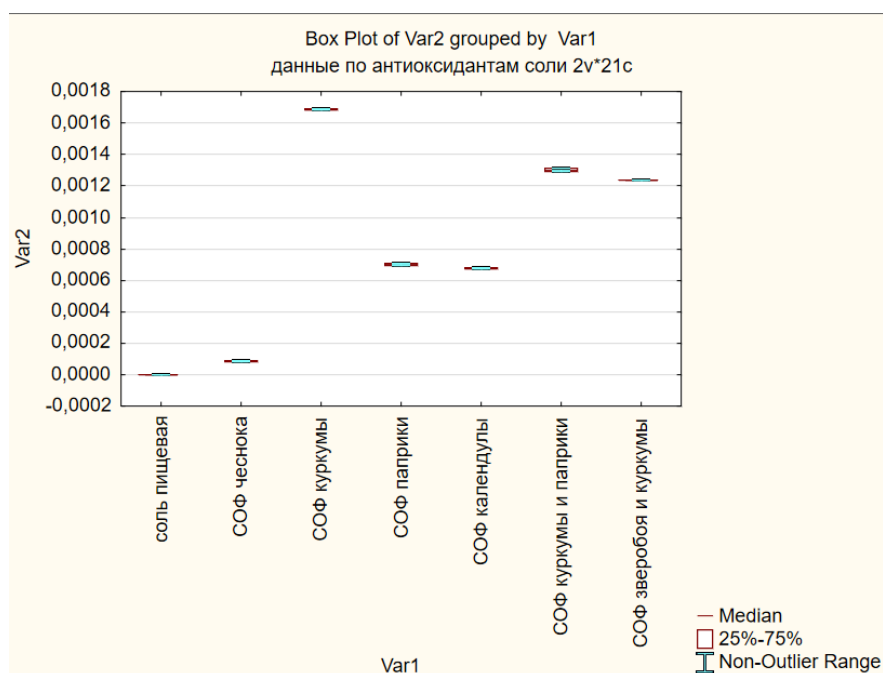


Рисунок 3.9.3 – Диаграмма размаха

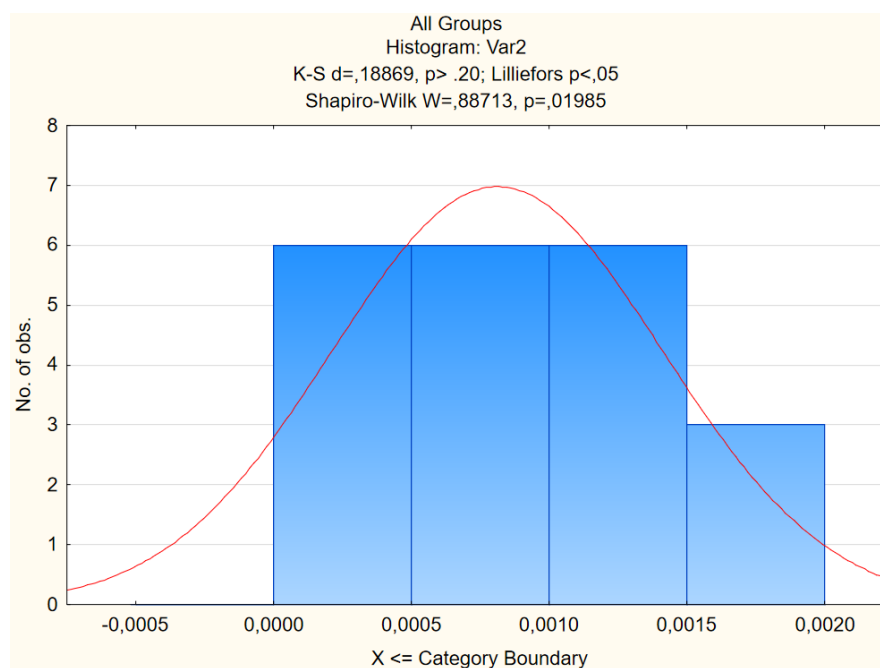


Рисунок 3.9.4 – Гистограмма определения нормальности распределения, с учетом критерия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка

Основываясь на результатах анализа интерпретации результатов опыта, можно говорить о том, что полученные данные о массовом содержании жирорастворимых антиоксидантов являются адекватными и распределены нор-

мально, так как критерий Колмогорова-Смирнова более 0,20, а критерий Шапиро-Уилка менее 0,05.

Поскольку значения массовой концентрации антиоксидантов близки друг к другу, необходимым является также проверка различий.

Дисперсионный анализ данных о массовом содержании жирорастворимых антиоксидантов, в пересчете на галловую кислоту, представлен на рисунке 3.9.5.

Analysis of Variance (данные по антиоксидантам соли)								
Marked effects are significant at p < ,05000								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
<b>Var2</b>	<b>0,000007</b>	<b>6</b>	<b>0,000001</b>	<b>0,000000</b>	<b>14</b>	<b>0,000000</b>	<b>45397,33</b>	<b>0,000000</b>

Рисунок 3.9.5. – Дисперсионный анализ различий

Из данных рисунка 3.9.5. видно, что значения массового содержания жирорастворимых антиоксидантов различны, так как критерий  $p < 0,05$ .

В контрольном образце пищевой соли, в отличие от всех экспериментальных образцов, антиоксидантов не обнаружено. Самое высокое значение АОА показал образец, обогащенный фитоконпонентами чеснока и куркумы:  $(169,00 \pm 8,45) \cdot 10^{-5}$  мг / г: в 18,7 раза выше, чем образец, обогащенный фитоконпонентами чеснока. Наименьшее значение АОА было в образце, обогащенном фитоконпонентами чеснока и календулы:  $(68,00 \pm 3,40) \cdot 10^{-5}$  мг / г, однако он также превосходит образец СОФ чеснока по содержанию АОА в 7,6 раза. Наблюдается синергетический эффект АО фитоконпонентов чеснока и трав и специй.

Таким образом, знания о суммарном содержании антиоксидантов СОФ позволяют рекомендовать их для создания новых пищевых продуктов с повышенной антиоксидантной активностью.

### 3.10 Исследование диффузионных свойств СОФ

На рисунке 3.10.1 представлены распределения коэффициентов диффузии с течением времени в двух срезах:

1 – на коже (рис. 3.10.1а);

2 – ткани салаки на глубине 3 мм от кожи (рис. 3.10.1б).

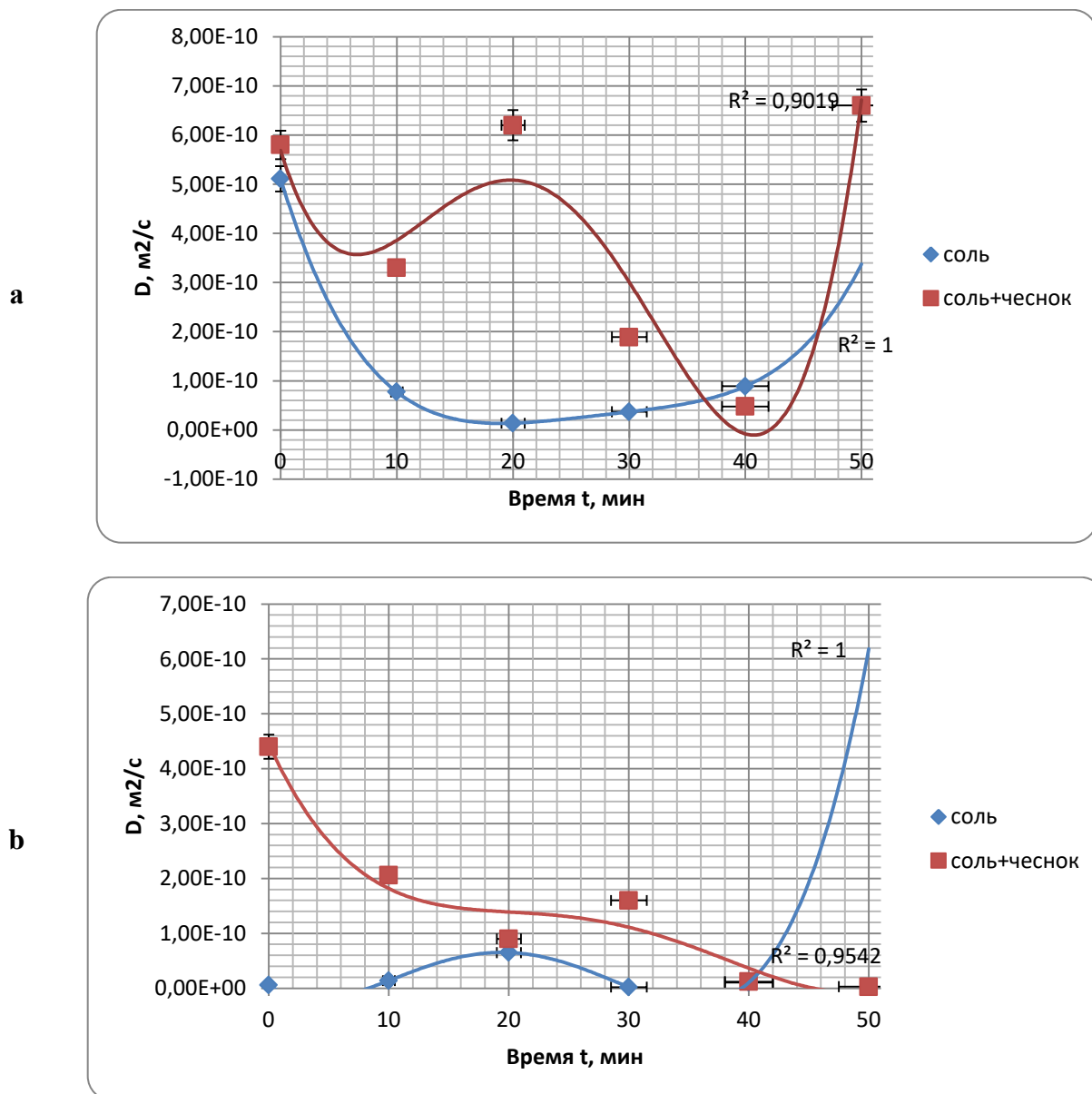


Рисунок 3.10.1 – Распределение коэффициента диффузии в зависимости от времени (а – на коже, б – на глубине 3 мм от кожи)

Как видно из рисунков, значение коэффициентов диффузии через 40 минут после начала процесса посола выравнивается как на коже, так и на глубине 3 мм у двух исследуемых образцов. Это практически наблюдается и для других срезов (рис. 3.10.2 а, b,c).

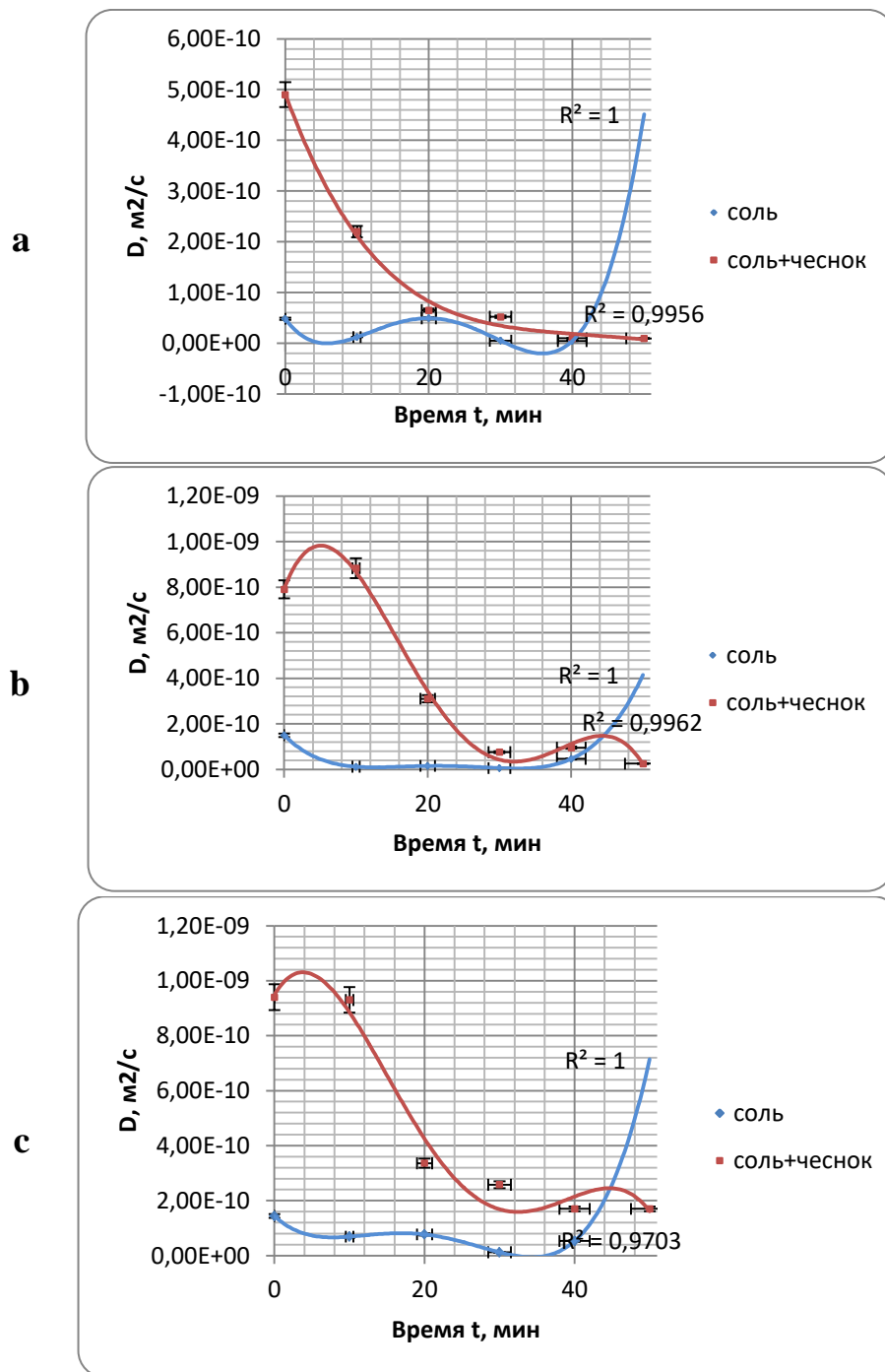


Рисунок 3.10.2 – Распределение коэффициента диффузии в зависимости от времени (а – на глубине 2 мм от кожи, б – на глубине 4 мм от кожи, с – на глубине 5 мм от кожи)

Следует отметить также, что коэффициенты диффузии при сухом посоле солью всегда меньше, чем коэффициент диффузии при посоле солью, обогащенной фитоконпонентами чеснока.

На рисунке 3.10.3 представлены характеры зависимости коэффициентов диффузии от кожи (0 мм) вглубь ткани салаки в начальный момент посола (рис. 3.10.3a) и через 30 минут после начала посола (рисунок 3.10.3b). Коэффициент диффузии в толще ткани салаки имеет ярко выраженные пульсации при посоле солью, обогащенной фитоконпонентами чеснока, нежели чем при посоле поваренной пищевой солью. Это, по-видимому, связано с взаимодействием встречных потоков влаги из ткани салаки и соли, обогащенной фитоконпонентами чеснок, в ткань через кожу. Данный эффект наблюдался и при тузлучном посоле сельди [67].

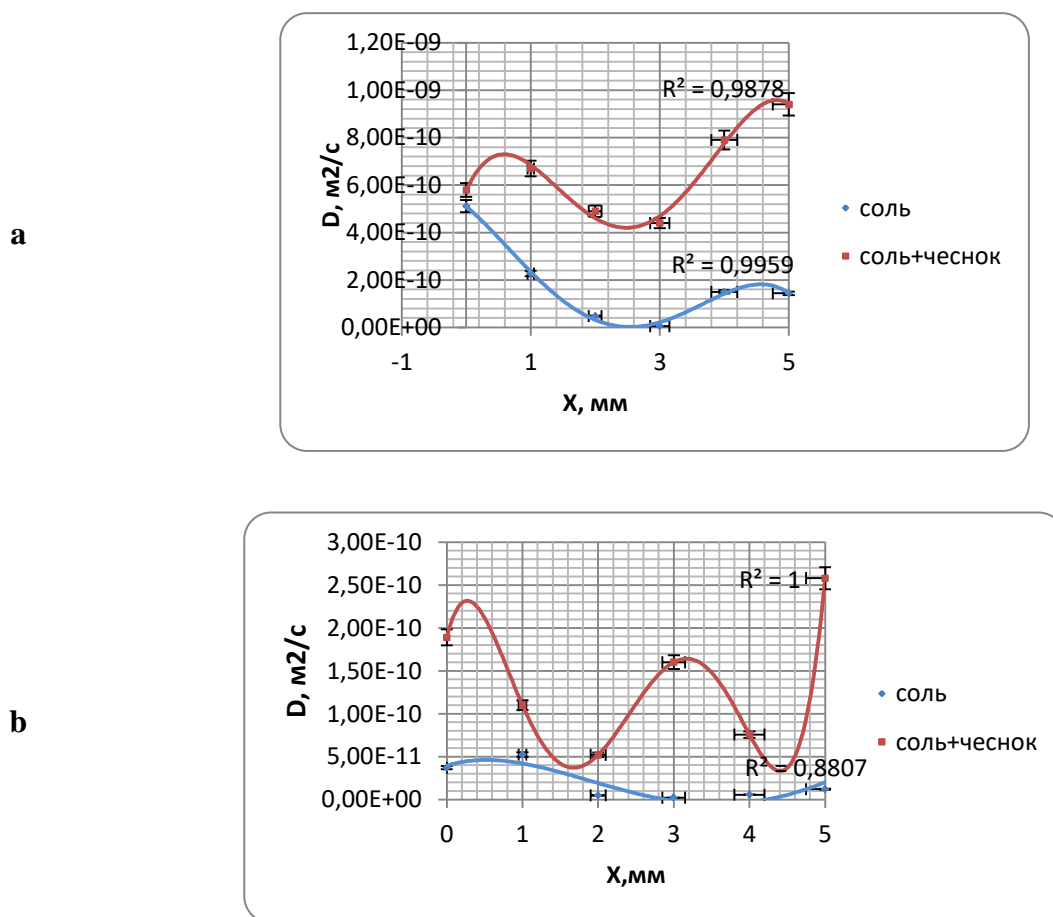


Рисунок 3.10.3 – Распределение коэффициента диффузии в зависимости от расстояния (а – в начальный момент посола, b – через 30 минут посола)

Как известно, интенсивность рассеяния света линейно связана с концентрацией частиц. Данные частицы, на которых происходит рассеяние света, являются молекулы соли (точнее ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ), которые связывают с собой большое количество молекул воды, тем самым образуя «кластеры» [67].

На рисунке 3.10.4 (а – е) представлено изменение интенсивности на различных слоях образцов салаки в зависимости от времени (через каждые 10 минут после начала посола).

