

На правах рукописи



МОШАРОВА МАРГАРИТА ЭДУАРДОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЫБНЫХ ФОРМОВАННЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ
СОКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Калининград - 2024

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

Научный руководитель: **Титова Инна Марковна** - кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Официальные оппоненты: **Абрамова Любовь Сергеевна** - доктор технических наук, профессор, заместитель директора Департамента по вопросам качества пищевой рыбной продукции Департамента технического регулирования ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Максимова Светлана Николаевна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология продуктов питания» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

Защита состоится «07» июня 2024 г. в 11 часов 00 минут на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 37.2.007.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по адресу: г. Калининград, ул. Профессора Баранова, д. 43, Зал заседаний диссертационных советов (ауд. 101).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по адресу: https://klgtu.ru/upload/dissertations/mosharova/mosharova_diss.pdf

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, следует направлять по адресу: 236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1, ФГБОУ ВО «КГТУ», диссертационный совет 37.2.007.03.

Автореферат разослан «__» апреля 2024 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, 37.2.007.03, д.т.н., доцент



О.В. Агеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Актуальность совершенствования технологии пищевой продукции из рыбного сырья с высокими показателями пищевой ценности, в том числе обогащенной пищевыми волокнами (ПВ) и биологически активными веществами (БАВ) растительного происхождения, связана с растущей заинтересованностью потребителя в здоровом питании.

Многочисленные исследования рынков полуфабрикатов (Добрецкая, 2022; Ключко, 2020; Лукин, 2017; Малашевский, 2023 и др.) подтверждают ежегодно повышающийся спрос потребителей на продукцию быстрого приготовления. Однако из-за особенностей ассортимента данная категория рыбной продукции менее востребована, чем мясная. Проблемы популяризации рыбных полуфабрикатов связаны с невысокой пищевой ценностью и вкусовыми качествами у ряда продукции, не отвечающими современным запросам потребителя.

Дефицит пищевых волокон в рационе – один из факторов, способствующих возникновению и развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), который может быть устранен за счет потребления продуктов - источников ПВ. По результатам исследований (Ермош, 2022, Перфилова, 2017, Чалдаев, 2014, Samila A., 2017) установлено, что жом – продукт переработки производства соков прямого отжима, составляющий порядка 40 % от массы сырья, содержит значительное количество ПВ и других БАВ. Использование его в рыбных полуфабрикатах позволит получать продукцию, обогащенную ПВ, и решать проблему утилизации части отходов производства соков прямого отжима.

В области технологии рыбных полуфабрикатов накоплен большой пласт научных исследований (Богданов, 2000; Абрамова, 2003; Коцыло, 2011; Белова, 2018; Горбатовский, 2006; Петрова, 2019; Зацепилина, 2014; Зюзина, 2012; Ирина, 2014; Бойцова, 2002 и др.) целью которых было обогащение рыбного сырья биологически активными добавками и пищевыми волокнами. Однако остается актуальным вопрос разработки рецептур рыбных полуфабрикатов широкого ассортимента с высокими органолептическими показателями и технологичностью, обеспечивающей доступное внедрение в массовое производство.

Совершенствование технологии рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства позволит получить продукцию с высокой пищевой ценностью и создать предпосылки для повышения спроса на данную продукцию за счет расширения ассортимента.

Степень разработанности темы исследования. Вопросы разработки и совершенствования технологии формованных полуфабрикатов из водных биологических ресурсов (ВБР), в том числе обогащенных, исследованы и научно обоснованы в работах таких авторов, как Л.С. Абрамова, Л.В. Антипова, В.Д. Богданов, Л.С. Байдалинова, Ф.Б. Волоotka, А.А. Горбатовский, В.А. Гроховский, Н.В. Деменьтьева, Н.П. Зацепилина, Е. Н. Ивченкова, О.И. Иригина, И.В. Коцыло, О.Н. Кулик, Т.С. Одинцова, Е.Ф. Рамбеза, С.А. Пакляченко, Ж.Г. Прокопец, Т.М. Сафронова, Е.С. Стаценко, Д.А. Сьянов, А.А. Сухоруков, Т.С. Шаманова, D. Nonako, G. Kudlik, J.S. Kim, W. Munker, J. Park, C. Parrish, Joseph, A. Stauffer и др., что подтверждает актуальность и целесообразность применения компонентов растительного происхождения для обогащения данной продукции. Перспективным направлением является совершенствование технологий рыбных формованных полуфабрикатов, обогащённых вторичным сырьем растительного происхождения, в том числе сокового производства.

Целью исследования является научное обоснование и совершенствование технологии формованных рыбных полуфабрикатов с повышенной пищевой ценностью на основе рационального использования вторичного сырья сокового производства.

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

1. Обосновать выбор сырья для производства рыбных формованных полуфабрикатов, с учетом его рыночного потенциала.
2. Исследовать потенциал вторичного сырья сокового производства в качестве источника пищевых волокон.
3. Исследовать функционально-технологические свойства фаршевой системы рыбного полуфабриката, обогащенного вторичным сырьем сокового производства.
4. Разработать рецептуры и технологию формованных рыбных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства.
5. Исследовать показатели качества, безопасности и установить сроки годности разработанной продукции.
6. Изучить воздействие разработанной продукции на лабильность микробиомом желудочно-кишечного тракта человека.
7. Разработать техническую документацию на новую продукцию, провести производственную апробацию и оценить инвестиционную привлекательность.

Научная новизна работы. Теоретически и экспериментально обоснована

усовершенствованная технология рыбных формованных полуфабрикатов с использованием яблочного, морковного и ягодного порошков, полученных из вторичного сырья сокового производства. Исследовано влияние растительных порошков на функционально-технологические свойства фаршевой системы (ВУС, ПНС, потери при тепловой обработке) и обоснована целесообразность их внесения в качестве структурообразующего компонента и источника пищевых волокон и БАВ. Установлено оптимальное содержание растительных порошков в составе рыбных формованных полуфабрикатов методом математического планирования эксперимента. Доказано положительное воздействие разработанной продукции на лабильность микробиома кишечника человека. Новизна технологии производства рыбных полуфабрикатов подтверждена патентом РФ № 2715868 «Рыбный формованный полуфабрикат».

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработаны рецептуры и усовершенствована технология рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства, направленная на решение актуальной задачи по повышению пищевой ценности продукции и расширение ассортимента. Исследованы показатели качества и безопасности рыбных полуфабрикатов и установлены сроки годности. Разработана и утверждена техническая документация: ТУ 10.20.25-011-00471544-2022 «Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные. Технические условия» и технологическая инструкция. Разработанная технология апробирована в производственных условиях ООО «Агама Роял Гринланд» и Ресурсного центра при ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии» г. Светлый. Обоснована экономическая целесообразность внедрения разработанных полуфабрикатов в промышленное производство. Результаты исследований применены в учебном процессе ФГБОУ ВО «КГТУ» по направлениям подготовки бакалавриата и магистратуры «Продукты питания животного происхождения».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 4.3.3. «Пищевые системы» в п. 5 «Технология мясной, молочной и рыбной продукции и холодильных производств»; п.11 «Технологии пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами».

Методология и методы исследования. Методология исследований направлена на расширение и углубление научных знаний в области переработки вторичного сырья сокового производства и использования его в технологии рыбных формо-

ванных полуфабрикатов. В работе применялись стандартные и общепринятые методы исследований (физическо-химические, биохимические, микробиологические и органолептические), а также методы математического моделирования, статистической обработки данных.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рецептуры и технология рыбных формованных полуфабрикатов, обогащенных яблочным, морковным и ягодным порошками, полученными из вторичного сырья сокового производства.
2. Результаты комплекса исследований органолептических и функционально-технологических показателей растительных порошков, фаршевой системы, соуса и рыбных формованных полуфабрикатов.
3. Результаты исследования воздействия разработанной продукции на микробиом кишечника человека.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность полученных результатов обеспечивалась многократными параллельными измерениями с применением современных физико-химических методов анализа, математической обработкой результатов экспериментов. Полученные результаты подтверждены промышленной апробацией технологий. Результаты исследований были представлены на I Национальной научно-технической конференции с международным участием (заочное) (Астрахань, 2017), VI-VIII, X Международных научных конференциях «Международный Балтийский морской форум» (Калининград, 2018-2020, 2022), XX Международной научно-практической конференции (Анапа, 2021 г.).

