

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

На правах рукописи



МОШАРОВА МАРГАРИТА ЭДУАРДОВНА

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

4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель -
кандидат технических наук, доцент
Титова И.М.

Калининград - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Анализ и перспективы рынка продукции из водных биологических ресурсов	10
1.2 Современное состояние производства рыбных полуфабрикатов и пути совершенствования технологии.....	19
1.3 Анализ исследований и разработок в области технологии производства полуфабрикатов из водных биологических ресурсов	24
1.4 Пищевые волокна и их роль в процессах метаболизма организма человека ...	29
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	36
2.1 Объекты исследований	36
2.2 Методы исследований	36
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	42
3.1 Результаты маркетинговых исследований	42
3.2 Обоснование выбора рыбного сырья	49
3.3 Обоснование выбора растительного сырья	54
3.4 Исследование функционально-технологических свойств фаршевой системы рыбного полуфабриката, обогащенного вторичным сырьем сокового производства	60
3.5 Разработка рецептур рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства	67
3.6 Разработка рецептуры томатного соуса для рыбных полуфабрикатов	79
3.7 Описание технологического процесса производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства	91
3.8 Обоснование сроков годности рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства	95
3.9 Оценка влияния разработанной продукции на микробиом кишечника человека	102
3.10 Производственная апробация	109

3. 11 Оценка экономической эффективности технологии	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	116
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ А Шкала органолептической оценки рыбных формованных полуфабрикатов.....	138
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Шкала органолептической оценки томатного соуса.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ В ТУ «Порошок яблочный, пектинсодержащий».....	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ТУ «Порошок морковный»	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Д ТУ «Порошок ягодный»	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Технологическая инструкция к ТУ «Порошок яблочный, пектинсодержащий».....	145
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Технологическая инструкция к ТУ «Порошок морковный»	146
ПРИЛОЖЕНИЕ И Технологическая инструкция к ТУ «Порошок ягодный»	147
ПРИЛОЖЕНИЕ К Акт производственных испытаний в условиях ООО «Агрофабрика Натурово».....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ Л ТУ 10.20.25-011-00471544-2022 «Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные».....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ М Технологическая инструкция к ТУ 10.20.25-011-00471544-2022 «Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные».....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Патент РФ № 2715868 Рыбный формованный полуфабрикат	151
ПРИЛОЖЕНИЕ П Акт производственных испытаний в условиях ГБУ КО ПОО «КМиПИ»	152
ПРИЛОЖЕНИЕ Р Акт производственных испытаний в условиях ООО «АГАМА РОЯЛ ГРИНЛАНД»	153
ПРИЛОЖЕНИЕ С Акт внедрения в учебный процесс	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Актуальность совершенствования технологии пищевой продукции из рыбного сырья с высокими показателями пищевой ценности, в том числе обогащенной пищевыми волокнами, связана с растущей заинтересованностью потребителя в здоровом питании.

Дефицит пищевых волокон в рационе – один из основных факторов, способствующих возникновению и развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), который может быть устранен за счет увеличения потребления продукции, являющейся источником пищевых волокон. По результатам исследований (Ермош, 2022, Перфилова, 2017, Чалдаев, 2014, Samila A., 2017) установлено, что таким источником является жом – продукт переработки производства соков прямого отжима, составляющим порядка 40 % от массы сырья. Использование его в рыбных полуфабрикатах позволит получать продукцию повышенной пищевой ценности, обогащенную пищевыми волокнами, и решать проблему утилизации большого количества отходов производства соков прямого отжима.

Многочисленные исследования рынков полуфабрикатов (Добрецкая, 2022; Ключко, 2020; Лукин, 2017; Малашевский, 2023 и др.) подтверждают ежегодно повышающийся спрос потребителей на продукцию высокой степени готовности. Однако, из-за узкого и традиционного, не меняющегося многие годы ассортимента, данная категория значительно менее популярна, чем мясная. Также проблемы реализации рыбных полуфабрикатов связаны с невысокими показателями биологической ценности и зачастую качеством продукции, не отвечающим требованиям потребителя.

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; Иринаева, 2014; Бойцова, 2002 и др.) целью которых было обогащение рыбного сырья биологически активными добавками и пищевыми волокнами. Однако, не смотря на высокую проработанность данной тематики 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 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, Т.М., Бойцова, Ф.Б. Волотка, А.А. Горбатовский, В.А. Гроховский, Н.В. Деменьтьева, Н.П. Зацепилина, Е. Н. Ивченкова, О.И. Ирина, 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, J.R. 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» (Приложение Н).

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» (Приложение С).

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 формованных полуфабрикатов. В работе применялись стандартные и общепринятые современные методы исследований (физические, химические, биохимические, микробиологические и органолептические методы, а также методы математического моделирования, статистической обработки экспериментальных 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.

Благодарности: Автор выражает искреннюю признательность за неоценимую помощь в работе над диссертацией своему научному руководителю, к.т.н., доценту, заведующей кафедрой технологии продуктов питания ФБГОУ ВО «КГТУ» Титовой И. М., благодаря которой выполнение данной работы стало

возможным. Благодарна всему профессорско-преподавательскому составу и учебно-вспомогательному персоналу кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» за помощь и ценные советы. Особую благодарность выражаю к.т.н, Соклакову В. В. за неоценимую помощь и советы при проведении экспериментов и написании диссертационной работы.

Благодарю институт живых систем ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта» в лице д-р. мед. н., профессора Мацковой Л.В. за проведение совместных исследований по изучению микробиома кишечника человека.

Выражаю благодарность за помощь в апробации результатов исследований ООО «Агрофабрика Натурово» в лице Климяк Э.В., ООО «АГАМА РОЯЛ ГРИНЛАНД» в лице Куницына С.А. и ГБУ КО ПОО «КМиПИ» в лице Даниленкова А.В.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анализ и перспективы рынка продукции из водных биологических ресурсов

Рыбная отрасль Российской Федерации имеет продовольственное значение, и является одной из динамично развивающихся отраслей экономики страны. Данная отрасль имеет развитую систему межотраслевой кооперации и международной деятельности, её цель — обеспечение населения высокоценными пищевыми продуктами [29].

Объем рыбопереработки несколько отстает от объема добычи рыбы в стране, что влечет некоторые экономические потери в части получения прибыли от добавленной стоимости продукции. В настоящее время ввиду санкционного давления перспективно развитие глубокой промышленной переработки рыбного сырья, и Россия обладает необходимыми для этого ресурсами.

На рисунке 1.1.1 представлена динамика производства рыбных продуктов.



Рисунок 1.1.1 – Динамика производства рыбных продуктов (Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству, 2022)

Производство пищевой рыбной продукции российскими предприятиями ежегодно увеличивалось, за период 2017-2021 гг. прирост составил 5,3 %. В 2022 году объем производства переработанных и консервированных рыбы, ракообразных и моллюсков уменьшился в сравнении с 2021 годом на 6% и составил 4,1 млн тонн.

Производство рыбного филе и фарша от общего объема рыбной продукции в 2013 г. составляло порядка 4 % (140 тыс. тонн), в 2021 г. увеличилось до 6,6 % (280 тыс. тонн), что при общем росте объема производства в тоннах практически в 2 раза. Это указывает на положительное развитие пищевого производства в сторону глубокой переработки и соответственно высокой добавленной стоимости продукции.

Динамика общего оборота предприятий отрасли разнонаправленная и представлена на рисунке 1.1.2.

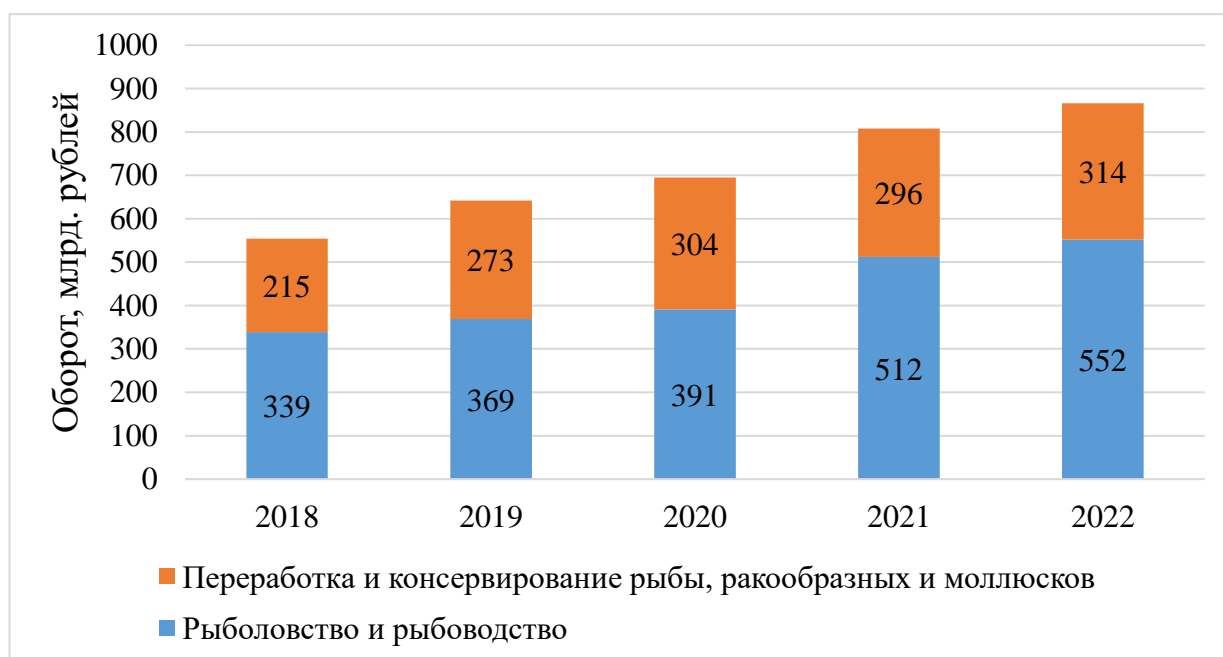


Рисунок 1.1.2 - Оборот организаций рыбной отрасли России (без учёта малых предприятий и бюджетных организаций) [43]

В период с 2018 по 2020 гг. рост оборота предприятий рыбной отрасли ежегодно увеличивался: в 2018 г. – на 10 %, в 2019 г. – на 15,9 %, в 2020 г. – на 8,3

%. В 2021 г. наблюдалось снижение оборота на 7 % по сравнению с 2020 г. Оборот перерабатывающих организаций отрасли стабильно ниже, чем оборот организаций рыболовства и рыбоводства, например, по результатам 2021 г. заметно, что перерабатывающие организации снизили оборот на 25%, когда организации рыболовства и рыбоводства в свою очередь увеличили оборот на 7% [105]. В 2022 году оборот организаций отрасли продолжил расти и составил 866 млрд рублей, что на 8% больше по сравнению с 2021 годом. Увеличение показателя по сравнению с прошлым годом произошло по виду экономической деятельности «рыболовство и рыбоводство» на 8% достигло 552 млрд руб., по виду экономической деятельности «переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков» – на 6% и составило 314 млрд рублей [43].

Аналогично обороту, прибыль организаций рыбодобычи и рыборазведения значительно выше прибыли рыбоперерабатывающих предприятий (рисунок 1.3).

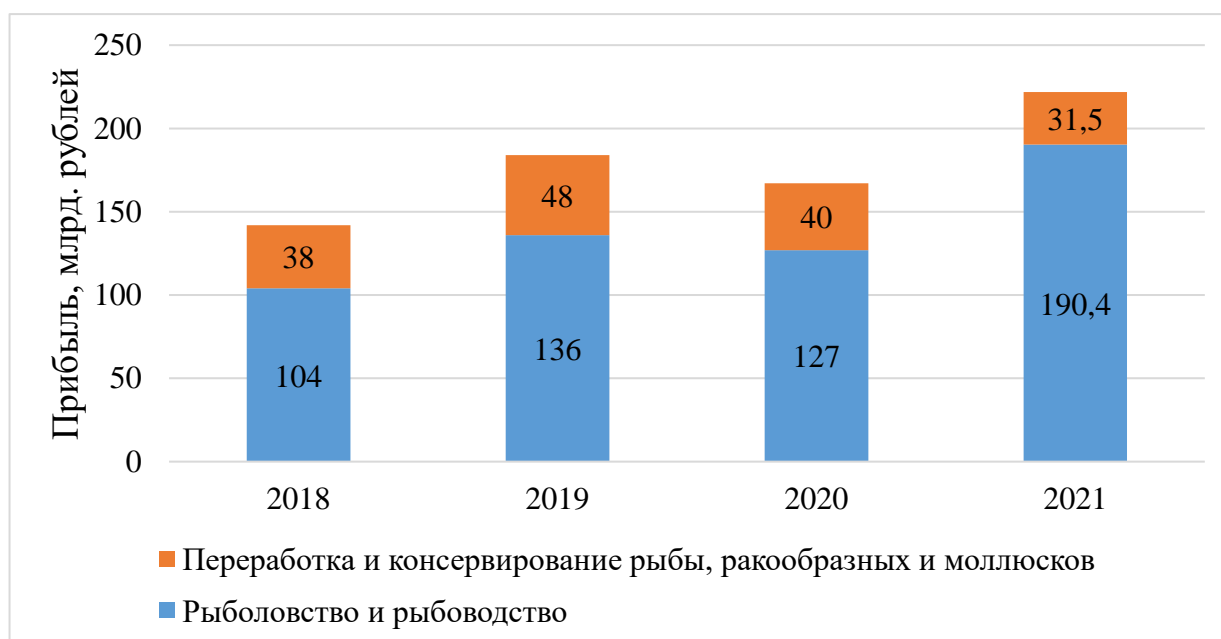


Рисунок 1.1.3 - Прибыль организаций рыбной отрасли России (Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству, 2022) [43]

Организации рыбодобычи и рыборазведения в 2021 г. значительно нарастили прибыль и достигли показателя 190,4 млрд руб., что превышает показатель 2020 г. на 50%, а в сравнении с 2018 г. – на 83 %, что свидетельствует

об активном развитии отрасли.

С другой стороны, прибыль организаций рыбопереработки снизилась на 21% и составила только 31,5 млрд руб. Как правило, аналитики связывают данную динамику с уменьшением спроса на неразделанную рыбу, консервы и копченую продукцию. Отсутствие широкого спектра предложений в сегменте продукции типа «ready to cook» (готовые к приготовлению) и «ready to eat» (готовые к употреблению) также сказывается на общих объемах продаж рыбопродукции.

Задача по обеспечению населения России рыбной продукцией основана на положениях Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2010 № 20 и определяется показателями физической и экономической доступности для каждого гражданина страны в объемах не менее рациональных норм потребления для активного и здорового образа жизни.

Экономическая доступность заключается в гарантии возможности приобретения населением качественной пищевой рыбной продукции по сложившимся ценам в объемах и ассортименте, в соответствии с рекомендуемыми рациональными нормами потребления.

В Российской Федерации до 2023 года рекомендованный ориентир уровня душевого потребления рыбной продукции - норма, установленная Минздравом России (далее – норма, норматив, рекомендованный уровень) в целях укрепления здоровья детского и взрослого населения, профилактики неинфекционных заболеваний, обусловленных недостатком микронутриентов – 22 кг в год на человека [88].

Согласно данным Росстата, представленным на рисунке 1.1.4, в 2022 году в целом по стране физиологически необходимый уровень был достигнут [87].

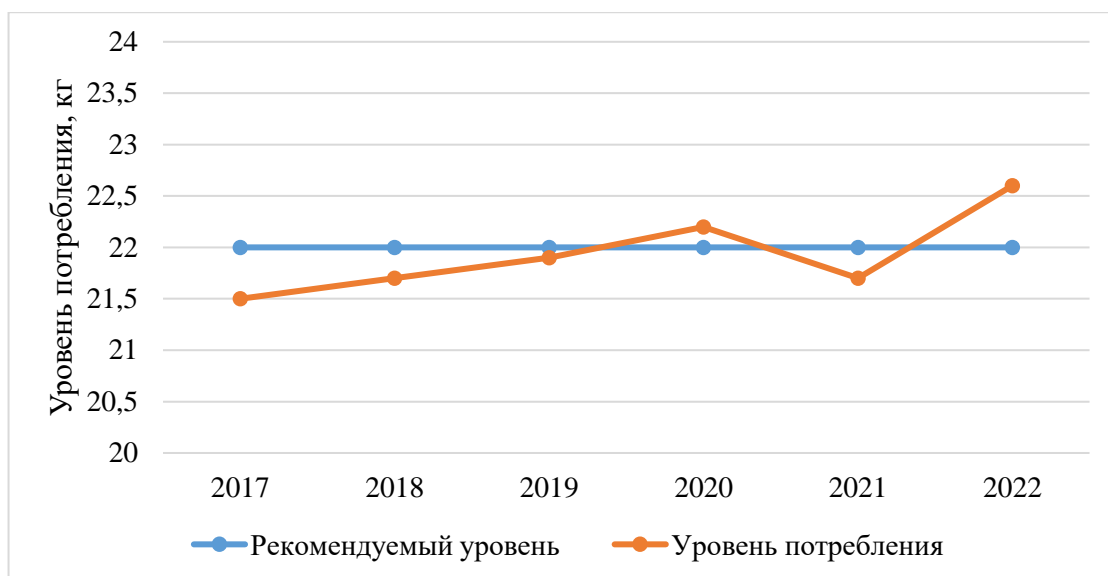


Рисунок 1.1.4 – Уровень потребления рыбы и рыбных продуктов в домашних хозяйствах в среднем на человека в год, в кг (Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству, 2022) [43]

В 2021 году в пяти федеральных округах России норматив потребления рыбной продукции не был достигнут (таблица 1.1.1). В Северо-Кавказском, Южном, Северо-Западном, Приволжском, Сибирском округах недостижение рекомендуемого уровня потребления может быть связано с рядом причин, таких как отсутствие традиций потребления и приготовления рыбы морского и океанического промысла и слабое развитие добычи и обработки пресноводной рыбы. Еще одним фактором, снижающим желание населения покупать рыбу, является глубина обработки. В основном в данные регионы поступает мороженая неразделанная или потрошенная с удалением головы рыба, требующая значительных затрат времени на доведение до кулинарной готовности. Большая доля продукция отдана консервам, т. к. этот продукт имеет длительные сроки годности, однако не удовлетворяет современным запросам населения в возрасте 25 – 40 лет, которое и является основным платежеспособным населением, формирующим покупательский спрос. Ценовая политика также оказывает влияние на объемы потребления рыбной продукции. Зачастую уровень цен в торговых сетях не соответствуют качеству реализуемой продукции из водных биологических ресурсов, что оказывает влияние на предпочтения потребителей.

Таблица 1.1.1 - Фактическое потребление рыбы и рыбных продуктов в домашних хозяйствах в среднем на человека в год по федеральным округам, кг [2]

Федеральный округ	2017	2018	2019	2020	2021
Дальневосточный	24,6	26	25,4	25,7	25,4
Центральный	23,5	23,3	24,4	25,1	23,3
Северо-западный	18,7	18,2	17,9	18,5	17,9
Южный	21,2	21,8	22,3	22,2	21,8
Северо-Кавказский	16,6	19,1	18,8	18,4	19,6
Приволжский	20,9	20,6	21,1	21,1	20,8
Уральский	21,9	21,2	21	21,6	22,3
Сибирский	21,8	22,8	23	21,2	21,9

В указанный период лишь в 3 федеральных округах фактический уровень потребления рыбопродуктов превысил норму: в Уральском – на 1% (0,3 кг), Центральном – 6% (1,3 кг) и Дальневосточном – 16% (3,4 кг). Лидирующие позиции Дальнего Востока можно объяснить близостью расположения к богатым акваториям России и странам с развитой культурой потребления рыбной продукции, а также высокой концентрацией коренных малочисленных народов, рацион которых традиционно формировался в значительной степени за счет ВБР.

Наибольшее отставание от нормируемого уровня наблюдалось в Северо-Западном федеральном округе (на 19% или 4,1 кг), который занимает 2-е место в России по объемам добычи ВБР, более 20% от общероссийского объема.

Минздравом России приказом от 30.12.2022 г. № 821 были внесены изменения в рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, в частности норма потребления рыбы и рыбной продукции была повышена с 22 кг до 28 кг на человека в год [89].

Согласно данным Управления Роспотребнадзора по Калининградской

области, представленных в государственных докладах о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Калининградской области, результаты среднедушевого потребления рыбы и рыбных продуктов населения показали снижение с 2016 по 2020 год. В 2021 году уровень потребления рыбы и рыбных продуктов составил 17,6 кг/год на человека, что выше показателя 2020 года на 14 %. Однако, показатель 2021 года ниже на 12 % показателя 2016 г., и лишь на 80 % соответствует рекомендуемому уровню.

Уровень потребления рыбной продукции связан с себестоимостью. В случае возрастания цены на продукцию и при этом отсутствия соответствующего роста дохода населения, уровень потребления будет неминусом уменьшаться. По данным Росстата за 2017 – 2021 годы в среднем по стране стоимость рыбопродуктов увеличилась на 33% (рисунок 1.1.5).