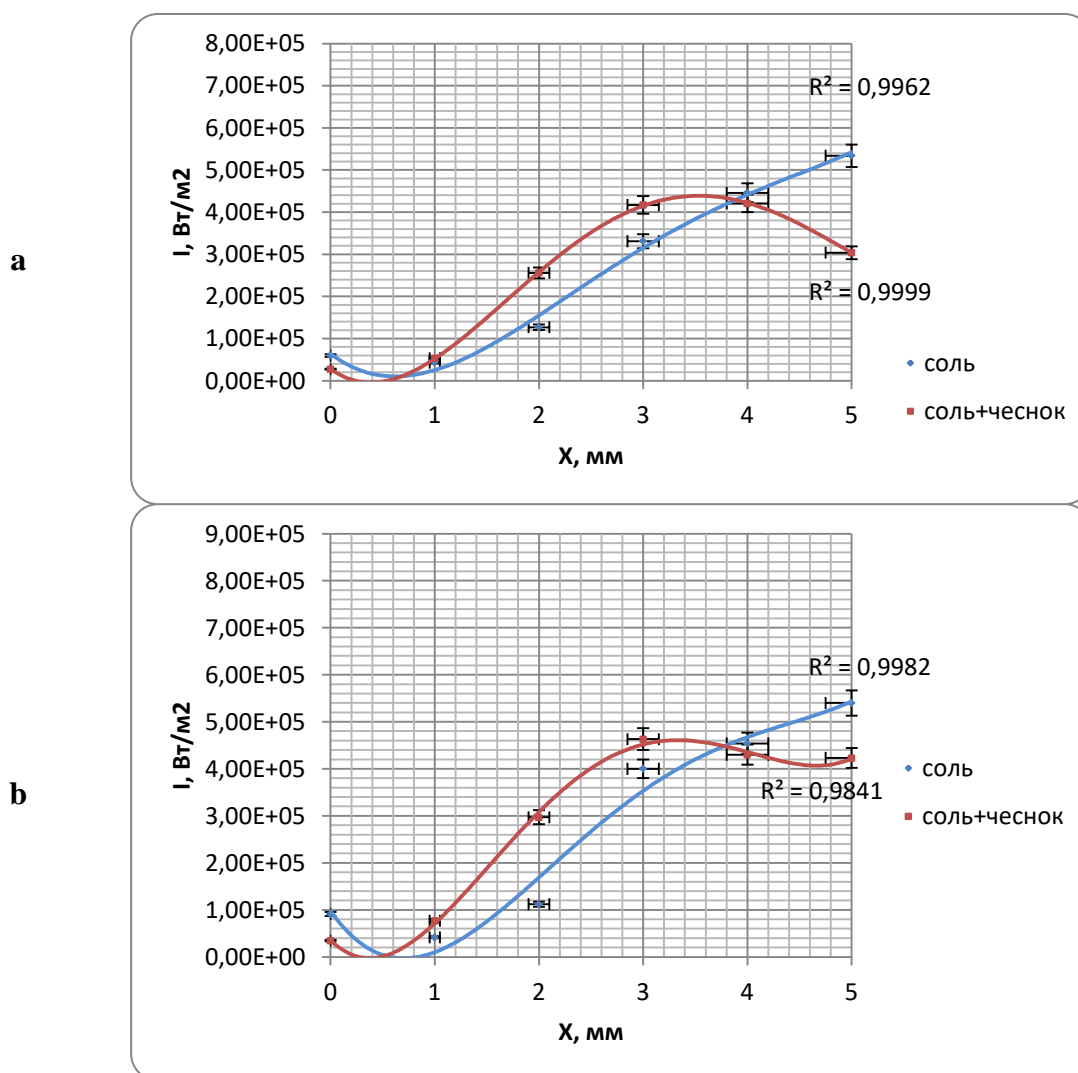
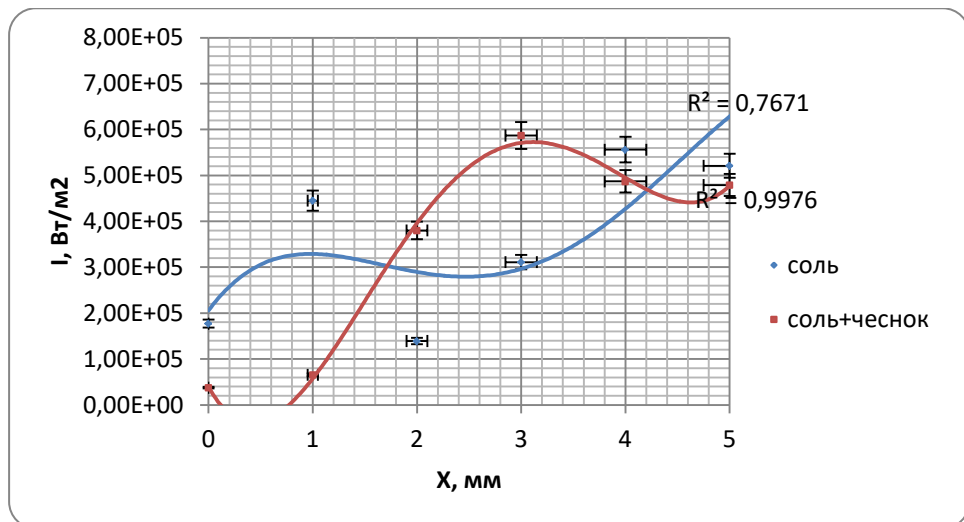
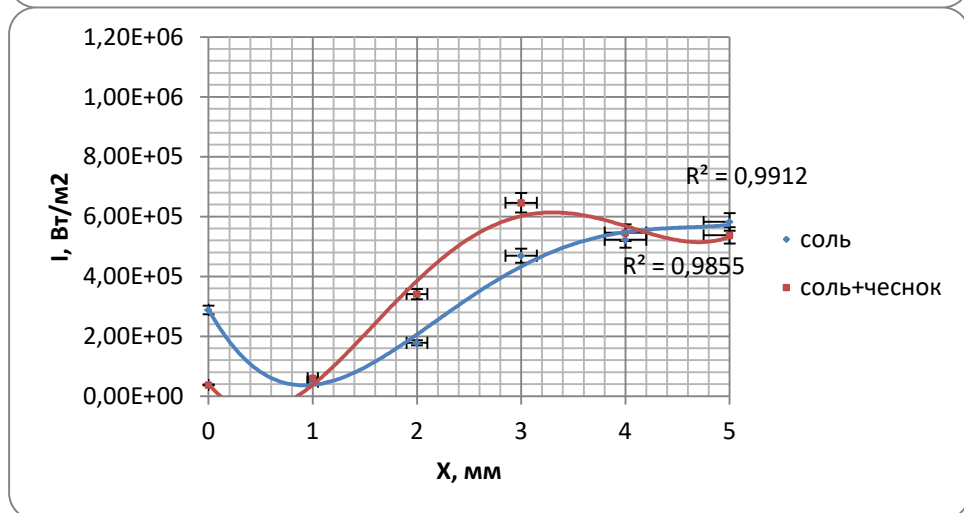


Рисунок 3.10.4 – Зависимость интенсивности рассеяния света от глубины слоя, в течении времени (через каждые 10 минут) а – момент начала посола, б – через 10 минут после начала посола, с – через 20 минут после начала посола, d – через 30 минут после начала посола, е – через 40 минут после начала посола

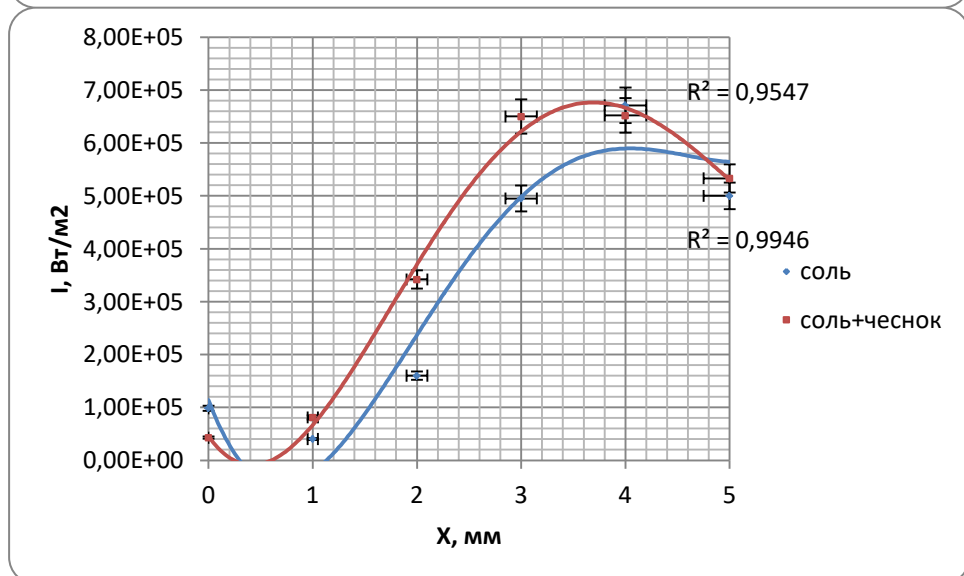
c



d



e



Окончание рисунка 3.10.4 – Зависимость интенсивности рассеяния света от глубины слоя, в течении времени (через каждые 10 минут) а – момент начала посола, b – через 10 минут после начала посола, c – через 20 минут после начала посола, d – через 30 минут после начала посола, e – через 40 минут после начала посола

На коже ( $X = 0$  мм) в начальный момент времени интенсивность рассеяния света, а, следовательно, и концентрация «кластеров» пищевой соли с водой была практически одинаковой для двух исследуемых образцов: при посоле солью пищевой и при посоле солью, обогащенной фитоконпонентами чеснока. При глубине в 1 мм, интенсивность выравнивается уже через 10 минут после начала посола (рисунок 3.10.4а, 3.10.4d).

Соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока, проникала вглубь тканей салаки интенсивней, чем обычная соль. На протяжении первых 20 минут различия незначительны, а начиная с 30 минуты посола, интенсивность рассеяния света увеличивается в 1,5 раза в сравнении с обычной солью. К 40 минуте посола скорость образования «кластеров» выравнивается.

На рисунке 3.8.5 представлено распределение интенсивности в зависимости от расстояния вглубь ткани салаки с течением времени: в начальный момент и через каждые 10 минут.

Отметим также, что скорость образования кластеров у соли с фитоконпонентами (паприки, куркумы, зверобоя, календулы) выше скорости образования у соли пищевой и соли, обогащенной фитоконпонентами чеснока. Наиболее интенсивно образует «кластеры» соль, обогащенная фитоконпонентами куркумы.

Скорость образования кластеров в срезах салаки в зависимости от времени показана на рисунке 3.10.6.



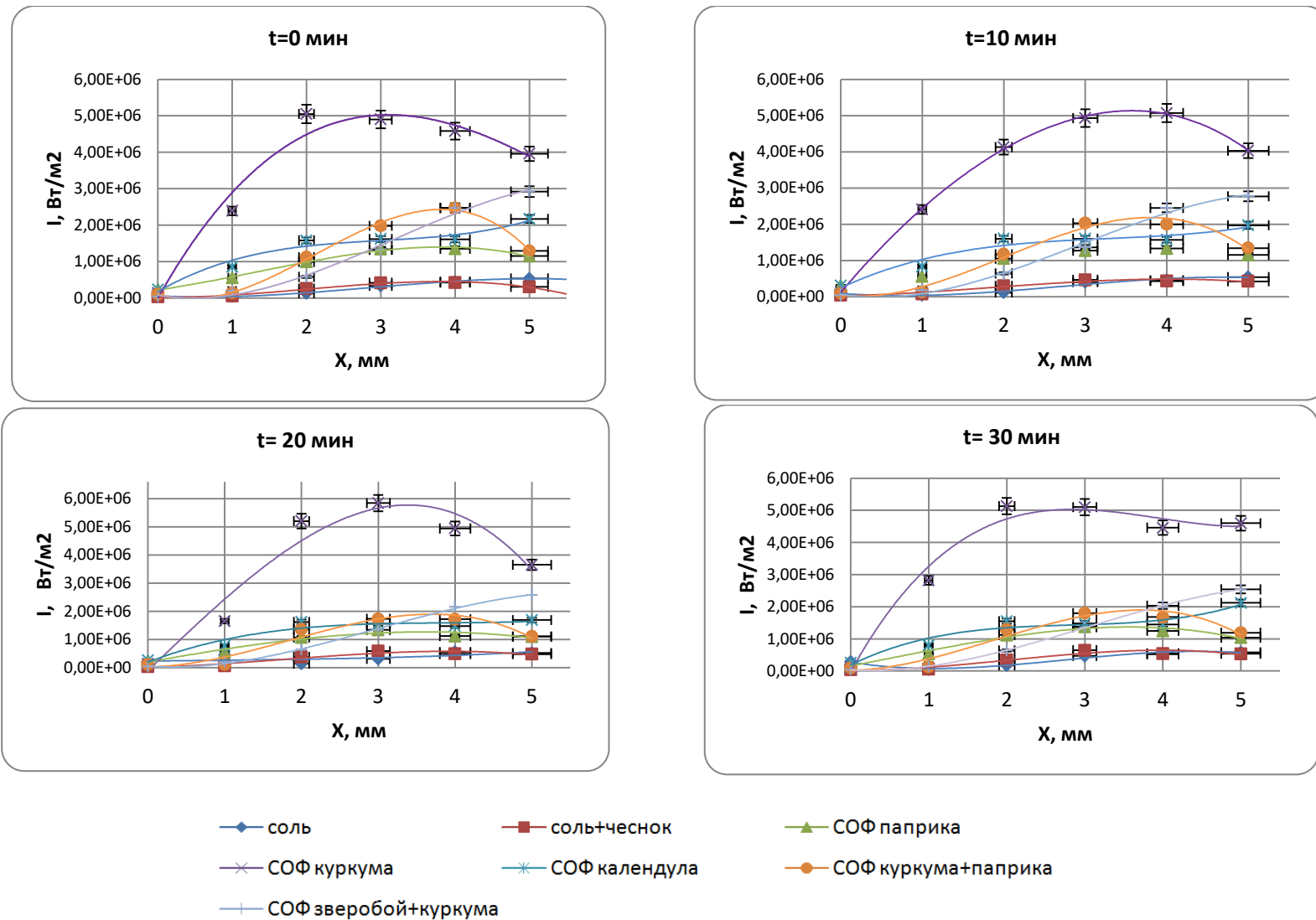


Рисунок 3.10.5 – Зависимость интенсивности рассеяния света от глубины слоя, в течение времени (через каждые 10 минут)

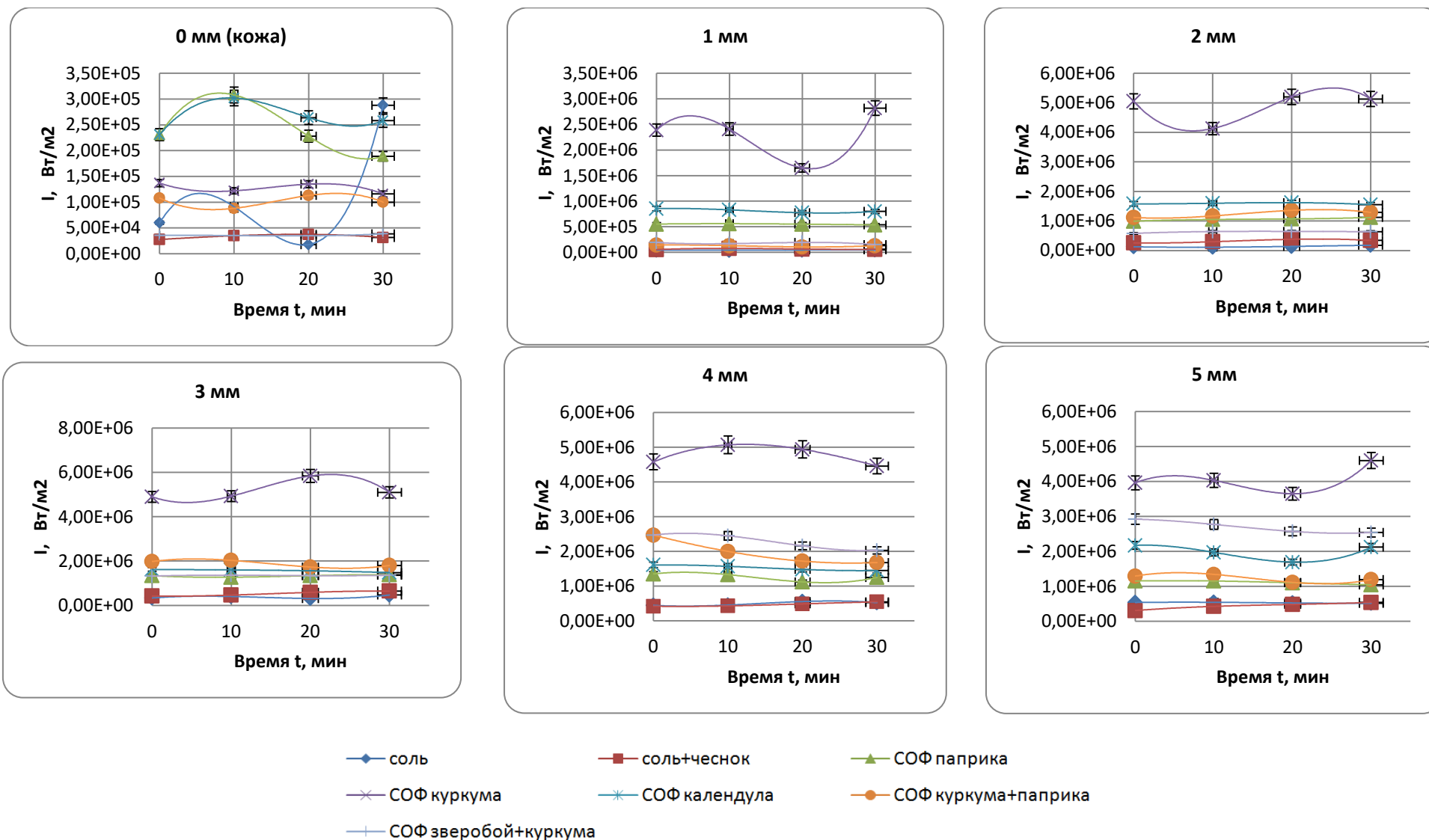
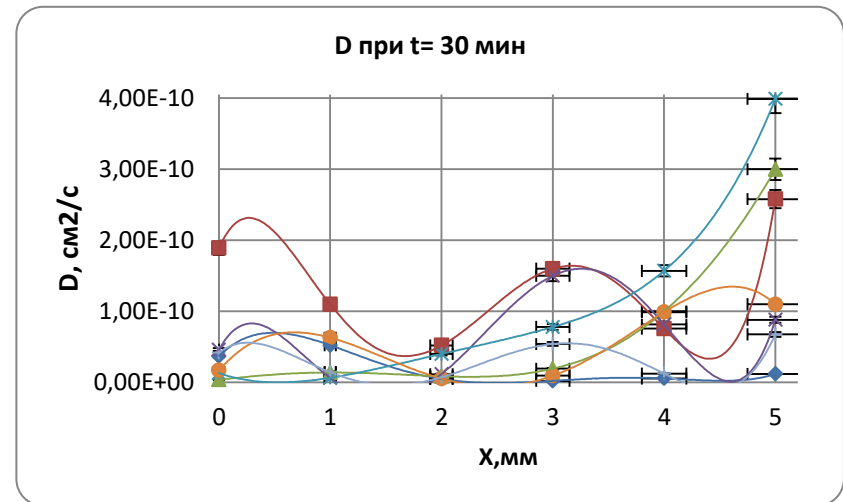
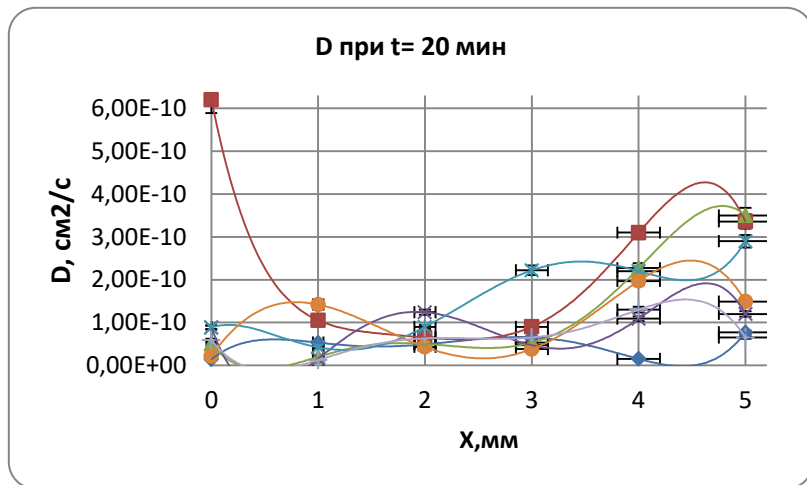
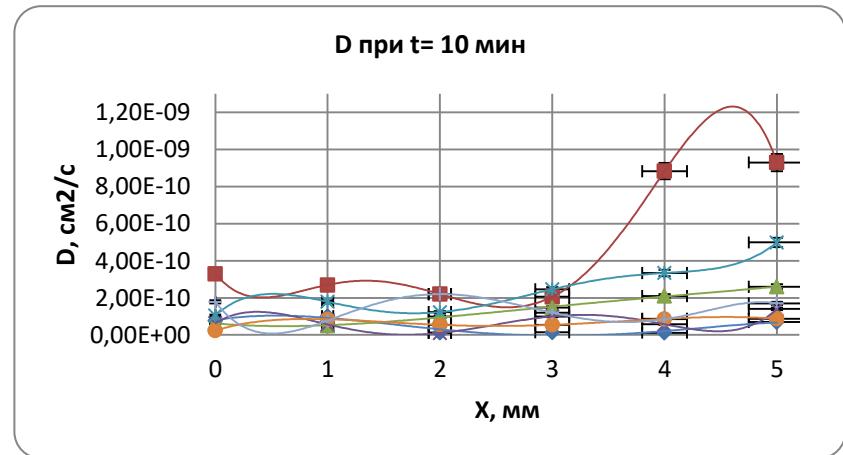
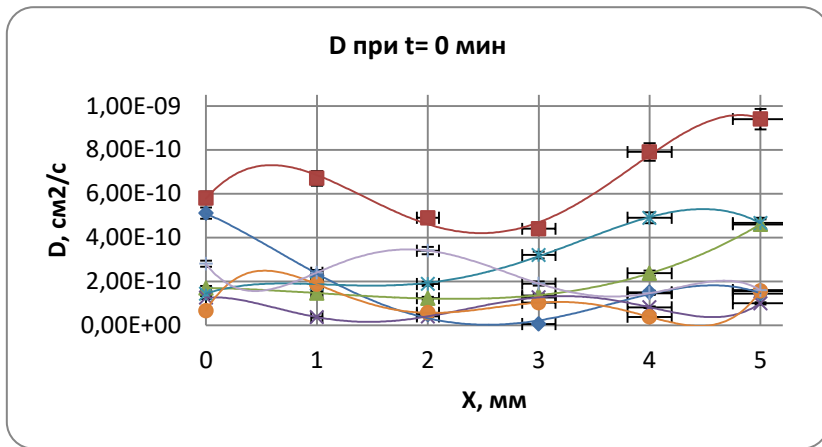