Личный вклад автора в период 2018-2022 гг. заключался в формулировании цели и задач исследовательской работы, разработке схемы и этапов исследования, подборе методов исследований, проведении экспериментов и производственных испытаний, в анализе результатов, подготовке публикаций по исследованиям, написании автореферата и диссертации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 статей, 3 из них – в изданиях из перечня рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 Патент РФ № 2715868 Рыбный формованный полуфабрикат от 03.03.20 г. (Мошарова, Титова).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 146 источника, в том числе 32 иностранных. Работа изложена на 137 страницах текста, содержит 32 таблицы, 43 рисунка, 15 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе «**Обзор литературы**» представлен аналитический обзор патентной, научной отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационного исследования. Проведен анализ и перспективы рынка продукции из ВБР. Проанализировано состояние производства рыбных полуфабрикатов. Оценена роль пищевых волокон в процессах метаболизма организма человека

Во второй главе «**Объекты и методы исследования**» приведены объекты и методы исследований, представлена общая методологическая схема исследования. На рисунке 1 представлена общая структурная схема проведения исследований и основных этапов работы.

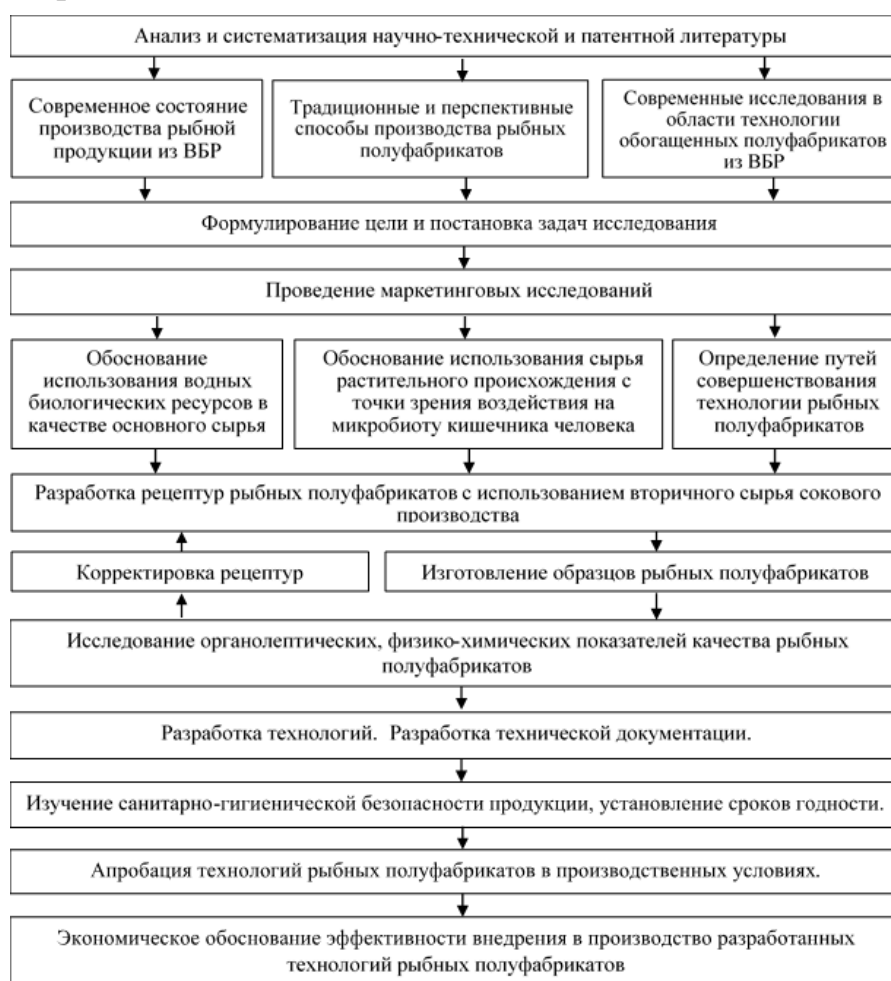


Рисунок 1 - Общая структурная схема проведения исследований

Объекты исследования - минтай (*Gadus chalcogrammus*), треска (*Gadus morhua*) мороженые, салака (*Clupea harengus membras*); выжимки яблок, моркови,

ягод и порошки из них; рыбные формованные полуфабрикаты, с использованием вторичного сырья сокового производства, изготовленные по разработанным рецептурам.

В работе использовали стандартные и общепринятые современные методы исследований. Экспериментальная часть исследований проводилась в лабораториях кафедр технологии продуктов питания и водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ», филиала «АтлантНИРО» ФГБНУ ВНИРО, института живых систем ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта». Промышленную апробацию разработанных технологий проводили в производственных условиях Ресурсного центра при ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии», ООО «Агама Роял Гринланд», ООО «Агрофабрика Натурово».

В третьей главе **«Результаты исследований и их обсуждение»** в разделе **«Обоснование выбора рыбного сырья»** представлен анализ химического состава, объемов вылова и стоимости некоторых видов рыб, основанный на предпочтениях потенциальных потребителей.

Для оценки целесообразности использования рыбного сырья был проведен анализ аминокислотного состава белков мышечной ткани, рассчитан коэффициент сбалансированности аминокислотного состава (КСАС) [Лисин, 2013]. (табл. 1). Белки минтая обладают высоким коэффициентом сбалансированности аминокислотного состава, 83 %, что незначительно ниже КСАС белков горбуши (88 %). Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава белков трески и салаки также на высоком уровне и составляет 79 %.

Фаршевые рыбные полуфабрикаты традиционно относятся к эконом-сегменту, поэтому стоимость - один из ключевых конкурентных факторов в выборе сырьевой базы для данного вида продукции. Салака и минтай, имеют невысокую себестоимость, и могут быть предложены в качестве основного сырья для производства рыбных формованных полуфабрикатов.

Таблица 1 – КСАС рыбного сырья

Вид сырья	КСАС, %
треска	79
минтай	83
салака	79
судак	80
хек	78
горбуша	88

Таблица 2 – Объемы вылова ВБР

Год	Объем вылова, в тыс. тонн		
	Треска балтийская	Салака	Минтай
2018	3,38	24,53	1679,7
2019	2,69	24,88	1733,03
2020	1,8	26	1830,5
2021	1,2	23	1739
2022	0,9	25,3	1921

Треска балтийская и салака - местный сырьевой ресурс. Однако в связи с еже-

годным сокращением вылова трески (табл. 2) в качестве основного сырья предлагается использовать минтай, который также относится к семейству тресковых и имеет схожие технологические характеристики и химический состав и невысокую себестоимость, и составляет порядка 40 % годового объема вылова ВБР.

Таким образом, в качестве сырьевой базы для производства рыбных формованных полуфабрикатов были выбраны минтай (*Gadus chalcogrammus*), салака (*Clupea harengus membras*) и треска балтийская (*Gadus morhua callarias*).

В разделе «Обоснование выбора растительного сырья» обоснована целесообразность использования вторичного сырья сокового производства, как источника пищевых волокон, в качестве компонента рыбных формованных полуфабрикатов.