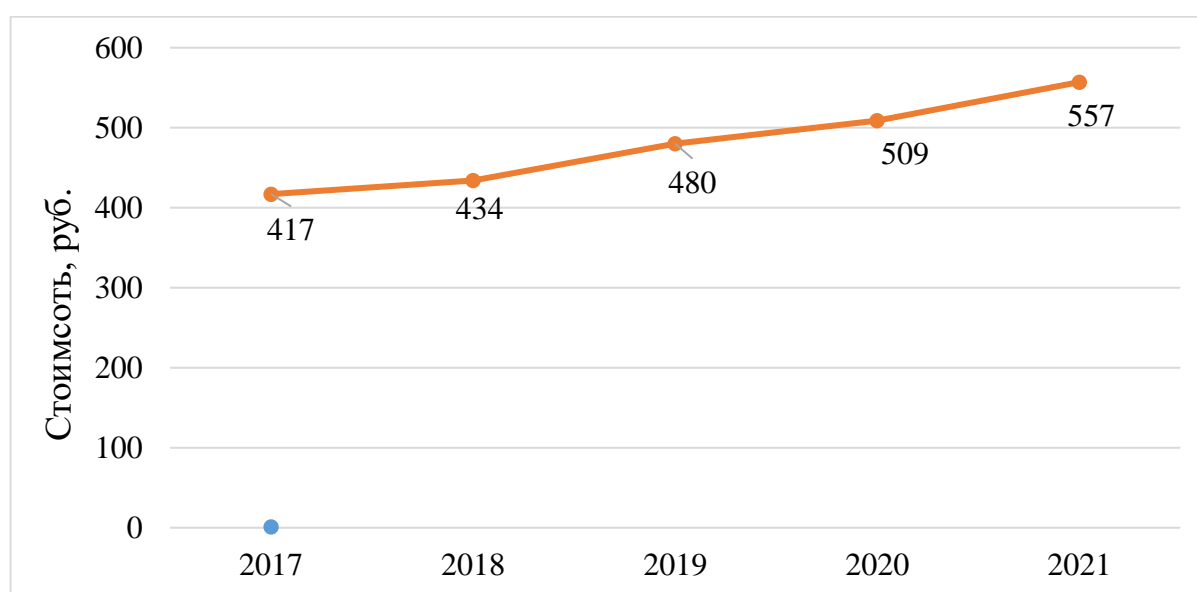


Рисунок 1.1.5 – Стоимость рыбы и рыбных продуктов в среднем на потребителя в месяц

Затраты в перерасчете на 1 кг отражают ценовой сегмент потребляемой рыбной продукции. В 2021 году в России их средняя величина составила 307 руб./кг, что на 31,7 % выше по сравнению с ценой 2017 года в 233 руб./кг.

Потребление рыбы в 2021 году в разрезе основных категорий представлено

в таблице 1.2, данные основаны на математическом расчете объема рынка розничных продаж, исходя из 26 % доли 9 федеральных сетей.

Таблица 1.1.2 - Потребление рыбы в 2021 году в разрезе основных категорий

Категория	Объем, тонн	Доля, %
Консервы	282960	18,59
Пресервы рыбные	245534	16,13
Тушка	227039	14,91
Морепродукты	160336	10,53
Крабовые палочки	158937	10,44
Рыба копченая	71554	4,70
Филе рыбное	71485	4,70
Пресервы из морепродуктов	55 803	3,67
Филе в панировке	20954	1,38
Готовые блюда	20142	1,32
Рыба вяленая	16186	1,06
Полуфабрикаты	20978	1,38
Рыба живая	4184	0,27
Другие категории	166213	10,92

Ориентированность на потребление рыбной продукции имеет существенные различия по возрастным группам. Согласно исследованию Центра проектирования «Платформа», некоммерческой организации «Рыбный союз», розничной торговой компании «X5 Group» и Торгово-промышленной палаты Российской Федерации [44], молодые потребители предпочитают покупать готовую и порционную продукцию, не требующую дополнительных усилий по ее очистке и приготовлению. Согласно данным исследования, среди потребителей в возрасте 18 – 24 года основным видом потребляемой рыбной продукции являются полуфабрикаты – 61 %, и готовые кулинарные изделия – 48 %, у потребителей в

возрасте 25 – 44 года популярны рыбные полуфабрикаты – 60 %, и мороженая рыба – 59 %

У зрелого потребителя в возрасте старше 45 лет в свою очередь большей популярностью пользуется охлажденная, мороженая и свежая (живая) рыба – 57 %, а также соленая и копченая продукция – 61 %.

Среди респондентов младшей возрастной группы (18-24 года) учеными выявлен дефицит рыбной продукции в 47%. В среднем возрасте (25 – 44 года) доля респондентов, отметивших дефицит потребления рыбы, оказался выше – 58 %. Максимальный его уровень зафиксирован в старшей группе (45 лет и старше) и составляет 65 %.

При этом основным среди факторов, ограничивающих повышение уровня потребления рыбной продукции, является ее высокая стоимость. Низкое качество также можно отнести к важным факторам, снижающим уровень потребления рыбной продукции в России. Согласно проведенному исследованию, более двух третей опрошенных (67%) выразили недовольство по поводу низкого качества доступной рыбной продукции. Покупателей отталкивают неприглядный вид и неприятный запах продукта. Таким образом, факторы, которые ограничивают уровень потребления рыбной продукции, имеют не только экономические и возрастные характеристики, но и эстетические.

Санкционная политика недружественных стран оказала влияние на рыбную отрасль, что привело к росту цен на ингредиенты и упаковку и, как следствие, существенному повышению себестоимости рыбной продукции и снижению потребительского спроса. В свою очередь рост цен ведет к снижению уровня потребления рыбной продукции в России, что может негативно сказываться на организме человека.

Рыбная продукция становится менее доступной для социальных слоев населения, а отсутствие на рынке новых продуктов типа «ready to cook» (готовые к приготовлению) и «ready to eat» (готовые к употреблению), к которым относятся рыбные полуфабрикаты и кулинарные изделия, снижает интерес у молодого поколения, что также сказывается на уровне продаж.

Таким образом можно сделать вывод, что главный приоритет в развитии рыбной промышленности – насыщение рынка качественной и разнообразной продукцией глубокой переработки, доступной по цене, что оказывает непосредственное влияние не только на продовольственную безопасность страны, но и на здоровье населения.

1.2 Современное состояние производства рыбных полуфабрикатов и пути совершенствования технологии

Рыба занимает важное место в питании человека, так как обладает высокими пищевыми качествами: содержит полноценные белки, незаменимые аминокислоты и жирные кислоты, витамины, макро- и микроэлементы.

Легкоусвояемый полноценный рыбный белок легче перевариваются, чем белки мяса, так как рыба не содержит грубых сухожилий и пленок соединительной ткани. Преимущественное содержание белков типа глобулинов в мышечной ткани обеспечивает нежную структуру мяса рыбы. Значительное количество гистидина и аргинина в оптимальном соотношении обеспечивает белку рыбы высокую усвояемость [49].

В процессе тепловой обработки рыба быстро разваривается, её мышечная ткань становится рыхлой и легко поддается воздействию пищеварительных соков, что обеспечивает более полное усвоение питательных веществ [91].

Сдерживающим фактором увеличения потребления рыбной продукции является затраты времени на обработку неразделанного сырья, поэтому повышается спрос потребителя на полуфабрикаты и кулинарные изделия, которые максимально готовы к употреблению.

Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», рыбным кулинарным полуфабрикатом является пищевая рыбная продукция с добавлением или без добавления пищевых компонентов и (или) пищевых добавок, прошедшая одну стадию кулинарной обработки или более, без

доведения до готовности. [101] Кулинарное изделие – пищевая рыбная продукция, изготовленная с добавлением или без добавления пищевых компонентов и (или) пищевых добавок, готовая к употреблению в пищу после тепловой обработки или без нее [101].

На рисунке 1.2.1 представлена классификация рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий.

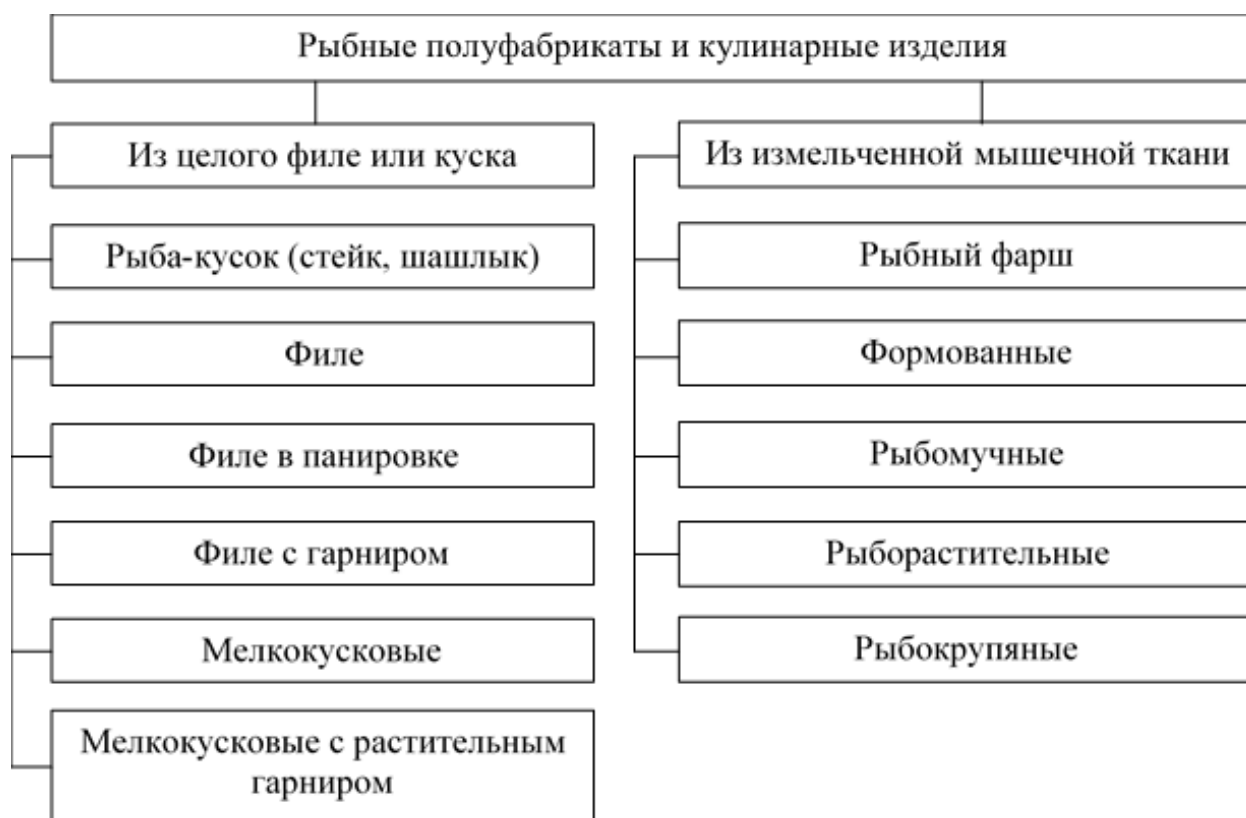


Рисунок 1.2.1 - Классификация рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий [85]

Производство полуфабрикатов и кулинарной продукции на основе рыбного фарша является перспективным направлением в обеспечении населения высококачественными пищевыми продуктами. Это обусловлено рядом факторов, включающих возможность рационального использования разнообразных объектов промысла и введение в рецептуры технологических добавок, способствующих повышению пищевой ценности. Благодаря этим факторам создаются предпосылки для широкого варьирования и улучшения

потребительских характеристик готовой продукции [112].

По оценкам BusinesStat, за 2017-2021 гг розничные продажи рыбных полуфабрикатов в России увеличились на 8,8% с 81,6 до 88,8 тыс. тонн. Продажи в рознице снижались единственный раз за период в 2019 г (на 2,4%), а наибольший прирост пришелся на 2021 г и составил 7,5%.

Лидирующие позиции среди российских компаний по производству рыбных полуфабрикатов занимают «Русское море» (Московская область), «РОК-1» (г. Санкт-Петербург), «Меридиан» (г. Москва), «Вичюнай-Русь» (г. Советск, Калининградская область).

В торговых сетях Калининградской области ассортимент рыбных полуфабрикатов минимален и представляет собой преимущественно котлеты, бургеры, пельмени, рыбные палочки и филе в панировке. Таким образом, вопрос о расширении ассортимента рыбных полуфабрикатов актуален.

В состав рыбных полуфабрикатов могут входить растительные масла (рапсовое, соевое), соевая и пшеничная мука, крахмал, красители, антиокислители, усилители вкуса, большое количество панировки, при этом доля рыбы, а соответственно и животного белка, существенно снижается, что в свою очередь приводит к снижению пищевой и биологической ценности продукции. Преимуществом рыбного белка является его быстрая и более полная усвояемость – на 93 – 98% в сравнении с белками мяса, усваивающимися на 87 – 89%.

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года, значимым направлением является продвижение принципов здорового питания и разработка инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции [73].

Необходимость создания комбинированных продуктов питания сложного рецептурного состава, в том числе специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции, возникает в связи с недостатком потребления человеком различных пищевых веществ, который невозможно восполнить только за счет увеличения потребления натуральных продуктов.

Наиболее актуальные направления производства комбинированных продуктов питания следующие:

1. Поиск, исследование и обоснование использования новых источников белкового сырья для производства пищевой продукции, а также максимально полная или безотходная его переработка, основанная на принципах ресурсосбережения.

2. Разработка пищевых добавок (ароматизаторов, усилителей вкуса, красителей) из источников природного происхождения, наряду с синтетическими соединениями, с целью обеспечения высоких органолептических показателей комбинированного продукта.

3. Применение и развитие биотехнологических процессов, поиск новых направлений прикладной биотехнологии в области производства комбинированных продуктов питания.

4. Обогащение пищевых продуктов незаменимыми нутриентами, такими как витамины, минеральные вещества, пищевые волокна и др. с целью обеспечения сбалансированного питания населения [107].

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что достаточно калорийный и хорошо сбалансированный рацион питания может обеспечить лишь 50-70% суточной потребности в некоторых веществах, таких как витамины и пищевые волокна. Именно поэтому обогащенные продукты массового потребления сегодня являются безопасным и доступным способом профилактики дефицита незаменимых для организма человека веществ, таких как витамины, биологически активные вещества (БАВ), микроэлементы и пищевые волокна.

При проектировании обогащенных продуктов питания необходимо учитывать ряд факторов. Обогащенные продукты преимущественно должны быть массового потребления, доступными для всех групп населения и регулярно используемыми в пищу, при этом для обогащения рекомендуется использовать нутриенты, дефицит которых широко распространён и опасен для здоровья человека.

Внесение обогащающих компонентов не должно оказывать негативного

влияния на органолептические показатели продукта и сокращать срок их хранения. При обогащении пищевой продукции необходимо учитывать совместимость компонентов функциональных ингредиентов между собой. Например, аскорбиновая кислота способствует лучшему усвоению железа, а присутствие кальция оказывает подавляющее влияние на усвояемость железа. Известно, что проявление активности витамина А в организме человека увеличивается в случае присутствия в продукте витамина Е. Также следует принимать во внимание возможность химического взаимодействия обогащающих компонентов и собственно компонентов продукта. Так, в продукты с высоким содержанием пищевых волокон нецелесообразно вводить соли железа или другие микроэлементы, так как пищевые волокна способны прочно связывать эти микроэлементы, нарушая их всасывание в желудочно-кишечном тракте [53].

Следует учитывать форму внесения обогащающих компонентов и их сохранность в процессе производства пищевой продукции и хранения.

Существующие технологии внесения функциональных ингредиентов в продукт преимущественно основано на процессах смешивания с пищевым носителем с целью обеспечения равномерного распределения добавки по объему или массе обогащаемого продукта. В зависимости от природы смешиваемых компонентов используют различные типы смешивания.

Наиболее часто применяемым и простым методом обогащения пищевых продуктов является сухое смешивание (твердое вещество - твердое вещество (solid – solid)), осуществляемое либо в специальных смесителях, либо поэтапно методом постепенного разведения.

Обогащение также может осуществляться методом напыления, набрызгивания или напыскивания (твердое вещество - жидкость (solid – liquid)) на поверхность продукта растворов микронутриентов. Например, обогащение методом напыскивания соединений йода на поверхность поваренной соли, растворов витаминов на зерновые продукты типа хлопьев.

Метод растворения, или диспергирования (жидкость - жидкость (liquid – liquid)) микронутриентов в жидкой фазе (воде, молоке, соке и т. д.) применяют

при обогащении питьевого молока, напитков, фруктовых соков, а также при производстве хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий [95].

Наиболее перспективным базовым сырьем при производстве обогащенных продуктов и продуктов функционального назначения, удовлетворяющих потребности человека в питательных веществах, являются ВБР. Неоднократно подтверждалась важная роль рыбы в питании человека в качестве источника белка, содержащего все незаменимые аминокислоты.

Поэтому актуальным направлением развития рыбной промышленности является разработка обогащенной рыбной пищевой продукции, в том числе высокой степени готовности.

1.3 Анализ исследований и разработок в области технологии производства полуфабрикатов из водных биологических ресурсов

Высокий уровень механизации технологических процессов, современные способы переработки ВБР, позволяющие рационально использовать сырьевые ресурсы (использовать рыбу с механическими повреждениями, тешу, пищевые отходы от разделки), дают возможность создавать качественно новые пищевые продукты. Поэтому исследования многих ученых в области производства рыбной продукции направлены на научное обоснование и совершенствование рецептур и технологий полуфабрикатов с высокой биологической ценностью, с заданным химическим составом и функционально-технологическими свойствами, а также обогащенных, функциональных и специализированных продуктов, что является актуальным.

Некоторыми учеными проводились исследования по обоснованию применения в технологии рыбных полуфабрикатов различных белковых добавок животного и растительного происхождения. Например, Е. В. Хаустовой были разработаны рецептуры рыбных полуфабрикатов на основе мышечной ткани плотвы и белковой добавки Scanpro с высокими потребительскими свойствами, а

также улучшенными функционально-технологическими, структурно-механическими показателями [108]. Введение белковой добавки, обладающей сбалансированным аминокислотным составом и высокими функционально-технологическими свойствами, позволяет получить рыбную продукцию с более высокими потребительскими характеристиками.

В исследованиях Е. С. Стаценко была обоснована целесообразность внесения соевого белкового продукта в малоценное в пищевом и технологическом отношении рыбное сырье при производстве фарша для кулинарных изделий [96]. Введение в рецептуру соевого белкового продукта позволяет повысить их пищевую ценность, способствует созданию определенной структуры фарша и увеличению водоудерживающей способности, улучшению органолептических показателей.

Некоторыми учеными проводились исследования в области технологий рыбных полуфабрикатов из сырья пониженной товарной ценности с целью повышения эффективности рыбоперерабатывающей промышленности. Например, И. В. Коцыло была обоснована технология рыбных формованных полуфабрикатов на основе комбинированных фаршевых смесей, изготовленных из сырья пониженной товарной ценности и отсортированной солено-копченой продукции из него, прудовой рыбы с обогащением ингредиентами растительного происхождения [46].

Также проводились исследования в области разработок технологий полуфабрикатов из кальмара, в том числе функциональной направленности. Например, Е. Н. Ивченкова усовершенствовала технологию производства мороженых формованных полуфабрикатов из сырого и вареного фарша кальмара с разными комбинированными начинками животного и растительного происхождения, за счет которых значительно повышалась их сбалансированность по аминокислотному, минеральному и витаминному составам [40]. Исследования Нгуен Тхи Чук Лоан были направлены на разработку технологий рыбных рубленых полуфабрикатов и кулинарных изделий из мышечной ткани таких рыб, как карп и толстолобик, и тихоокеанского кальмара, добавление которого

обеспечивало функциональность продукции за счет обогащения биологически ценными веществами [71]. Использование кальмара в составе рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий позволяет получить высокобелковую продукцию с высокими органолептическими показателями, однако это увеличит себестоимость продукции.

Часть исследований направлена на разработку и совершенствование технологий рыбных полуфабрикатов функциональной направленности. О. И. Иренина теоретически обосновала и экспериментально подтвердила целесообразность использования овощных и крупяных компонентов для повышения пищевой, в т. ч. биологической, ценности формованных кулинарных изделий на основе рыбного фарша, разработала рецептуры и технологии продукции с функциональными свойствами [41]. В исследованиях О. Н. Зюзиной были теоретически и экспериментально обоснованы рецептуры и технология рыборастворительных полуфабрикатов функционального назначения, сбалансированных по аминокислотному составу, с применением в производстве комплексного CO₂-экстракта и CO₂-шрота плодов облепихи, высокоолеинового подсолнечного масла, тритикалевой муки, районированных на юге овощей и зеленных культур [39]. М. П. Беловой были научно обоснованы и разработаны рецептуры и технологии рыборастворительных полуфабрикатов и кулинарных изделий диабетической направленности, с высоким биопотенциалом по содержанию белка, пищевых волокон и микронутриентов, привлекательными органолептическими характеристиками, основанные на исследовании биопотенциала объектов аквакультуры и сырья растительного происхождения с низким гликемическим индексом [5].

Рядом ученых проводились исследования в области разработок рецептур и технологий производства полуфабрикатов из водных биологических ресурсов для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Учеными ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП ВНИРО) Л. С. Абрамовой и Е. С. Коноваленко был разработан формованный рыбный полуфабрикат для

дошкольного и школьного питания, содержащий в своем составе пищевые функциональные ингредиенты, сочетающиеся как по химическому взаимодействию в продукте, так и в отношении усвояемости в пищеварительном тракте ребенка, и обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на физиологию детей [74].