Рисунок 3.10.6 – Зависимость интенсивности рассеяния света от времени посола, (через каждый мм ткани салаки)

По данным рисунков 3.10.5 - 3.10.6 видно, что интенсивность рассеяния света обогащенных солей возрастает быстрее чем у контрольных образцов. Быстрее всего изменения интенсивности рассеяния света, а следовательно и скорости образования кластеров, происходят у образцов с солью, обогащенных куркумой. Интенсивность рассеяния света достигла максимального значения на расстояниях в диапазоне 2 – 4 мм от поверхности рыбы. Это означает, что через 30 минут после начала посола интенсивность, а, следовательно, и концентрация соли с куркумой, приобретает линейное распределение, а далее наблюдаются колебания, что подтверждает взаимодействие встречных потоков: соли, обогащенной куркумой и влаги, выходящей из салаки.

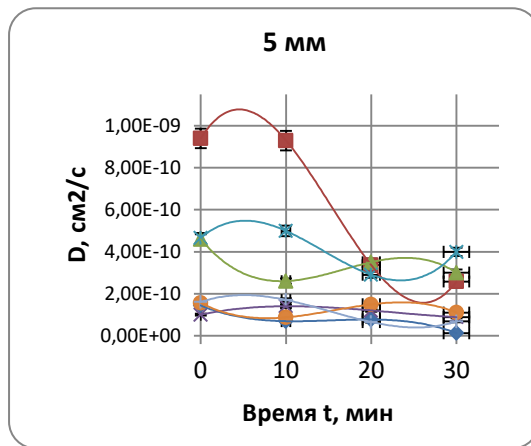
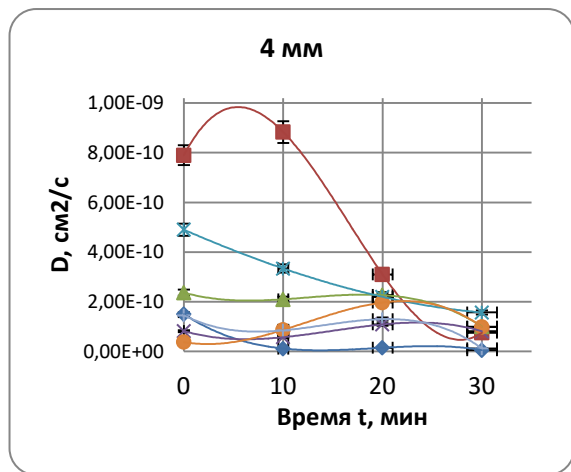
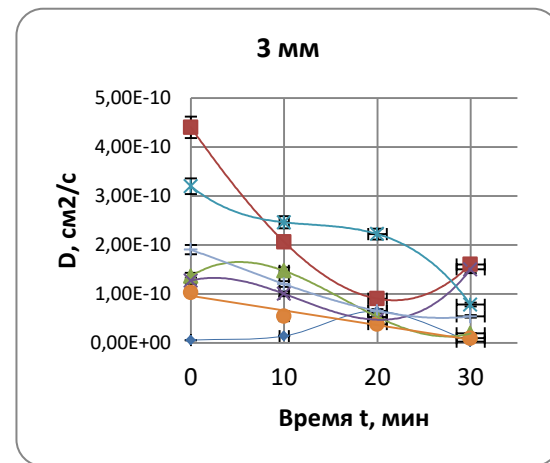
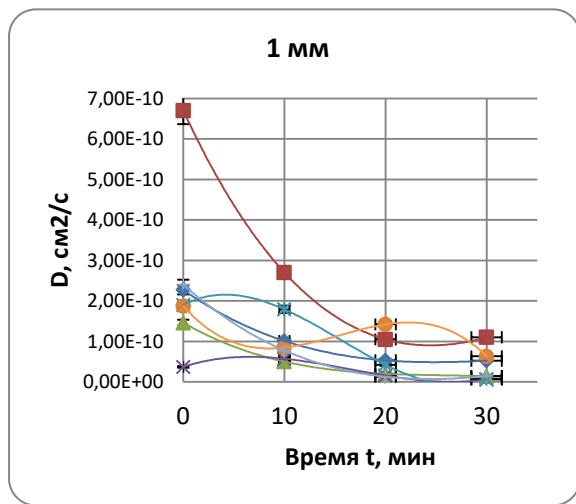
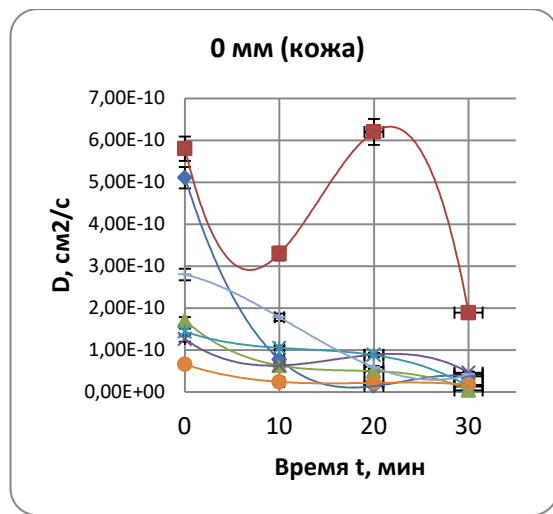
Рассмотрим характер изменения коэффициента диффузии в зависимости от расстояния (от кожи вглубь салаки) (рисунок 3.10.7). Коэффициент диффузии всех образцов обогащенной соли выше, чем у контроля – соли пищевой, но ниже чем у соли, обогащенной фитоконпонентами чеснока. Но через 30 минут после начала посола, начиная с глубины в 4 мм, коэффициент диффузии для соли, обогащенной фитоконпонентами календулы, и соли, обогащенной фитоконпонентами паприки, опережают коэффициент диффузии соли, обогащенной чесноком. Наиболее схожее значение коэффициента диффузии у всех образцов соли, обогащенной фитоконпонентами, достигается на расстоянии 2 мм от кожи салаки вглубь ткани.

На рисунке 3.10.8 показан характер изменения коэффициента диффузии с течением времени в разных слоях. Значения коэффициентов диффузии к 30 минутам после начала посола практически выравниваются, происходит уменьшение значения по всей толще образца. Но по-прежнему коэффициент диффузии соли, обогащенной фитоконпонентами чеснока, остается самым высоким.



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

Рисунок 3.10.7 – Распределение коэффициента диффузии СОФ в зависимости от расстояния (через каждые 10 минут после начала посола)



- ◆ соль
- соль+чеснок
- ▲ СОФ паприка
- ✱ СОФ куркума
- ✱ СОФ календула
- СОФ куркума+паприка
- ✱ СОФ куркума+зверобой

Рисунок 3.10.8 – Распределение коэффициента диффузии СОФ в зависимости от времени

С помощью метода ФКС были экспериментально получены пространственно-временные распределения коэффициентов диффузии и интенсивности рассеяния света в образцах салаки при сухом посоле солью, обогащенной фитоконпонентами, что позволило сделать следующие выводы:

1. Коэффициент диффузии при сухом посоле салаки солью, обогащенной фитоконпонентами, выше, чем коэффициент диффузии соли пищевой, но меньше чем, у соли, обогащенной фитоконпонентами чеснока. Данный эффект можно объяснить воздействием фитоконпонентов, содержащих водорастворимые ионы, которые способствуют увеличению разности концентраций ионов натрия и хлора как движущей силы диффузии. В случае образцов соли, обогащенных не только фитоконпонентами чеснока, но и трав и специй, этот процесс равномерного проникновения и распределения замедляется за счет большего размера диффундирующих растительных частиц.

2. Быстрее всего изменения интенсивности рассеяния света, а, следовательно, и скорости образования кластеров, происходили у образцов с солью, обогащенных куркумой. Интенсивность рассеяния света достигла максимального значения на расстояниях в диапазоне 2 – 4 мм от поверхности рыбы. Это означает, что через 30 минут после начала посола интенсивность, а, следовательно, и концентрация соли с куркумой, приобретает линейное распределение, а далее наблюдаются колебания, что подтверждает взаимодействие встречных потоков: соль, обогащенная куркумой и влага из салаки.

Таким образом, полученный результат свидетельствует об интенсификации просаливания рыбы, что имеет большое значение в виду кратковременности посола при подготовке полуфабриката для горячего копчения.

### 3.11 Исследование спектральных характеристик соленого полуфабриката, обогащенного СОФ

С образцами СОФ готовили соленый полуфабрикат из салаки. Сухой посол с СОФ проводили по достижении концентрации соли в мышечной ткани салаки уровня  $1,70 \pm 0,2$  %.

Аналізу антиокислительной способности подвергали 6 образцов, в том числе контрольный. На рисунке 3.11.1 представлены спектры хемилюминесценции спиртовых липидных вытяжек из соленого полуфабриката салаки.

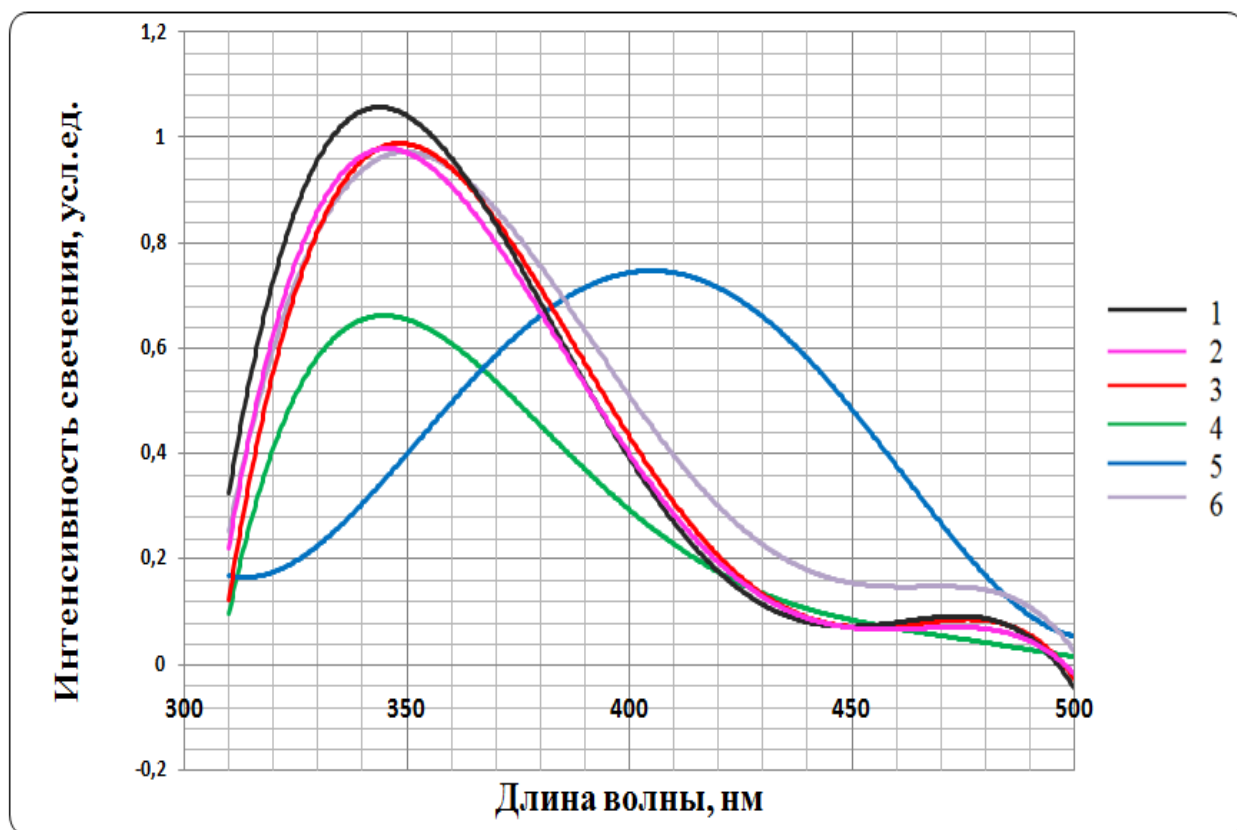


Рисунок 3.11.1 – Исследование хемилюминесценции спиртовых вытяжек липидов соленого ПФ салаки на спектрофлюорофотометре Shimadzu RF-5301РС (1 – контрольный образец соленого ПФ салаки с солью пищевой; соленый ПФ, обогащенный фитоконпонентами чеснока и 2 – куркумы, 3 – куркумы и зверобоя, 4 – куркумы и паприки, 5 – календулы, 6 – паприки)

Антиокислительная способность липидных вытяжек из соленого ПФ салаки, посоленного с СОФ, снижается в ряду образцов: 4–5–2–6–3. Видно, что наибольший антиокислительный эффект от применения СОФ проявляется при использовании таких фитокомпонентов, 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 et al. 2017). При изготовлении образцов ПФ салаки с СОФ, содержащих уменьшенное количество названных компонентов, АО эффект не наблюдается, за исключением применения СОФ с календулой, которую предпочтительно использовать отдельно.

Следующим этапом исследования является необходимым нахождение массовой концентрации жирорастворимых антиоксидантов.

### **3.12 Определение массовой концентрации жирорастворимых антиоксидантов в соленом полуфабрикате, обогащенном фитокомпонентами**

Вторым этапом исследования антиоксидантной емкости было исследование соленого полуфабриката, при процессе посола которого применялись СОФ. Результаты исследования антиоксидантной активности образцов представлены в таблице 3.12.1.

Исследование проводили по аналогии с определением массового содержания жирорастворимых антиоксидантов СОФ (п. 3.9).

Поскольку значение массовой концентрации жирорастворимых антиоксидантов в соленом полуфабрикате невелико, целесообразным является проверка различий и нормальности распределения данным при помощи приемов математической статистики.



Таблица 3.12.1 – Массовая концентрация антиоксидантов в исследуемых образцах соленого полуфабриката салаки

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

Адекватность полученных опытным путем данных проверим по критерию Колмогорова-Смирнова и критерию Шапиро-Уилка (рисунок 3.12.1). Проверку гипотезы о различиях опытных данных – посредством дисперсионного анализа (рисунок 3.12.2).

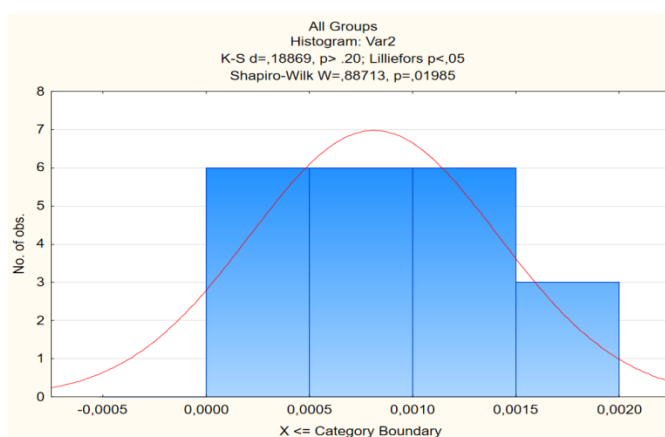


Рисунок 3.12.1 – Гистограмма определения нормальности распределения, с учетом критерия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка

Основываясь на результатах анализа интерпретации результатов опыта, можно говорить о том, что полученные данные о массовом содержании жирорастворимых антиоксидантов являются адекватными и распределены нормально, так как критерий Колмогорова-Смирнова более 0,20, а критерий Шапиро-Уилка менее 0,05.

Analysis of Variance (данные по антиоксидантам полуфабрикат)								
Marked effects are significant at p < ,05000								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Var2	0,000011	6	0,000002	0,000000	14	0,000000	102,3611	0,000000

Рисунок 3.12.2 – Дисперсионный анализ

Из данных рисунка 3.12.2. видно, что значения массового содержания жирорастворимых антиоксидантов различны, так как критерий  $p < 0,05$ .