При производстве соков прямого отжима от 40 до 60 % составляют отходы в виде выжимок, которые многие производители утилизируют или перерабатывают на кормовые цели. При этом выжимки - ценное пищевое вторичное сырьё, так как содержат биологически активные вещества, витамины, антиоксиданты и значительное количество пищевых волокон [Перфилова, 2017]. Поэтому в качестве компонентов растительного происхождения использовали порошки из выжимок.

Технологическая схема производства порошков представлена на рисунке 2. Исходным сырьем являются: яблоки свежие (сорта «Олеся», «Ауксис», «Белорусское сладкое», в т. ч. дикорастущие); ягоды (черная смородина сорта «Титания», клюква дикорастущая); морковь (сорт «Балтимор»). Представленная технология производства растительных порошков апробирована в условиях ООО «Агрофабрика Натурово».



Рисунок 2 – Технологическая схема производства растительных порошков

В таблице 3 приведено содержание пищевых волокон в выжимках и полученных из них растительных порошках.

Выжимки содержат значительное количество пищевых волокон. При этом использование выжимок в виде порошков позволяет обеспечить увеличение содержания пищевых волокон в проектируемом продукте в 5 раз в сравнении с переработанными выжимками или нативным растительным сырьем.

Таблица 3 – Содержание пищевых волокон в выжимках и порошках

Вторичное сырье сокового производства		Содержание сухих веществ, %	Содержание ПВ, г/100 г продукта, в том числе		Общее содержание ПВ, г/100 г
			Пектиновые вещества	Клетчатка	
Выжимки	Яблочные	18,4±1	2,5±0,1	2±0,1	4,5±0,1
	Морковные	16,9±1	2,1±0,1	1,7±0,1	3,8±0,1
	Ягодные	19,2±1	1,4±0,1	10,1±0,1	11,5±0,2
Порошок	Яблочный	92±1	12,5±0,2	10±0,1	22,5±0,3
	Морковный	92±1	11,6±0,1	9,3±0,1	20,9±0,2
	Ягодный	92±1	8,2±0,1	18,5±0,2	26,7±0,2

Так, в 100 г порошка из яблочных выжимок содержится 22,5 г пищевых волокон, морковный порошок содержит 20,9 г волокон, а ягодный - 26,7 г. Растительные порошки, полученные из выжимок, целесообразно использовать в рецептурах полуфабрикатов в качестве источника пищевых волокон и других БАВ.

В разделе «Исследование функционально-технологических свойств фаршевой системы рыбного полуфабриката, обогащенного вторичным сырьем сокового производства» представлены результаты исследований функционально-технологических свойств фаршей с добавлением растительных порошков.

Для фаршевой продукции большое значение имеет показатель водоудерживающей способности (ВУС), который позволяет прогнозировать формуемость продукции и уровень потерь при тепловой обработке. Согласно литературным данным, рыбный фарш с показателем ВУС 50–65 % хорошо формуется и рекомендуется для производства полуфабрикатов и кулинарных изделий [Бойцова, 2002]. Значение предельного напряжения сдвига (ПНС) позволяет прогнозировать и оптимизировать технологический процесс формирования структуры фаршевых полуфабрикатов [Терещенко, 2009]. Показатели ВУС и ПНС фаршей с добавлением растительных порошков в количестве 10 % представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики фаршей с добавлением растительных порошков

Образцы фаршей		ВУС, %	ПНС, Па
Фарш минтая	Контрольный образец	46,1±0,6	821±11
	С яблочным порошком	61,1±0,4	1581±7
	С морковным порошком	60,2±0,2	1579±9
	С ягодным порошком	54,4±0,3	1725±12
Фарш салаки	Контрольный образец	41,8±0,7	928±16
	С яблочным порошком	54,1±0,2	1594±11
	С морковным порошком	53,2±0,1	1587±9
	С ягодным порошком	50,2±0,4	1864±12
Фарш трески	Контрольный образец	43,4±0,6	781±14
	С яблочным порошком	58,3±0,3	1523±11
	С морковным порошком	57,4±0,4	1489±9
	С ягодным порошком	52,2±0,2	1691±12

У контрольного образца фарша из салаки консистенция рыхлая, фарш плохо формуется, изделие после формования легко разрушается, у фаршей из минтая и трески консистенция студнеобразная, при формировании фарш прилипает, изделие плохо держит форму.

ВУС рыбных фаршей из трески и минтая при добавлении яблочного или морковного порошков увеличивается на 32-34 %, при внесении ягодного порошка увеличивается на 18-20 %. ВУС фарша из салаки увеличивается на 27-29 % в случае добавления яблочного и морковного, на 20 % при внесении ягодного.

По показателю ПНС можно сделать вывод о том, что контрольные образцы фаршей обладают наихудшими структурно-механическими свойствами. За счет внесения порошков обеспечивается заданная формуемость изделий из заданных видов рыбного сырья, что подтверждается значениями ПНС.

Полученные результаты коррелируют с органолептической оценкой консистенции фаршей. При внесении растительных порошков консистенция фаршей становится эластичная, упругая, фарш не прилипает, не крошится, хорошо формуется, изделие держит форму.

Внесение яблочного и морковного порошка в состав фаршей позволяет снизить потери при тепловой обработке полуфабриката на 15-20% по сравнению с контрольным образцом, при внесении порошка из ягод на 8-10 % (рисунок 3).

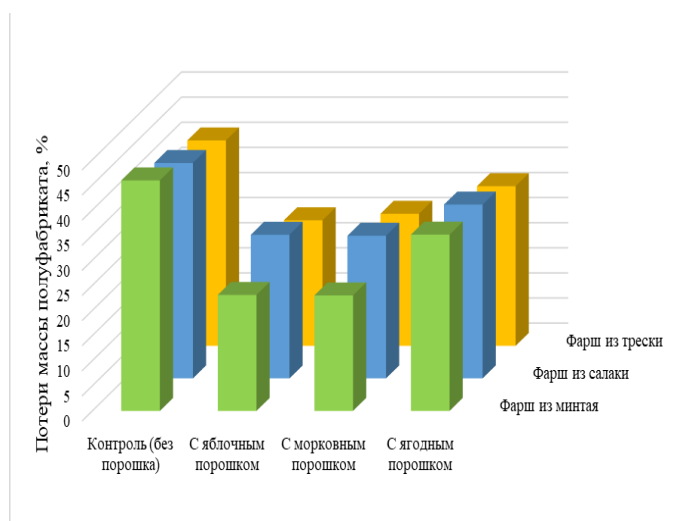


Рисунок 3 – Влияние растительных порошков на выход готовой продукции при тепловой обработке

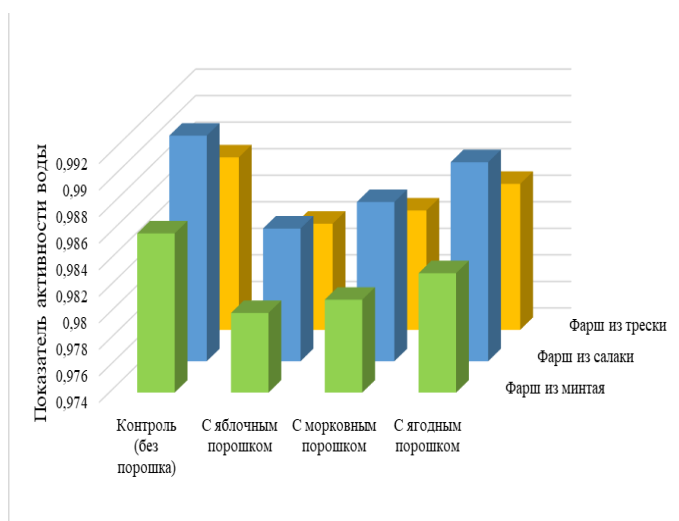


Рисунок 4 - Влияние растительных порошков на показатель активности воды фарша

Результаты исследования активности воды рыбных фаршей, представленные на рисунке 4, свидетельствуют о снижении показателя за счет внесения в фарш растительных порошков в сравнении с контрольными образцами, на 0,5 % при в случае яблочного и морковного порошков, на 0,2 % в случае ягодного порошка. Согласно литературным данным снижение показателя активности воды даже на 0,01 приводит к увеличению сроков хранения некоторых пищевых продуктов [Степаненко,2016].