Учеными Сибирского федерального университета были разработаны рыбные рубленые изделия, обогащенные пророщенным зерном пшеницы. Использование набухшего порошка из пророщенного зерна пшеницы позволяет улучшить структурно-механические характеристики рыбного фарша, в том числе повысить его влагосвязывающую способность, сохранность формы готовых изделий и получить продукт повышенной пищевой ценности с широким набором функциональных компонентов, таких как белки (глиадин и глютен), углеводы, клетчатка, макро- и микроэлементы (P, K, Mg, S, Ca, Si, Cl, Na, Mn, Zn, Al, Cu, F, Mo, Ni, Cr, Co, I), витамины группы B, E и PP, для школьного, диетического, лечебно-профилактического питания [76].

С. А. Михлай была обоснована и разработана технология полуфабрикатов из рыбы и кальмара, предназначенных для питания детей дошкольного и школьного возраста, с учетом физиологических потребностей детей различных возрастных групп в пищевых веществах и энергии, с заданными показателями качества и безопасности, при этом была проведена оценка потенциальной аллергенности и установлен низкий уровень сенсибилизации антигенами кальмара [56].

А. С. Куликовой научно обоснована рецептура рыбных полуфабрикатов, рекомендованных для питания детей дошкольного возраста, обогащенных витамином D и антиоксидантом, и на основе исследований аминокислотного состава разработанной продукции установлена истинная усвояемость белка. При этом за счет синергетического эффекта антиоксиданта, входящего в состав разработанной овощной натуральной вкусовой добавки, обеспечивается снижение массовой доли пищевой соли в рыбных полуфабрикатах [49].

Наиболее актуальны исследования в области разработки и

совершенствования технологии рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий, основанных на принципах пищевой комбинаторики и ресурсосбережения. Комбинирование в рецептурах полуфабрикатов рыбного и растительного сырья нашло отражение в исследованиях многих ученых.

Например, Н. П. Зацепиной были разработаны рецептуры и усовершенствована технология рыбных рубленых полуфабрикатов высокой биологической ценности с улучшенными потребительскими свойствами. В качестве растительных компонентов были использованы гречневый продел и геркулес, а также пищевые волокна [37].

В исследованиях О. М. Кулик были научно обоснованы и разработаны технологии рыборастворительных полуфабрикатов и кулинарных изделий с повышенной биологической ценностью из путассу с добавлением муки амаранта и полбы [48].

Учеными Астраханского государственного технического университета был разработан рыборастворительный функциональный продукт, содержащий овсяные хлопья «Геркулес», кабачки, укроп, порошок из тыквенных семян, CO₂-экстракт перца душистого, обогащенный макро- и микроэлементами, отличающийся повышенной пищевой и физиологической ценностью, улучшенными структурно-механическими свойствами и высокими органолептическими показателями [80].

А. А. Горбатовским были разработаны рецептуры и технология комбинированных рыборастворительных полуфабрикатов на основе фарша из пресноводных рыб с добавлением текстурированной муки гороха, риса, кукурузы и гречи с улучшенными структурно-механическими показателями и высокими потребительскими свойствами [12].

В ходе исследований Т. М. Бойцовой была обоснована ресурсосберегающая технология рыбных фаршей и продуктов из них с регулируемыми функционально-технологическими свойствами за счет комбинирования нескольких видов рыбного сырья в составе и использования структурообразователей и пищевых волокон [8].

В исследованиях А. С. Божко были научно-экспериментально обоснованы

рецептуры обогащенных рыбных продуктов для обеспечения уровня физиологической потребности в витаминах группы В. Обогащение кулинарных продуктов производилось за счет использования вторичного сырья пивоваренного производства, что позволило получить продукт с высокими потребительскими свойствами, отвечающий требованиям здорового питания и доступный по цене, и решить задачу предотвращения снижения дефицита витаминов, микроэлементов и других эссенциальных веществ [7].

Проанализировав приведенные литературные данные, можно сделать вывод, что несмотря на значительное количество исследований в области технологий комбинированных полуфабрикатов, основанных на принципах ресурсосбережения рыбного сырья, не менее актуален поиск путей рационального использования растительного сырья и продуктов его переработки, обладающих высоким биопотенциалом. Комбинируя сырье животного и растительного происхождения, возможно создание продукции, характеризующейся высокой пищевой и биологической ценностью, сбалансированной по химическому составу, в том числе по содержанию эссенциальных макро- и микронутриентов. Это в свою очередь свидетельствует о целесообразности разработки рыбных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства.

1.4 Пищевые волокна и их роль в процессах метаболизма организма человека

Пищевые волокна представляют собой комплекс биополимеров - полисахариды, такие как целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, а также лигнин и связанные с ним белковые вещества, формирующие клеточные стенки. Пищевые волокна (ПВ) в литературе также называют балластными веществами, клетчаткой или растительными волокнами.

Существует два вида ПВ – растворимые («мягкие» волокна) и нерастворимые («грубые» волокна).

Растворимыми ПВ считают пектин, камеди, слизи, определенные фракции гемицеллюлозы. Они обладают способностью впитывают воду и, увеличиваться в объеме, превращаясь в густую и липкую субстанцию, напоминающую гель. Набухая, «мягкие» волокна заполняют желудок и, обеспечивая чувство насыщения, оказывают положительное влияние на уровень сахара и холестерина в крови. В яблоках, апельсинах, свекле, моркови, картофеле, овсе, ячмене и фасоли растворимые волокна содержатся в большом количестве [3,33].

К нерастворимым пищевым волокнам относят целлюлозу, некоторые гемицеллюлозы, лигнин. «Грубые» волокна стимулируют работу кишечника, ускоряя выведение непереваренных остатков пищи и токсинов. Нерастворимыми ПВ богаты отруби и другие виды цельного зерна, овощи [3,34].

Пищевые волокна не подвергаются разрушению кислотами, щелочами и ферментами пищеварительного тракта человека, а только под действием микрофлоры частично расщепляются в толстом кишечнике: гемицеллюлоза – на 60-84%, пектиновые вещества – на 35%, целлюлоза – на 30-40% [3]. Преимущественно гидролиз углеводов происходит под действием бактерий родов *Bacteroides* (крахмал, ксилан), *Roseburia* (крахмал, ксилан, олигосахариды), *Ruminococcus* (крахмал, целлюлоза), *Bifidobacterium* (олигосахариды), *Faecalibacterium* и *Enterobacteria* [122]. Образованные в процессе гидролиза короткоцепочечные жирные кислоты (КЖК) выполняют множество функций в организме, а с точки зрения пищеварения являются одним из главных субстратов, которым питаются колоноциты – эпителиальные клетки слизистой толстого кишечника человека [118,136].

В организме человека волокна выполняют множество функций и играют значительную роль в функционировании желудочно-кишечного тракта. ПВ начинают действовать еще во рту – стимулируют слюноотделение при пережевывании пищи, богатой клетчаткой, что способствует лучшему перевариванию.

Пищевые волокна обладают способностью удерживать значительное количество воды, в разы больше своего веса. Пектиновые вещества превращаются

в гели, а целлюлоза, гемицеллюлоза, и лигнин впитывают воду за счет заполнения пустых пространств их волокнистой структуры. Регулярное потребление продуктов – источников ПВ оказывает положительное влияние на скорость кишечного транзита и перистальтики, и за счет увеличения массы кала и прямого раздражающего действия на толстую кишку способствуют нормализации стула. Таким образом клетчатка играет ведущую роль в процессе стимулирования перистальтики кишечника и регуляции его моторной функции, а также в формировании каловых масс [3].

Дефицит ПВ оказывает отрицательное воздействие на кишечную перистальтику, способствует ее замедлению, что в свою очередь может привести к развитию стазов и дискинезии; является одной из причин учащения случаев кишечной непроходимости, аппендицита, геморроя, заболеваний кишечника. Литературные данные свидетельствуют о взаимосвязи количества клетчатки в рационе и частоте развития дисбактериоза. Исключение ПВ из рациона может служить одним из главных факторов, провоцирующих рак толстого кишечника [3].

ПВ оказывают положительное влияние на моторную функцию желчевыводящих путей, повышают связывание и выведение из организма желчных кислот, нейтральных стероидов, в том числе холестерина, уменьшают всасывание холестерина и жиров в тонкой кишке. Они ускоряют синтез липазы - фермента, под действием которого происходит распад жира, и тем самым оказывают положительное влияние на жировой обмен путем, что непосредственно способствует снижению синтеза холестерина, липопротеидов и жирных кислот в печени [143].

ПВ способствуют снижению скорости всасывания моно- и дисахаридов в кишечнике, что предотвращает резкий скачок содержания глюкозы в крови и усиленный синтез инсулина, стимулирующего образование жиров.

Растительные волокна за счет их способности выводить из организма чужеродные вещества, такие как тяжелые металлы, различные токсины и канцерогены, а также продукты неполного переваривания пищевых веществ,

считают натуральными энтеросорбентами [51]. При этом пищевые волокна и сорбируемые ими соединения достаточно быстро выводятся из организма с каловыми массами, так как не всасываются в кишечнике.

Пищевые волокна являются пребиотиками - стимулируют рост нормальной микрофлоры, подавляя при этом процессы гниения и брожения в кишечнике, и угнетая развитие условно-патогенных микроорганизмов, увеличивают синтез витаминов кишечными бактериями. Поэтому продукцию, являющуюся источником пищевых волокон, можно характеризовать как пребиотической направленности [3].

Взаимосвязь между недостаточным потреблением пищевых волокон и массовым развитием целого ряда заболеваний в Европе и США определили ещё во второй половине XIX века [141]. В настоящее время учеными проведены многочисленные исследования, позволяющие достоверно утверждать, что пищевые волокна – необходимый компонент рациона питания человека для правильного и полноценного функционирования его желудочно-кишечного тракта в процессе пищеварения [115].

Низкое потребление клетчатки не только приводит к уменьшению микробного разнообразия и продукции короткоцепочечных жирных кислот, но также сдвигает кишечный микробный метаболизм в сторону использования менее благоприятных субстратов, в частности пищевых и эндогенно поставляемых белков [120] и муцинов (главных гликопротеинов слизистого слоя) организма человека [121].

Рацион питания с высоким содержанием белка и низким содержанием углеводов не только значительно снижает выработку общих короткоцепочечных жирных кислот и бутирата [124], но также приводит к увеличению потенциально вредных метаболитов, полученных в результате ферментации аминокислот, включая жирные кислоты с разветвленной цепью, аммиак, амины, N-нитрозосоединения, фенольные соединения, включая p-крезол, сульфиды, индольные соединения и сероводород. Высокое содержание клетчатки в рационе питания, напротив, способствует поддержанию здоровой кишечной микробиоты,

связанной с увеличением разнообразия и функций, таких как производство короткоцепочечных жирных кислот (рис. 1.4.1).

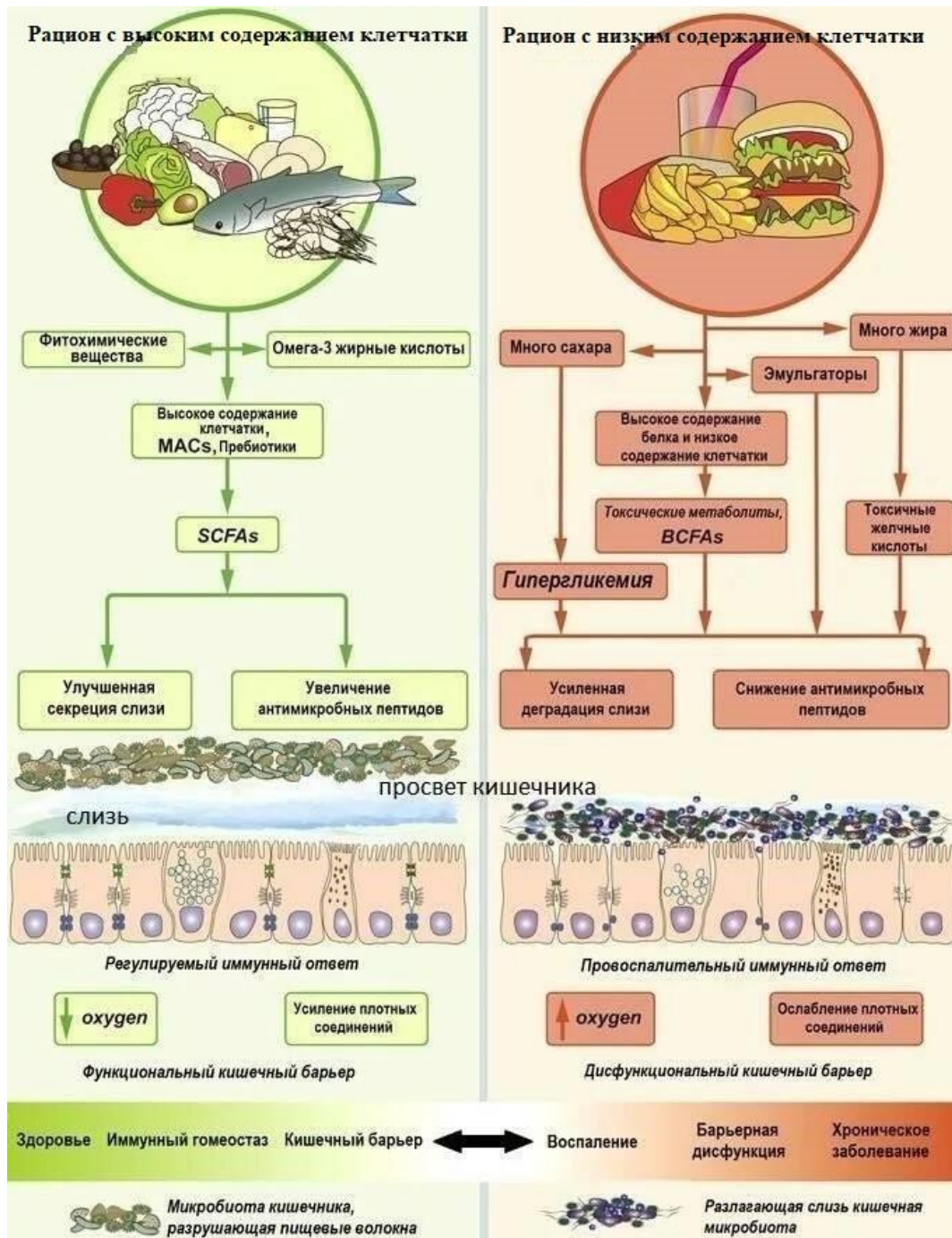


Рисунок 1.4.1 - Влияние рациона питания с низким и высоким содержанием клетчатки на состав, разнообразие и функцию микробиоты кишечника в физиологии организма¹ [130]

¹ MACs (microbiota accessible carbohydrates) – доступные для микробиоты углеводы; SCFAs (short chain fatty acids) – короткоцепочечные жирные кислоты; BCFAs (branched chain fatty acids) - жирные кислоты с разветвленной цепью; oxugen – кислород.

Рацион питания с низким потреблением клетчатки, наряду с высоким потреблением белка и сахара, приводит к уменьшению разнообразия кишечных бактерий и изменению их функций, в том числе значительно снижается способность производить КЖК, что связано с появлением хронических воспалительных заболеваний. Высокое потребление клетчатки и производство КЖК кишечными бактериями усиливают выработку слизи и антимикробных пептидов, а также увеличивают экспрессию белков плотного соединения. Кроме того, КЖК снижают уровень кислорода и поддерживают функциональную иммунную систему. В случае, когда диета смещается в сторону западного образа жизни, нарушаются эти биологические процессы, что может привести к повышенной восприимчивости к инфекциям и воспалительным заболеваниям кишечника, а также к нарушению физиологических процессов в организме.

При рекомендуемой норме суточного потребления пищевых волокон в 20-25 г [57], в рационе питания многих людей наблюдается низкий уровень потребления или вовсе их дефицит, что служит фактором, способствующим нарушению функционирования пищеварительной системы человека и организма в целом.

Среди способов восполнения недостатка пищевых волокон в рационе питания можно выделить следующие:

- введение в ежедневные рационы питания продуктов растительного происхождения, содержащих повышенное количество пищевых волокон;
- производство и использование концентратов пищевых волокон, выделяемых преимущественно из вторичных ресурсов переработки зерна и другого растительного сырья;
- производство новых комбинированных продуктов питания, обогащенных пищевыми волокнами.

Один из путей решения проблемы недостатка пищевых волокон в рационе питания человека – создание продукции, являющейся источником пищевых волокон. Существуют различные способы обогащения продуктов пищевыми волокнами:

- введение препаратов (концентратов) пищевых волокон;
- использование в полном объеме сырья, содержащего волокна;
- добавление продуктов переработки растительного сырья с высоким содержанием пищевых волокон, в том числе и пищевых отходов;

Целью настоящего исследования является научное обоснование и совершенствование технологии формованных рыбных полуфабрикатов на основе рационального использования вторичного сырья сокового производства, направленное на расширение ассортимента продукции из водных биологических ресурсов.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в условиях лабораторий кафедры технологии продуктов питания и кафедры 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».

Научная, патентная, статистическая информация по диссертационной теме формировалась с использованием фондов библиотек ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининградской областной научной библиотеки, сети интернет, а также интернет-библиотек: fips.ru, cyberleninka.ru, elibrary.ru, mdpi.com, doaj.org.

На рисунке 2.1 отображена структурная схема исследований, включающая основные этапы работы.

2.1 Объекты исследований

Объектами исследования являлись минтай (*Gadus chalcogrammus*), треска (*Gadus morhua*) мороженые (ГОСТ 32366-2013) [13], салака (*Clupea harengus membras*) (ГОСТ 32744-2014) [14]; выжимки яблок, моркови и ягод и порошки, полученные из них; рыбные формованные полуфабрикаты, с использованием вторичного сырья сокового производства, изготовленные по разработанным рецептурам.

2.2 Методы исследований

Отбор проб полуфабрикатов осуществляли по ГОСТ 7636 [15], проведение

их органолептической оценки проводили профильным методом по 5-балльной шкале (Приложение А) в соответствии с ГОСТ 7631 [16]. Массовую долю воды (п. 3.3.1), белка (п. 8.9.4), жира (п. 3.7.1), АЛО (п. 3.2.1) в сырье и готовом продукте определяли по ГОСТ 7636 [15]. Аминокислотный состав белков рыбного сырья определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105».

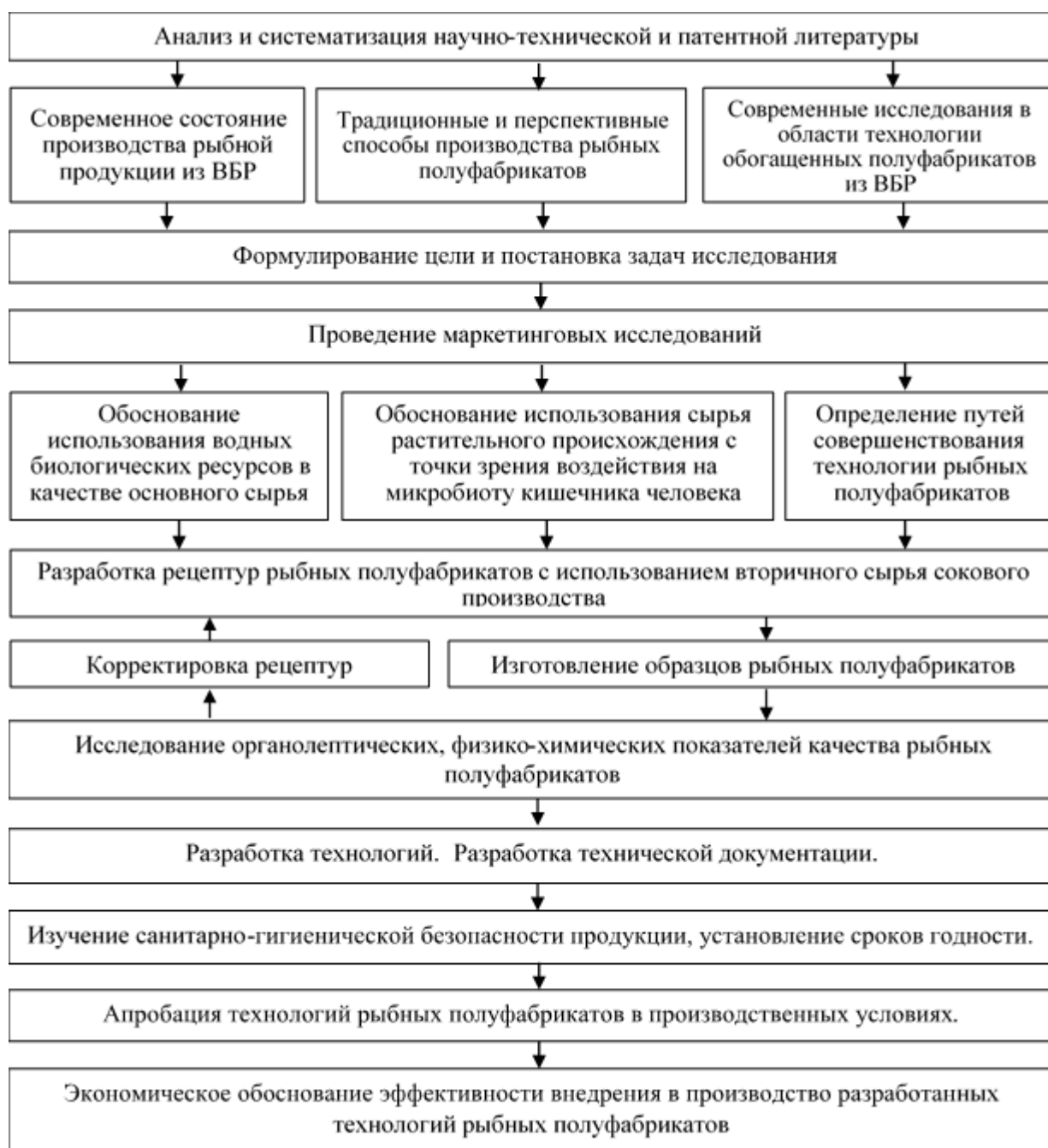


Рисунок 2.1 - Общая структурная схема проведения исследований и основных этапов работы

При разработке рецептов для установления оптимального количества растительного порошка применялся метод математического планирования эксперимента с использованием ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов [54].