Контрольный образец соленого ПФ обладал довольно высокой антиоксидантной активностью из-за естественного содержания антиоксидантов, присутствующих в рыбе, таких как витамины А, Е и астаксантин. Наибольшее содержание АО, по сравнению с контролем, обнаружено в образце ПФ, обогащенном фитоконпонентами чеснока и куркумы и паприки  $(407,00 \pm 20,35) \cdot 10^{-5}$  мг/г. Наименьшее содержание АО были в образцах ПФ, обогащенных фитоконпонентами чеснока, паприки  $(289,00 \pm 14,45) \cdot 10^{-5}$  мг/г и чеснока, календулы  $(302,00 \pm 15,10) \cdot 10^{-5}$  мг/г.

### 3.13 Органолептическая оценка качества соленого полуфабриката, обогащенного фитоконпонентами

Органолептическая оценка соленого полуфабриката салаки, обогащенного СОФ, проводилась в производственных условиях рыбоперерабатывающего предприятия ООО «РК «За Родину»» (Приложение Б).

Дегустационная комиссия оценивала внешний вид, запах, вкус и консистенцию. Результаты органолептической оценки соленого полуфабриката, обогащенного СОФ, представлены в виде профилограмм на рисунках 3.13.1 – 3.13.4.

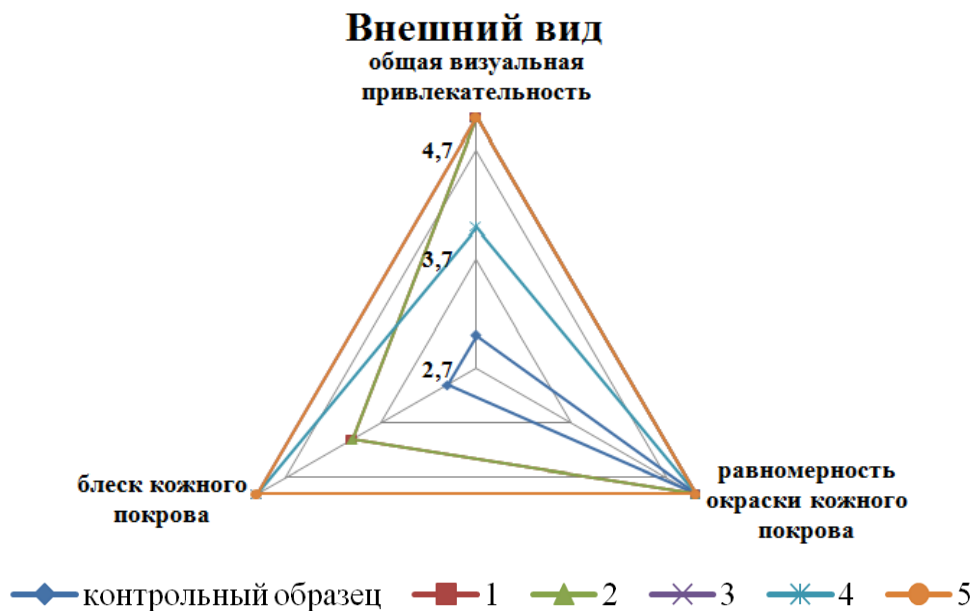


Рисунок 3.13.1 – Профилограмма органолептической оценки внешнего вида соленого ПФ салаки, полученного с СОФ

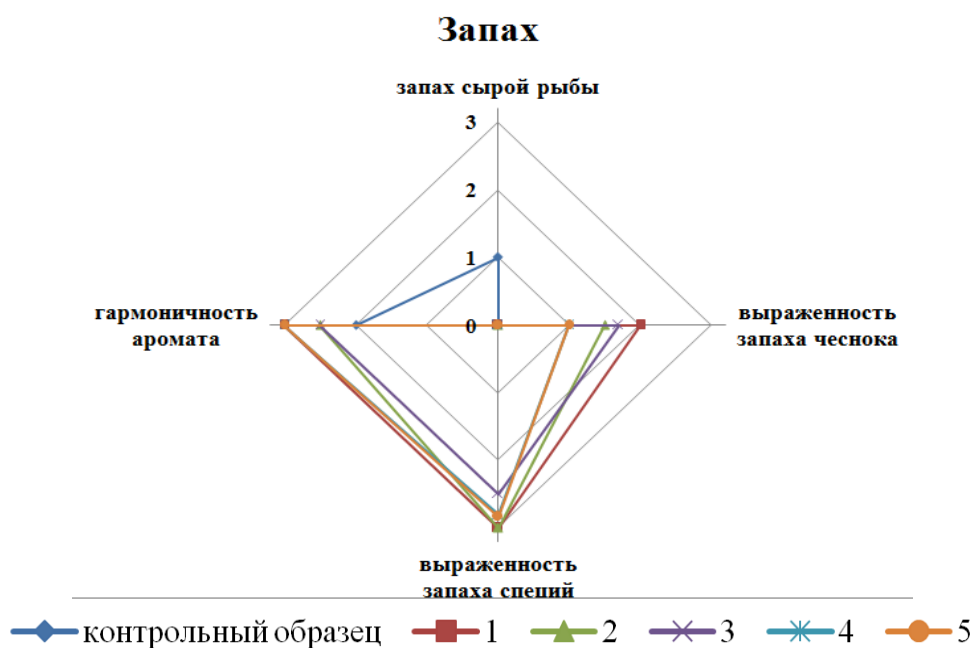


Рисунок 3.13.2 – Профилограмма органолептической оценки запаха соленого ПФ салаки, полученного с СОФ

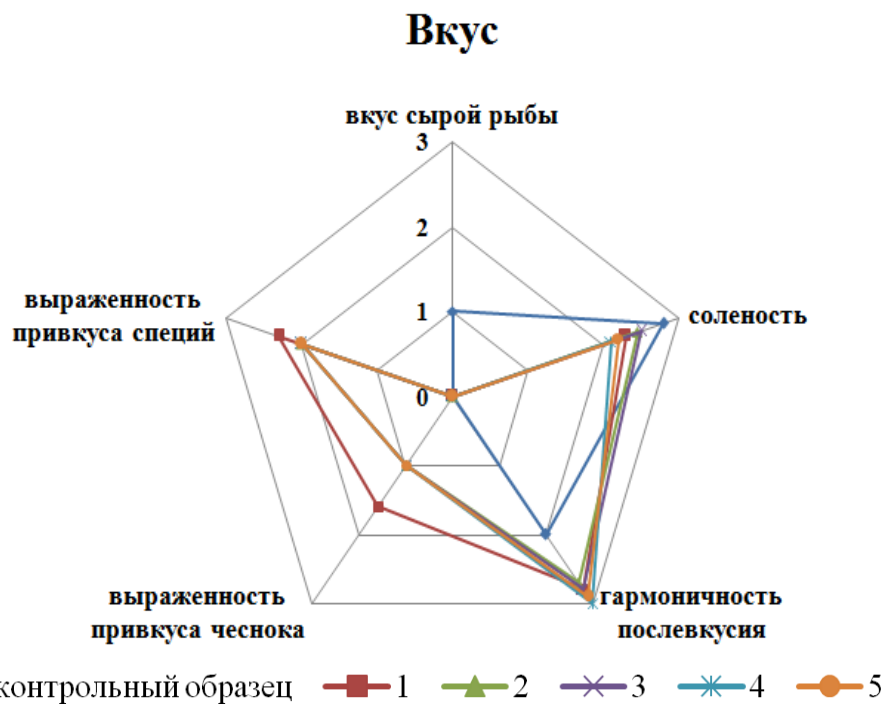


Рисунок 3.13.3 Профилограмма органолептической оценки вкуса соленого ПФ салаки, полученного с СОФ

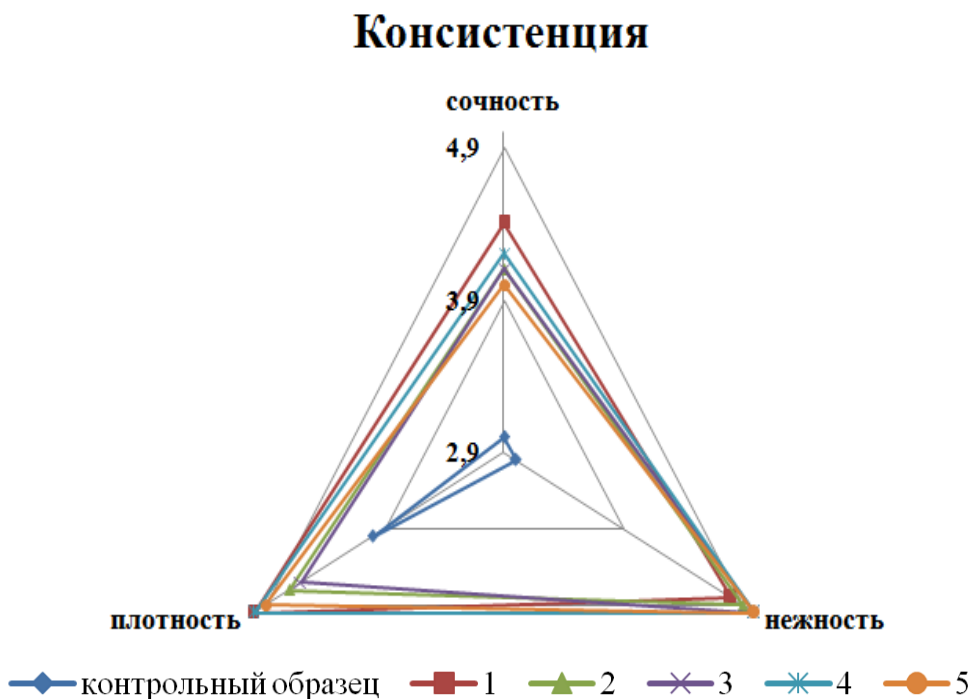


Рисунок 3.13.4 – Профилограмма органолептической оценки консистенции соленого ПФ салаки, полученного с СОФ

Все образцы соленого ПФ с СОФ по органолептическим характеристикам оценены более высокими баллами, по сравнению с контрольным образцом.

Внешний вид оценивали по трем профилям: общая визуальная привлекательность, равномерность окраски (так как в составе СОФ есть пигменты) и блеск кожного покрова. Наиболее привлекательным по внешнему виду является образец соленого ПФ с СОФ паприки.

Запах оценивали также по профилям, которые представлены на рисунке 6. В профиле «запах сырой рыбы» – желаемая оценка «0» баллов – отсутствует, в профиле «выраженность запаха чеснока» – желаемая оценка «2» балла – слабо выражен; в профиле «выраженность запаха специй» – «3» балла – выражен. По совокупности оценки запаха соленого ПФ, наиболее привлекательным является образец соленого ПФ с СОФ куркумы и соленый ПФ с СОФ календулы.

Вкус оценивали по 5 профилям: вкус сырой рыбы, соленость, выраженность послевкусия чеснока, выраженность послевкусия специй, гармоничность послевкусия. В профиле «вкус сырой рыбы» – желаемая оценка «0» баллов – отсутствует, в профиле «выраженность послевкусия чеснока» – желаемая оценка «1» балл – еле уловим; в профиле «выраженность послевкусия специй» – «2» балла – слабо выражен, в профиле «гармоничность послевкусия» – «3» балла выражена. По совокупности профилей привлекательными являются все образцы соленого ПФ с СОФ, однако дегустационная комиссия отметила, что у соленого ПФ с СОФ куркумы выражено послевкусие чеснока, но в приемлемых рамках.

По показателю «Консистенция» все образцы представленного соленого ПФ с СОФ обладали желаемой сочностью, нежностью и плотностью.

Дегустационная комиссия постановила, что органолептические показатели соленого ПФ с СОФ выше, чем у контрольного образца. Вкус, цвет, запах – гармоничные. Комиссия рекомендовала разработку способа получения соленого ПФ с СОФ к производству на предприятии ООО «РК «За Родину»».

На основании результатов обширного ряда проведенных исследований разработаны рекомендации по применению СОФ в технологии продукции из сельди балтийской (*Clupea harengus membras*). Рекомендации представлены в таблице 3.13.1.

Рекомендации составлены, исходя из того, что продукция должна обладать заданными технологическими свойствами. В качестве заданных свойств выступают свойства СОФ, которые способны модернизировать технологические характеристики готовой продукции из сельди балтийской (*Clupea harengus membras*), а именно:

- придание цвета,
- увеличение блеска кожного покрова,
- придание вкуса (трав и специй),
- наличие антиоксидантной активности,
- наличие антимикробных свойств,
- увеличение сроков годности.

Таблица 3.13.1 – Практические рекомендации по применению СОФ

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	+	++	+++	+	+

Характеристика	СОФ куркумы	СОФ паприки	СОФ календулы	СОФ куркумы и паприки	СОФ куркумы и зверобоя
Увеличение сроков годности	+	+	+	+	+
Применение	Для копчения, пресервов в масляных заливках. Для видов жирных рыб	Для пресервов, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для пресервов, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для копчения, соленой, сушеной, вяленой продукции	Для копчения, соленой, сушеной, вяленой продукции

Конкретные примеры реализации технологии обогащения СОФ продукции горячего копчения из салаки представлены далее.

### **3.14 Технология салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами**

В качестве варианта прикладного применения СОФ в технологии продукции из сельди балтийской разработана технология салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами трав и специй. Поэтапная технологическая блок-схема представлена на рисунке 3.14.1.

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

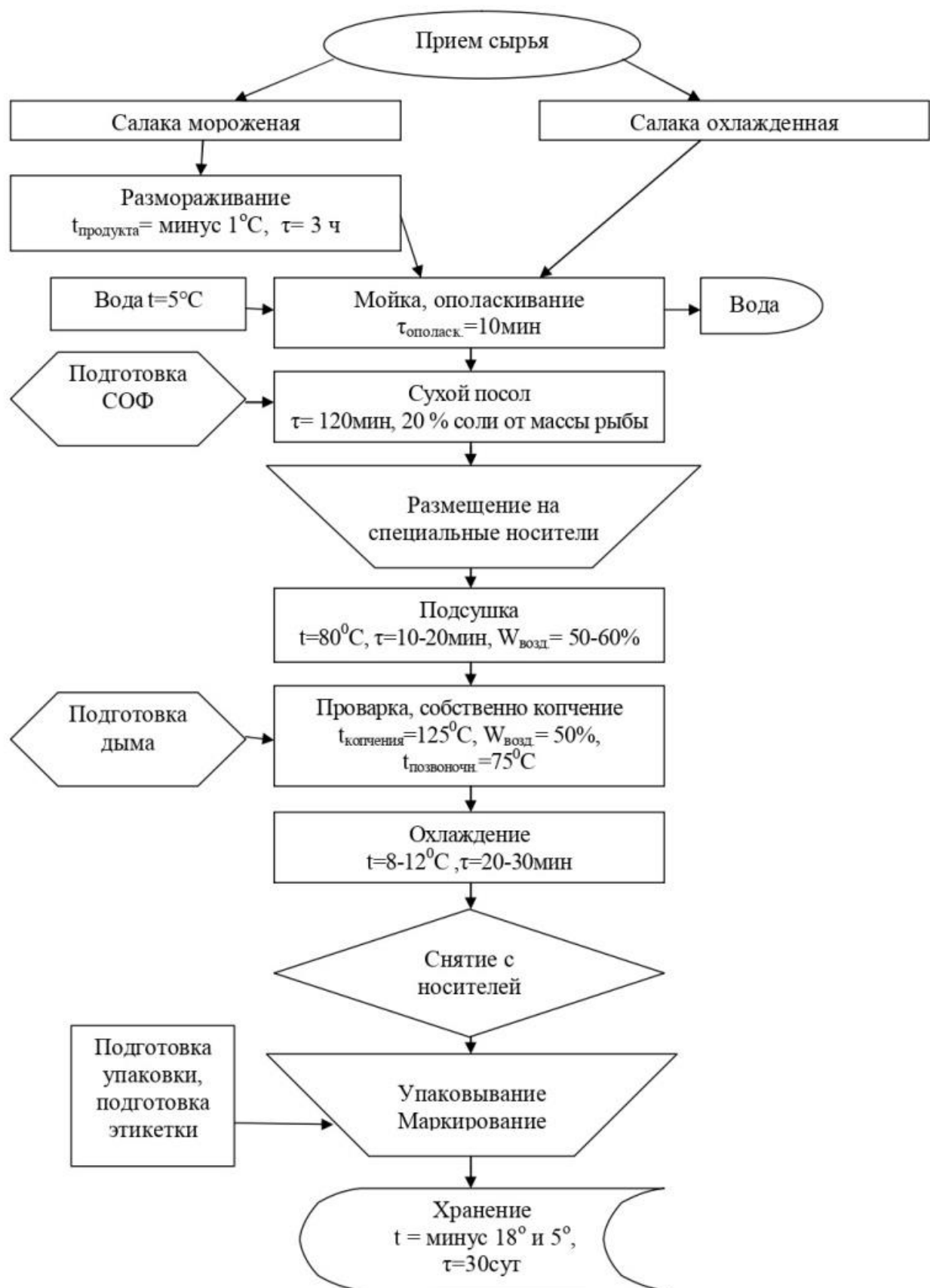


Рисунок 3.14.1 – Технологическая блок-схема производства салаки горячего копчения с СОФ



Следующей технологической операцией является дымовое копчение с применением опилок ольховых 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.

### **3.15 Определение степени сохранения антиокислительной способности фитоконпонентов после термообработки методом хемилюминесценции**

Липиды рыбных продуктов – один из самых ценных конпонентов пищи. Они же - наиболее скоропортящаяся составляющая пищевых продуктов, лимитирующая продолжительность их хранения. Поскольку в состав СОФ, применяемой при посоле салаки, входят вещества, обладающие антиокислительными свойствами, было решено провести исследование антиокислительной активности салаки горячего копчения с СОФ. Образцы хранили при температуре плюс 5 градусов Цельсия в течение двух недель для того, чтобы пошел явный процесс окисления липидной фракции. После этого определяли хемилюминесценцию образцов салаки с и без фитоконпонентов.

Результаты исследования антиокислительной способности фитоконпонентов, входящих в состав салаки горячего копчения представлены на рисунке 3.15.1

Из представленных спектров видно, что образцы, приготовленные с различными добавками, имеют практически идентичные по форме спектры лю-

минесценции с одним достаточно широким максимумом, отличающиеся только интенсивностью.