Внесение порошков улучшает функционально-технологические свойства рыб-

ных фаршей, что подтверждает возможность использования их в составе полуфабрикатов.

В разделе «Разработка рецептур рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства» представлена рецептура рыбных формованных полуфабрикатов с добавлением растительных порошков, изготовленных из выжимок - вторичного сырья сокового производства. Для установления оптимального количества растительного порошка применялся метод математического планирования эксперимента с использованием ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов.

Массовая доля растительного порошка, ($M_{пор.}$) и продолжительность перемешивания фаршевой смеси со скоростью 1500 об/мин (τ)- частные факторы, оказывающие непосредственное влияние на качество формованного рыбного полуфабриката и подлежащие варьированию (табл. 5). В качестве параметра оптимизации был выбран обобщенный показатель «Y», включающий частные отклики: водоудерживающую способность фарша (ВУС) и органолептическую оценку (ОЦ) рыбного формованного полуфабриката после тепловой обработки, «идеальные» числовые значения которых представлены в таблице 6. Совокупность данных откликов позволяет оценить качество рыбного формованного полуфабриката.

Таблица 5 - Изменяемые факторы, их интервалы и пределы варьирования

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ΔX
	+1	0	-1	
τ , мин	2	5	8	3
$M_{пор.}$, %	5	10	15	5

Таблица 6 - Частные отклики и их «идеальные» значения

Наименование отклика	Размерность	Идеальное значение
ВУС	%	60
ОЦ	балл	5

В соответствии с планом по каждому опыту были получены экспериментальные значения частных параметров оптимизации (частных откликов) и рассчитан обобщенный параметр оптимизации (Y) путём суммирования безразмерных частных откликов. Вычислив независимые коэффициенты, были получены математические уравнения, адекватно описывающие функции отклика с заданными значениями уровней факторов. Преобразовали полученные уравнения, подставляя рассчитанные значения, выраженные через натуральные величины, в результате чего получили математические уравнения с натуральными значениями уровней факторов для рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного (3), морковного (4) и ягодного (5) порошков:

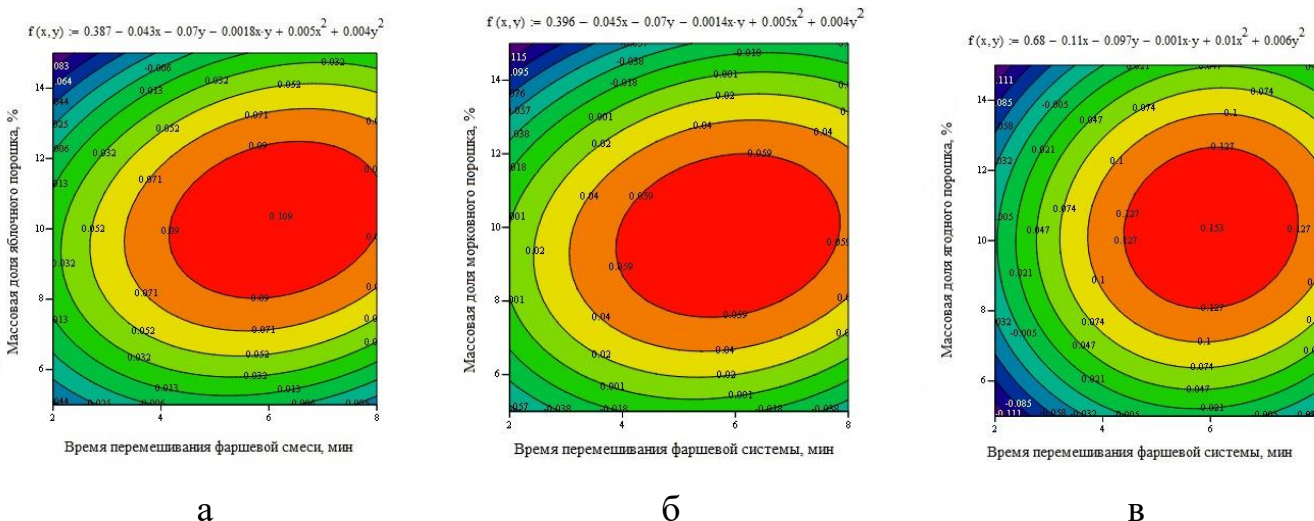
$$y = 0,387 - 0,043\tau - 0,071M_{пор.} - 0,028\tau M_{пор.} + 0,00501\tau^2 + 0,00401M_{пор.}^2 \quad (3)$$

$$y = 0,396 - 0,045\tau - 0,072M_{\text{пор}} - 0,0014\tau M_{\text{пор}} + 0,00501\tau^2 + 0,00402M_{\text{пор}}^2 \quad (4)$$

$$y = 0,68 - 0,11\tau - 0,097M_{\text{пор}} - 0,0011\tau M_{\text{пор}} + 0,0101\tau^2 + 0,0058M_{\text{пор}}^2 \quad (5)$$

С помощью математических преобразований полученных уравнений были найдены оптимальные значения факторов: для рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка $M_{\text{пор}}-10,1 \%$, а $\tau- 6,1$ мин.; с добавлением морковного порошка $M_{\text{пор}}-10,3 \%$, $\tau- 5,9$ мин.; с порошком из ягод $M_{\text{пор}}-10,2 \%$, $\tau - 6$ мин.

На рисунке 5 представлены контурные графики поверхности функций отклика обобщённого параметра оптимизации (включающего такие характеристики, как ВУС фарша и органолептическую оценку полуфабриката) в зависимости от массовой доли порошка и времени перемешивания фарша для рыбных формованных полуфабрикатов с добавлением яблочного, морковного и ягодного порошков.



а

б

в

Рисунок 5-Контурный график поверхности функций отклика рыбных формованных полуфабрикатов с добавлением порошка:
а-яблочного, б-морковного, в-ягодного

По результатам серии дополнительных экспериментов, пришли к выводу что колебания количества вносимого растительного порошка в пределах 0-0,3 %, в зависимости от вида, не оказывает значительного влияния на время перемешивания фаршевой системы и качественные характеристики полуфабрикатов, что обеспечивает высокую технологичность в части унификации рецептур и параметров процесса производства. Поэтому для получения рыбных формованных полуфабрикатов с высокими органолептическими показателями и необходимой формуемостью массовая доля растительного порошка в среднем составляет 10%, а продолжительность перемешивания фаршевой системы – 6 минут.

Рецептура рыбных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства представлена в таблице 7.