Определение водоудерживающей способности (ВУС) проводилось методом влажного пятна по ГОСТ 7636 (п. 3.9.5) [15].

Показатель предельного напряжения сдвига (ПНС) фаршей определяли с помощью пенетрометра ППМ 3 с константой конуса с углом при вершине 60° $K=2,14$ Н/кг. Методика определения ПНС основана на измерении погружения конуса при действии постоянной нагрузки в течение 180 сек. в подготовленный образец [99].

Показатель активности воды (a_w) определяли на анализаторе активности воды AquaLab Pre в соответствии с методикой, приведенной в руководстве по эксплуатации прибора.

Содержание клетчатки определяли методом кислотного гидролиза, пектиновых веществ – методом Мелитца [100].

Маркетинговые исследования предпочтений потребителей при выборе соусов проводились среди населения Калининградской области путем проведения онлайн-опроса на платформе Google. Органолептические показатели соуса определяли по разработанной шкале оценки (Приложение Б) в соответствии с ГОСТ 8756.1 [17]. Содержание сухих веществ в соусе определяли по ГОСТ 33977 [18]. Реологическая оценка соусов проводилась при помощи ротационного вискозиметра Brookfield DV-II + Pro с использованием шпинделя RV/HA/HB-4 при скорости вращения 60 мин⁻¹ в соответствии с методикой, приведенной в руководстве по эксплуатации прибора (версия Rheocalc v.3.3 build 49-1).

Безопасность продукции, а также сроки годности устанавливали в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 [68], ТР ТС 021/2011 [102] и ТР ЕАЭС 040/2016 [101]. Санитарно-микробиологические показатели определяли по ГОСТ 10444.15 [20], ГОСТ 31747 [21], ГОСТ 31659 [22], ГОСТ 32031 [23], МУК

4.2.2046-06 [69].

Подвижность микробиома ЖКТ оценивалась в ходе метагеномного анализа с использованием высокопроизводительного секвенирования амплифицированных ДНК, соответствующих региону бактериального гена 16S рРНК [65].

Выделение бактериальной ДНК из образцов стула. Тотальную бактериальную ДНК из образцов стула выделяли стандартным фенол-хлороформным методом [129] с рядом модификаций. Образцы стула, хранившиеся при -80°C , размораживали при комнатной температуре. Равные аликвоты биоматериала массой 150 мг (в случае твердой консистенции) или 400 мкл (в случае жидкой консистенции) переносились в пробирки объемом 2 мл с завинчивающейся крышкой, содержащие 400 мг смеси гранул диоксида кремния «BioSpec Products» диаметрами 0.1 мм и 0.5 мм в пропорции 1:3. В пробирки добавляли 1 мл нагретого до 60°C лизирующего буфера состава 500 мМ NaCl, 50 мМ Tris-HCl, pH 8.0, 50 мМ ЭДТА, 4% SDS. Содержимое пробирок гомогенизировали на MiniLys «Bertin Technologies» в течение трех минут при 3000 мин^{-1} . Гомогенизированные образцы инкубировали при 70°C в течение 15 минут с периодическим встряхиванием. В дальнейшем содержимое пробирок центрифугировали при 11000 мин^{-1} с помощью «Eppendorf» в течение 20 мин с последующим переносом 1 мл полученного супернатанта в пробирки на 15 мл, содержащие 4 мл этилового спирта и 200 мкл 3 М ацетата натрия для осаждения ДНК. К осадку снова добавлялся лизирующий буфер с последующим повторением всех этапов. Повторная экстракция проводилась с целью увеличения выхода тотальной бактериальной ДНК. Супернатант после повторного лизиса добавляли к первому супернатанту в пробирку со спиртом и ацетатом натрия.

Пробирки выдерживали не менее часа при -20°C . Бактериальную ДНК осаждали центрифугированием в течение 20 минут при 11000 мин^{-1} с помощью «Eppendorf». Супернатант отбрасывали, осадок промывали дважды 500 мкл 80 % этилового спирта с целью удаления излишка солей.

Осадок сушили при комнатной температуре в ламинар-боксе «Ламинарные

системы» в течение 30-60 мин и далее растворяли в 200 мкл 0.1x TE-буфера (10 mM Tris-HCl, pH 8.0; 1 mM ЭДТА) при комнатной температуре.

Раствор бактериальной ДНК очищали от белковых примесей экстракцией хлороформом в соотношении объёмов 1:1, от примесей РНК – инкубированием с 1 мкл РНКазы А (5 мг/мл) в течение часа при 37 °С. Реакцию останавливали замораживанием образцов. Хранили полученную ДНК при температуре минус 20 °С.

Качество ДНК оценивали в ходе электрофоретического разделения в 1.0 % агарозном геле. Количество ДНК оценивали с помощью флуориметра Qubit 2.0 «Thermo Fisher Scientific».

Приготовление библиотек бактериальных последовательностей. Постановка полимеразной цепной реакции (ПЦР). Подготовка библиотек переменного V4 (515-806 п.н.) участка гена 16S рРНК проводилась с набором праймеров со следующими смысловыми последовательностями F515:(GTGVCAGCMGCCGCGGTAA) R806:(GGACTACHVGGGTWTCTAAT), также содержащими индивидуальные двойные индексы и спейсеры в соответствии с рекомендациями Illumina [125, 135]. Реакционная смесь объемом 50 мкл включала в себя: ПЦР-микс qPCRmix-HS SYBR, ДНК-матрицу, праймеры F515 и F806 (0.2 мкМ каждого).

Аmplification проводилась в термоциклере CFX96 Touch «BIO-RAD» при следующих условиях: 95 °С, 3 мин; 30 циклов: 95 °С 15 сек, 57 °С 15 сек, 72 °С 20 сек; 72 °С 3 мин, охлаждение до 4 °С. Результаты ПЦР оценивались по кривой амплификации и размеру ампликонов на гель-электрофорезе.

Пробоподготовка для секвенирования. Очистка продуктов ПЦР от неспецифических продуктов реакции производилась с использованием набора Cleanup Mini для экстракции ДНК из смесей реагентов «Евроген». Измерение концентрации очищенных библиотек фрагментов V4 региона и формирование эквимольной смеси с концентрацией конечной библиотеки 4 пМ производилась в соответствии с [131] без изменений.

Биоинформатический анализ. Качество нуклеотидных

последовательностей, полученные на приборе Illumina MiSeq, которые представляют результаты парных прочтений («paired end sequencing») нуклеотидных фрагментов (в дальнейшем - прочтения), оценивали, используя ПО FastQC. Использовали ПО fastx_trimmer, чтобы создать два файла, содержащих информацию о характерных баркодах: один файл – для прямых прочтений и другой файл – для обратных прочтений. Это было необходимо в целях демультиплексирования прочтения (рассортировки прочтения по конкретным образцам) с использованием ПО deML. Затем осуществили обрезание искусственных частей (индексов, адаптеров) в прочтениях (не несущих информацию о регионе интереса) с помощью fastx_trimmer. Прочтения, таким образом, были подготовлены для обработки в пакете QIIME2 методом DADA2.

Средствами пакета QIIME2 последовательности были импортированы в файл в формате «qza». Методом DADA2 задавали минимальную длину нуклеотидных последовательностей, которая должна быть характерна для прочтений, удаляли некачественные прочтения, формировали таблицу «.biom», таблицу вариантов последовательностей ампликонов «ASV» - объединение последовательностей в операционные таксономические единицы, аналог более высокого разрешения традиционной таблицы OTU. Идентификация этих вариантов последовательностей выполнялась на основе 99%-ного порога сходства нуклеотидного состава с последовательностью V4 региона 16S рНК с использованием библиотеки реферативных 16S рНК последовательностей микроорганизмов Greengenes (версии 13-8).

Математическую и графическую обработку данных осуществляли с применением общепринятых методов математической статистики в стандартном пакете статистических функций Microsoft Excel 2016, Mathcad 2015.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Результаты маркетинговых исследований

Обоснование разработки рыбных полуфабрикатов целесообразно начинать с анализа рыночного потенциала разрабатываемой продукции для оценки востребованности у потенциального потребителя.

Исследования потребительских предпочтений при выборе рыбных полуфабрикатов проводились среди населения Калининградской области, путем проведения онлайн-опроса на платформе Google.

Состав респондентов по половому признаку распределился следующим образом: 69,4 % - женщины, 30,4 % - мужчины. В исследовании принимали участие люди различных возрастных категорий (рисунок 3.1.1).

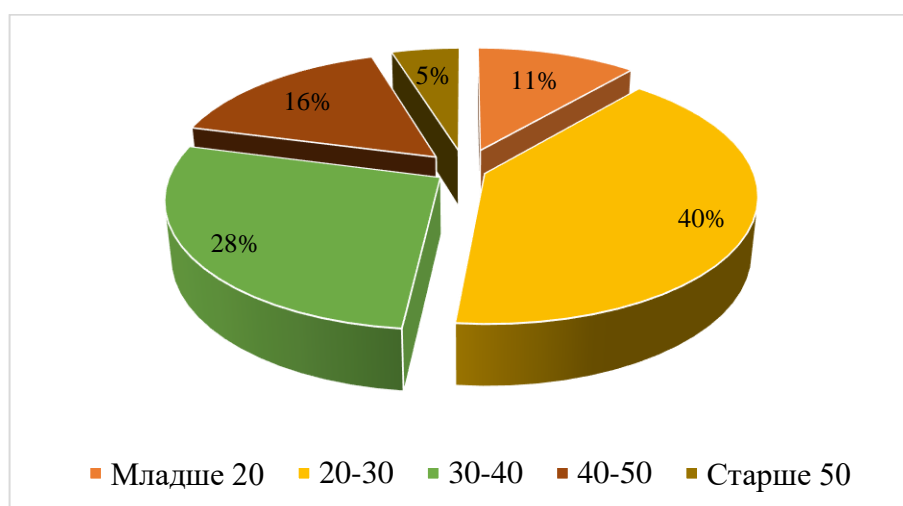


Рисунок 3.1.1 - Распределение опрошенных респондентов по возрасту

Анализируя возрастной состав опрошенных, следует отметить, что в исследовании приняло участие 5 % респондентов старше 50 лет, 16 % в возрасте от 40 до 50 лет, 28 % в возрасте от 30 до 40 лет. Количество респондентов в возрасте от 20 до 30 лет составило 40 %.

Данные о частоте потребления в пищу рыбных полуфабрикатов респондентами представлены на рисунке 3.1.2.

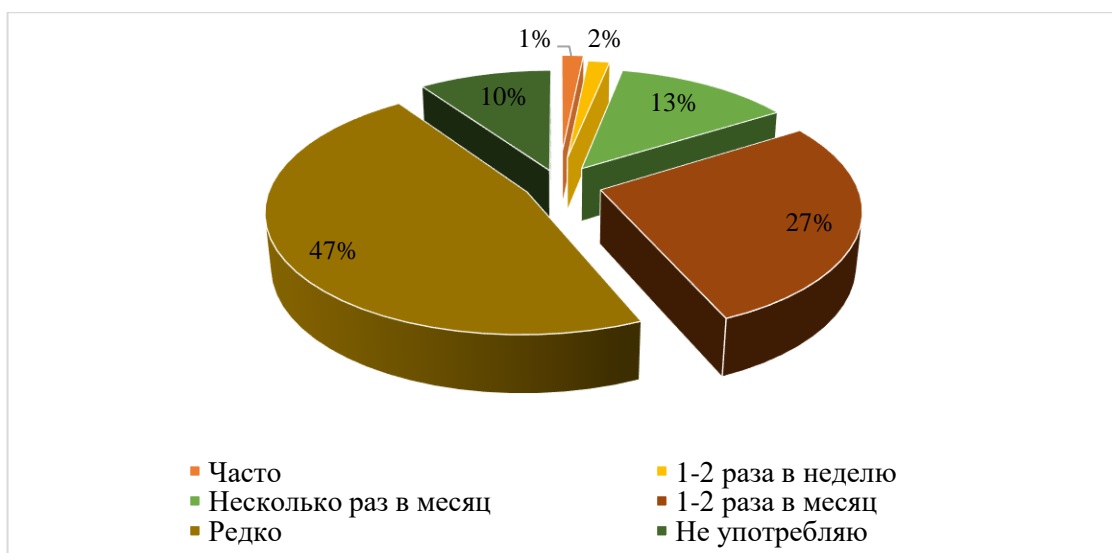


Рисунок 3.1.2 – Данные о частоте потребления респондентами рыбных полуфабрикатов

Из общего числа опрошенных респондентов 27% употребляют рыбные полуфабрикаты 1-2 раза в месяц, 13 % - несколько раз в месяц. Значительное количество потребителей – 47 % - редко покупают рыбные полуфабрикаты.

Для выявления причин низкой покупательской активности в сегменте рыбных полуфабрикатов проанализировали факторы, оказывающие негативное влияние на уровень спроса данной продукции (рисунок 3.1.3).



Рисунок 3.1.3 – Причины, по которым респонденты не покупают или редко покупают рыбные полуфабрикаты

Среди причин, которые ограничивают покупателей при выборе рыбных полуфабрикатов, 34% респондентов отметили не удовлетворяющие их вкусовые качества, 20% среди опрошенных респондентов высказали претензии в части состава, 17 % не нравится ассортимент представленной на прилавках магазинов продукции исследуемого сегмента. Также среди негативных факторов 11% респондентов отметили низкое качество продукции, а 9 % - высокую стоимость. При этом почти десятая часть участвовавших в опросе не считают рыбные полуфабрикаты полезными для здоровья.

Предпочтения в части ассортимента полуфабрикатов достаточно разнообразны, при этом есть определенные лидеры продаж и явные аутсайдеры (рисунок 3.1.4).

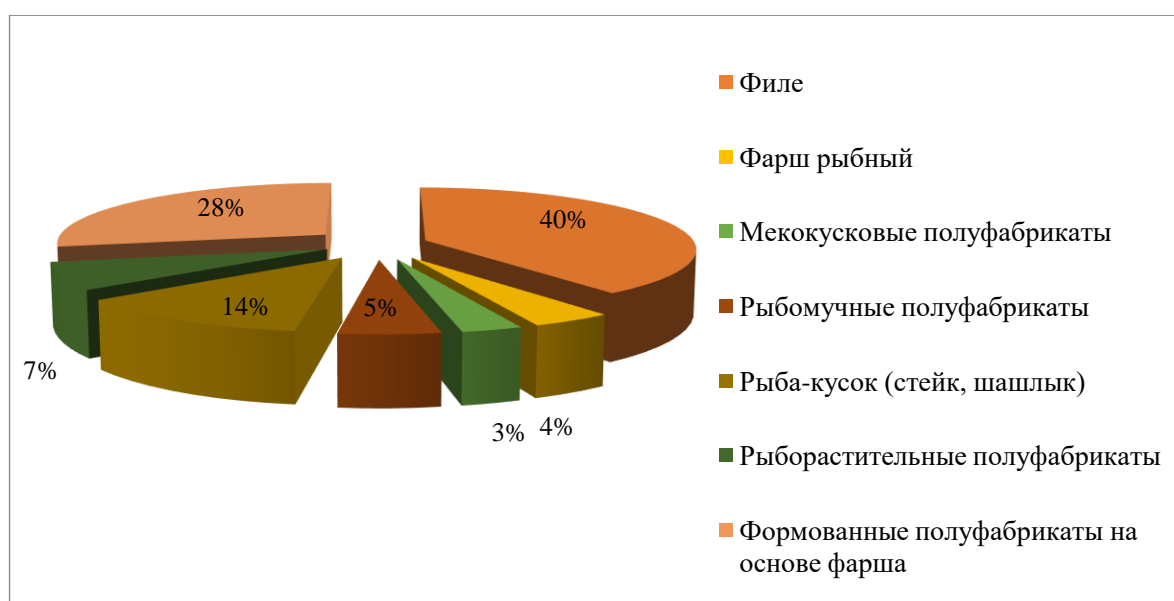


Рисунок 3.1.4 – Предпочтения респондентов в выборе рыбных полуфабрикатов

Среди рыбных полуфабрикатов потенциальные покупатели предпочли бы филе (40 %), формованные рыбные полуфабрикаты на основе фарша, такие как котлеты, тефтели, биточки (28 %), рыбу, разделанную на кусок, типа стейк (14 %) и рыборастительные полуфабрикаты (7%). Наименее предпочтительны рыбомучные полуфабрикаты (5 %), фарш рыбный (4%) и мелкокусковые рыбные полуфабрикаты (3 %).

Разнообразие водных биологических ресурсов позволяет производить продукцию из различных видов рыб и нерыбных объектов промысла, однако для потребителя существуют уже устоявшиеся предпочтения в выборе сырья для производства рыбных полуфабрикатов (рисунок 3.1.5).

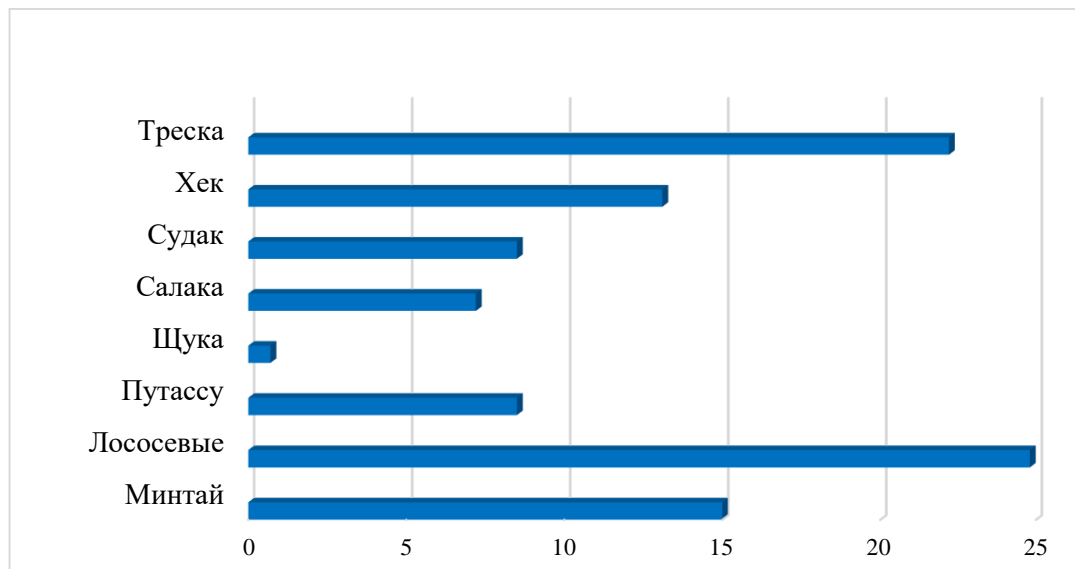


Рисунок 3.1.5 - Предпочтения респондентов в выборе сырья для производства рыбных полуфабрикатов

В качестве сырья для производства рыбных полуфабрикатов наиболее привлекательны для потребителя лососевые рыбы – 24,8 %, треска – 22,2 %, минтай – 15 % и хек – 13,1 %. Продукция с глубокой степенью переработки из лососевых рыб, относится к премиум сегменту и из-за высокой себестоимости не может быть предложена в торговые сети в качестве продукта массового потребления. Поэтому рыбные полуфабрикаты целесообразно производить из других видов сырья, таких как минтай, треска и салака, которые не уступают многим видам рыб, в том числе и лососевым по химическому составу и пищевой ценности.

На рисунке 3.1.6 представлены важные, по мнению респондентов, критерии, оказывающие непосредственное влияние на выбор рыбных полуфабрикатов.