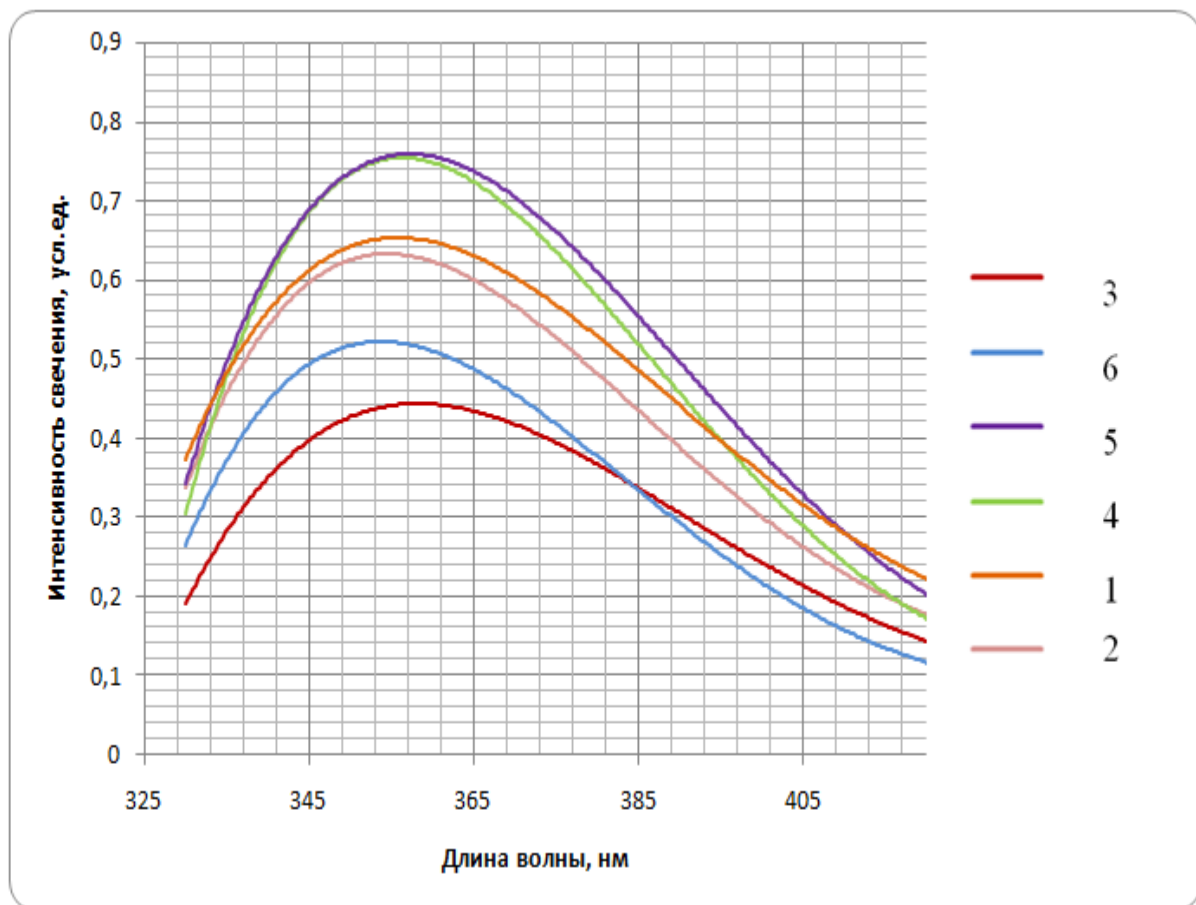


Рисунок 3.15.1 – Исследование хемилюминесценции спиртовых вытяжек липидов салаки горячего копчения, обогащенной фитоконцентрами (1 – контрольный образец – салака горячего копчения без СОФ, 2 – салака горячего копчения, обогащенная фитоконцентрами чеснока и календулы; 3 – салака горячего копчения, обогащенная фитоконцентрами чеснока и паприки; 4 – салака горячего копчения, обогащенная фитоконцентрами чеснока и куркумы; 5 – салака горячего копчения, обогащенная фитоконцентрами чеснока, куркумы, зверобоя; 6 – салака горячего копчения, обогащенная фитоконцентрами чеснока, куркумы и паприки)

Наличие люминесценции свидетельствует о присутствии в исследуемых образцах спиртовых вытяжек липидов салаки горячего копчения продуктов окисления. Наиболее высокая антиокислительная активность у образца спир-

товой 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. Синергетический эффект в отношении антиокислительной активности проявляется в композиции чеснока и паприки. Содержащиеся в данных растительных компонентах антиокислительные соединения взаимодополняют друг друга, тем самым увеличивая положительное действие на предотвращение окисления липидов салаки горячего копчения.

Следующим из этапов исследования салаки горячего копчения, обогащенной СОФ, является установление микробиологической безопасности.

### **3.16 Санитарно-эпидемиологическая оценка безопасности салаки горячего копчения, обогащенной СОФ**

Выбор контрольных точек для проведения микробиологических исследований с целью обоснования безопасности салаки горячего копчения, обогащенной СОФ, основан на предполагаемом сроке годности (30 суток при температуре минус 18 град. Цельсия). Периодичность контроля микробиологических показателей представлена в таблице 3.16.1.

Таблица 3.16.1 – Периодичность контроля микробиологических показателей салаки горячего копчения, обогащенной СОФ

№ п/п	Контролируемые показатели	Точки контроля				
		Фон	10 день	20 день	30 день	39 день
1	КМАФАнМ	+	+	+	+	+
2	БГКП	+	+	+	+	+
3	<i>S.aureus</i>	+	+	+	+	+
4	Сульфитредуцирующие клостридии	+	+	+	+	+
5	Патогенные микроорганизмы, в том числе <i>Salmonella</i>	+	+	+	+	+

Нормативные значения исследуемых показателей представлены ниже, в таблицах 3.16.2 и 3.16.3

Таблица 3.16.2 – Микробиологические нормативы безопасности (патогенные микроорганизмы)

Показатель	Масса продукта (г), в которой не допускается
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	25
<i>Listeria monocytogenes</i>	25

Таблица 3.16.3 – Микробиологические нормативы безопасности (санитарно-показательные и условно-патогенные микроорганизмы)

Показатель	Допустимый уровень
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускается в массе продукта (г)	1,0
<i>S. aureus</i> не допускается в массе продукта, (г)	1,0
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта (г)	0,1

При проведении исследования микробиологических показателей безопасности салаки горячего копчения, которая хранилась при температуре минус 18 градусов Цельсия, получены следующие результаты, представлены в таблице 3.16.4.

Таблица 3.16.4 – Санитарно-микробиологическое исследования обоснования безопасности салаки горячего копчения, хранящейся при температуре минус 18 градусов Цельсия в вакуумной упаковке

Исследуемые показатели	Салака горячего копчения (без СОФ)					Салака горячего копчения с СОФ				
	Фон	10	20	30	39	Фон	10	20	30	39
КМАФАнМ	Менее 10									
БГКП	Не выявлено в 1 г									
<i>S. aureus</i>	Не выявлено в 1 г									
Сульфитредуцирующие клостридии	Не выявлено в 0,1 г									
Патогенные микроорганизмы, в том числе <i>Salmonella</i>	Не выявлено в 25 г									
<i>Listeria Monocytogenes</i>	Не выявлено в 25 г									

Исходя из протокола исследования, все тестируемые образцы салаки горячего копчения отвечают требованиям нормативных документов и не превышают нормативные показатели. В процессе хранения данных образцов, при исследовании КМАФАнМ, рост колоний микроорганизмов в чашках Петри наблюдался, однако количество выделенных колоний составляло от 2 до 7, что в протоколе исследований отмечается как «<10». Что касается санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов, то их выявлено не было на протяжении всего срока хранения.

Эти данные отмечаются как положительные, так как салака горячего копчения, хранящаяся при температуре минус 18 град. Цельсия является резервированным продуктом. Далее данная салака направляется на дефростацию, и в дальнейшем на переупаковку с МГС (состав МГС: 40% углекислого газа и 60% азота), с целью более презентабельного покупательского вида и продления сроков ее годности.

Периодичность контроля и контролируемые показатели для образцов салаки горячего копчения, упакованных в МГС и хранящихся при температуре плюс 5 градусов Цельсия была выбрано аналогично образцам, храня-

щимся при температуре минус 18 градусов Цельсия. Результаты исследования представлены в таблице 3.16.5.

Таблица 3.16.5 – Санитарно-микробиологическое исследования обоснования безопасности салаки горячего копчения, хранящейся при температуре плюс 5градусов Цельсия в МГС

Исследуемые показатели	Салака горячего копчения (без СОФ)					Салака горячего копчения с СОФ				
	Фон	10	30	60	69	Фон	10	30	60	69
КМАФАнМ	Менее 10		$3,1 * 10^2$	$9,4 * 10^3$	$1,2 * 10^4$	Менее 10				
БГКП	Не выявлено в 1 г									
<i>S. aureus</i>	Не выявлено в 1 г									
Сульфитредуцирующие клостридии	Не выявлено в 0,1 г									
Патогенные микроорганизмы, в том числе <i>Salmonella</i>	Не выявлено в 25 г									
<i>Listeria Monocytogenes</i>	Не выявлено в 25 г									

Из протокола исследований микробиологических показателей видно, что санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов из салаки горячего копчения не выявлено. Показатель КМАФАнМ у контрольного образца – традиционной салаки горячего копчения - на 20 сутки хранения начал увеличиваться до уровня  $1,2 * 10^4$  КОЕ/г к 69 суткам хранения. В то время как у салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами зверобоя и календулы (образец 1) и куркумы и паприки (образец 2) оставался на уровне «менее 10» КОЕ/г, что свидетельствует о том, что фитокомпоненты, входящие в рецептуру соли, используемой для посола салаки, проявляют свое действие, демонстрируя свою антимикробную активность. В салаке горячего копчения (контрольный образец) были идентифицированы анаэробные

дрожжи, а в салаке горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами лекарственных трав (зверобой, календула) и специй (куркума, паприка) - грамм-положительные неподвижные палочки и диплококки.

### 3.17 Органолептическая оценка салаки горячего копчения, обогащенной СОФ, в процессе хранения

В параллель исследованиям микробиологических показателей салаки горячего копчения в процессе хранения в течение одного месяца при температуре минус 18 градусов Цельсия под вакуумом, а затем при температуре плюс 5 градусов Цельсия в МГС, в каждой контрольной точке оценивали органолептические показатели, такие как консистенция, запах, вкус, цвет, согласно пятибалльной шкале.

Результаты органолептической оценки салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами в процессе хранения представлены на рисунках 3.17.1 - 3.17.3.

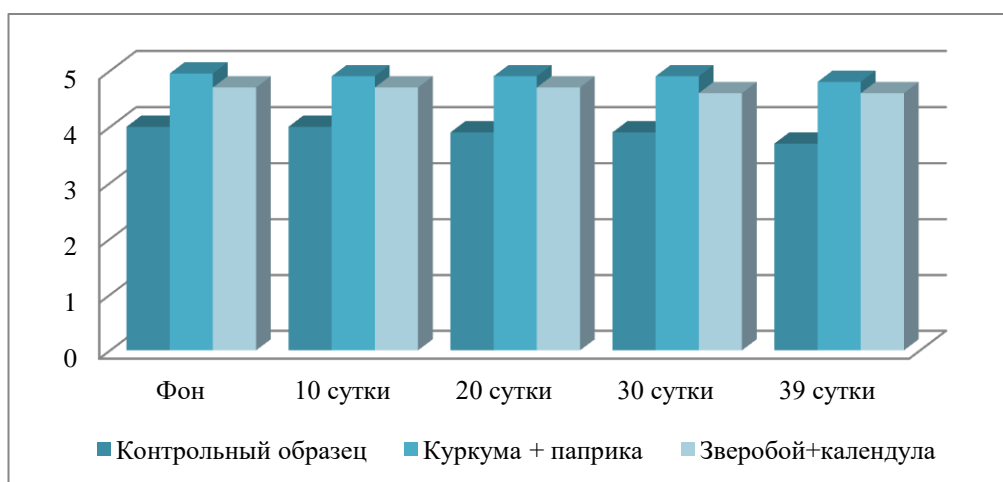


Рисунок 3.17.1 – Диаграмма изменения органолептической оценки салаки горячего копчения, по показателю «Вкус и аромат», в процессе хранения

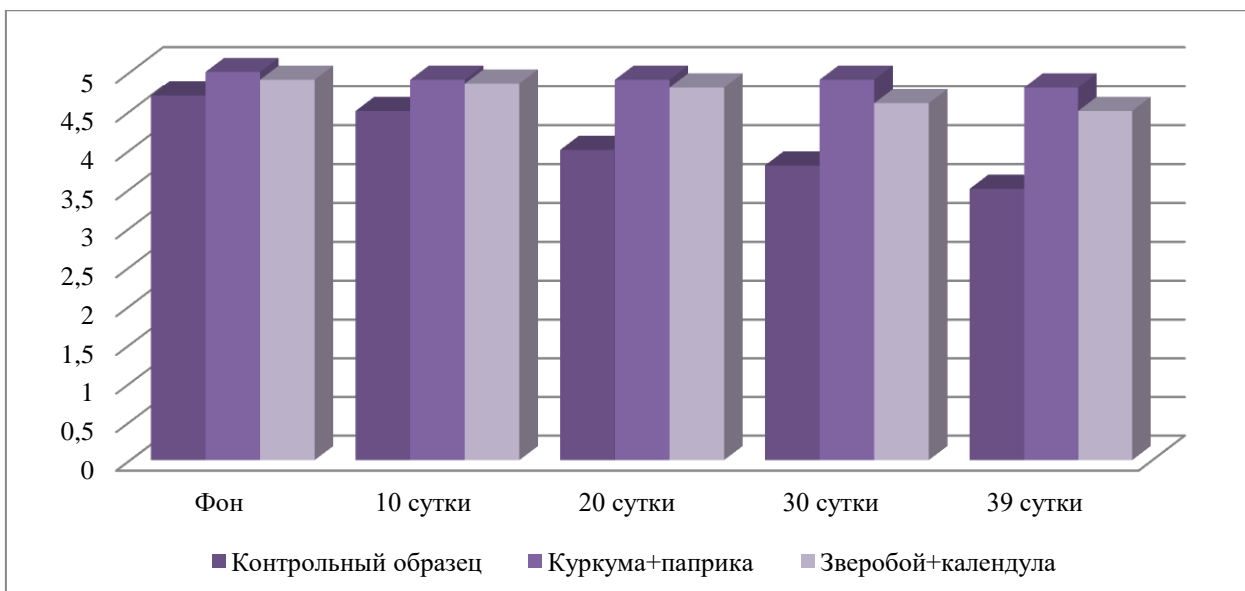


Рисунок 3.17.2 – Диаграмма изменения органолептической оценки салаки горячего копчения, по показателю «Консистенция», в процессе хранения

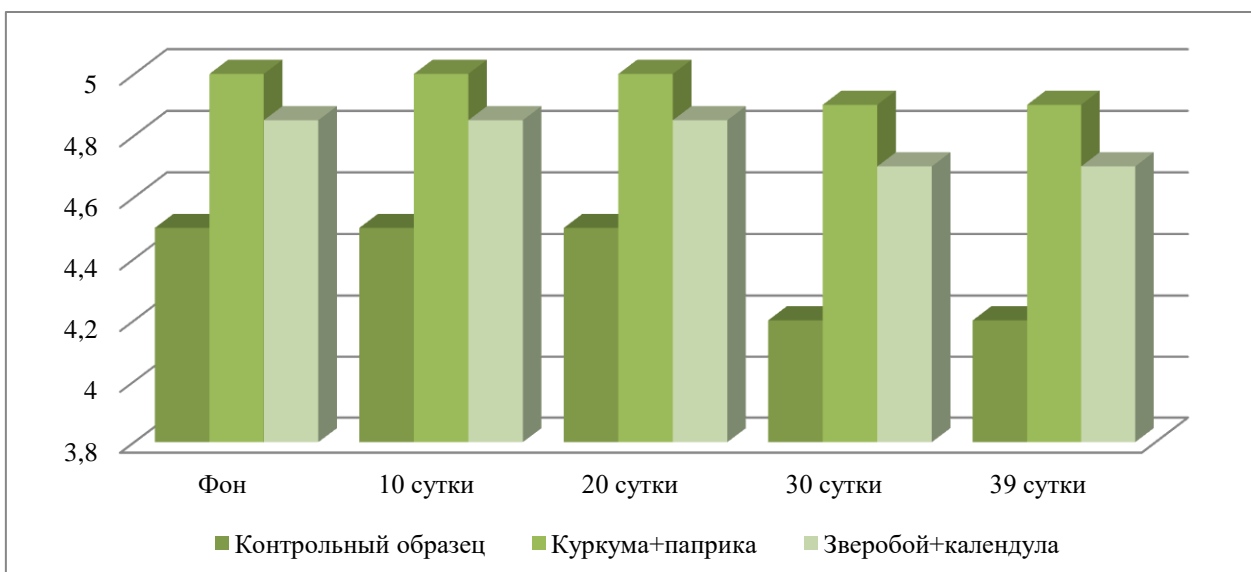


Рисунок 3.17.3 - Диаграмма изменения органолептической оценки салаки горячего копчения, по показателю «Цвет», в процессе хранения

Органолептические показатели качества салаки горячего копчения в процессе хранения оставались на высоком уровне. Однако было отмечено,



что к окончанию срока хранения у контрольного образца консистенция ухудшилась, стала мажущейся, и 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 куркумы и паприки (цвет – 4,9 баллов; вкус и аромат – 4,8 баллов; консистенция 4,8 баллов); зверобоя и календулы (цвет – 4,7 баллов; вкус и аромат – 4,6 баллов; консистенция – 4,5 баллов) все показатели получили более высокую оценку, чем контроль, и ухудшились в процессе хранения совсем незначительно.

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.

На основании экспериментальных данных и промышленной апробации результатов исследований разработана нормативная документация на производство салаки горячего копчения с применением СОФ.

### **3.18 Промышленная апробация разработанных технологий и их экономическая эффективность**

Разработаны и утверждены ТУ и ТИ 10.89.19.150-010-00471544-2021 «Соль, обогащенная фитоконпонентами» (Приложение В и Г), ТУ и ТИ 10.20.2-012-00471544-2021 «Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный фитоконпонентами» (Приложение Д и Е), а также ТУ и ТИ 10.20.24.123-011-00471544-2021 «Салака горячего копчения, обогащенная фитоконпонентами» (Приложение Ж и К).

В производственных условиях компанией ООО «ФУДТИМ» была проведена апробация технологии производства салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами трав и специй (Приложение Л).

Объем выработанной партии составил 100 упаковочных единиц салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами, массой по 500 г. После изготовления салака горячего копчения была упакована в МГС.

Основные результаты экономического обоснования эффективности представлены в таблице 3.18.1. Результаты были получены посредством применения программы Altinvest. Подробный расчет представлен в приложении М.

Таблица 3.18.1 – Основные экономические показатели

№	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

Исследование экономической эффективности разрабатываемой технологии показало, что предположительная рентабельность составляет 20,71, с учетом срока окупаемости в 8,9 лет, при условии проектирования цеха по производству салаки горячего копчения, обогащенной фитоконпонентами, с нуля. Проект участка цеха по производству СОФ представлен в приложении Н.

## 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 фитоконпонентами 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 фитоконпонентами, с минимальным содержанием влаги, включающих: соли пищевой 1 сорта 90 %; сырого чеснока – 7 %; сухих порошкообразных трав и специй 3 %. Разработана технология получения обогащенной фитоконпонентами соли, включающая подготовку ингредиентов и их тщательное смешивание.

2. Получены количественные значения светлоты, насыщенности и цветового фона цвета обогащенной фитоконпонентами 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 фитоконпонентами 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 фитоконпонентов.

3. Научно обоснована антиокислительная активность образцов обогащенной соли. Самое высокое значение антиокислительной активности имеет образец соли, обогащенный фитоконпонентами 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 есте-

ственной микрофлоры салаки (бактерий родов *Bacillus* и *Kurthia*). Установлено, что наибольшую 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%; 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 спектрофлуориметрически 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 фитокомпонентами соль, соленый полуфабрикат салаки и готовую салаку горячего копчения с фитокомпонентами.