Таблица 7– Рецептуры рыбных полуфабрикатов

Ингредиент	Содержание, %
Фарш рыбный	85,0
Порошок яблочный/ морковный/ягодный	10,0
Лук пассерованный	4,0
Соль пищевая	1,0
Итого	100,0

Были проведены исследования по оценке органолептических показателей рыбных полуфабрикатов в томатном соусе. Дегустационные испытания образцов после их доведения до кулинарной готовности (запекание при $t=180^{\circ}\text{C}$ в течении 20 минут) проводились по разработанной пятибалльной шкале оценки. Полученные данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты органолептической оценке полуфабрикатов с соусом

Полуфабрикат		Показатель органолептической оценки, в баллах				
Вид сырья	Порошок	Внешний вид	Цвет	Консистенция	Вкус	Запах
треска	яблочный	4,6±0,2	4,6±0,2	4,7±0,2	4,7±0,2	4,9±0,1
	морковный	4,6±0,2	4,6±0,2	4,6±0,2	4,6±0,2	4,8±0,1
	ягодный	4,7±0,2	4,8±0,1	4,5±0,2	4,5±0,2	4,7±0,2
минтай	яблочный	4,5±0,2	4,5±0,2	4,6±0,2	4,7±0,2	4,9±0,1
	морковный	4,5±0,2	4,5±0,2	4,6±0,2	4,6±0,2	4,8±0,1
	ягодный	4,6±0,2	4,7±0,2	4,4±0,2	4,5±0,2	4,6±0,2
салака	яблочный	4,5±0,2	4,5±0,2	4,5±0,2	4,4±0,2	4,8±0,1
	морковный	4,5±0,2	4,4±0,2	4,5±0,2	4,4±0,2	4,7±0,2
	ягодный	4,2±0,1	3,9±0,2	4,3±0,2	4,1±0,2	4,4±0,2

Сравнительный анализ органолептических показателей разработанных полуфабрикатов показал преимущество яблочного порошка, как компонента рыбных формованных полуфабрикатов, в сравнении с другими. Дегустаторы отметили, что у полуфабриката с добавлением растительных порошков, особенно яблочного, отсутствует ярко выраженный запах рыбного сырья, что может стать положительным фактором для многих потребителей. Были отмечены интересные цветовые оттенки у полуфабриката из трески с добавлением ягодного порошка, что также может быть привлекательным для потребителей. Полуфабрикат из салаки с добавлением ягодного порошка получил низкую органолептическую оценку по сравнению с другими образцами продукции в связи с тем, что мышечная ткань данного рыбного сырья темного цвета и за счет внесения ягодного порошка приобретает ещё более темный оттенок, что для некоторых дегустаторов стало отрицательным фактором.

В разделе «**Разработка рецептуры томатного соуса для рыбных полуфабрикатов**» представлены исследования разработке рецептуры и технологии произ-

водства томатного соуса с использованием вторичного сырья сокового производства в виде яблочного пюре, полученного из выжимок. Были изготовлены 7 образцов соуса с различным соотношением томатного и яблочного пюре (таблица 9).

Таблица 9 - Соотношение составных частей (томатного и яблочного пюре) в составе соуса

№ образца	Соотношение составных частей соуса, %	
	Томатное пюре	Яблочное пюре
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	60	40

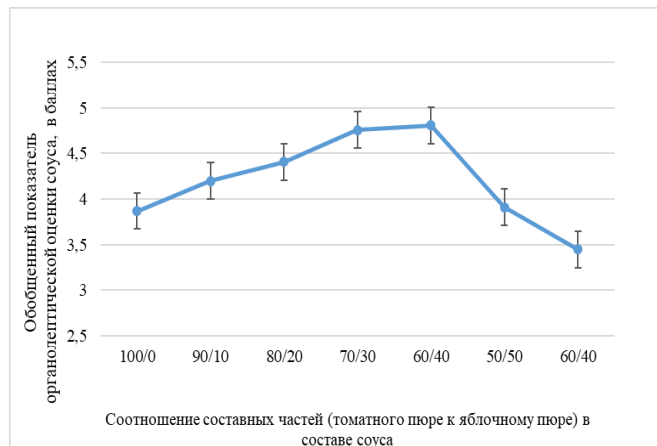


Рисунок 6 - Обобщенный показатель органолептической оценки образцов соуса

Определяющим фактором для выбора рецептуры соуса являются органолептические характеристики, сравнительный анализ которых позволяет выявить наиболее предпочтительный состав (рис. 6). Высокую органолептическую оценку получили образцы 3, 4 и 5 с соотношением массовой доли томатного и яблочного пюре 80:20, 70:30 и 60:40 соответственно. При этом у образца № 5 дегустаторы выделили консистенцию соуса как достаточно густую и наиболее сбалансированный вкус.

Установлено, что образец № 5 (табл. 10) содержит максимальное, по сравнению с другими рецептурами, количество сухих веществ и обладает вязкостью 171 мПа·с, характерной для консистенции соусов данного типа, поэтому соотношение массовых долей томатного и яблочного пюре 60:40 наиболее предпочтительно.

Таблица 10 - Показатели вязкости и содержание сухих веществ в образцах соусов

Показатель	№ образца		
	3	4	5
Содержание сухих веществ, %	28±1	32±1	35±1
Вязкость, мПа·с	157±3	165±3	171±3

С целью верификации рецептуры проведен сравнительный анализ разработанного образца соуса (№5) с широко применяемым в промышленности соусом компании ООО «ПС Фудмикс» (контрольный образец), предназначенным для полуфабрикатов. Объективным показателем, позволяющим установить различие между промышленным образцом и экспериментальным, является вязкость. Разработанный соус не самостоятельный продукт, а компонент рыбных полуфабрикатов, поэтому важным фактором является стабильность его консистенции при изменении агрегат-

ного состояния и воздействию высоких температур. Образцы соуса подвергали шоковому замораживанию и хранению при температуре минус $18(\pm 2)$ °С. Процесс размораживания может приводить к расслаиванию, что отрицательно влияет на качество соусов.

Разработанный соус характеризуется вязкостью (171 ± 3 мПа*с) почти не отличимой от вязкости промышленного соуса (178 ± 3 мПа*с) (табл.11).

Таблица 11 - Показатель вязкости соусов

Вязкость, мПа*с	Контрольный образец	Разработанный соус
До замораживания	178 ± 3	171 ± 3
После размораживания	176 ± 3	170 ± 3

Изменение вязкости разработанного соуса после размораживания находится в пределах погрешности, что свидетельствует о стабильности его консистенции аналогично промышленному образцу.

В процессе нагревания вязкость промышленного соуса значительно снизилась при температуре 72 °С, но при дальнейшем повышении температуры её значения оставались стабильными за счет присутствия в составе загустителей. Разработанный соус при воздействии высоких температур сохраняет свои свойства, что также обеспечивается присутствием натуральных пектинов и других ПВ, и его вязкость стабилизируется при температуре 90 °С и выше (рис. 7).

На рисунке 8 представлена технологическая схема производства соуса.

Важным показателем качества соуса является стабильность консистенции (вязкость) в процессе доведения до кулинарной готовности полуфабриката. Изменения вязкости соусов в зависимости от температуры представлены на рис. 7.

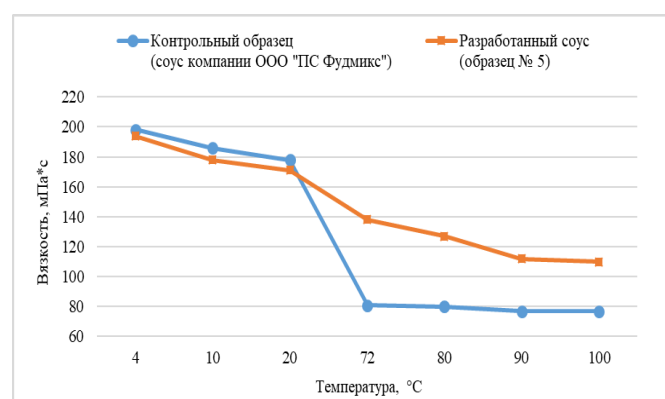


Рисунок 7 - Вязкость соусов в зависимости от температурных режимов



Рисунок 8 - Технологическая схема производства соуса

В разделе «Описание технологического процесса производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства» представлена технологическая схема производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства на примере полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка (рис. 9), а также характеристики готового продукта. По органолептическим и физико-химическим показателям рыбные полуфабрикаты в соусе должны иметь шарообразную форму, цвет в зависимости от вносимого растительного порошка, вкус и аромат свойственный данному продукту, при этом массовая доля белка должна быть не менее 8 %, а масса нетто рыбы не менее 60%.