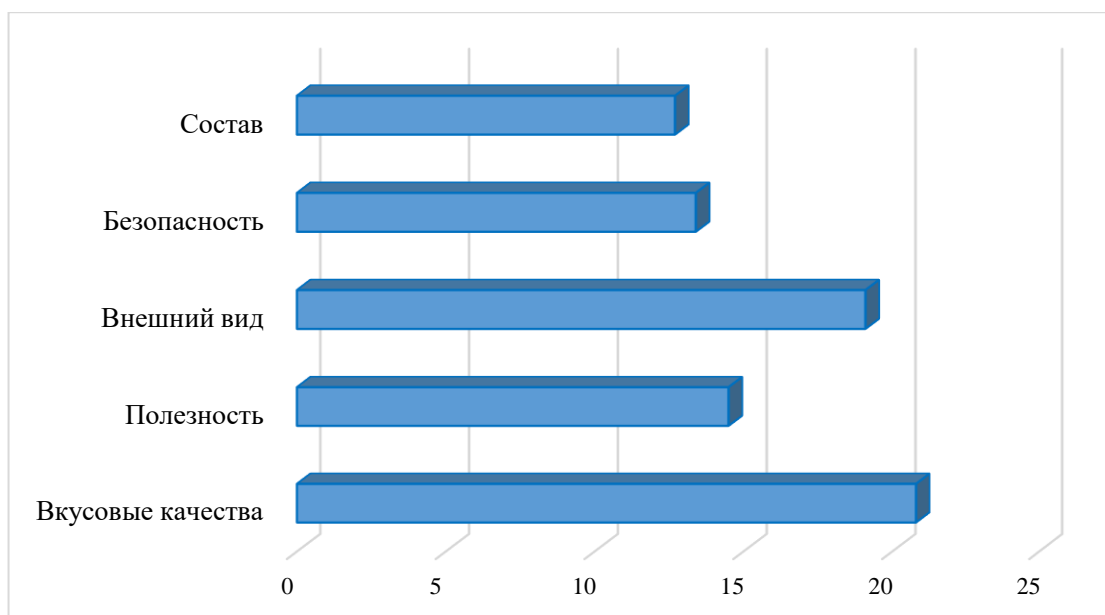


Рисунок 3.1.6 – Критерии выбора рыбных полуфабрикатов

При выборе продукции потребители уделяют наибольшее внимание нескольким факторам: вкусу, внешнему виду, полезности, безопасности и составу. Вкус и внешний вид продукта оказывают наибольшее влияние на выбор потребителей, так считает 20,8% и 19,1% респондентов соответственно. Для 14,5% респондентов полезность продукции играет существенную роль, так как они стремятся употреблять пищу, которая способствует их здоровью и благополучию. Безопасность продукта для потребителя также является приоритетом для 13,4% учувствовавших в опросе. Не менее важным критерием является состав продукции, которого придерживаются 12,7% респондентов. Они стремятся употреблять пищу, содержащую только натуральные и качественные ингредиенты.

Таким образом, для удовлетворения запросов потенциальных покупателей рыбоперерабатывающим предприятиям целесообразно производить продукцию, отвечающую требованиям потребителей в области качества и безопасности, обладающую привлекательными вкусовыми характеристиками, и приемлемую по цене. При этом, в связи с тем, что для потребителя наряду с вкусовыми качествами важным критерием является полезность, то приоритетным направлением в технологии рыбных полуфабрикатов является производство

обогащенной и функциональной продукции, обладающей заданными свойствами и при этом не уступающей существующим аналогам по вкусовым параметрам.

Согласно данным Роспотребнадзора по Калининградской области, средний объем потребления продуктов питания населением региона за 2021 год ниже рекомендуемых норм по фруктам и ягодам – на 35,9 %, овощам – на 21,1 %. Недостаточное потребление фруктов и овощей вызывает дефицит пищевых волокон, снижение в рационе витаминов, макро- и микроэлементов, что приводит к замедлению кишечной перистальтики, развитию дискинезии; является одной из причин учащения случаев кишечной непроходимости, аппендицита, геморроя, полипоза кишечника, а также рака его нижних отделов. Однако, многие потребители не знают о необходимости потребления пищевых волокон, и зачастую в обычном рационе современного человека присутствует максимум 12-15 г клетчатки в день при рекомендуемом суточном потреблении 20-25 г, что недостаточно для полноценного функционирования пищеварительной системы и организма человека в целом.

Результаты осведомленности респондентов о пользе пищевых волокон (ПВ) и необходимости их присутствия в рационе питания представлены на рисунке 3.1.7.

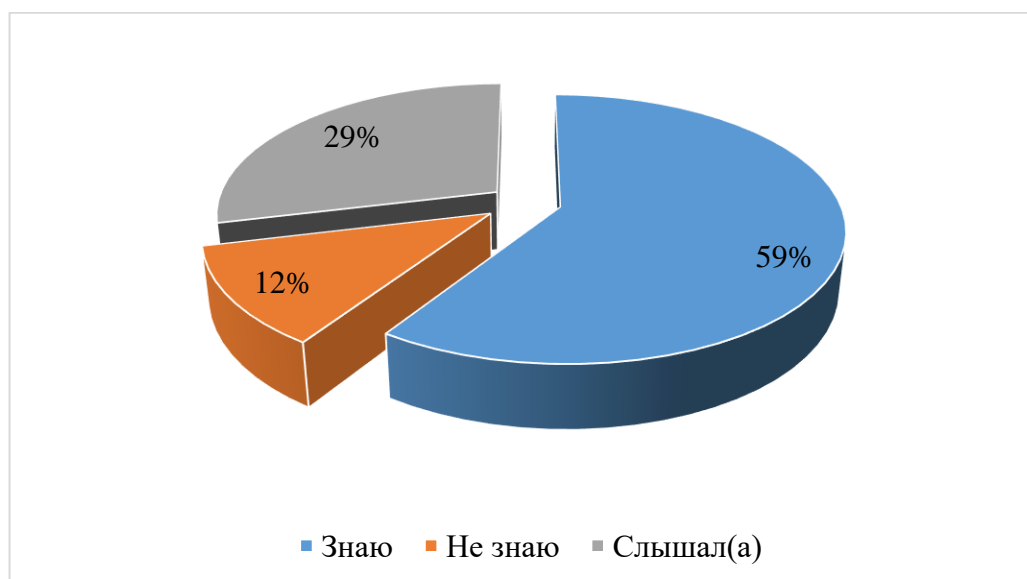


Рисунок 3.1.7 – Осведомленность потребителей о необходимости присутствия пищевых волокон (ПВ) в рационе питания

Установлено, что значительная часть среди опрошенных респондентов слышали о пищевых волокнах, но не знают об их пользе и необходимости регулярного употребления в пищу – 29 %, а 12 % потребителей и вовсе не знают о пищевых волокнах. Большая часть, 59 %, респондентов осведомлены о необходимости присутствия пищевых волокон (ПВ) в рационе питания.

Из данных рисунка 3.1.8 наглядно видно, что степень осведомленности о пользе пищевых волокон среди населения неуклонно растет.

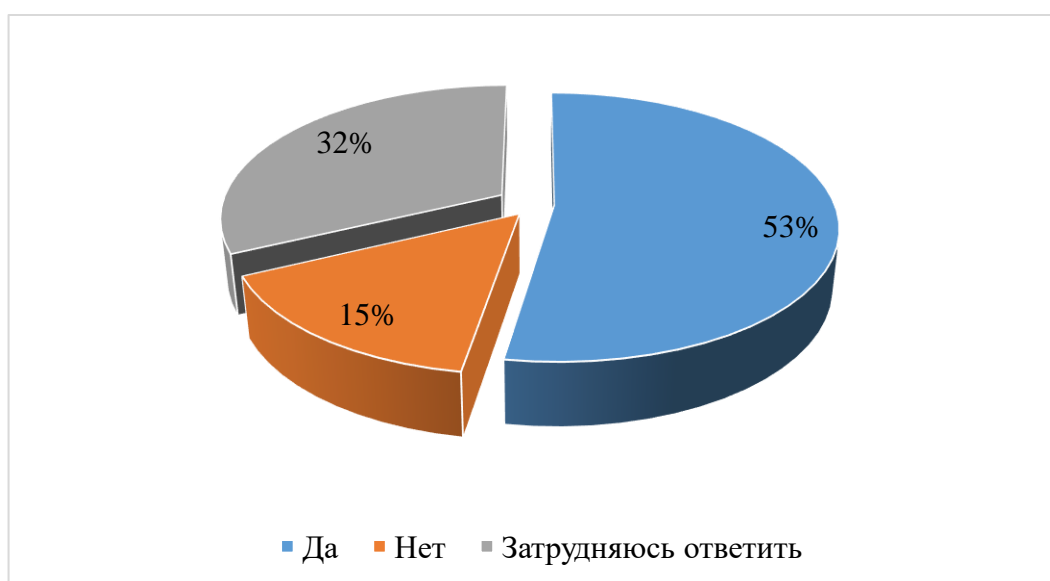


Рисунок 3.1.8 – Предпочтения в выборе рыбных полуфабрикатов, обогащенных пищевыми волокнами (ПВ)

Опрос показал, что 53 % потенциальных потребителей отдали бы предпочтение рыбным полуфабрикатам, обогащенным пищевыми волокнами, но 32 % пока еще сомневаются в необходимости такой покупки, и задача науки и производства заключается в создании продукции, которая обеспечивала бы их невысказанный запрос.

Результаты маркетинговых исследований позволяют характеризовать степень готовности потребителей к покупке данного вида продукции как высокую. Внедрение новых видов продукции, отвечающих требованиям,

предъявляемым к полуфабрикатам для здорового питания, стимулирует потребителей пробовать принципиально новые изделия с неизвестным для них вкусом, делая акцент на пользе для здоровья и натуральности.

3.2 Обоснование выбора рыбного сырья

Рыбное сырье содержит необходимые макро- и микронутриенты и способно обеспечить полноценный сбалансированный рацион.

Для обоснования выбора основного сырья для производства рыбных полуфабрикатов были проанализированы объемы вылова, химический состав и стоимость некоторых видов рыб, используя в качестве ориентира предпочтения потенциальных потребителей, представленные выше (п. 3.1, рис. 3.1.5).

В таблице 3.2.1 представлен химический состав некоторых видов рыб.

Таблица 3.2.1 – Химический состав некоторых видов рыб, г/100 г [*109]

Показатель	Минтай <i>Gadus chalcogrammus</i>	Судак* <i>Stizostedion lucioperca</i>	Салака <i>Clupea harengus membras</i>	Треска <i>Gadus morhua</i>	Хек* <i>Merluccius</i>	Горбуша* <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>
Вода	81,6	79,2	74,4	80,2	79,9	71,8
Белок	15,7	18,4	16,3	17,1	16,6	20,5
Жиры	0,5	1,1	6,3	0,4	2,2	6,5

На основании проведённого анализа данных о химическом составе некоторых видов рыб, пользующихся популярностью у потребителей, был сделан вывод о том, что все они относятся к белковым. Содержание белка в зависимости

от вида колеблется от 15, 7 до 20,5 г/100 г, при этом наибольшее содержание белка отмечается у горбуши. Количество белка в треске составляет 17,1 г, в минтае – 15,7 г. В салаке и хеке содержится примерно одинаковое количество белка – 16,3 г и 16,6 г соответственно. По содержанию липидов указанные виды рыб относятся к различным категориям. Так, минтай и треску можно отнести к диетическому сырью, в мышечной ткани этих рыб содержание жира не превышает 0,5 %. Горбуша и салака – жирные виды рыб, при этом содержат практически одинаковое количество липидов, 6,5 г и 6,3 г соответственно.

Для оценки целесообразности использования предложенных видов сырья был проведён анализ аминокислотного состава белков (табл. 3.2.2).

Таблица 3.2.2 – Содержание незаменимых аминокислот в составе белков некоторых видов рыб, г/ 100 г белка [*109]

Наименование аминокислоты	Минтай <i>Gadus chalcogrammus</i>	Судак* <i>Stizostedion lucioperca</i>	Салака <i>Clupea harengus membras</i>	Треска <i>Gadus morhua</i>	Хек* <i>Merluccius</i>	Горбуша* <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>
Валин	5,4	5,3	5,4	5,3	5,6	5,9
Изолейцин	5,2	5,1	3,9	4,1	4,5	4,5
Лейцин	9,1	7,6	8,2	7,6	7,2	8,2
Лизин	9,4	8,8	9,7	8,7	9,2	9,6
Метионин	3,8	2,9	4,4	4,1	3,1	2,6
Треонин	3,8	4,3	5,0	3,9	4,2	5,4
Триптофан	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0
Фенилаланин + тирозин	6,4	5,6	7,3	8,2	6,4	6,9

Уровень содержания незаменимых аминокислот находится примерно на одинаковом уровне у различных видов рыб. Однако следует отметить, что содержание фенилаланина и тирозина в белках судака значительно ниже, чем у других. Минтай лидирует по содержанию изолейцина и лейцина, салака в свою очередь содержит наибольшее количество лизина, в сравнении с другими видами рыб. В треске наблюдается наибольшее содержание триптофана, фенилаланина и тирозина.

Рассчитан аминокислотный скор и коэффициент сбалансированности аминокислотного состава (табл. 3.2.3)

Таблица 3.2.3 – Аминокислотный скор рыбного сырья

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот (АК), г/100 г белка, и аминокислотный скор (С), %												АК состав эталонного белка г/100 г белка (ФАО/ВОЗ, 2011 г)[47]
	треска		минтай		салака		судак		хек		горбуша		
	АК	С	АК	С	АК	С	АК	С	АК	С	АК	С	
Незаменимые аминокислоты													
Валин	5,3	133	5,4	136	5,4	135	5,3	133	5,6	140	5,9	148	4
Изолейцин	4,1	137	5,2	174	3,9	130	5,1	170	4,5	150	4,5	150	3
Лейцин	7,6	125	9,1	149	8,2	134	7,6	125	7,2	118	8,2	134	6,1
Лизин	8,7	181	9,4	196	9,7	202	8,8	183	9,2	192	9,6	200	4,8
Метионин (+цистин)	4,1	178	3,8	167	4,4	191	4,3	187	3,1	135	3,8	165	2,3
Треонин	3,9	156	3,8	152	5,0	200	4,3	172	4,2	168	5,4	216	2,5
Триптофан	1,2	182	1,1	168	1,1	167	1,0	152	1,1	167	1,0	152	0,66
Фенилаланин (+тирозин)	8,2	200	7,1	172	7,3	178	6,4	156	6,4	156	6,9	168	4,1
Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава													
КСАС, %	79		83		79		80		78		88		100

Коэффициент сбалансированности (разбалансированности) аминокислотного состава (КСАС) численно характеризует сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) [50].

Исходя из данных, представленных в таблице 3.2.3, белки мышечной ткани рыб обладают высокой биологической ценностью. Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава белков горбуши наиболее высок, составляя 88 %, однако стоит отметить что белки минтая, трески и салаки также обладают достаточно высоким коэффициентом сбалансированности аминокислотного состава.

Важным фактором при производстве рыбной продукции является себестоимость основного сырья (рисунок 3.2.1).

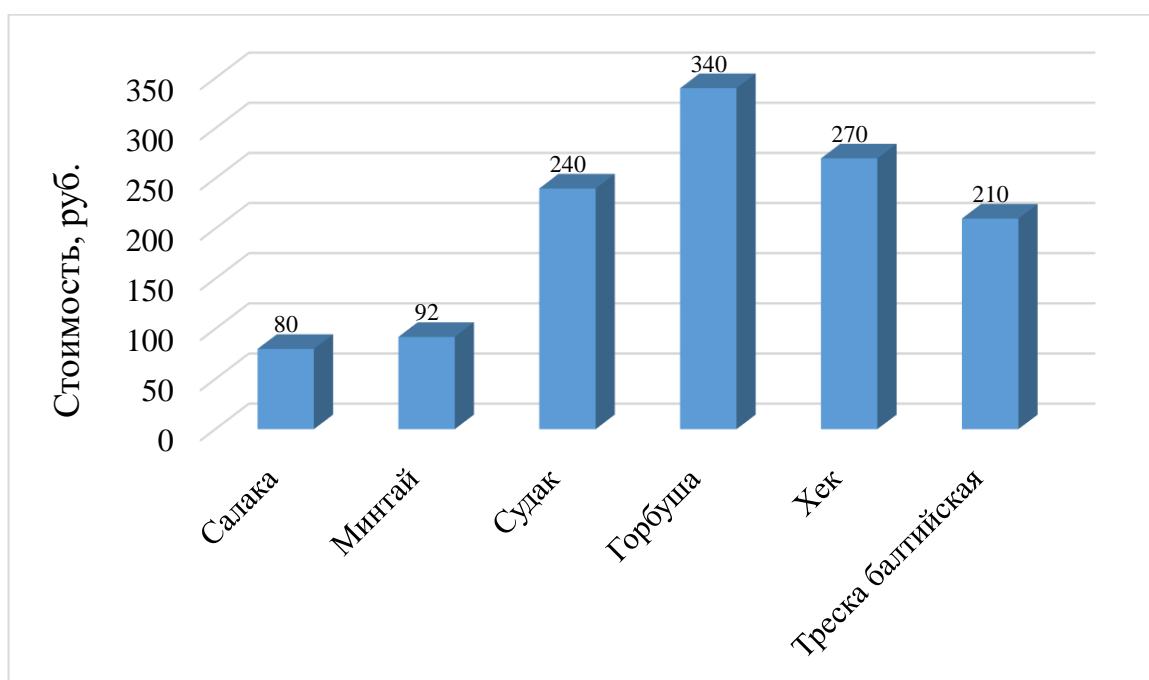


Рисунок 3.2.1 – Стоимость некоторых видов рыб (май 2023 г.)

Наибольшую стоимость имеет горбуша, 340 рублей за кг. Несмотря на высокую пищевую ценность и привлекательность для потребителя в качестве сырья, полуфабрикаты из горбуши будут относиться к премиум-сегменту и, соответственно, не будут пользоваться массовым спросом у потребителей. В свою

очередь такое сырье как салака и минтай, имеют низкую себестоимость, 80 и 92 рубля за килограмм соответственно, и могут быть предложены в качестве сырья для производства рыбных полуфабрикатов.

Фаршевые рыбные полуфабрикаты в представлении потребителя относятся к эконом-сегменту, поэтому стоимость является одним из ключевых конкурентных факторов в выборе сырьевой базы для данного вида продукции.

Треска балтийская и салака обитают в Балтийском море (Западный бассейн) и являются местным сырьевым ресурсом. Однако в связи с ежегодным сокращением вылова трески (табл. 3.2.4), в качестве основного сырья предлагается использовать минтай, который также относится к семейству тресковых и имеет схожие технологические характеристики и химический состав и невысокую себестоимость.

Ежегодно основная доля добычи ВБР приходится на Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн (порядка 70 % от общего улова ВБР), при этом основной объем вылова ВБР данного бассейна составляет минтай. При этом минтай реализуется населению преимущественно в замороженном виде.

Таблица 3.2.4 – Объемы вылова ВБР [43]

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

Таким образом можно сделать вывод, что такие виды рыб как минтай, треска и салака привлекательны для потребителя, обладают высокой пищевой и биологической ценностью наряду с невысокой себестоимостью и могут быть использованы в качестве основного сырья для производства полуфабрикатов.

Проанализировав предпочтения потребителей, химический состав и себестоимость, выбрали в качестве сырьевой базы минтай (*Gadus chalcogrammus*), салаку (*Clupea harengus membras*) и треску балтийскую (*Gadus morhua callarias*).

3.3 Обоснование выбора растительного сырья

Одним из путей совершенствования технологии рыбных полуфабрикатов является основанное на сформулированных Н. Н. Липатовым принципах пищевой комбинаторики сочетание сырья животного и растительного происхождения, в том числе нетрадиционного сырья, с целью улучшения вкусовых качеств продукции, повышения пищевой ценности, улучшения технологических характеристик, а также обогащения функциональными ингредиентами.

Рекомендации ФАО/ВОЗ направлены на увеличение пищевых волокон в рационе питания человека, что актуально при разработке рыбной продукции. Пищевые волокна оказывают положительное влияние на микробиоту кишечника человека, необходимы для полноценного функционирования пищеварительной системы и организма в целом.

Внесение растительных компонентов (источника пищевых волокон) в сыром (нативном) виде увеличивает массовую долю влаги в продукте, что может отрицательно влиять на показатели влагоудерживающей способности, формуемости и формоустойчивости. Поэтому целесообразно разрабатывать технологические решения, обеспечивающие снижение влагосодержания обогащающих ингредиентов.

При выборе сырья растительного происхождения руководствовались принципами ресурсосбережения и сбалансированности вкусовых характеристик. В связи с этим интерес представляет вторичное сырье сокового производства.

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 - ценный пищевой

вторичный сырьевой ресурс, так как содержат биологически активные вещества, витамины, антиоксиданты и значительное количество пищевых волокон [81,83].

Анализ литературных данных по изучению химического состава выжимок, образующихся при производстве соков, показал, что помимо значительного количества пищевых волокон, в них содержится комплекс макро- и микронутриентов, в том числе БАВ, определяющих их высокую пищевую ценность.

Яблочные выжимки содержат природные сахара, порядка 9,1 г/100г, белок в количестве 0,7 г/100 г, значительное количество витамина С 22 мг/100 г, а также минеральные вещества, такие как кальций (24,2 мг/100 г), калий (49,1 мг/100 г), магний (23,7мг/100г), фосфор (21,2 мг/100 г) и железо (0,58 мг/100 г) [83].

В выжимках из моркови содержится 7,3 г/100г сахаров, 0,85 г/100 г белка, витаминов - В₆ (0,192 мг/100г), РР (0,089 мг/100 г), аскорбиновой кислоты (0,63 мг/100 г) и минеральных веществ - К (314,4 мг/100 г), Р (50 мг/100 г), Mg (16,6 мг/100 г), Са (15,4 мг/100 г), а также значительное количество каротиноидов (8,14 мг/100 г) [35].