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 фитокомпонентами 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 фитокомпонентами 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 СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО - антиоксидант

АОА - антиоксидантная активность

БАВ – биологически-активные вещества

БГА - бутилированный гидроксианизол

ВАК - высшая аттестационная комиссия

ВБР - водные биологические ресурсы

ГОСТ – Государственный стандарт

КМАФАнМ – колонии мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов

МГС – Модифицированная газовая среда

МНЖК – мононенасыщенные жирные кислоты

МНТК – Межвузовская научно-техническая конференция

МПА – мясо-пептонный агар

МУК – методические указания

НЖК – насыщенные жирные кислоты

НТП – научно-технический парк

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты

ПОЛ – перекисное окисление липидов

ПФ - соленый полуфабрикат

ПФЭ – полный факторный эксперимент

РПА – рыбо-пептонный агар

СКО – среднеквадратичное отклонение

СОФ - соль, обогащенная фитоконпонентами

ТР – технический регламент

ФАО - Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций

ФКС – фотонная корреляционная спектроскопия

ФС – фармакопейная статья  
ФЭУ - фотоэлектронный умножитель  
ЦКП –центральный композиционный план  
ЧДА – чистый для анализов  
ВНТ - бутилированный гидрокситолуол  
DG - додецилгаллат  
OG - октилгаллат  
PG - пропилгаллат  
ТВНQ - трет-бутилгидрохинон

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В Балтийском море проведены мониторинговые работы промышленного пелагического лова. АтлантНИРО. 2021. URL: <http://atlant.vniro.ru/index.php/novosti2/item/890-v-baltijskom-more-provedeny-monitoringovye-raboty-promyshlennogo-pelagicheskogo-lova>.
2. Георгиевский В.П. и др. Биологические активные вещества лекарственных растений, Новосибирск Наука 1990.
3. Голова, Ж.А. Микробиология рыбы и рыбных продуктов / Ж.А. Голова, В.П. Дедюха. М., 1986. 151 с.
4. ГОСТ 10444.15-1994. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022648>
5. ГОСТ 15161-93. Трава зверобоя. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022859>
6. ГОСТ 19440-94 «Порошки металлические. Определение насыпной плотности. Часть 1. Метод с использованием воронки. Часть 2. Метод волюмометра Скотта»
7. ГОСТ 29185-2014. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200119547>
8. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200049977>
9. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098239>
10. ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098769>



11. ГОСТ 31747 – 2007. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098583>
12. ГОСТ 31904-2012. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101977>
13. ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105310>
14. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженая. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105891>
15. ГОСТ 51574-2018. Соль пищевая. Общие технические условия . URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200159300>
16. ГОСТ 54729-2011 « Соль поваренная пищевая. Определение массовой доли влаги термogrавиметрическим методом»
17. ГОСТ 7447-2015. Рыба горячего копчения. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200123269>
18. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты промысла и продукция из них . Методы определения органолептических и физических показателей. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200066618>
19. ГОСТ 7636-1985. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022224>
20. ГОСТ 7977-87. Чеснок свежий заготавливаемый и поставляемый. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024861>
21. ГОСТ ИСО 5562-2017. Пряности. Куркума целая и молотая (порошкообразная). Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157525>
22. ГОСТ ИСО 7540-2008. Паприка молотая порошкообразная. Технические условия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200073782>

23. **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.

24. **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)

25. **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.

26. **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.

27. **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)

28. **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.

29. **Гужова В.Ф.** Обоснование выбора барьеров в технологии салаки горячего копчения / В.Ф. Гужова, А.В. Чернова // VIII Балтийский морской фо-

рум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2020. – т.5. - С. 39-42.

30. **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.

31. **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.

32. **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.

33. **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 агробιοтехнологий РАН, Урал. гос. экон. унт; [отв. за вып.: Мотовилов О.К., Нициевская К.Н., Тихонов С.Л.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. унта, 2020. – С. 186-189.

34. **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).

35. **Гужова В.Ф.** Особенности рационов питания практикантов в период мореходной практики / И.М Титова, А.Б. Тристанов, М.П. Белова, А.В. Чернова, В.Ф. Гужова // IX Балтийский морской форум: Инновации в технологии

продуктов здорового питания: нац. науч. конф.: сб. науч. тр. – Калининград, 2021. – т.5. - С. 90-96.

36. **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/>

37. **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

38. **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.

39. **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.

40. Исмагилов, Р.Р. Календула / Р.Р. Исмагилов, Д.А.Костылев. - Уфа, 2000. - 102 с.

41. Исследование массообменных процессов при комбинированном сухом посоле рыбы / А. М. Ершов, А. С. Бестужев, Ю. А. Фатыхов, С. О. Балашов // Вестник МГТУ. – 2010. – Т. 13. – № 4/1. – С. 673–677.

42. Исупов В.П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение / В.П. Исупов. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 176 с

43. К определению цветности томатных пищевых продуктов с использованием цифровых технологий / Д.А. Батырханова, А.А. Калабина, В.З. Крученецкий, Д.А. Глевлесова // Известия кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2019. – № 2-2(50). – С. 229-232.

44. Кузнецова Е. А. Влияние антисептиков природного происхождения на безопасность и качество зернового хлеба/ Е. А. Кузнецова, С. Я. Корячкина., О.М. Пригарина // Вестник ОГУ . 2006. №10-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-antiseptikov-prirodnogo-proishozhdeniya-na-bezopasnost-i-kachestvo-zernovogo-hleba> (дата обращения: 22.12.2015).

45. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов. Самара, 2004. 1180 с.

46. Метод определения насыпной плотности: Электронный ресурс] режим доступа <http://www.korolevpharm.ru/kachestvo/garantii-kachestva/92-metodiki-i-testy/98-metod-opredeleniya-nasypnoj-plotnosti.html> (дата обращения 12.12.2016)

47. Мирзорахимов, К.К. Фенольные соединения травы зверобоя и их применение // ДАН РТ. 2012. №8. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/fenolnye-soedineniya-travy-zveroboia-i-ih-primenenie> (дата обращения: 22.12.2015).

48. МУК 4.2.1890-2004. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы.определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200038583>

49. Мусаев Ф.А., Захарова О.А., Морозова Н.И. Перец: ботаническая характеристика, классификация, использование в пищевой промышленности (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 11 – С. 105-105

50. Наумова Н.Л. Современный взгляд на проблему исследования антиоксидантной активности пищевых продуктов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т.2 – №1 – С. 5 - 8.

51. Пат. 2251346 РФ, МПК А23L1/22. Адыгейская соль / Хуажев А.З., Хуажев З.А.(Россия); патентообладатели Хуажев Аслан Закиреевич, Хуажев Заур Асланович; заявл. 27.05.03; опубл. 10.05.05
52. Патент РФ № 2729380. Кипрушкина Е.И., Яккола А.Н., Абрамзон В.В., Куприна Е.Э. и др.. Способ посола рыб семейства сельдевых. Опубликовано 09.07.2019
53. Патент РФ № №2586916. Шевченко В.В., Веселов Н.В. Способ посола деликатесных рыб.
54. Патент РФ №2120761 МПК А23В 4/023 (1995.01), дата приоритета 01.08.1997, дата публикации 27.10.1998
55. Патент РФ №2586916 МПК А23В 4/023 (2006.01), дата приоритета 19.02.2015, дата публикации 10.06.2016
56. Правдивцева О.Е., Куркин В.А. Сравнительное исследование химического состава надземной части некоторых видов рода *Hypericum* L. - Химия раст. сырья -2009, 1, 79-82.
57. Симуткин Г.Г. Трава Святого Иоанна (зверобоя): прошлое и настоящее в лечении депрессии (обзор) – Сиб. вест. психиатр. и наркол. 2009, 2, 103-108.
58. Слуева, Е.К. Оценка содержания суммы флавоноидов в настойке календулы/ Е.К, Слуева, Е.Н. Жукович, Л.А. Шарикова, Т.Ф. Прибыткова, Е.Б. Деревщикова// Фармация. 2003. Т. 51. №1. С. 13–15.
59. Танаева Е.В. Натуральные специи – это новый вкус и здоровье / Е.В. Танаева, Е.Ю. Коноплева // Мясная индустрия. 2001. № 9.
60. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>
61. Федина П.А., Латышенко К.П. Приборное и методическое обеспечение определения водо- и жирорастворимых антиоксидантов // Известия МГТУ «МАМИ». – 2012. – Т.4 – №2(14) – С. 73 - 79.

62. Федотова Е. Особенности нереста сельди и динамика ее улова в прибрежных водах Литвы / Е. Федотова, Ю. Максимов, М. Феттер // Материалы IV Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании - 2006». – Калининград: КГТУ, 2006. – Ч.1. С. 66-68.

63. Федотова Е.А., Тылик К.В. Изменение темпа роста балтийской сельди в экономической зоне Литвы Балтийского моря – М., Рыбное хозяйство, 2009, No 2. С.62-64.

64. ФС.2.5.0030.15. Ноготков лекарственных цветки. URL: <https://pharmacopoeia.ru/fs-2-5-0030-15-nogotkov-lekarstvennyh-tsvetki/>

65. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед.наук М.Н. Волгарева,- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987.— 360 с.

66. Чернова А.В. Исследование изменения степени антиоксидантной активности рыбных кулинарных полуфабрикатов при холодильном хранении/ А.В. Чернова, А.А. Шилина // Научно-практическое обеспечение холодильной промышленности: сб. науч. трудов к 85-летию ВНИХИ. – Москва, ГНУВНИХИ, 2015. – С. 441 - 446 6 с.

67. Шуманова, М. В. Исследование посола рыбы нанотехнологическими методами: моногр. / М. В. Шуманова, Ю. А. Фатыхов, В. А. Шуманов / под ред. проф. Ю. А. Фатыхова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 106 с.

68. Яшин А.Я., Черноусова Н.И., Федина П.А. . Методика выполнения измерений суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов в пищевых продуктах амперометрическим методом. Свидетельство об аттестации №120–08, 2008.

69. Amalraj A., Pius A., Gopi S. Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives—A review. J Tradit Complement Med. 2017 Apr; 7(2): 205–233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.05.005>.

70. Babae, N., Moslemi, D., Khalilpour, M., Vejdani, F., Moghadamnia, Y., Bijani, A., Baradaran, M., Kazemi, M. T., Khalilpour, A., Pouramir, M., & Moghadamnia, A. A. Antioxidant capacity of calendula officinalis flowers extract and prevention of radiation induced oropharyngeal mucositis in patients with head and neck cancers: a randomized controlled clinical study. *Daru : journal of Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences*. 2013. 21(1), 18. DOI: <https://doi.org/10.1186/2008-2231-21-18>.
71. Barlow, S.; Hudson, B. *Food Antioxidants*; Springer: Netherlands, 1990; 253–307.
72. Boskou, D. *Culinary Applications*; AOCS Publishing: Urbana, IL, 2006; Vol. 1
73. Catania M.A., Firenzuoli F., Crupi A., Mannucci C., Caputi A.P., Calapai G. *Hypericum perforatum* attenuates nicotine withdrawal signs in mice – *Psychopharmacology* - 2003, 169, 2, 186-189.
74. Chan, K. M.; Decker, E. A.; Feustman, C. Endogenous Skeletal Muscle Antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* 1994, 34 (4), 403–426.
75. Chastain, M.; Huffman, D.; Hsieh, W.; Cordray, J. Antioxidants in Re-structured Beef/Pork Steaks. *J. Food Sci.* 1982, 47 (6), 1779–1782.
76. Chen, J. H.; Ho, C. T. Antioxidant Activities of Caffeic Acid and Its Related Hydroxycinnamic Acid Compounds. *J. Agri. Food Chem.* 1997, 45 (7), 2374–2378
77. Decker, E. A.; Chan, W. K.; Livisay, S. A.; Butterfield, D. A.; Faustman, C. Interactions between Carnosine and the Different Redox States of Myoglobin. *J. Food Sci.* 1995, 60 (6), 1201–1204.
78. Devlieghere, F.; Vermeiren, L.; Debevere, J. New Preservation Technologies: Possibilities and Limitations. *Int. Dairy J.* 2004, 14 (4), 273–285.
79. International Commission on Illumination: официальный сайт. – Вена. – URL: <http://cie.co.at> (дата обращения 28.10.2020). – Текст: электронный
80. Jimenez-Escobar M.P., Pascual-Mathey L.I., Beristain C.I., Flores-Andraded E., Jiménez M., Pascual-Pineda L.A. In vitro and In vivo antioxidant



properties of paprika carotenoids nanoemulsions. *LWT*. 2020. Jun, 118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108694>.

81. Kamanna V. S., Chandrasekhara N. Hypocholesteremic activity of different fractions of garlic. *Indian J Med Res*. 1984 Apr;79:580-3. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6490122/>

82. Kim H.G., Bae J.H., Jastrzebski Z., Cherkas A., Heo B.G., Gorinstein S., Ku Y.G. Binding, Antioxidant and Anti-proliferative Properties of Bioactive Compounds of Sweet Paprika (*Capsicum annum* L.). *Plant Foods Hum Nutr*. 2016 Jun; 71(2):129-36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0550-9>.

83. Kim J.S., Ahn J., Lee S.J., Moon B., Ha T.Y., Kim S. Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (*Capsicum Annum* L., var. special) cultivated in Korea. *J Food Sci*. 2011 Mar;76(2):C193-8. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01891.x>.

84. Martin D., Navarro del Hierro J., Villanueva Bermejo D., Fernández-Ruiz R., Fornari T., Reglero G.. Bioaccessibility and Antioxidant Activity of *Calendula officinalis* Supercritical Extract as Affected by in Vitro Codigestion with Olive Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. 64(46): 8828-8837/ DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04313>.

85. McClain, R. M.; Bausch, J. Summary of Safety Studies Conducted with Synthetic Lycopene. *Reg. Toxicol. Pharmacol*. 2003, 37 (2), 274–285

86. Morton, L. W.; Caccetta, R. A. A.; Puddey, I. B.; Croft, K. D. Chemistry and Biological Effects of Dietary Phenolic Compounds: Relevance to Cardiovascular Disease. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol*. 2000, 27 (3), 152–159

87. Mozaffarian, D.; Rimm, E. B. Fish Intake, Contaminants, and Human Health: Evaluating the Risks and the Benefits. *JAMA*. 2006, 296 (15), 1885–1899


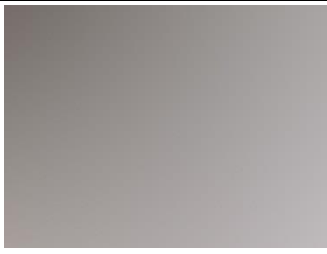
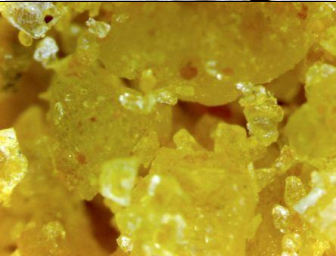


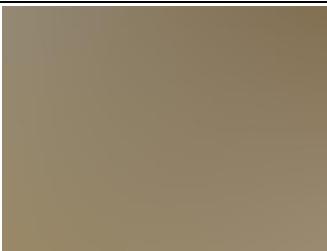
88. Muzykiewicz A., Florkowska K., Nowak A., Zielonka-Brzezicka J., Klimowicz A. Antioxidant activity of St. John's Wort extracts obtained with ultrasound-assisted extraction. *Pomeranian Journal of Life Sciences*. 2021. 65(4): 89-93. DOI: <https://doi.org/10.21164/pomjlifesci.640>.

89. Naidu, A., *Natural Food Antimicrobial Systems*; CRC Press: Boca Raton, FL, 2010.
90. Nestel, P. J. Fish Oil and Cardiovascular Disease: Lipids and Arterial Function. *Am. J. Clin. Nutri.* 2000, 71 (1), 228S–231S.
91. O'Connor, T.; O'Brien, N. Lipid Oxidation. In *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*; Springer: New York, 2006; pp 557–600.
92. Orčić D.Z., Mimica-Dukić, N. M., Francišković, M. M., Petrović, S. S., Jovin, E. D. Antioxidant activity relationship of phenolic compounds in *Hypericum perforatum* L. *Chemistry Central journal.* 2011. 5, 34. DOI: <https://doi.org/10.1186/1752-153X-5-34>.
93. Pazos, M.; Gallardo, J. M.; Torres, J. L.; Medina, I. Activity of Grape Polyphenols as Inhibitors of the Oxidation of Fish Lipids and Frozen Fish Muscle. *Food Chem.* 2005, 92 (3), 547–557.
94. Pokorný, J. Are Natural Antioxidants Better—and Safer—Than Synthetic Antioxidants? *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2007, 109 (6), 629–642.
95. Ramírez, J.; Gutierrez, H.; Gschaedler, A. Optimization of Astaxanthin Production by *Phaffia rhodozyma* through Factorial Design and Response Surface Methodology. *J. Biotechnol.* 2001, 88 (3), 259–268.
96. Razavi B.M., Hosseinzadeh H. Antioxidant effects of *Curcuma longa* and its active constituent, curcumin, for the therapy of neurological disorders. *Oxidative Stress and Dietary. Antioxidants in Neurological Diseases.* 2020: 249-269. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817780-8.00017-7>.
97. Romasov M.A. *Lechenie chesnokom [Treatment of Garlic]*, Moscow? Vecht, 2004 – 173p.
98. Sánchez-Alonso, I.; Solas, M. T.; Borderías, A. J. Physical Study of Minced Fish Muscle with a White-Grape By-Product Added as an Ingredient. *J. Food Sci.* 2007, 72 (2), E94–E101.
99. Shahidi, F. *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications*; The American Oil Chemists Society: Urbana, IL, 1997.