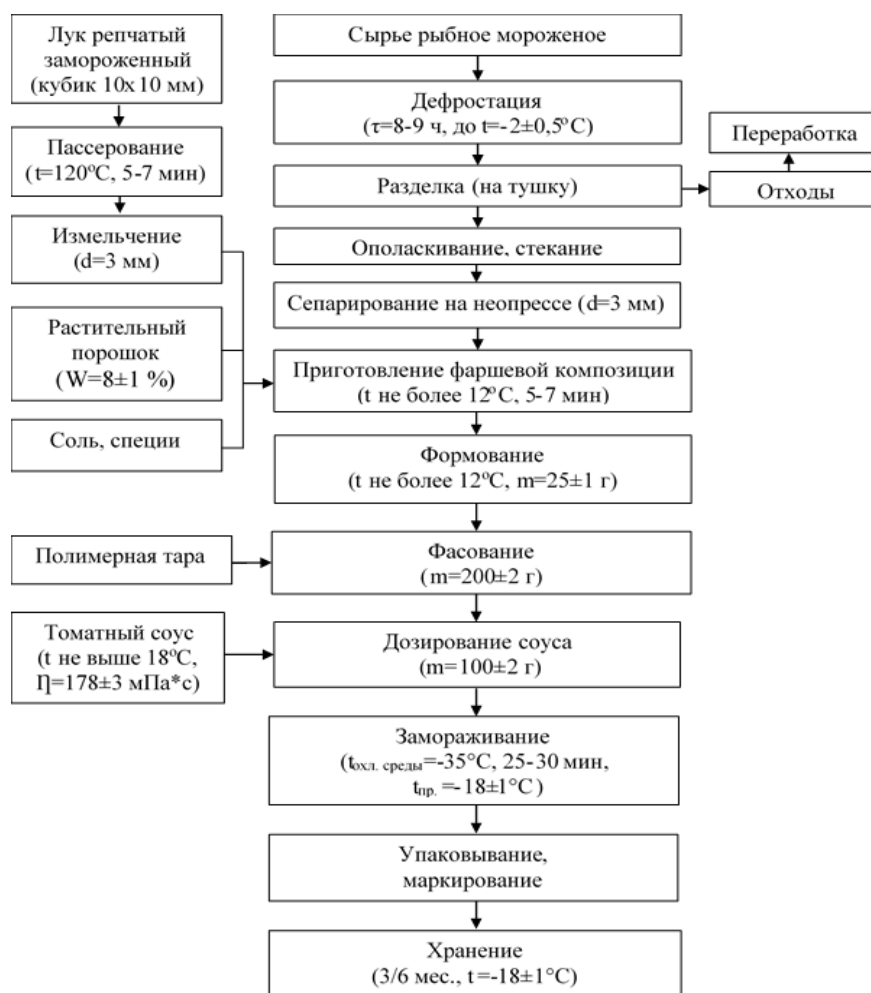


Рисунок 9 – Технологическая схема производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства

Пищевая ценность рыбных полуфабрикатов представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Пищевая ценность рыбных полуфабрикатов в соусе

Рыбный полуфабрикат		Показатели пищевой ценности			
		Белок, г/100 г	Жир, г/100 г	Углеводы, г/100 г (в т.ч. ПВ)	ЭЦ, ккал/кДЖ/100 г
Фарш из минтая	С яблочным порошком	10,5	0,5	10,3 (3,11)	82/343
	С морковным порошком	10,8	0,6	8,58 (3,07)	77/322
	С ягодным порошком	10,6	0,58	9,85 (3,19)	81/339
Фарш из салаки	С яблочным порошком	10,7	4,07	10,3 (3,11)	114/477
	С морковным порошком	11,01	4,1	8,58 (3,07)	109/456
	С ягодным порошком	10,8	4,1	9,85 (3,19)	113/473
Фарш из трески	С яблочным порошком	11,5	0,56	10,3 (3,11)	86/360
	С морковным порошком	11,5	0,6	8,58 (3,07)	80/335
	С ягодным порошком	11,2	0,58	9,85 (3,19)	83/348

Рыбный формованный полуфабрикат, обогащенный растительными порошками, содержит не менее 3 г ПВ в 100 г продукта, и может быть рекомендован в качестве источника пищевых волокон.

В разделе «Обоснование сроков годности рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства» представлены результаты исследований по установлению сроков годности, которые проводились на опытных образцах рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка в томатном соусе. Полуфабрикаты упаковывались в герметичную полимерную тару, замораживались и хранились при температуре минус 18 ± 1 °С.

В соответствии с МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» определен перечень исследуемых показателей качества и безопасности рыбных полуфабрикатов, периодичность контроля, с учетом коэффициента резерва 1,2. Перечень контролируемых микробиологических показателей безопасности был определен в соответствии с ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

По всем микробиологическим показателям рыбные полуфабрикаты соответствуют требованиям нормативной документации. Динамика показателя КМАФАнМ в процессе хранения представлена на рис. 10. В течении 216 суток холодильного хранения показатель КМАФАнМ не превышает допустимых норм.

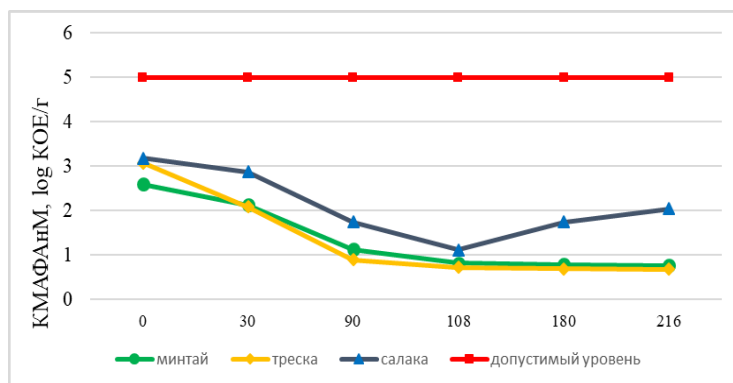


Рисунок 10- Динамика показателя КМАФАнМ рыбных полуфабрикатов в процессе хранения

Исследовали содержание АЛО, как показатель, характеризующий динамику процесса хранения и установления момента порчи продукции (рис 11). Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 пищевая рыбная продукция считается непригодной для потребления в пищу при превышении предельно допустимой нормы содержания АЛО – 35 мг азота на 100 г мышечной ткани (продукта).

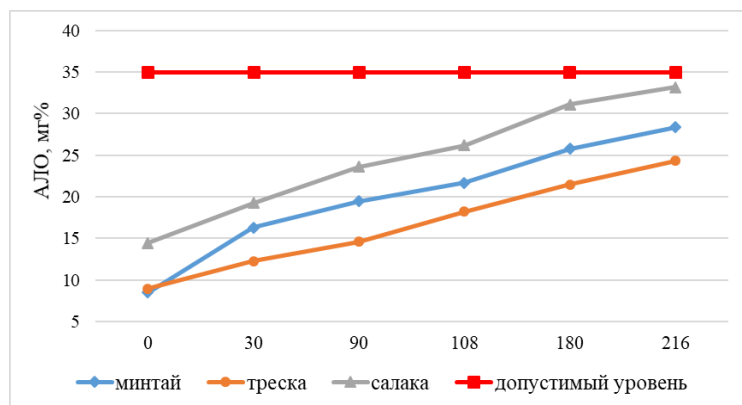


Рисунок 11 - Показатель АЛО рыбных полуфабрикатов в процессе хранения

Было установлено, что показатель АЛО всех образцов полуфабрикатов не превышал допустимую норму в 35 мг%. Однако у полуфабрикатов из салаки на конец срока хранения значение показателя АЛО максимально приближено к предельному.