Выжимки из ягод черной смородины в зависимости от сорта, в среднем содержат сахара в количестве 7,72 г/100 г, значительно количество аскорбиновой кислоты - 96,8 мг/100 г, а также Р-активные вещества, такие как антоцианы (1562,1 мг/100 г) и катехины (956,2 мг/100 г), что свидетельствует об их антиоксидантной активности [67].

В настоящее время с учетом современных тенденций ресурсосбережения развивается производство пектинов, различных пищевых добавок, муки и др. из выжимок, полученных при производстве соков прямого отжима, в том числе актуальным направлением считается производство растительных порошков [83].

Растительные порошки, в сравнении с сырыми выжимками, содержат большее количество макро- и микронутриентов, в связи с их концентрированием в процессе высушивания за счет удаления значительной части влаги.

Так, согласно литературным данным, яблочный порошок в среднем содержит белок в количестве 3 г/100 г, значительное количество витамина С

(117,2 мг/100 г), а также макроэлементы Са-253 мг/100 г, К-126,5 мг/100 г, Mg-122,5 мг/100 г, Р-113,5 мг/100 г, и микроэлементы Fe-8,73 мг/100 г, Cu-0,4 мг/100 г, Zn-0,3 мг/100 г, Mg-0,2 мг/100 г [81,90].

В морковном порошке содержится до 9 г/100 г белка, до 25 мг/100 г каротиноидов, в среднем 30 мг/100 г витамина С, а также минеральные вещества - кальций (463 мг/100 г), калий (401,3 мг/100 г), магний (342,3 мг/100 г), фосфор (579,9 мг/100 г), железо (2,18 мг/100 г), медь (0,22 мг/100 г), цинк (0,66 мг/100 г), марганец (0,44 мг/100 г) [81, 11].

В сухих выжимках из клюквы содержится 6,68 г/100 г белка, сахара в количестве 28,8 г/л, органические кислоты – 552 мг/л лимонной, 598,5 мг/л яблочной и 16,1 мг/л сорбиновой кислот, а также фенольные соединения, в количестве 10,3 мг/г и антоцианы, 1,1 мг/г [38].

Порошки из выжимок ягод черной смородины богаты витаминами Е (12,3-15,3 мг/100 г), С (47-83,1 мг/100г), В₁ (0,05-0,08 мг/100г), В₂ (0,26-0,33 мг/100г), РР (3,8-4,9 мг/100г), и β-каротином (3,8-4,19 мг/100 г) [52].

В связи с вышеизложенным в качестве компонентов растительного происхождения предлагается использовать порошки, полученные путем низкотемпературной сушки с последующим измельчением выжимок – вторичного сырья при производстве соков прямого отжима. Изготовленные таким образом порошки из растительного сырья сортов, произрастающих в Калининградском регионе, содержат значительное количество пищевых волокон, а также органические кислоты, минеральные вещества, витамины, и антиоксиданты.

Технологическая схема производства порошков представлена на рисунке 3.3.1.

Исходным сырьем являются: яблоки (яблоки свежие сортов «Олеся», «Ауксис», «Белорусское сладкое», в т. ч. дикорастущие); ягоды (черная смородина сорта «Титания», клюква дикорастущая); морковь (сорт «Балтимор»). Сырье подвергают предварительной подготовке посредством сортирования, мойки, очистки для моркови, инспекции и направляют на дробление (получение мезги). В процессе прессования в шнековом прессе получают сок прямого отжима

и вторичное сырье – выжимки.



Рисунок 3.3.1 – Технологическая схема производства растительных порошков

Полученные выжимки с влажностью 78 ± 4 % направляют на сушку конвекционным способом. Для высушивания их размещают на носителях, используемых в сушильных камерах, и распределяют равномерным слоем толщиной не более 2 см. Процесс сушки осуществляют в сушильной камере с принудительной вентиляцией при температуре 50 ± 5 °C. Используют режим сушки с «отдыхом»: время интенсивной тепловой нагрузки должно быть равно времени без нагрева в целях перераспределения влаги внутри продукта. Процесс «отдыха» необходимо сочетать с перемешиванием жома. Рекомендуемое количество циклов нагрев-отдых не менее 2. Процесс сушки считается законченным при достижении в высушиваемом продукте влажности 7 ± 1 %. По достижении требуемой влажности из высушенных выжимок получают порошок. Процесс получения

порошка состоит из измельчения полуфабриката на коллоидной мельнице до диаметра частиц $0,1 \pm 0,01$ мм, просеивания на сите с количеством отверстий 3906 на см^2 и магнитной сепарации для очистки от металлопримесей.

Растительные порошки фасуются в полимерные пакеты для пищевой продукции по 1, 3, 5 или 10 кг, упаковываются и маркируются. Порошки следует хранить не более 9 месяцев при температуре не выше $25\text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 75%.

На растительные порошки разработана и утверждена техническая документация: ТУ 10.39.24-XXX–35405163-2017 «Порошок яблочный, пектинсодержащий» (приложение В), ТУ 10.39.30-XXX– 35405163 - 2019 «Порошок морковный» (приложение Г), ТУ 10.39.30 – XXX– 35405163 – 2019 «Порошок ягодный» (приложение Д) и технологические инструкции (приложения Е-З).

Представленная технология производства растительных порошков из вторичного сырья сокового производства апробирована в условиях ООО «Агрофабрика Натурово» (Приложение К).

Растительные порошки по органолептическим показателям должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Качественные характеристики продукции

Наименование показателя	Характеристика продукта и значение показателей		
	Яблочный порошок	Ягодный порошок	Морковный порошок
Цвет	От светло-желтого до коричневого, имеются вкрапления темно-коричневого цвета	От светло-фиолетового до темно-фиолетового, имеются вкрапления темного цвета	От светло-оранжевого до темно-оранжевого
Консистенция	Порошок, сыпучий		

Продолжение таблицы 3.3.1

Наименование показателя	Характеристика продукта и значение показателей		
	Яблочный порошок	Ягодный порошок	Морковный порошок
Запах и вкус	Свойственный сушеным яблокам	Свойственный сушеным ягодам, с преобладанием аромата черной смородины	Свойственный сушеной моркови
Массовая доля влаги, не более %	8		

В таблице 3.3.2 приведено содержание пищевых волокон в выжимках и полученных из них растительных порошках.

Таблица 3.3.2 – Содержание пищевых волокон (ПВ) 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±1,0	2,5±0,1	2±0,1	4,5±0,1
	Морковные	16,9±1,0	2,1±0,1	1,7±0,1	3,8±0,1
	Ягодные	19,2±1,0	1,4±0,1	10,1±0,1	11,5±0,2
Порошок	Яблочный	92±1,0	12,5±0,2	10±0,1	22,5±0,3
	Морковный	92±1,0	11,6±0,1	9,3±0,1	20,9±0,2
	Ягодный	92±1,0	8,2±0,1	18,5±0,2	26,7±0,2

Из данных таблицы видно, что выжимки содержат значительное количество

пищевых волокон. В 100 г яблочных выжимок содержится 4,5 г пищевых волокон, из них 2,5 г пектиновых веществ и 2 г клетчатки. Выжимки из ягод содержат пищевые волокна в количестве 11,5 г/100 г, из которых – 10,1 г клетчатки и 1,4 г пектиновых веществ. В морковных выжимках количество волокон составляет 3,8 г/100 г, из них – 2,1 г пектиновых веществ и 1,7 г клетчатки.

Использование растительных компонентов, в данном случае выжимок, в виде порошков позволяет обеспечить увеличение содержания пищевых волокон в проектируемом продукте в 5 раз в сравнении с рецептурами, где вносятся переработанные выжимки или нативное растительное сырье. Так, в порошке из яблочных выжимок содержится 22,5 г пищевых волокон, морковный порошок содержит 20,9 г волокон, а ягодный - 26,7 г.

Таким образом можно сделать вывод, что выжимки - ценный вторичный сырьевой ресурс. Растительные порошки, полученные из выжимок, целесообразно использовать в рецептурах полуфабрикатов в качестве источника пищевых волокон.

3.4 Исследование функционально-технологических свойств фаршевой системы рыбного полуфабриката, обогащенного вторичным сырьем сокового производства

Мышечная ткань тресковых содержит 81,8–85,2 % воды, что свидетельствует об её водянистости [45]. Фарш из таких рыб характеризуется высоким показателем коэффициента обводнения (K_o) – 4,6–6,4, низкой водоудерживающей (менее 50,0 %) и формующей способностью. Процесс любой тепловой обработки изделий из такого фарша будет сопровождаться значительными потерями влаги мышечной ткани, и соответственно приведет к снижению органолептических показателей продукции. В связи с этим возникает необходимость в улучшении структурно-механических свойств фаршей путем использования специальных технологических приемов [84].

Наиболее распространенный способ регулирования реологических свойств фарша и продуктов из него - применение различных структурообразующих добавок. Структурообразователи вносят с разнообразными технологическими целями, в частности для улучшения структуры, повышения водоудерживающей способности, увеличения выхода продукта, снижения потерь при обработке и др. [92].

Использование добавок растительного происхождения в виде порошков, полученных из выжимок, в качестве структурообразователя при производстве формованных рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий позволит улучшить технологические свойства фаршевых систем, а также повысить органолептические характеристики, пищевую и биологическую ценность за счет пищевых волокон в их составе.

На вкус и консистенцию готовой рыбной продукции значительно влияет соотношение воды и белков в мышечной ткани. Вода мышечной ткани оказывает положительное действие на структуру, консистенцию и выход готовых продуктов после технологической обработки, так как, окружая функциональные группы белковых цепей, существенно влияет на стабилизацию их пространственной конфигурации и этим определяет их функционально-технологические свойства [6].

Для рыбной продукции из фарша большое значение имеет показатель водоудерживающей способности (ВУС), который позволяет прогнозировать степень формуемости продукции и уровень потерь при тепловой обработке.

Согласно литературным данным, фарш с показателем ВУС 50–65 % хорошо формуется и рекомендуется для производства полуфабрикатов и кулинарных изделий [9]. Результаты исследования ВУС фаршей с добавлением растительных порошков в количестве 10 % представлены в таблице 3.4.1.

Не менее важными характеристиками консистенции фаршей, являются реологические свойства. Большое значение в реологии пищевых продуктов имеют сдвиговые свойства, основным показателем из которых является предельное напряжение сдвига. ПНС – минимальное касательное напряжение сдвига,

необходимое для смещения слоев мышечной ткани рыбы относительно друг друга в направлении действия приложенной силы [98,106]. Значения сдвиговых свойств применяют для расчета, прогнозирования и оптимизации различных технологических процессов производства, а также организации поэтапного контроля и нормирования консистенции продукции по величине ПНС [98,106].

Реологические свойства образцов фаршей с добавлением растительных порошков в количестве 10 % оценивали по показателю предельного напряжения сдвига, полученные данные представлены в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Технологические характеристики фаршей с добавлением растительных порошков

		ВУС, %	ПНС, Па	Словесная характеристика консистенции и формуемости фарша
Фарш из минтая	Контрольный образец	46,1±0,6	821±11	Консистенция фарша студнеобразная. При формовании фарш прилипает, изделие плохо держит форму.
	С яблочным порошком	61,1±0,4	1581±7	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш не прилипает, не крошится, отлично формуется, изделие отлично держит форму.
	С морковным порошком	60,2±0,2	1579±9	Консистенция фарша достаточно эластичная и упругая. Фарш не прилипает, не крошится, хорошо формуется, изделие хорошо держит форму.
	С ягодным порошком	54,4±0,3	1725±12	Консистенция фарша достаточно эластичная, упругая. Фарш хорошо формуется, но незначительно прилипает, изделие держит форму.

Продолжение таблицы 3.4.1

		ВУС, %	ПНС, Па	Словесная характеристика консистенции и формуемости фарша
Фарш из салаки	Контрольный образец	41,8±0,7	928±16	Консистенция фарша рыхлая. Фарш плохо формуется, изделие после формования легко разрушается.
	С яблочным порошком	54,1±0,2	1594±11	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш не прилипает, не крошится, хорошо формуется, изделие держит форму.
	С морковным порошком	53,2±0,1	1587±9	Консистенция фарша достаточно эластичная и упругая. Фарш не прилипает, не крошится, хорошо формуется, изделие держит форму.
	С ягодным порошком	50,2±0,4	1864±12	Консистенция фарша слегка рыхлая. Фарш достаточно хорошо формуется, изделие держит форму.
Фарш из трески	Контрольный образец	43,4±0,6	781±14	Консистенция фарша достаточно эластичная. Фарш недостаточно хорошо формуется, значительно прилипает, изделие изменяет форму после формования.
	С яблочным порошком	58,3±0,3	1523±11	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш не прилипает, не крошится, отлично формуется, изделие отлично держит форму
	С морковным порошком	57,4±0,4	1489±9	Консистенция фарша достаточно эластичная и упругая. Фарш не прилипает, не крошится, хорошо формуется, изделие держит форму.

Продолжение таблицы 3.4.1

		ВУС, %	ПНС, Па	Словесная характеристика консистенции и формуемости фарша
Фарш из трески	С ягодным порошком	52,2±0,2	1691±12	Консистенция фарша эластичная, упругая. Фарш хорошо формуется, но незначительно прилипает, изделие держит форму.

Согласно полученным данным, водоудерживающая способность рыбных фаршей из трески и минтая при добавлении яблочного и морковного порошков увеличивается на 32-34 %, при добавлении ягодного порошка увеличивается на 18-20 %. ВУС фарша из салаки при добавлении яблочного и морковного порошков увеличивается на 27-29 %, при добавлении ягодного порошка увеличивается на 20 %.

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

Повышение водоудерживающей способности фаршей при добавлении растительных порошков связано с процессами набухания пищевых волокон, содержащихся в них. В системах полисахарид-вода молекулы воды образуют прочные связи при взаимодействии с гидрофильными, а также полярными группами пищевых волокон. Белково-полисахаридные комплексы, в образовании которых участвуют пищевые волокна, обладают высокой структурообразующей способностью и оказывают влияние на количество содержащейся прочно связанной влаги и стабильность структуры.

Анализ потерь при тепловой обработке позволяет установить уменьшение массовой доли влаги продукта в процессе доведения его до кулинарной готовности (рисунок 3.4.1).

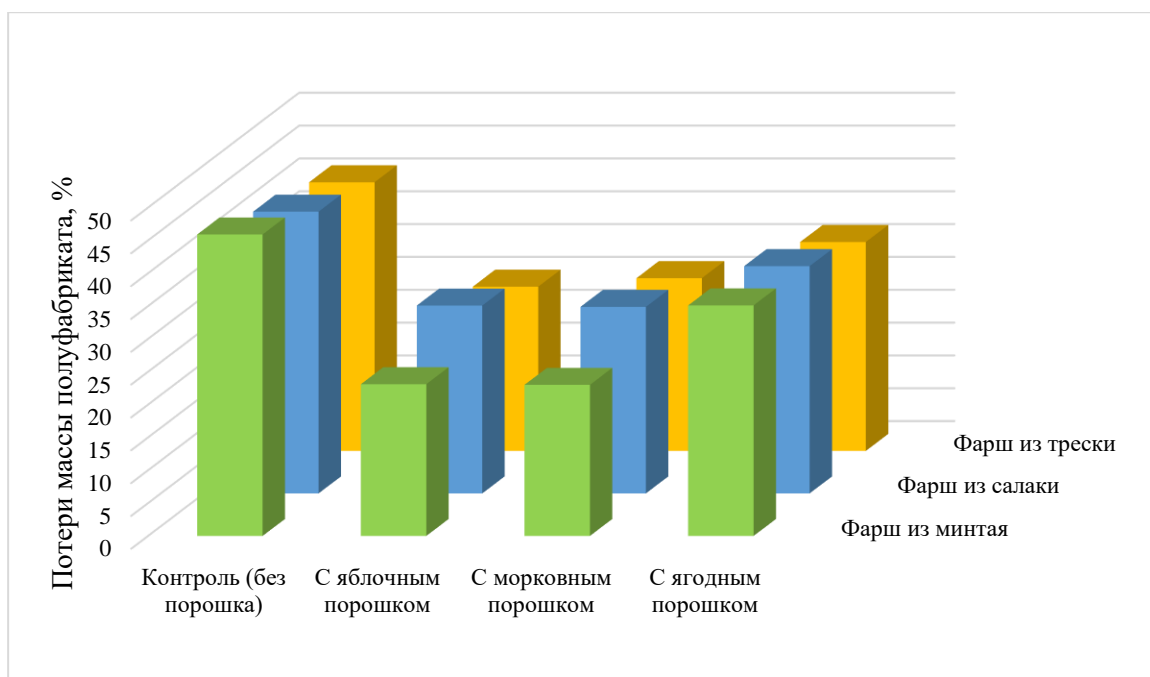


Рисунок 3.4.1 – Влияние порошков из растительного сырья на выход готовой продукции при тепловой обработке

Потери в процессе тепловой обработки при доведении рыбной продукции из фарша до кулинарной готовности имеют большое значение, так как помимо уменьшения массы полуфабриката происходит ухудшение органолептических показателей и структурно-механических свойств. Также за счет вытекания мышечного сока теряется некоторая часть водорастворимых белков, полипептидов и отдельных аминокислот, экстрактивных веществ, что приводит к снижению пищевой ценности продукции.

Согласно полученным данным, внесение яблочного и морковного порошка в состав фаршей позволяет снизить потери при тепловой обработке на 15-20% по сравнению с контрольным образцом, а при внесении порошка из ягод снижение потерь составляют только 8-10 % по сравнению с контрольным образцом.

Необходимо отметить, что несмотря на более высокое значение показателя потерь при использовании ягодных порошков, считаем нецелесообразным отказываться от использования их в рецептуре. Данные порошки имеют ряд других преимуществ: во-первых, наличие биофлавоноидов существенно повышает биологическую ценность готового продукта; во-вторых, ягодные

порошки придают продукции новые цветовые и вкусовые оттенки, получившие положительные отзывы потребителей.

Показатель активность воды (a_w) широко применяется для прогнозирования технологических свойств продуктов и сроков годности, так как оказывает влияние на жизнеспособность микроорганизмов в процессе хранения.

Для снижения показателя активности воды используют различные технологические приемы с целью предупреждения микробиологической порчи и целого ряда химических реакций, снижающих качество пищевых продуктов в процессе хранения.

Согласно литературным данным, за счёт значительной роли a_w в протекании микробиологических процессов, снижение значения показателя активности воды даже на 0,01 приводит к увеличению сроков хранения некоторых пищевых продуктов [97].

Результаты исследования активности воды рыбных фаршей представлены на рисунке 3.4.2.

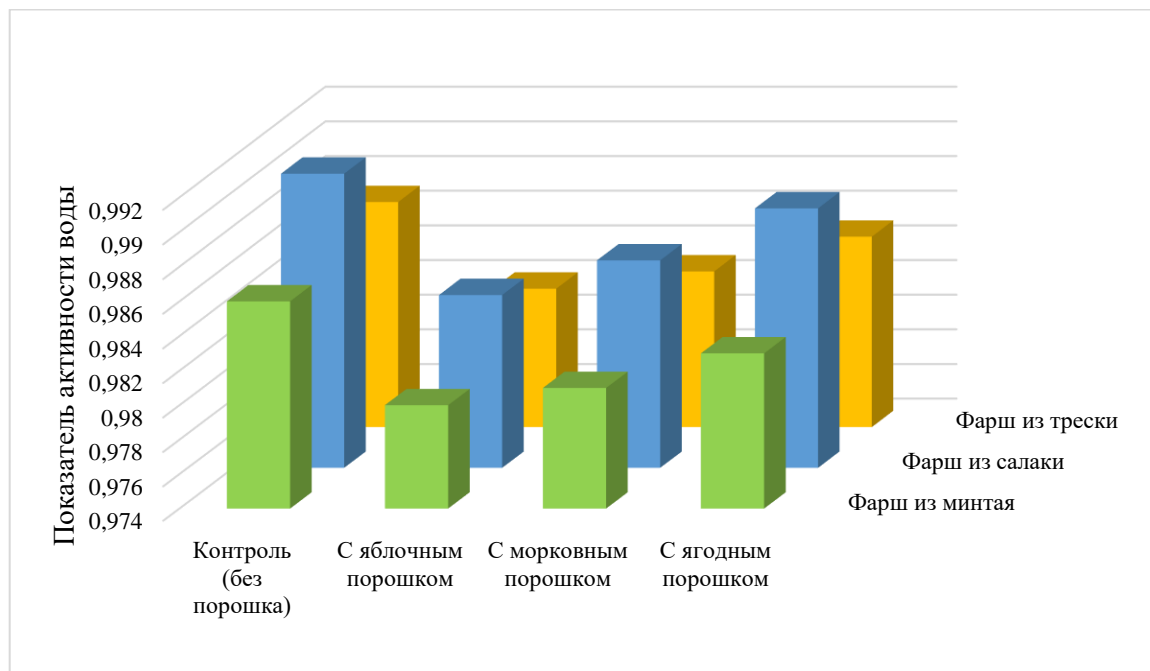


Рисунок 3.4.2 - Влияние порошков из растительного сырья на активность воды полуфабрикатов из фарша трески, минтая и салаки

Полученные данные свидетельствуют о снижении активности воды за счет внесения в фарш растительных порошков, что может способствовать увеличению сроков хранения продукции. Так, при внесении яблочного и морковного порошков в фарш активность воды снижается в среднем на 0,5 %, в сравнении с контрольным образцом. При добавлении ягодного порошка в фарш показатель активности воды снижается в среднем на 0,2 % по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, внесение порошков улучшает технологические свойства рыбных фаршей, что подтверждает возможность использования их в составе рыбных полуфабрикатов.