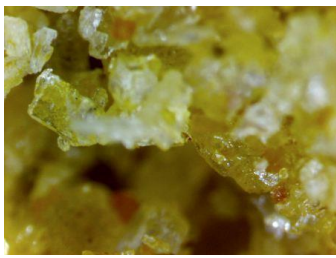



100. Tang, S.; Kerry, J. P.; Sheehan, D.; Buckley, D. J.; Morrissey, P. A. Antioxidative Effect of Added Tea Catechins on Susceptibility of Cooked Red Meat, Poultry and Fish Patties to Lipid Oxidation. *Food Res. Int.* 2001, 34 (8), 651–657.
101. Tsimidou, M.; Papavergou, E.; Boskou, D. Evaluation of Oregano Antioxidant Activity in Mackerel Oil. *Food Res. Int.* 1995, 28 (4), 431–433
102. Venkatesh, R. A Review of the Physiological Implications of Antioxidants in Food; Worcester Polytechnic Institute: Worcester, MA, 2011.
103. Wade, A. M.; Tucker, H. N., Antioxidant Characteristics of L-Histidine. *J. Nutr. Biochem.* 1998, 9 (6), 308–315.
104. Welch, A.; Lund, E.; Amiano, P.; Dorransoro, M.; Brustad, M.; Kumle, M.; Rodriguez, M.; Lasheras, C.; Janson, L.; Jansson, J. Variability of Fish Consumption within the 10 European Countries Participating in the European Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study. *Public Health Nutr.* 2002, 5 (6b), 1273–1285.
105. Wirz A., Simmen U., Heilmann J., Calis I., Meier B., Sticher O. Bisanthraquinone glycosides of *Hypericum perforatum* with binding inhibition to crh-1 receptors - *Phytochem.* 2000, 55, 8, 941-947.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А Цветохарактеристики соли, обогащенной фитоконпонентами









Таблица А.1 – Исследование цветохарактеристик соли, обогащенной фитоконпонентами

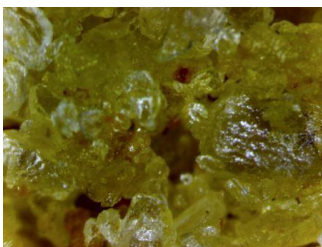







Образец СОФ	Фото	Цвет СОФ	Значение каналов RGB СОФ	Ближайший стандартный цвет
Контроль – соль пищевая 1 сорта			R = 153 G = 145 B = 143	<div style="background-color: #808080; padding: 2px; text-align: center; font-size: small;">Телегрей</div> R = 144 G = 144 B = 144
СОФ куркумы			R = 193 G = 161 B = 42	<div style="background-color: #DAA520; padding: 2px; text-align: center; font-size: small;">Жёлто-золотой</div> R = 205 G = 164 B = 52
СОФ зверобоя			R = 150 G = 135 B = 106	<div style="background-color: #8B873E; padding: 2px; text-align: center; font-size: small;">Жёлто-серый</div> R = 143 G = 139 B = 102

Продолжение таблицы А.1

Образец СОФ	Фото	Цвет СОФ	Значение каналов RGB СОФ	Ближайший стандартный цвет
СОФ паприки			R = 166 G = 120 B = 32	<div data-bbox="1749 344 2063 432" style="background-color: #a08040; padding: 2px; text-align: center;">Тёмно-жёлтый</div> R = 175 G = 125 B = 43
СОФ календулы			R = 203 G = 190 B = 135	<div data-bbox="1749 643 2063 730" style="background-color: #d9c8b1; padding: 2px; text-align: center;">Экрю</div> R = 205 G = 184 B = 145
СОФ куркумы и зверобоя			R = 157 G = 141 B = 66	<div data-bbox="1749 908 2063 995" style="background-color: #806030; padding: 2px; text-align: center;">Шамуа</div> R = 160 G = 128 B = 64
СОФ куркумы и паприки			R = 178 G = 140 B = 33	<div data-bbox="1749 1173 2063 1260" style="background-color: #a08040; padding: 2px; text-align: center;">Тёмно-жёлтый</div> R = 175 G = 125 B = 43

Продолжение таблицы А.1

Образец СОФ	Фото	Цвет СОФ	Значение каналов RGB СОФ	Ближайший стандартный цвет
СОФ куркумы и календулы			R = 166 G = 141 B = 48	Тёмный зеленовато-жёлтый R = 155 G = 129 B = 39
СОФ зверобоя и паприки			R = 158 G = 133 B = 67	Шамуа R = 160 G = 128 B = 64
СОФ зверобоя и календулы			R = 157 G = 143 B = 108	Серо-бежевый R = 158 G = 151 B = 100
СОФ паприки и календулы			R = 181 G = 164 B = 112	Оливково-зелёный Крайола R = 186 G = 184 B = 108

Образец СОФ	Фото	Цвет СОФ	Значение каналов RGB СОФ	Ближайший стандартный цвет
СОФ куркумы, зверобоя и паприки			R = 134 G = 119 B = 50	Зелёно-коричневый R = 130 G = 108 B = 52
СОФ куркумы, зверобоя и календулы			R = 155 G = 133 B = 31	Тёмный зеленовато-жёлтый R = 155 G = 129 B = 39
СОФ зверобоя, паприки и календулы			R = 150 G = 127 B = 86	Тёмный жёлто-коричневый R = 145 G = 129 B = 81
СОФ куркумы, паприки, зверобоя и календулы			R = 158 G = 131 B = 40	Тёмный зеленовато-жёлтый R = 155 G = 129 B = 39



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б Акт дегустации «РК «За Родину»»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «РК «За Родину»

 Толстобров Л.Н.

« 16 » марта 2021 г.

### АКТ

дегустиции соленого полуфабриката из салаки,  
обогащенного фитоконпонентами лекарственных трав и специй

На дегустацию представлены контрольные и опытные образцы соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитоконпонентами лекарственных трав и специй, изготовленных в соответствии с разработанной технологией В.Ф. Гужовой.

#### ЦЕЛЬ ДЕГУСТАЦИИ:

Оценка качества соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитоконпонентами лекарственных трав и специй с точки зрения приемлемости и предпочтительности органолептического профиля.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ:

На дегустацию были представлены 5 видов соленого полуфабриката из салаки, полученные путем применения соли, обогащенной фитоконпонентами лекарственных трав и специй, изготовленной по рецептуре и контрольный образец – салака, посоленная солью поваренной пищевой.

Образцы соли, применяемые при получении соленого полуфабриката салаки:

№1 – соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока и куркумы,

№2 – соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока и паприки,

№3 – соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока и календулы,

№4 – соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока, куркумы и паприки,

№5 – соль, обогащенная фитоконпонентами чеснока, куркумы и зверобоя.

№6 – соль поваренная пищевая

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕГУСТАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ:

Рассмотрев предложенные образцы, члены дегустационного совета отметили, что все образцы имеют высокие органолептические показатели и привлекательный внешний



вид. Акты по оценки качества образцов соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитокомпонентами лекарственных трав и специй представлены в таблице.

Таблица – Органолептическая оценка образцов соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитокомпонентами лекарственных трав и специй

Код образца	Внешний вид			Запах				Вкус				Консистенция			
	Общая визуальная привлекательность	Равномерность окраски кожного покрова	Блеск кожного покрова	Запах сырой рыбы	Выраженность запаха чеснока	Выраженность запаха специй	Гармоничность аромата	Вкус сырой рыбы	Соленость	Гармоничность послевкусия	Выраженность привкуса чеснока	Выраженность привкуса специй	Сочность	Нежность	Плотность
1	5	5	4	0	2	3	3	0	2,3	2,7	1,7	2,4	4,4	4,8	5
2	5	5	4	0	1,5	3	2,5	0	2,5	2,6	1	2	4,4	4,9	4,7
3	5	5	4	0	1,7	2,5	2,5	0	2,5	2,7	1	2	4,2	4,8	4,6
4	4	5	5	0	1,7	2,5	2,5	0	2,2	3	1	2	4,1	4,9	4,9
5	5	5	5	0	1	2,8	3	0	2,3	2,8	1,2	2	4	4,9	4,8
к.о.	3	5	3	1	0	0	2	1	2,8	2	0	0	3	3	3
	1 - неприемлемо; 2 - приемлемо; 3 - удовлетворительно; 4 - хорошо; 5 - отлично			«0» - отсутствует; «1» – еле уловим; «2» – слабо выражен; «3» – выражен (интенсивно); «4» – чрезмерно выражен								1 - неприемлемо; 2 - приемлемо; 3 - удовлетворительно; 4 - хорошо; 5 - отлично			

\* к.о. – контрольный образец

#### РЕЗУЛЬТАТЫ:

Комиссия, рассмотрев представленные образцы, сделала вывод, что образцы соленого полуфабриката из салаки, обогащенного фитокомпонентами лекарственных трав и специй, имеют более высокие вкусовые качества, по сравнению с контрольным образцом, и могут быть внедрены в производство.

Представители комиссии:

ФИО	Должность	Подпись
Толобошев ИИ	Фармаког.	
Османов ОА	нач. к/ф/м	
Чупранов АА	нач. пр-ва	
Владенко У.В.	зам. директора по трансферту	
Мамакжиев ИС	нач. зав.	
Садетово И.В.	ин. технолог	
Арбузова Т.А.	ст. технолог	
Гуляев Р.Р.	а. сервис	
Хорошев А.В.	пол. от казнач.	
Султанов З.З.	генеральный дир. ТМТ ЧТБСУ ВО КТЧ	

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Технологическая инструкция ТУ-10.89.19.150-010-00471544-2021

#### «Соль, обогащенная фитоконпонентами»

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.89.19.150

ОКС 67.220.10

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

«10» 03 2021 г.



#### СОЛЬ, ОБОГАЩЕННАЯ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ

Технологическая инструкция  
ТУ-10.89.19.150-010-00471544-2021

Дата введения в действие

«10» 03 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

В.Ф. Гужова

Калининград

2021



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г Технические условия ТУ-10.89.19.150-010-00471544-  
2021 «Соль, обогащенная фитоконпонентами»**

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.89.19.150

ОКС 67.220.10



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

2021 г

**СОЛЬ, БОГАЩЕННАЯ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ**

Технические условия  
ТУ-10.89.19.150-010-00471544-2021

Дата введения в действие

«10» 03 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

В.Ф. Гужова

Калининград

2021

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д Технологическая инструкция

## ТУ-10.20.2-012-00471544-2021

### «Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный фитокомпонентами»

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.20.2

ОКС 67.120.30

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

«10» 03 2021 г



**ПОЛУФАБРИКАТ ИЗ САЛАКИ СОЛЕНЫЙ,  
ОБОГАЩЕННЫЙ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ**

Технологическая инструкция  
ТУ-10.20.2-012-00471544-2021

Дата введения в действие

«10» 03 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук Чернова А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

Гужова В.Ф. Гужова

Калининград

2021

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е Технические условия ТУ-10.20.2-012-00471544-2021**  
**«Полуфабрикат из салаки соленый, обогащенный фитоконпонентами»**

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.20.2

ОКС 67.120.30

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Н.А. Кострикова

« 10 » 03 2021 г



**ПОЛУФАБРИКАТ ИЗ САЛАКИ СОЛЕННЫЙ,  
ОБОГАЩЕННЫЙ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ**

Технические условия  
ТУ-10.20.2-012-00471544-2021

Дата введения в действие  
« 10 » 03 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук \_\_\_\_\_ А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

\_\_\_\_\_ В.Ф. Гужова

Калининград

2021

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Технологическая инструкция

ТУ-10.20.24.123-011-00471544-2021

## «Салака горячего копчения, обогащенная фитоконпонентами»

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.20.24.123

ОКС 67.120.30



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

«10» 23 2021 г

### САЛАКА ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ, ОБОГАЩЕННАЯ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ

Технологическая инструкция  
ТУ-10.20.24.123-011-00471544-2021

Дата введения в действие

«10» 02 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук \_\_\_\_\_ А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

\_\_\_\_\_ В.Ф. Гужова

Калининград

2021

**ПРИЛОЖЕНИЕ К Техническим условиям ТУ-10.20.24.123-011-00471544-2021 «Салака горячего копчения, обогащенная фитоконпонентами»**

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

ОКПД2 10.20.24.123

ОКС 67.120.30



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

«10» 03 2021 г.

**САЛАКА ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ,  
ОБОГАЩЕННАЯ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ**

Технические условия  
ТУ-10.20.24.123-011-00471544-2021

Дата введения в действие

«10» 03 2021 г.

РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «КГТУ»

Доцент кафедры технологии продуктов питания,

канд. техн. наук \_\_\_\_\_ А.В. Чернова

Аспирант кафедры технологии продуктов питания

\_\_\_\_\_ В.Ф. Гужова

Калининград

2021



# ПРИЛОЖЕНИЕ Л Акт промышленной апробации в производственных условиях ООО «ФУД ТИМ»

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор ООО «ФУД ТИМ»  
Ковалева Т.Г.  
«27» апреля 2021 г.

## АКТ

производственных испытаний по выпуску салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами лекарственных трав и специй

В производственных условиях компанией ООО «ФУД ТИМ» (Московская область, г. Дмитров) в марте 2021 г. проведена апробация технологии производства салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами лекарственных трав и специй, разработанной Гужовой В.Ф. в ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

Объем выработанной партии составил 100 упаковочных единиц салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами лекарственных трав и специй, массой по 500 г. Салака горячего копчения, обогащенная фитокомпонентами лекарственных трав и специй, после изготовления была упакована в МГС (состав МГС: 40% углекислого газа и 60% азота) и подвергнута замораживанию

Продукция соответствовала требованиям, указанным в таблице.

Таблица – Характеристики готового продукта

Наименование показателя	Характеристика и норма
Готовность продукта	Рыба, прокопченная до полной готовности: мясо, молоки или икра проварены, кровь полностью свернулась, мясо легко отделяется от позвоночника, признаки сырости отсутствуют
Внешний вид	Поверхность рыбы чистая, без ожогов: цвет желто-золотистый без резкой разницы в упаковочной единице. Допускаются незначительные белково-жировые патеки на поверхности; небольшие срывы кожи; рыбы с отломанными головками и незначительными повреждениями брюшка (лопанец) не более чем у 15 % рыб (по счету) в упаковочной единице.
Цвет	Свойственный салаке горячего копчения, желто-золотистый, с выраженным блеском
Консистенция	Нежная, сочная, цельная
Вкус и запах	Свойственный салаке горячего копчения, очень приятный, с ароматом пряностей, с сладковатым привкусом и следами чеснока
Массовая доля поваренной соли, %, не более	3,0
Наличие посторонних примесей (в потребительской таре)	Не допускается

Опытные образцы были одобрены дегустационной комиссией и рекомендованы к промышленному производству.

Представители комиссии:  
Генеральный директор ООО «ФУД ТИМ»  
Технолог ООО «ФУД ТИМ»  
Аспирант каф. ТПП ФГБОУ ВО КГТУ»

  
Ковалева Т.Г.  
Баранускас В.А.  
Гужова В.Ф.

## ПРИЛОЖЕНИЕ М Экономические расчеты

### М.1 Расчет капитальных затрат

Ориентировочная стоимость проекта равна общей сумме капитальных затрат и, как видно из нижеприведенных расчетов, составляет 1605214,23 рублей.

Источниками финансирования являются собственный капитал и инвестиционные вложения.

Для производства салаки горячего копчения, обогащенной фитокомпонентами подобрано оборудование известных российских и иностранных фирм. Перечень и стоимость установленного оборудования представлены в таблице М.1.1.

Таблица М.1.1- Расчет капитальных затрат

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, ед.	Отпускная цена, руб. за ед.	Итого первоначальная Стоимость оборудования, руб.	Норма амортизационных отчислений, %	Сумма амортизационных отчислений, руб.
1	Холодильная камера для сырья	1	155202,20	170722,42	7,1	12121,29
2	Моноблок Sever BGM 320 S 380 В-11	1	114672,85	126140,14	7,1	8955,95
3	Установка для приготовления тузлука ООО «ДукоТехник»	1	65000,00	71500,00	7,1	5076,50

Продолжение таблицы М.1.1

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, ед.	Отпускная цена, руб. за ед.	Итого первоначальная Стоимость оборудования, руб.	Норма амортизационных отчислений, %	Сумма амортизационных отчислений, руб.
4	Универсальная коптильная камера «УКУ-1М	1	177680,00	195448,00	7,1	13876,81
5	Холодильная камера для готовой продукции	1	164932,84	181426,12	7,1	12881,25
6	Моноблок Sever BGM 320 S 380 В-22	1	135544,75	149099,23	7,1	10586,05
7	Стол технологический ИПКС - 075	4	14102	62048,80	7,1	4405,46
8	Клеть для дефростации	6	14405	95073,00	7,1	6750,18
9	Моечная ванна трехгнездовая	1	36307	39937,70	7,1	2835,58
10	Полимерная ёмкость для посола	1	9600	10560,00	7,1	681,60
11	Устройство для накалывания рыбы на шомпола	3	8795	29023,50	7,1	2060,67
12	Тележка-чан ПН-ФТЧ-200	2	5000	11000,00	7,1	781,00
13	Товарные весы ТВ-М-300.2А	2	4000	8800,00	7,1	624,80

№ п/ п	Наименование оборудования	Количество, ед.	Отпускная цена, руб. за ед.	Итого первоначальная Стоимость оборудования, руб.	Норма амортизационных отчислений, %	Сумма амортизационных отчислений, руб.
14	Весы фасовочные МК-А20	2	4650	10230,00	7,1	726,33
15	Гидравлическая тележка Unilift TH-R	3	12000	39600,00	7,1	2811,60
	Итого:	30	921891,6 0	1200609,00		85175,07

Общая сумма капитальных затрат рассчитывается по формуле М.1.1

$$\Sigma K_{\text{КЗ}} = K_{\text{ОБЩ}} + K_{\text{М}} + K_{\text{ТР}} \quad (\text{М.1.1})$$

где  $K_{\text{ОБЩ}}$  – стоимость внедряемого оборудования, руб

$$K_{\text{ОБЩ}} = 1200609,00;$$

$$K_{\text{М}} = 20\% \cdot K_{\text{ОБЩ}} \quad (\text{М.1.2})$$

$K_{\text{М}}$  – стоимость монтажа, руб

$$K_{\text{М}} = 1200609,00 \cdot 0,2 = 240121,80;$$

$$K_{\text{ТР}} = 13,7\% \cdot K_{\text{ОБЩ}} \quad (\text{М.1.3})$$

$K_{\text{ТР}}$  – транспортно- складские расходы, руб

$$K_{\text{ТР}} = 1200609,00 \cdot 0,137 = 164483,43;$$

$$\Sigma K_{\text{КЗ}} = 1200609,00 + 240121,80 + 164483,43 = 1605214,23$$

Затраты на ремонтный фонд рассчитываются по формуле М.1.4

$$Зр=3\% \text{ от } K_{\text{ОБЩ}} \quad (\text{М.1.4})$$

$$Зр = 1200609,00 * 0,03 = 36018,27 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные затраты рассчитываем по формуле М.1.5

$$R = K_{\text{ОБЩ}} / V_{\text{ГОД}} \times n \quad (\text{М.1.5})$$

где R –удельные капитальные затраты, руб/т;

$V_{\text{ГОД}}$  - годовая мощность линии цеха, т;

n – число смен в сутки.

$$R=1200609,00/112*1=10719,72 \text{ руб/т}$$

## М.2 Планирование труда и заработной платы работников

Таблица М.2.1 - Общий состав рабочих и персонала

Профессия	Численность в смену, чел	Выполняемая работа	Система оплаты труда	Разряд	Тарифная ставка руб/час	Тарифная ставка руб/месяц
Начальник цеха	1	Осуществляет руководство производственно-хозяйственной деятельностью цеха	Повременная	-	200	176*200= 35200

Профессия	Численность в смену, чел	Выполняемая работа	Система оплаты труда	Разряд	Тарифная ставка руб/час	Тарифная ставка руб/месяц
Инженер-технолог	1	Контроль технологического процесса Контроль за технологическими операциями	Повременная	-	200	176*200= 35200
Бухгалтер-экономист	1	Бухгалтерский учет, анализ и контроль состояния и результатами хозяйственной деятельности	Повременная	-	130	176*130= 22880
Механик цеха	3	Контроль за состоянием оборудования Наладка машин Ремонт производственного оборудования	Повременная	-	150	176*150= 26400
Слесарь электроремонтник	1	Ремонт электрооборудования	Повременная	IV	100	176*100= 17600
Заведующий лабораторией	1	Контроль за работой лабораторией	Повременная	-	140	176*140= 24640

Профессия	Численность в смену, чел	Выполняемая работа	Система оплаты труда	Разряд	Тарифная ставка руб/час	Тарифная ставка руб/месяц
Работник лаборатории	1	Анализ качества сырья и готовой продукции Контроль санитарного состояния про-	Повременная	-	90	176*90= 15840
Грузчик	2	Выгрузка сырья из машины, загрузка на тележки-стеллажи, отгрузка готовой продук-	Повременная	IV	80	176*80= 14080
Рабочий основного производственного подразделения	10	Обслуживание линии	Повременная	III-IV	80	176*80= 14080
Уборщик помещений	2	Уборка помещений	Повременная	-	60	176*60= 10560
Итого:	23				1230	216480

Количество рабочих часов в месяце:  $8 \cdot 22 = 176$  ч / месяц.