Не менее важным фактором, определяющим сроки годности продукции, является изменение органолептических показателей в процессе хранения. Результаты исследований органолептических показателей представлены на рисунках 12-14.

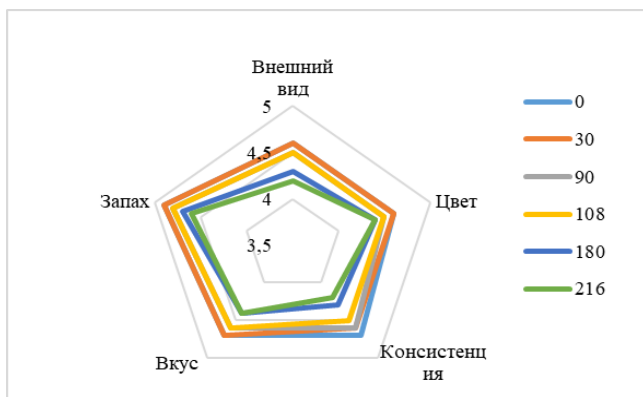


Рисунок 12 - Профилограмма органолептической оценки полуфабриката из трески

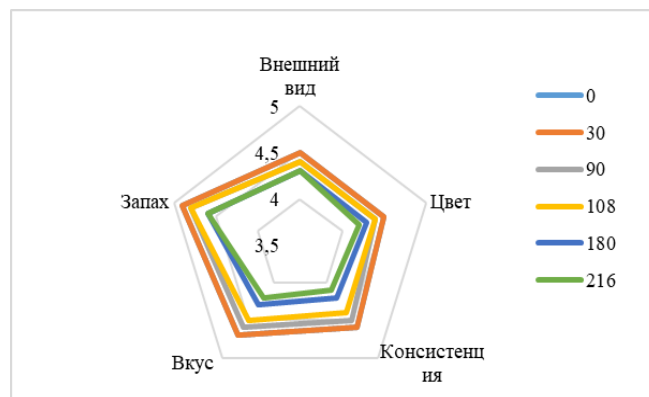


Рисунок 13 - Профилограмма органолептической оценки полуфабриката из минтая

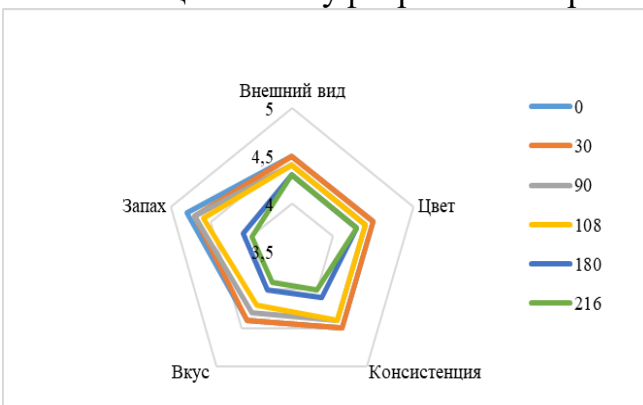


Рисунок 14 - Профилограмма органолептической оценки полуфабриката из салаки

Органолептические показатели рыбных полуфабрикатов в соусах из трески и минтая на конец предполагаемого срока хранения, имели достаточно высокие органолептические показатели, изменения в процессе хранения были незначительны и не превышали 5 %.

Значения органолептических показателей полуфабрикатов в соусе из салаки на 180-е сутки хранения снизились более значительно, в частности – показатели вкуса и запаха, что коррелирует с ростом содержания азота летучих оснований. Данные изменения могут быть связаны с процессами окисления жира салаки, происходящим совместно с изменениями белков в процессе хранения.

По всем гигиеническим показателям безопасности рыбные формованные полуфабрикаты соответствуют ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

Результаты проведенных исследований позволили установить рекомендуемые сроки годности при холодильном хранении при температуре минус $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ для полуфабрикатов из трески и минтая – 6 месяцев, из салаки – 3 месяца.

В разделе **«Оценка влияния разработанной продукции на микробиом кишечника человека»** представлены результаты исследования влияния разработанной продукции, являющейся источником пищевых волокон, на микробиом ЖКТ.

Для изучения бактериального микробиома и его лабильности был исследован стул каждого участника три раза - до включения продукта в рацион, сразу после истечения 10-ти дневного курса употребления продукта и спустя 10 дней после окончания употребления продукта. Подвижность микробиома ЖКТ оценивалась в ходе метагеномного анализа с использованием высокопроизводительного секвенирования амплифицированных ДНК, соответствующих региону бактериального гена 16S рРНК. Полученные данные представлены в виде сводной тепловой карты (рис. 15) изменений лабильности микробиома ЖКТ участников на уровне рода.

Бактерии, относящиеся в основном к родам *Bacteroides* (Бактероиды), *Bifidobacterium* (Бифидобактерии), *Blautia* (Блаутия), *Faecalibacterium* (Фекалибактерии) отражают изменения в микробиоме ЖКТ. Отмечено снижение уровня бактерий порядка *Clostridiales*, многие из которых относятся к патогенной микрофлоре. При этом наблюдался рост бактерий рода *Bifidobacteria*, которые ассоциируются со здоровой микрофлорой кишечника. Бифидобактерии способны подавлять рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, участвуют в утилизации пищевых субстратов и активизации пристеночного пищеварения. Выявлено повышение уровня бактерий семейства *Ruminococcaceae*, представители которого играют важную роль в поддержании гомеостаза микробиоты ЖКТ целом.

Наиболее подвержены изменениям в микробиоме были бактерии рода *Faecalibacterium*, которые считаются маркером здорового кишечника.

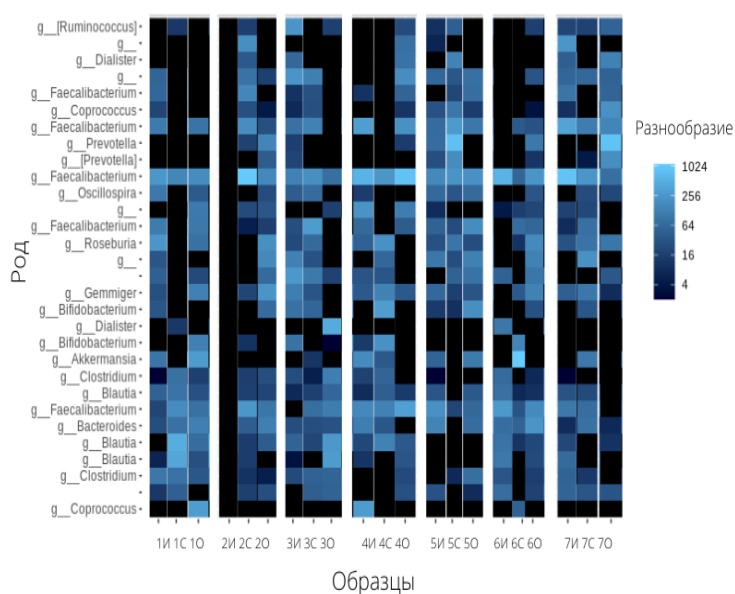


Рисунок 15 - Сводная тепловая карта изменений в представленности бактерий в микробиоме ЖКТ участников в 3-х временных точках на уровне рода (И-исходный образец, С-образец на 10 день приёма продукта, О-образец спустя 10 дней после окончания приёма продукта)

В целом, основываясь на количестве прочтений геномных последовательностей бактериальных родов, сделали вывод, что употребление разработанного продукта, даже в течение короткого времени, оказывает положительное влияние на микробиом ЖКТ. В частности, разнообразие микробиома увеличивается у большинства участников (большее число родов и видов увеличиваются в численности).