3.5 Разработка рецептур рыбных формованных полуфабрикатов с использованием 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 [54].

Массовая доля растительного порошка, $M_{\text{пор.}}$, % и продолжительность перемешивания фаршевой системы со скоростью 1500 об/мин. τ , мин являются частными факторами, оказывающими непосредственное влияние на качество формованного рыбного полуфабриката и подлежащими варьированию.

В таблице 3.5.1 представлены значения изменяемых факторов, их интервалы и пределы варьирования.

Таблица 3.5.1 - Изменяемые факторы, их интервалы и пределы варьирования

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ΔX
	+1	0	-1	
Продолжительность перемешивания фаршевой системы τ , мин	2	5	8	3
Массовая доля растительного порошка $M_{\text{пор.}}$, %	5	10	15	5

В качестве параметра оптимизации был выбран обобщенный показатель «Y», включающий частные отклики: водоудерживающую способность фарша (ВУС) в % и органолептическую оценку рыбного формованного полуфабриката после тепловой обработки в баллах, «идеальные» числовые значения которых представлены в таблице 3.5.2. Совокупность данных откликов позволяет оценить качество рыбного формованного полуфабриката.

Таблица 3.5.2 - Частные отклики и их «идеальные» значения

Наименование отклика	Размерность	Идеальное значение
Водоудерживающая способность (ВУС)	%	60
Органолептическая оценка (ОЦ)	балл	5

В таблице 3.5.3 представлена матрица ОЦКП второго порядка для двух факторов ($M=2k+2k+no$; $N=9$; $k=2$; $no=1$).

Таблица 3.5.3 - Матрица ОЦКП второго порядка для двух факторов

Содержание плана	Номер опыта	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	$X_1^2-2/3$	$X_2^2-2/3$	Y
План типа $2^2=4$	1	+1	+1	+1	+1	+1/3	+1/3	Y_1
	2	+1	-1	+1	-1	+1/3	+1/3	Y_2
	3	+1	+1	-1	-1	+1/3	+1/3	Y_3
	4	+1	-1	-1	+1	+1/3	+1/3	Y_4

Продолжение таблицы 3.5.3

Содержание плана	Номер опыта	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	$X_1^2-2/3$	$X_2^2-2/3$	Y
«Звездные» точки с плечом $\alpha=1$ $2k=4$	5	+1	+1	0	0	+1/3	2/3	Y_5
	6	+1	-1	0	0	+1/3	2/3	Y_6
	7	+1	0	+1	0	-2/3	+1/3	Y_7
	8	+1	0	-1	0	-2/3	+1/3	Y_8
Нулевая точка $n_0=1$	9	+1	0	0	0	-2/3	-2/3	Y_9

Для подтверждения достоверности полученных результатов и их воспроизводимости были проведены несколько серий параллельных опытов в рассматриваемой области изменения влияющих факторов [86].

Воспроизводимость опытов оценили на основе рассчитанных значений критерия Кохрена G_p , величина которого составила для рыбного полуфабриката с добавлением яблочного порошка 0,56, с добавлением морковного порошка – 0,47 и с добавлением ягодного порошка – 0,43. Соответствующее табличное значение критерия Кохрена G при доверительной вероятности $P = 0,95$ составляет 0,907. Так как выполняется условие $G_p \leq G$, следовательно, оценки дисперсий можно считать однородными, а опыты воспроизводимыми.

В таблицах 3.5.4-3.5.6 представлены планы экспериментов по моделированию рецептур рыбного формованного полуфабриката с добавлением вторичного сырья сокового производства, а также результаты их реализации.

Таблица 3.5.4 - План эксперимента по моделированию рецептуры рыбного формованного полуфабриката с добавлением яблочного порошка и результаты его реализации

Номер опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Y	\hat{Y}
	t, мин	M _{пор.} , %	ВУС, %	ОЦ, балл	S _{вус} ²	S _{оц} ²		
1	8	15	64,7	3,12	0,0061	0,1414	0,1475	0,1509
2	2	15	63,2	2,24	0,0028	0,3047	0,3075	0,2879
3	8	5	54,3	4,04	0,0090	0,0369	0,0459	0,0629
4	2	5	52,2	3,62	0,0169	0,0762	0,0931	0,0871
5	8	10	61,8	4,34	0,0009	0,0174	0,0183	0,0021
6	2	10	58,1	3,86	0,0010	0,0520	0,0530	0,0786
7	5	15	63,4	3,02	0,0032	0,1568	0,1600	0,1763
8	5	5	53,6	4,11	0,0114	0,0317	0,0431	0,0037
9	5	10	61,1	5	0,0003	0	0,0003	0,0048

Таблица 3.5.5 - План эксперимента по моделированию рецептуры рыбного формованного полуфабриката с добавлением морковного порошка и результаты его реализации

Номер опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Y	\hat{Y}
	t, мин	M _{пор.} , %	ВУС, %	ОЦ, балл	S _{вус} ²	S _{оц} ²		
1	8	15	62,9	2,91	0,0023	0,1747	0,1771	0,1676
2	2	15	61,4	2,32	0,0005	0,2873	0,2878	0,2679
3	8	5	51,2	4,14	0,0215	0,0296	0,0511	0,0668
4	2	5	49,5	3,91	0,0306	0,0475	0,0781	0,0833
5	8	10	60,6	4,41	0,0001	0,0139	0,0140	0,0078

Продолжение таблицы 3.5.5

Номер опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Y	\hat{Y}
	t, мин	M _{пор.} , %	ВУС, %	ОЦ, балл	S _{вус} ²	S _{оц} ²		
6	2	10	58,9	3,87	0,0003	0,0511	0,0514	0,0662
7	5	15	62,3	3,12	0,0015	0,1414	0,1428	0,1722
8	5	5	50,7	4,19	0,0240	0,0262	0,0503	0,0295
9	5	10	60	5	0	0	0	0,0086

Таблица 3.5.6 - План эксперимента по моделированию рецептуры рыбного формованного полуфабриката с добавлением ягодного порошка и результаты его реализации

Номер опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Y	\hat{Y}
	t, мин	M _{пор.} , %	ВУС,%	ОЦ, балл	S _{вус} ²	S _{оц} ²		
1	8	15	57,9	2,34	0,0012	0,2830	0,2842	0,2484
2	2	15	55,8	1,91	0,0049	0,3819	0,3868	0,3462
3	8	5	48,1	3,89	0,0393	0,0493	0,0886	0,1124
4	2	5	47,9	3,52	0,0407	0,0876	0,1283	0,1473
5	8	10	55,6	4,41	0,0054	0,0139	0,0193	0,0314
6	2	10	54,1	3,71	0,0097	0,0666	0,0762	0,0978
7	5	15	57,7	3,24	0,0015	0,1239	0,1254	0,2019
8	5	5	47,5	4,08	0,0434	0,0339	0,0773	0,0345
9	5	10	56,9	4,91	0,0027	0,0003	0,0030	0,0307

В соответствии с планом по каждому опыту были получены экспериментальные значения частных параметров оптимизации (частных

откликов) и рассчитан обобщенный параметр оптимизации (Y) по формуле (3.5.2) путём суммирования безразмерных частных откликов, рассчитанных по формуле (3.5.1) [54]:

$$S_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_{ui} - Y_{u0}}{Y_{u0}} \right)^2 \quad (3.5.1)$$

где Y_{u0} – наивысшее значение i -го отклика («идеал»); Y_{ui} – значение экспериментального частного отклика; n – количество частных откликов.

$$Y_i = S_{\text{вус}_i}^2 + S_{\text{оц}_i}^2 \quad (3.5.2)$$

Далее, вычислив независимые коэффициенты, были получены математические уравнения для рыбного полуфабриката с добавлением порошка яблочного (3.3), морковного (3.4) и ягодного (3.5), которые адекватно описывают функции отклика с заданными значениями уровней факторов, а также являются уравнениями с кодированными значениями:

$$y = 0,002 - 0,040X_1 + 0,072X_2 - 0,028X_1X_2 + 0,043X_1^2 + 0,109X_2^2 \quad (3.5.3)$$

$$y = 0,009 - 0,029X_1 + 0,071X_2 - 0,021X_1X_2 + 0,046X_1^2 + 0,109X_2^2 \quad (3.5.4)$$

$$y = 0,03 - 0,033X_1 + 0,084X_2 - 0,016X_1X_2 + 0,095X_1^2 + 0,149X_2^2 \quad (3.5.5)$$

Проанализировав уравнения с кодированными значениями уровней факторов, можно сделать вывод, что несколько более высокие значения второго фактора (X_2) – массовой доли растительного порошка – свидетельствуют о его большем влиянии на качество рыбного полуфабриката, прежде всего на консистенцию изделий. Недостаточное количество растительного порошка отрицательно скажется на формуемости, а его избыток в составе полуфабриката приведет к сухой и крошливой консистенции и низким вкусовым качествам готового продукта.

Проверку адекватности модели проводили с применением критерия Фишера (F). При доверительной вероятности $p = 95\%$ табличное значение критерия Фишера составляет 6,16.

По формуле (3.5.6) вычисляли оценку дисперсии адекватности (остаточную

дисперсию):

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{f}, \quad (3.5.6)$$

где Y_i – экспериментальные значения функции отклика,

\hat{Y}_i – расчетные значения функции отклика.

Расчетное значение критерия Фишера находили по формуле (3.5.7).

$$F = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S^2}, \quad (3.5.7)$$

где $S_{\text{ад}}^2$ – дисперсия адекватности,

S^2 – дисперсия параметра оптимизации.

Таким образом, при дисперсии адекватности 0,0006, 0,0004 и 0,0022 расчетный критерий Фишера равен 5,78, 1,99 и 4,31 для рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного, морковного и ягодного порошков соответственно. Таким образом, с соответствующей доверительной вероятностью полученные модели можно считать адекватными, так как расчетные значения критерия Фишера не превышают табличное.

Другим показателем, характеризующим адекватность модели, является коэффициент (индекс) детерминации. Индекс детерминации изменяется в диапазоне от 0 до 1 и показывает степень зависимости факторов в уравнении регрессии. Близкие к нулю значения индекса свидетельствуют об отсутствии зависимости между переменными. Рассчитывали индекс детерминации по формуле (3.5.8):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (3.5.8)$$

Были получены значение индекса детерминации 0,953 для модели рыбного полуфабриката с добавлением яблочного порошка, 0,962 – для модели рыбного полуфабриката с добавлением морковного порошка и 0,948 – для модели рыбного полуфабриката с добавлением ягодного порошка.

В зависимости от количества опытов, величина коэффициента

детерминации может иметь систематическую ошибку. Чем меньше опытов n и больше количество факторов m , учитываемых в уравнении регрессии, тем больше вероятность ошибки. Поэтому для снижения вероятности ошибки был рассчитан скорректированный коэффициент (индекс) детерминации по формуле (3.5.9):

$$R_{\text{корр}}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - m - 1}, \quad (3.5.9)$$

где n – количество опытов,

m – количество коэффициентов уравнения регрессии.

Скорректированный индекс детерминации для моделей рыбных формованных полуфабрикатов с добавлением яблочного, морковного и ягодного порошков составил 0,81, 0,85 и 0,8 соответственно, что свидетельствует о высокой взаимосвязи между переменными и об адекватности модели.

Далее преобразовывали полученные ранее кодированные уравнения, подставляя рассчитанные значения, выраженные через натуральные величины, в результате чего были получены математические уравнения с натуральными значениями уровней факторов для рыбных формованных полуфабрикатов с добавлением яблочного (3.5.10), морковного (3.5.11) и ягодного (3.5.12) порошков:

$$y = 0,387 - 0,043\tau - 0,071M_{\text{пор}} - 0,028\tau M_{\text{пор}} + 0,00501\tau^2 + 0,00401M_{\text{пор}}^2 \quad (3.5.10)$$

$$y = 0,396 - 0,045\tau - 0,072M_{\text{пор}} - 0,0014\tau M_{\text{пор}} + 0,00501\tau^2 + 0,00402M_{\text{пор}}^2 \quad (3.5.11)$$

$$y = 0,68 - 0,11\tau - 0,097M_{\text{пор}} - 0,0011\tau M_{\text{пор}} + 0,0101\tau^2 + 0,0058M_{\text{пор}}^2 \quad (3.5.12)$$

С помощью математических преобразований полученных уравнений в натуральном виде были найдены оптимальные значения факторов: для рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка массовая доля растительного порошка ($M_{\text{пор}}$) составляет 10,1 %, а продолжительность перемешивания фаршевой системы – 6,1 мин.; для рыбных полуфабрикатов с добавлением морковного порошка массовая доля растительного порошка ($M_{\text{пор}}$) составляет

10,3 % при продолжительности перемешивания фаршевой системы 5,9 мин.; для рыбных полуфабрикатов с добавлением ягодного порошка массовая доля растительного порошка ($M_{\text{пор}}$) составляет 10,2 %, а продолжительность перемешивания фаршевой системы – 6 мин.

На рисунках 3.5.1-3.5.3 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 фаршевой системы для рыбных формованных полуфабрикатов из минтая с добавлением яблочного, морковного и ягодного порошков.

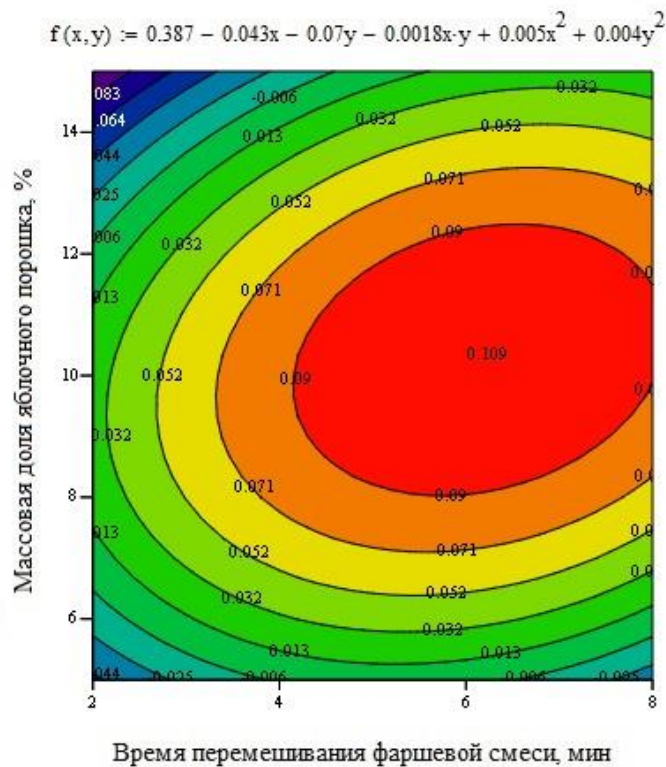


Рисунок 3.5.1 - Контурный график поверхности функции отклика обобщённого параметра оптимизации в зависимости от массовой доли порошка и времени перемешивания фаршевой системы формованного полуфабриката с добавлением яблочного порошка

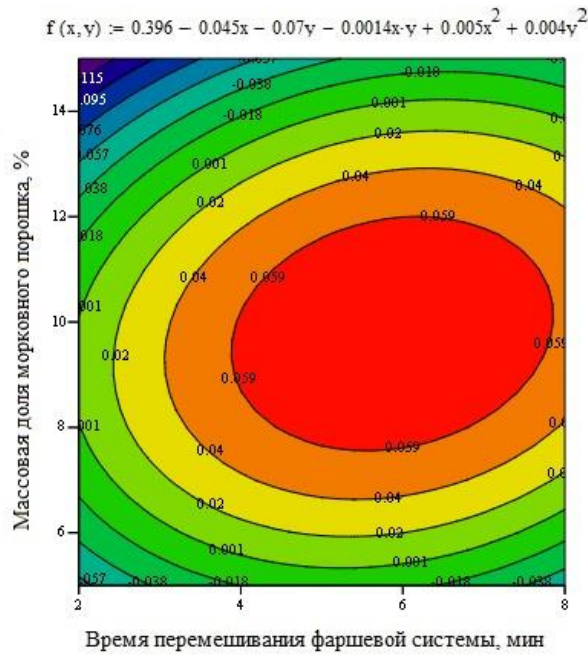


Рисунок 3.5.2 - Контурный график поверхности функции отклика обобщённого параметра оптимизации в зависимости от массовой доли порошка и времени перемешивания фаршевой системы для рыбного формованного полуфабриката с добавлением морковного порошка

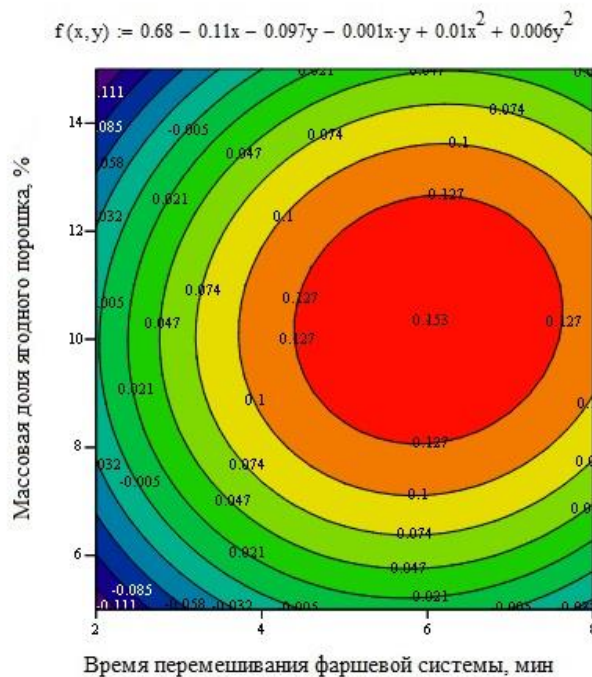


Рисунок 3.5.3 - Контурный график поверхности функции отклика обобщённого параметра оптимизации в зависимости от массовой доли порошка и времени перемешивания фаршевой системы для рыбного формованного полуфабриката с добавлением ягодного порошка

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 хорошей формуемостью массовая доля растительного порошка в среднем составляет 10%, а продолжительность перемешивания фаршевой системы – 6 минут.

Рецептуры рыбных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства представлены в таблице 3.5.7.

Таблица 3.5.7– Рецептуры рыбных полуфабрикатов

Ингредиент	Содержание, %		
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3
Фарш рыбный	85,0	85,0	85,0
Порошок яблочный	10	-	-
Порошок морковный	-	10	-
Порошок ягодный	-	-	10
Лук пассерованный	4	4	4
Соль пищевая	1	1	1
Итого	100,0	100,0	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 3.5.8.

Таблица 3.5.8 – 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

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что разработанные рыбные формованные полуфабрикаты обладают высокими вкусовыми качествами.

Сравнительный анализ органолептических показателей образцов показал преимущество яблочного порошка, как компонента рыбных формованных полуфабрикатов, в сравнении с другими, отмеченное большинством дегустаторов.

Было отмечено, что у полуфабриката с добавлением растительных порошков, особенно яблочного, отсутствует ярко выраженный запах рыбного сырья, что может являться положительным свойством для многих потребителей.

Также 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.

3.6 Разработка рецептуры томатного соуса для рыбных полуфабрикатов

Один из способов улучшения вкусовых характеристик и повышения пищевой ценности продукции из рыбы, готовой к употреблению - использование соуса в качестве обогащающего компонента. Соусы выполняют определенную технологическую нагрузку в случае, когда блюдо доводят до кулинарной готовности путем запекания, что позволяет сделать его более сочным.

Определение существующего и предполагаемого запроса на расширение ассортимента соусов, используемых в составе рыбных полуфабрикатов, проводили путем маркетинговых исследований. Полученные данные о предпочтениях потребителей в выборе соусов представлены на рисунке 3.6.1.



Рисунок 3.6.1 - Предпочтения потребителей в выборе рыбных полуфабрикатов с соусом

Было установлено, что большая часть потребителей – 50,8 % - отдали бы предпочтение полуфабрикатам с соусом. При этом, несмотря на разнообразие

соусов, используемых в промышленном производстве и в ресторанном бизнесе, большинство респондентов – 37,5 % - предпочитают томатный соус в сочетании с рыбными фаршевыми продуктами (рисунок 3.6.2).