Доплаты за обучение учеников рассчитываем по формуле М.2.1

$$D_y = C_y \times Z_y, \text{ руб} \quad (\text{М.2.1})$$

где  $C_y$  – количество учеников, чел.;

$Z_y$  – оплата за одного ученика, руб./год;

$$D_y = 4 \cdot 1200 = 4800 \text{ руб/год.}$$

Сумма основного заработка ( $Z_0$ ) определяется по формуле 9.7

$$Z_0 = Z_{сд} + Z_{пр} + D, \text{ руб.} \quad (\text{M.2.2})$$

где  $D$  – сумма всех доплат, тыс. руб.;

$Z_{сд}$  – сдельный фонд заработной платы основных рабочих цеха, руб.;

$$Z_{сд} = 35200 \cdot 1 + 35200 \cdot 1 + 22880 \cdot 1 + 26400 \cdot 3 + 17600 \cdot 1 + 24640 \cdot 1 + 15840 \cdot 1 + 14080 \cdot 2 + 14080 \cdot 10 + 10560 \cdot 2 = 420640 \text{ руб.}$$

$Z_{пр}$  – премиальный фонд, тыс. руб.

$$Z_{пр} = 10\% \text{ от } Z_{сд}$$

$$Z_{пр} = 0,1 \cdot 420640 = 42064 \text{ руб.}$$

$$Z_0 = 420640 + 42064 = 462704 \text{ руб.}$$

Дополнительный фонд заработной платы:

$$Z_{доп_{общ}} = Z_{отп} = 13881,12 \text{ руб.}$$

Оплата отпусков:

$$Z_{отп} = 462704 \cdot 0,03 = 13881,12 \text{ руб.}$$

Общую заработную плату рассчитываем по формуле М.2.3

$$Z_{общ} = Z_0 + Z_{доп} \quad (\text{M.2.3})$$

$$Z_{общ} = 462704 + 13881,12 = 476585,12 \text{ руб.}$$

Начисления на заработную плату рассчитываем по формуле 9.9

$$H = 31\% \text{ от } Z_{общ} \quad (\text{M.2.4})$$

$$H = 0,31 \cdot 476585,12 = 147741,39 \text{ руб.}$$



### М.3 Расчет калькуляции себестоимости товарной продукции

Таблица М.3.1 – Расчет стоимости сырья для производства салаки горячего копчения

Наименование показателей	Потребность на 1 т, кг	Стоимость за 1 кг, руб.	Общая стоимость, руб.
Мороженая салака	1506,00	50,00	75300,00
Соль обогащенная фитокомпонентами	21,12	20,00	422,40
Щепа ольховая	64,00	34,93	2235,52
Итого:	1591,12	104,93	77957,92

Таблица М.3.2 - Расчет стоимости тары и упаковочных материалов

Наименование материала	Единицы измерения	Потребность на 1 т	Цена за ед. руб.	Общая стоимость, руб.
Картонные коробки с литографией(потребительская тара)	шт	2000	20,7	41400
Гофротара (транспортная тара)	шт	100	15	1500
Этикетки для гофротары	шт	100	5	500
Итого				43400

Расходы на подготовку и освоение производства: 10 % от заработной платы = 42064 руб.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: 5% от заработной платы =21032 руб.

Таблица М.3.3 - Расчет стоимости электроэнергии, пара, воды и холода на технологические нужды

Наименование показателей	Единицы измерения	Потребность на 1 т	Цена за един., руб.	Общая стоимость, руб.
Вода	м <sup>3</sup>	21,00	5,20	109,20
Пар	кг	0,60	2,10	1,26
Электроэнергия	кВт·ч	28,75	4,86	139,73
Холод	кВт·ч	7,30	5,20	37,96
Итого				288,15

Таблица М.3.4 - Смета расходов по охране труда работников

Наименование статей затрат	Сумма по плану, тыс. руб.
1. Расходы на спецодежду	14950
2. Расходы на мыло	4200
3. Расходы на воду (душ и питьевая вода)	22000
4. Аптечка	6000
5. Мероприятия по технике безопасности	44100
Итого	91250

Таблица М.3.5 - Плановая калькуляция сводная и по видам обработки

Наименование статей затрат	Всего по плану, тыс. руб.
1. Сырьё и полуфабрикаты	77,76
3. Тара и тарные материалы	43,40
4. Электроэнергия на технологические цели	139,73
5. Пар на технологические цели	1,26
6. Вода на технологические цели	109,20
7. Холод на технологические цели	37,96
8. Зарплата основных производственных рабочих	1,878

Наименование статей затрат	Всего по плану, тыс. руб.
9. Отчисления в социальные фонды	0,757
10. Расходы на подготовку и освоение производства	0,0376
11. Транспортные расходы	0,150
12. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	0,094
13. Цеховые расходы	0,376
14. Общезаводские расходы	0,094
15. Внепроизводственные расходы	0,028
16. Полная себестоимость	567336,50

Основная заработная плата производственных рабочих рассчитываем по формуле М.3.1.

$$Z_{осн} = \frac{Z_{сд}}{V_{год}} \quad (М.3.1)$$

где  $Z_{осн}$  - основная заработная плата производственных рабочих;

$Z_{сд}$  - сдельный фонд заработной платы основных рабочих цеха, руб.;

$V_{год}$  – годовая мощность выпуска продукции, шт.;

$$Z_{осн} = 420640 / 224000 = 1,878 \text{ тыс руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих рассчитываем по формуле М.3.2.

$$Z_{доп} = \frac{Z_{доп_{общ}}}{V_{год}} \quad (М.3.2)$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата производственных рабочих, тыс.руб;

$Z_{доп_{общ}}$  – дополнительный фонд заработной платы, руб;

$Здоп = 13881,12 / 224000 = 0,0619$  тыс руб.

Отчисления на социальные нужды рассчитываем по формуле М.3.3.

$$Зстрах = (Зосн + Здоп) \cdot 39\% \quad (М.3.3)$$

где  $З$  страх – отчисления на социальные нужды, тыс.руб;

$Зосн$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс.руб;

$Здоп$  – дополнительная заработная плата производственных рабочих, тыс.руб;

39% - страховой взнос;

$Зстрах = (1,878 + 0,0619) \times 0,39 = 0,757$  тыс руб .

Транспортные расходы рассчитываем по формуле М.3.4.

$$Стр = Зосн \cdot 8\% \quad (М.3.4)$$

где  $Стр$  – транспортные расходы, тыс. руб;

$Зосн$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс. руб;

$Стр = 1,878 \cdot 0,08 = 0,150$  тыс. руб.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования рассчитываются по формуле М.3.5.

$$Сэ. об = Зосн \cdot 5\% \quad (М.3.5)$$

где  $Сэ.об$  – расходы по содержанию оборудования, тыс. руб;

$Зосн$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс. руб;

$Сэ.об = 1,878 \cdot 0,05 = 0,094$  тыс. руб.

Цеховые расходы рассчитываем по формуле М.3.6.

$$Сцех = Зосн \cdot 20\% \quad (М.3.6)$$

Где  $C_{\text{цех}}$  – цеховые расходы, тыс.руб;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс.руб;

$$C_{\text{цех}} = 1,878 \cdot 0,2 = 0,376 \text{ тыс. руб.}$$

Общезаводские расходы рассчитываются по формуле М.3.7.

$$C_{\text{общ}} = Z_{\text{осн}} \cdot 5\% \quad (\text{М.3.7})$$

где  $C_{\text{общ}}$  – общезаводские расходы, тыс. руб;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс. руб;

$$C_{\text{общ}} = 1,878 \cdot 0,05 = 0,094 \text{ тыс. руб.}$$

Внепроизводственные расходы рассчитываем по формуле М.3.8.

$$C_{\text{вн}} = Z_{\text{осн}} \cdot 1,5\% \quad (\text{М.3.8})$$

где  $C_{\text{вн}}$  – внепроизводственные расходы, тыс. руб;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс. руб;

$$C_{\text{вн}} = 1,878 \cdot 0,015 = 0,028 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на подготовку и освоение производства рассчитываются по формуле М.3.9.

$$C_{\text{общ}} = Z_{\text{осн}} \cdot 2\% \quad (\text{М.3.9})$$

Где  $C_{\text{общ}}$  – расходы на освоение производства, тыс. руб;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата производственных рабочих, тыс. руб;

$$C_{\text{подг}} = 1,878 \cdot 0,02 = 0,0376 \text{ тыс. руб.}$$

Оптовая цена проектируемой продукции рассчитываем по формуле М.3.10.

$$C_{\text{ПРОЕКТ}} = (C_{\text{ТП}} + C_{\text{ТП}} \times \Delta\Pi) \quad (\text{М.3.10})$$

где  $C_{ТП}$  - полная себестоимость продукции;

$\Pi$  – плановый коэффициент прибыли.

$$C_{\text{ПРОЕКТ}} = (567336,5 + 567336,5 \times 24\%) = 703497,26 \text{ руб.}$$

#### **М 4 Расчет прибыли и рентабельности проекта**

Прибыль производства салаки горячего копчения рассчитываем по формуле М.4.1.

$$\Pi_{ТП} = ТП - C_{ТП} \quad (\text{М.4.1})$$

где  $C_{ТП}$  – полная себестоимость товарной продукции, руб.;

$$C_{ТП} = 567336,50 \text{ руб.};$$

$ТП$  - объем производства рассчитывается по формуле М.4.2

$$ТП = V_{\text{год}} \times C_{\text{пр}} \quad (\text{М.4.2})$$

где  $V_{\text{год}}$  - выпуск продукции в натуральном выражении.  $V_{\text{год}}$  в натуральном выражении необходимо перевести на единицы готовой продукции:

$$V_{\text{год,уп}} = 224000 \text{ упаковок};$$

$C_{\text{пр}}$  - средняя цена единицы изделия, руб. Средняя цена 1 упаковки 0,5 кг салаки горячего копчения равна 55 руб.

$$ТП = 224000 \times 55 = 12320000 \text{ руб.};$$

$$\Pi_{ТП} = 12320000 - 567336,50 = 11752663,50 \text{ руб.}$$

Расчет рентабельности проекта производства салаки горячего копчения ведется по формуле М.4.3

$$P = \frac{ТП - C_{ТП}}{C} \quad (\text{М.4.3})$$

где  $ТП$  - объем производства;

Стп – полная себестоимость товарной продукции;

С – себестоимость.

$$P = \frac{11752663,50}{567336,50} = 20,71 \%$$

Расчет экономического эффекта за срок службы оборудования (формула М.4.5)

$$\text{ЭсЛ} = \frac{\text{ТП} - \text{Стп}}{\text{Кр} + \text{Ен}} \quad (\text{М.4.5})$$

где ТП – объем производства;

Стп – полная себестоимость товарной продукции, руб;

Кр - норма реновации основных фондов при использовании оборудования (Кр=1);

$$\text{ЭсЛ} = \frac{11752663,50}{1+0,1} = 10684239,55 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений ( $T_{\text{ОК}}$ , год) рассчитывается по формуле М.4.6

$$T_{\text{ОК}} = \frac{\text{ЭсЛ}}{Q_{\text{КАП}}} \quad (\text{М.4.6})$$

где  $\text{ЭсЛ}$  – экономический эффект службы оборудования;

$Q_{\text{КАП}}$  – затраты капиталовложений.

$$T_{\text{ОК}} = \frac{10684239,55}{1605214,23} = 8,9.$$

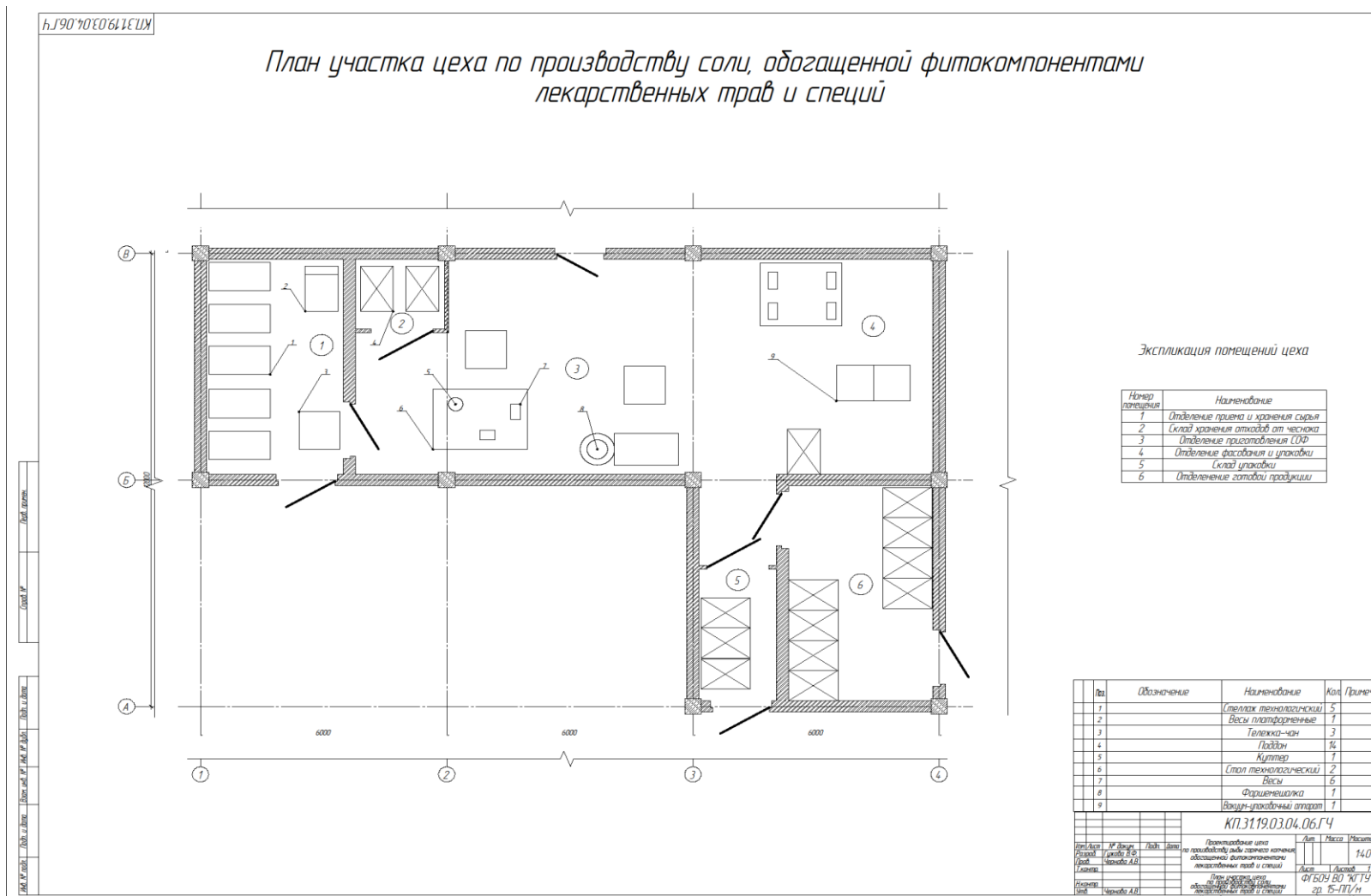
Экономическая эффективность производства салаки горячего копчения представлена в таблице М.4.1

Таблица М.4.1– Экономическая эффективность производства

№ п/п	Показатель	Единицы измере- ния	Плановые значения для предприятия на 2015 год
1	Годовая производственная мощ- ность	т	112
2	Полная себестоимость продукции	руб.	567336,50
3	Прибыль производства	руб.	11752663,50
4	Затраты на оборудование	руб.	1200609,00
5	Полные капитальные затраты	руб.	1605214,23
6	Рентабельность	%	20,71
7	Срок окупаемости	лет	8,9
8	Экономический эффект службы оборудования	руб./т	10684239,55



## ПРИЛОЖЕНИЕ Н Проект участка цеха по производству СОФ



# ПРИЛОЖЕНИЕ II Акт внедрения результатов диссертационного исследования в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

2021 г



АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс

Настоящий акт составлен об использовании в учебном процессе разработки Технология обогащения фитокомпонентами лекарственных трав и специй соли, применяемой в технологии продукции из водных биологических ресурсов;  
Методика определения жирорастворимых антиоксидантов в продуктах питания животного происхождения.

(наименование разработки, объекта внедрения)

выполненной по теме диссертационного исследования «Обоснование и разработка способа обогащения фитокомпонентами лекарственных трав и специй соли, применяемой в технологии продукции из водных биологических ресурсов»

Разработка использована в учебном процессе кафедры технологии продуктов питания механико-технологического факультета с 2019 года

(факультета/института, кафедры, время внедрения)

при подготовке лекционного материала и выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Методы исследования в профессиональной деятельности», «Методы исследования в технологии продуктов питания», «Современные проблемы переработки ВБР», «Производство продукции из ВБР»

(подготовке, выполнении лабораторных работ, курсовых, выпускных квалификационных работ, методик, обучающих программ, текстов лекций, учебников, кандидатских или докторских диссертаций и т.д.)

по направлению подготовки (специальности) 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.04.03 Продукты питания животного происхождения

(шифр и наименование направления (специальности))

и позволяет повысить теоретический и практический уровни подготовки и реализовать компетентностный подход при реализации образовательных программ

(указать эффективность внедрения)

Описание объекта внедрения прилагается (на обороте) и является неотъемлемой частью Акта.

Декан факультета

Заведующий кафедрой

Начальник УОП и КОД

Начальник УНИД

Титова И.М.

Титова И.М.

Альпешский Д.Л.

Поляков Р.К.

## Описание объекта внедрения

Технология обогащения фитокомпонентами лекарственных трав и специй соли, применяемой в технологии продукции из водных биологических ресурсов.

Методика определения жирорастворимых антиоксидантов  
в продуктах питания животного происхождения.

(наименование разработки)

1. Краткая характеристика объекта внедрения и его назначения.

*Разработанная технология обогащения фитокомпонентами лекарственных трав и специй соли, применяемой в технологии продукции из водных биологических ресурсов, позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, а также решить одну из значимых задач: повышение качества и обеспечение безопасности продукции из водных биологических ресурсов. Интерпретированная методика определения жирорастворимых антиоксидантов в продуктах питания животного происхождения позволяет расширить число методов исследования продуктов питания, с точки зрения разносторонности исследований.*

2. Разработчики: аспирант кафедры технологии продуктов питания Гужова В.Ф., директор Центра ОДО ПТиБ при ФУМО 19.00.00 «Промышленная экология и биотехнология», доцент кафедры технологии продуктов питания, канд. техн. наук Чернова А.В.

(фамилии, инициалы, должности и места работы разработчиков объектов внедрения)

3. Сотрудники, использующие разработку: проф, канд. техн. наук Бессмертная И.А., доцент, канд. техн. наук Анохина О.Н., доцент, канд. техн. наук Белова М.П., доцент, канд. техн. наук Винокур М.Л., доцент, канд. техн. наук В.В. Соклаков, доцент, канд. техн. наук Чернова А.В.

(фамилии, инициалы, должности сотрудников, использующих разработку в учебном процессе)

4. Начало использования объекта внедрения: *апрель 2021 года*

(месяц, год)


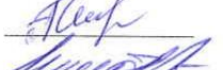

5. Число студентов (аспирантов, докторантов), пользующихся разработкой: бакалавров – 21 человек (группа 19-ПП/6); магистрантов – 6 человек (группы 19-ПП/м – 4 человека, 20-ПП/м – 2 человека)

6. Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором разработка рекомендована к внедрению в учебный процесс по направлению подготовки (специальности):

26.04.2021 г. протокол № 7

Заведующий кафедрой

Разработчики

 Титова И.М.  
 Чернова А.В.  
 Гужова В.Ф.