В разделе **«Производственная апробация»** представлены сведения о положительной апробации технологии рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства в условиях ООО «АГАМА РО-ЯЛ ГРИНЛАНД» (г. Истра) и ГБУ КО ПОО «КМиПИ» (г. Светлый).

В разделе **«Оценка экономической эффективности технологии»** представлены экономические расчеты, которые показали, что себестоимость рыбных полуфабрикатов составит 294,6 руб. за 1 кг, рентабельность разработанной технологии производства - 18,0 %, срок окупаемости составит 2 года и 1 месяц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых теоретических и экспериментальных исследований разработана технология рыбных формованных полуфабрикатов, обогащённых растительными порошками, направленная на решение актуальной задачи по повышению пищевой ценности продукции и расширение ассортимента.

По результатам исследований были сделаны следующие выводы:

Их рост свидетельствует о положительном влиянии на микрофлору употребляемых в пищу разработанных продуктов. При этом, их значительное количество остается и после окончания приема полуфабрикатов, что характеризует положительное пролонгированное действие на организм. Также маркер здоровья кишечника - бактерии рода *Akkermansia*, способствующие сохранению защитного слизистого слоя. Было детектировано увеличение бактерий этого рода, после употребления разработанного продукта.

1. Обоснован выбор минтая (*Gadus chalcogrammus*), трески балтийской (*Gadus morhua*), салаки (*Clupea harengus membras*) в качестве сырьевой базы для производства формованных рыбных полуфабрикатов на основе анализа рыночного потенциала сырья, включающего исследование биологической ценности, объемов вылова, ценообразования и предпочтения потребителей.
2. Исследован потенциал вторичного сырья сокового производства - выжимки яблок (сортов «Олеся», «Ауксис», «Белорусское сладкое», в т. ч. дикорастущие), ягод (черная смородина сорта «Титания», клюква дикорастущая), моркови (сорт «Балти-мор»), произрастающих в Калининградском регионе и порошки, изготовленные по разработанной технологии. Установлено, что яблочный порошок содержит 22,5 г/100г пищевых волокон, морковный порошок 20,9 г/100г и в ягодном порошке содержится 26,7 г/100 г пищевых волокон.
3. Установлено, что внесение растительных порошков в состав рыбных формованных полуфабрикатов позволяет улучшить функционально-технологические свойства фаршевой системы, в частности повысить водоудерживающую способность в среднем на 30 %, снизить потери при тепловой обработке полуфабриката до 20%, и обеспечить формуемость полуфабриката.
4. Разработаны рецептуры и технология производства рыбных формованных полуфабрикатов и соуса, с использованием вторичного сырья сокового производства.
5. Исследованы показатели качества, безопасности и установлены сроки годности разработанных полуфабрикатов: из минтая и трески – 6 месяцев, из салаки - 3 месяца при температуре минус $18 \pm 1^\circ\text{C}$.
6. Установлено, что рыбный формованный полуфабрикат, обогащенный растительными порошками, содержит не менее 3 г ПВ в 100 г продукта, и может быть рекомендован в качестве источника пищевых волокон.
9. Установлено, что употребление разработанного продукта оказывает пролонгированное положительное влияние на микробиом кишечника человека.
8. Разработана техническая документация ТУ 10.20.25-011-00471544-2022 Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные. Технические условия и ТИ, осуществлен выпуск опытной партии продукции.
9. Технология производства рыбных формованных полуфабрикатов апробирована в условиях ООО «Агама Роял Гринланд», Ресурсного центра при ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии» г. Светлый. Показана рентабельность 18 %, при которой срок окупаемости составит 2 года и 1 месяц.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК:

1. Мошарова М.Э. Обоснование технологии соуса с использованием продуктов переработки растительного сырья для повышения пищевой ценности рыбных полуфабрикатов /И.М. Титова, М.Э. Мошарова// Вестник КамчатГТУ, 2021-№ 58-с.43-55.
2. Мошарова М.Э. Влияние растительных порошков, полученных из продуктов переработки плодоовощного сырья, на технологические свойства рыбных фаршей/М.Э. Мошарова, И.М. Титова//Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство, 2022-№2-с.115-120.
3. Мошарова М.Э. Моделирование рецептур рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства /М.Э. Мошарова, И.М. Титова, В.А. Наумов// Вестник КамчатГТУ, 2023 - № 66, с. 8-17.

Патенты: Патент РФ № 2715868. Рыбный формованный полуфабрикат /Титова И.М., Мошарова М.Э.; заявл. 19.06.19; опубл. 03.03.20. Бюл. № 7. 6 с.

Статьи в других периодических изданиях и материалах конференций:

1. Мошарова М.Э. Обоснование выбора рыбного сырья для производства рыбного формованного полуфабриката / М. Э. Мошарова, И. М. Титова // Инновационные и ресурсосберегающие технологии продуктов питания. I Национальная научно-техническая конференция с международным участием, Рыбное, 27 апреля 2018 г. [Электронный ресурс]: материалы. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2018.
2. Мошарова М.Э. Исследование возможности использования яблочного порошка, как источника пищевых волокон растительного происхождения, в качестве компонента рыбных формованных полуфабрикатов/М. Э. Мошарова, И. М. Титова//Инновации в технологии продуктов здорового питания: V Национальная науч. конф. (3-6 сентября 2018 г.), VI Междунар. Балт. мор. Форум: материалы-Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – с.58-66.
3. Мошарова М.Э. Исследование органолептических показателей рыбных формованных полуфабрикатов, обогащенных пищевыми волокнами/ М. Э. Мошарова, И. М. Титова // Инновации в технологии продуктов здорового питания: VI Национальная науч. конф. (7-12 октября 2019 г.), VII Междунар. Балт. мор. Форум: материалы-Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – с. 86-91.
4. Мошарова М.Э. Анализ спроса и оценка потребительских предпочтений при выборе рыбных полуфабрикатов/М. Э. Мошарова, И. М. Титова//Инновации в технологии продуктов здорового питания: VII Национальная науч. конф. (5-10 октября 2020 г.), VIII Междунар. Балт. мор. Форум: материалы - Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – с. 81-87.
5. Мошарова М.Э. Опыт исследования влияния продукта с повышенным содержанием пищевых волокон на микробиом пищеварительной системы городских жителей/ Е.С. Нерубенко, Д.С. Кацеров, И.С. Алумянц, О.О. Бабич, С.А. Сухих, М. Э. Мошарова, И. М. Титова, Л.В. Мацкова // Наука в современном мире. Сборник научных трудов по материалам XX Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 8 апреля 2021 г.) – Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2021 г. – с. 88-105.
6. Мошарова М.Э. Установление сроков годности рыбных полуфабрикатов в соусе на основе исследования комплекса показателей/ М. Э. Мошарова, В.В. Соклаков, И. М. Титова // Инновации в технологии продуктов здорового питания: IX Национальная науч. конф. (26 сентября - 1 октября 2022 г.), X Междунар. Балт. мор. Форум: материалы - Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – с. 80-86.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АЛО – азот летучих оснований	КСАС - коэффициент сбалансированности аминокислотного состава;
ВБР - водные биологические ресурсы	МУК – методические указания;
ВУС - влагоудерживающая способность	ОЦ – органолептическая оценка;
ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота	ОЦКП - ортогональный центральный композиционный план
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт	ПНС - предельное напряжение сдвига
КОЕ – колониеобразующая единица	ТР ТС – Технический регламент Таможенного союза
КМАФAnM – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов	ТР ЕАЭС - Технический регламент Евразийско – Азиатского экономического союза
ПВ – пищевые волокна	
ТУ – технические условия	

Подписано в печать 01.04.2024 г. Формат 60 x 84 1/16
Усл. печ. л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ № ____
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)
Отдел полиграфии ФГБОУ ВО «КГТУ»
Адрес университета и отдела полиграфии
236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1