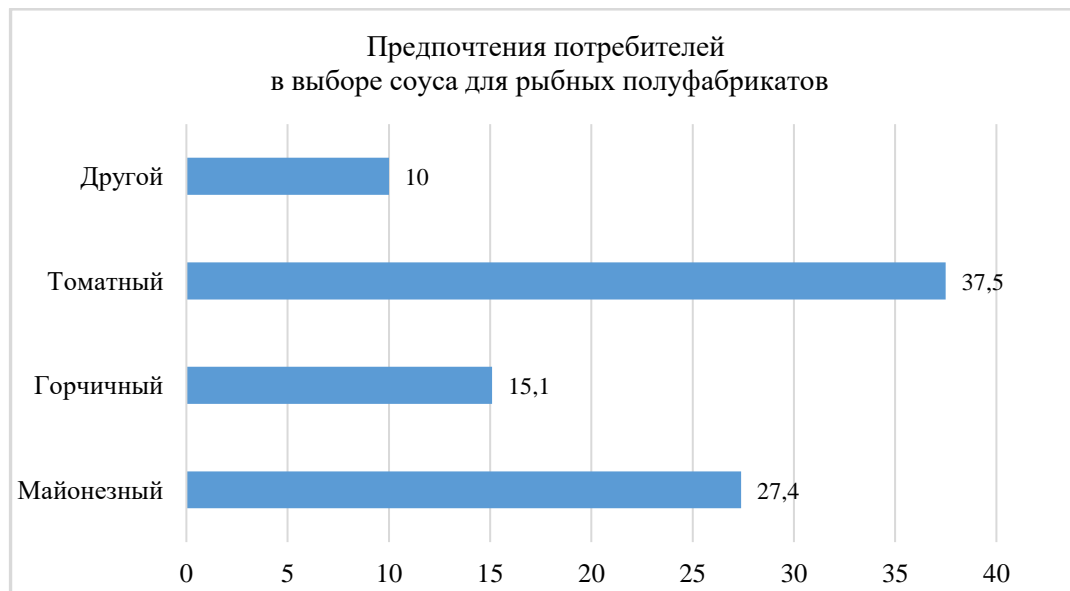


Рисунок 3.6.2 - Предпочтения потребителей в выборе соуса для рыбных полуфабрикатов

Полученные данные подтверждают перспективность разработки рецептуры томатного соуса пребиотической направленности для рыбных полуфабрикатов.

Наиболее часто в основе соусов используют пшеничную муку, крахмал и другие загустители, а также искусственные ароматизаторы и консерванты, поэтому они не могут обеспечить требования здорового питания. Поэтому важно при моделировании состава соуса учитывать аспекты, позволяющие не только улучшать вкусовые качества готового продукта, но и повысить пищевую ценность за счет функциональных ингредиентов в своем составе.

Состав и пищевая ценность томатов в качестве основы для соусов привлекают как потребителей, так и производителей. Томаты низкокалорийны, по большей части состоят из воды (95%), содержат небольшое количество углеводов (3%), белков (1,2%) и липидов (1%), значительное количество каротиноидов (ликопин, β -каротин и др.), минеральных веществ и витаминов. Пищевые продукты на основе томатов обеспечивают в рационе человека не менее 85% от

суточной потребности в ликопине, который обладает антиоксидантным потенциалом и антиканцерогенной активностью [138].

Ликопин представляет собой нерастворимый каротиноидный пигмент красного цвета. Ликопин обладает свойствами предотвращать повреждение ДНК, защищая от мутаций и снижая риск развития онкологических заболеваний. Он вызывает усиление межклеточных коммуникаций, изменяет фосфорилирование регуляторных белков и способен ингибировать аденозиндезаминазу, что играет важную роль в механизме противоопухолевой активности [126].

Данные эпидемиологических и экспериментальных исследований показывают, что потребление ликопина и содержащих его продуктов может снижать риск онкологических (рака простаты) заболеваний, сердечно-сосудистых заболеваний (артериальной гипертензии и инсульта), когнитивных дисфункций и остеопороза [145].

Следует отметить, что содержание ликопина в продуктах переработки томатов значительно выше, чем в исходном сырье. Так, например, в томатной пасте содержится в 6 раз больше ликопина, чем в свежих томатах [113]. При этом тепловая обработка повышает биодоступность ликопина из помидоров [138].

Томатные соусы получили широкое распространение и стали привычным компонентом в рационах питания, но при этом имеют целый ряд отрицательных свойств: высокое содержание соли и простых сахаров, наличие в составе синтетических красителей и ароматизаторов, крахмала и других загустителей. Использование натуральных ингредиентов позволяет создавать рецептуры соусов на основе томатов, отвечающие категориальным требованиям к продуктам здорового питания.

Многими учеными проведены исследования по обоснованию и разработке рецептур томатных соусов.

Например, учеными Кубанского государственного технологического университета был разработан соус, включающий выжимки топинамбура, смесь томат-пюре и пюре алычи или яблочного пюре, пюре перца болгарского, соль, стевиозид. Полученный соус томатный имеет гармоничный кисло-сладкий вкус и

характерную для соусов текучую консистенцию. Применение стевииозидов в составе соуса томатного позволяет снизить его энергетическую ценность без потери пищевой ценности и придать соусу дополнительные диетические свойства [78].

Л. А. Рыльской (Кубанский государственный технологический университет) был предложен соус профилактического назначения, предусматривающий смешивание томатного пюре и пюре хурмы, с добавлением пюре из моркови или свеклы, а также включающий уксусную кислоту, лук репчатый, перец черный молотый, порошок корня свербиги, измельченную зелень кинзы и профилактическую добавку (сухая смесь слоевищ цетрарии исландской). Предлагаемый соус имеет повышенное содержание биологически активных веществ и микронутриентов в целевом продукте, улучшенные структурно-реологические свойства и однородность [75].

Однако многокомпонентные соусы требуют дополнительных затрат на производство и не пользуются популярностью у производителей. При этом стоимость компонентов также оказывает значительное влияние на целесообразность производства.

Учеными Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления был разработан соус с высокими функционально-технологическими свойствами за счет применения функционального ингредиента – пищевых волокон, способствующих повышению степени набухаемости, улучшению органолептических показателей, кроме этого расширению ассортимента томатных соусов. Предлагаемый томатный соус может быть использован в рыбо- и мясоперерабатывающем производстве [77].

На сегодняшний день производители промышленных соусов также все чаще стали использовать натуральные загустители, такие как пектин и агар, концентраты пищевых волокон и др.

В большинстве случаев основным сырьем для производства пектина являются вторичные сырьевые ресурсы производства соков прямого отжима – выжимки из яблок.

Однако это не решает проблему использования большого объема вторичных пищевых отходов, так как на территории РФ крайне мало предприятий по производству пектина, а предприятия по производству соков прямого отжима из яблок есть практически в каждом регионе страны.

С точки зрения химического состава яблочные выжимки служат источником биологически активных веществ – витаминов С, Р, Е, β -каротина, тритерпеновых соединений, витаминов группы В, минеральных элементов, пищевых волокон, в том числе пектиновых веществ. Поэтому целесообразно направлять яблочные выжимки на производство пюре с дальнейшим использованием его в качестве технологической добавки [111].

Внесение пюре, полученного из вторичных продуктов производства яблочного сока прямого отжима, в томатный соус с одной стороны позволит повысить его пищевую ценность, а с другой пектиновые вещества яблок обеспечат стабилизацию его консистенции.

Для установления оптимальной рецептуры были изготовлены 7 опытных образцов соуса с различным соотношением в составе томатного пюре и яблочного пюре, полученного из выжимок (таблица 3.6.1).

Таблица 3.6.1 - 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

Определяющим фактором для выбора рецептуры соуса являются органолептические характеристики, сравнительный анализ которых позволяет выявить наиболее предпочтительный состав. Результаты представлены органолептической оценки образцов соуса представлены на рисунках 3.6.3-3.6.11.

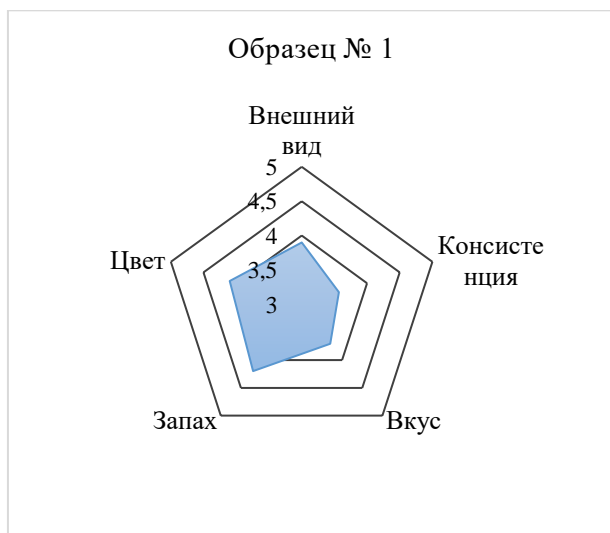


Рисунок 3.6.3 - Профилограмма органолептической оценки образца 1

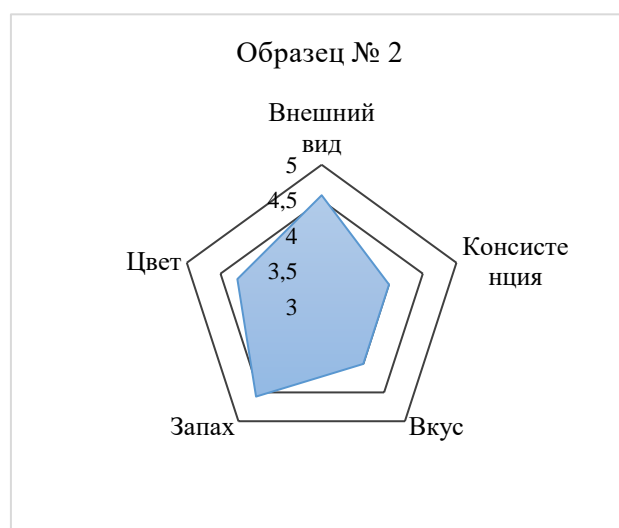


Рисунок 3.6.4 - Профилограмма органолептической оценки образца 2

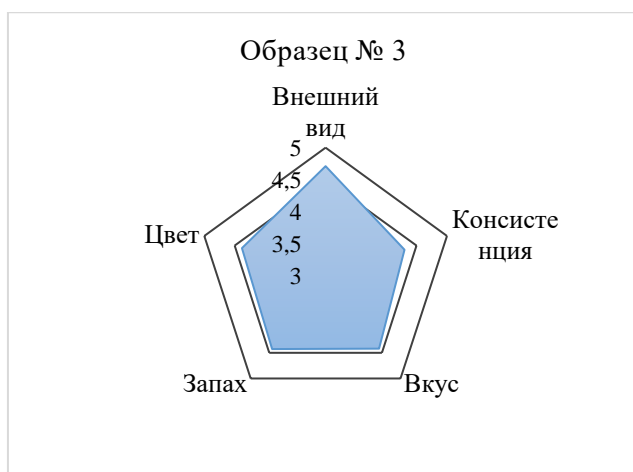


Рисунок 3.6.5 - Профилограмма органолептической оценки образца 3

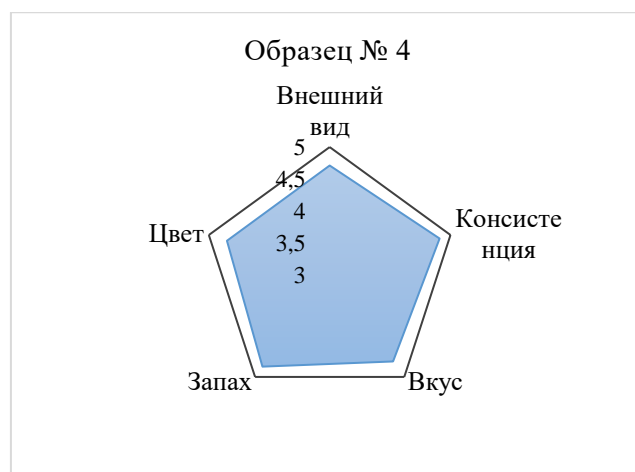


Рисунок 3.6.6 - Профилограмма органолептической оценки образца 4

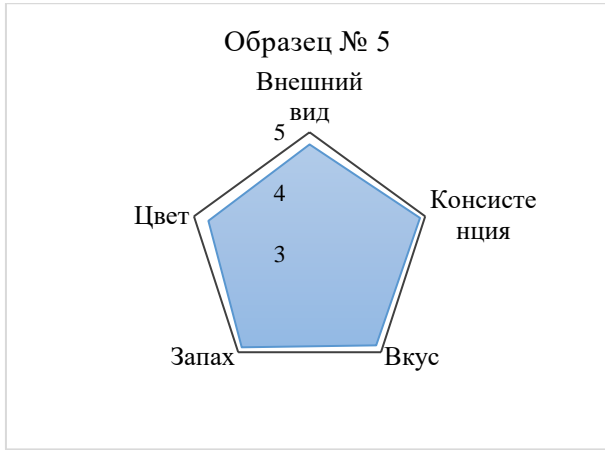


Рисунок 3.6.7 - Профилограмма органолептической оценки образца 5

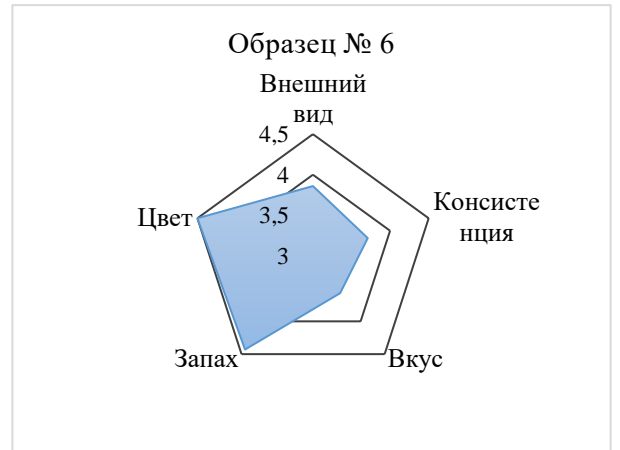


Рисунок 3.6.8 - Профилограмма органолептической оценки образца 6

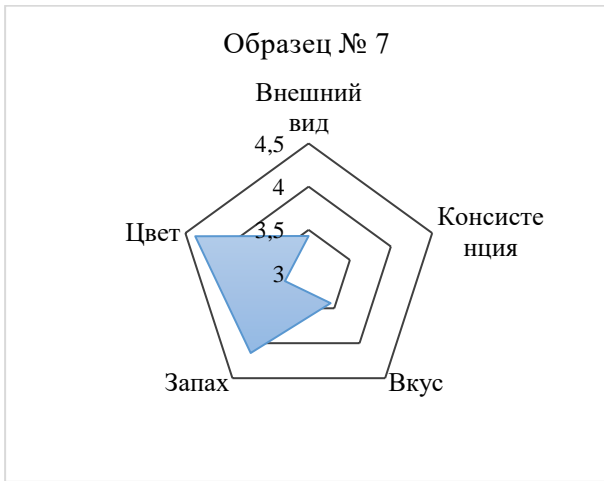


Рисунок 3.6.9 - Профилограмма органолептической оценки образца 7

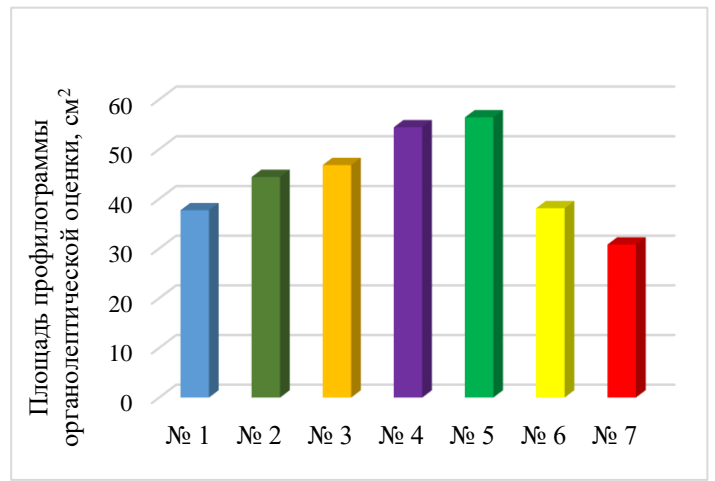


Рисунок 3.6.10 - Площади профилограмм органолептической оценки образцов соуса

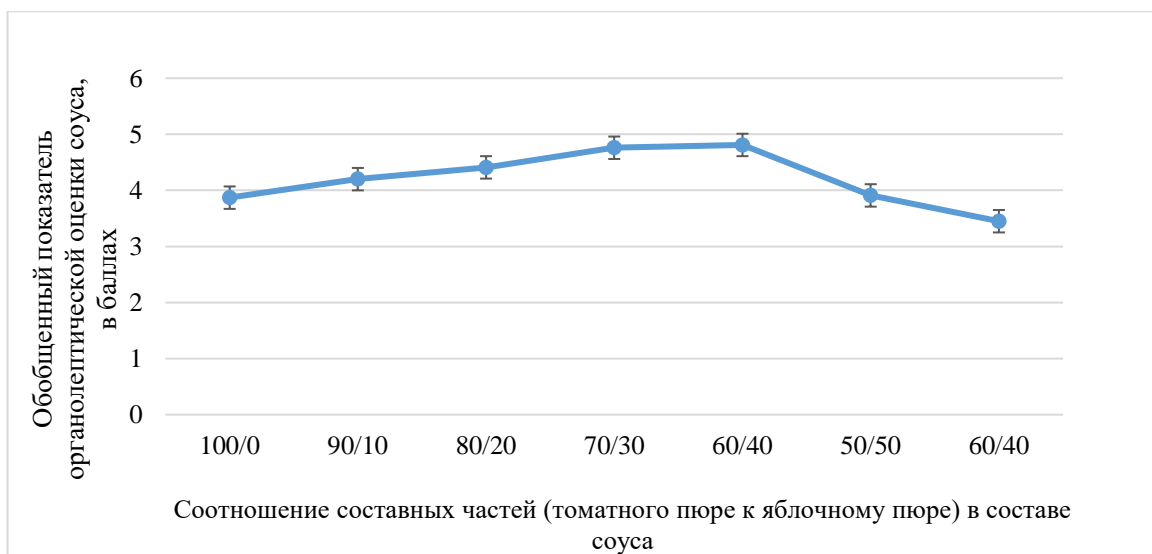


Рисунок 3.6.11 - Обобщенный показатель органолептической оценки образцов соуса

Наиболее высокую органолептическую оценку получили образцы под номерами 3, 4 и 5 с соотношением массовой доли томатного и яблочного пюре 80:20, 70:30 и 60:40 соответственно. Дегустаторы отметили у этих образцов приятный цвет и однородную консистенцию соуса. При этом у образца № 5 выделили консистенцию соуса как достаточно густую, а вкус – сбалансированный без преобладания какого-либо из компонентов с приятными гармоничными нотками специй.

Консистенция соуса, как гомогенной структуры, является одной из определяющих качественных характеристик. Соус должен быть однородным, плотным, не должно происходить расслоения при хранении и температурной обработке. Варьирование соотношения основных компонентов рецептуры соуса приводит к изменениям реологических показателей, которые впоследствии влияют на органолептические характеристики готового продукта. Определение вязкости и содержания сухих веществ в образцах под номерами 3, 4 и 5 выявило высокую степень корреляции между органолептическими и инструментальными показателями соусов. Полученные результаты представлены в таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 - Показатели вязкости и содержание сухих веществ в образцах соусов

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

Установлено, что образец № 5 обладает наиболее высокими органолептическими характеристиками, содержит максимальное, по сравнению с другими вариантами рецептур, количество сухих веществ и вязкостью 171 мПа·с, которая характерна для консистенции соусов данного типа. На основании полученных результатов был сделан вывод, что предпочтительным является соотношение массовых долей томатного и яблочного пюре 60:40 соответственно.

С целью верификации разработанной рецептуры были проведены

сравнительные исследования экспериментального образца соуса (рецептура №5) с широко применяемым в промышленном производстве соусом, произведенным компанией ООО «ПС Фудмикс» (контрольный образец), предназначенным для полуфабрикатов. Контрольный образец, выбранный в качестве «эталонного», используется на многих предприятиях и имеет положительные оценки как со стороны потребителей, так и технологов.

Объективным показателем, позволяющим установить различие между промышленным образцом и экспериментальным, является вязкость. Результаты исследования показателя вязкости представлены в таблице 3.6.3.

Таблица 3.6.3 - Показатель вязкости контрольного образца соуса и разработанного соуса

	Контрольный образец (соус компании ООО "ПС Фудмикс")	Разработанный соус (образец № 5)
Вязкость, мПа·с	178±3	171±3

Сравнительный анализ показателя вязкости позволил установить, что разработанный соус характеризуется вязкостью почти не отличимой от вязкости промышленного соуса. При этом следует отметить, что при разработке рецептуры предлагаемого нами соуса не использовались технологические вспомогательные вещества.

Разработанный соус не является самостоятельным продуктом, а используется как компонент рыбных полуфабрикатов, поэтому важным фактором является стабильность его консистенции при изменении агрегатного состояния и воздействии высоких температур.

Образцы соуса подвергали шоковому замораживанию и хранению при температуре минус 18(±2) °С. Такая температура, как правило, оказывает отрицательное влияние на качество соусов, которые при размораживании имеют тенденцию к расслаиванию. Было предположено, что яблочного пюре за счет пектина, связывающего влагу и способствующего развитию консистенции с

тиксотропными свойствами, позволит избежать расслоения соуса при размораживании. Изменения показателя вязкости соусов после морозильного хранения представлены в таблице 3.6.4.

Таблица 3.6.4 - Показатель вязкости соусов при холодильной обработке

	Вязкость, мПа*с	
	До замораживания	После размораживания
Контрольный образец (соус компании ООО "ПС Фудмикс")	178±3	176±3
Разработанный соус (образец № 5)	171±3	170±3

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

Не менее важным показателем качества соуса является стабильность консистенции в процессе доведения до кулинарной готовности. Изменения показателя вязкости соусов в зависимости от температуры представлены на рисунке 3.6.12.

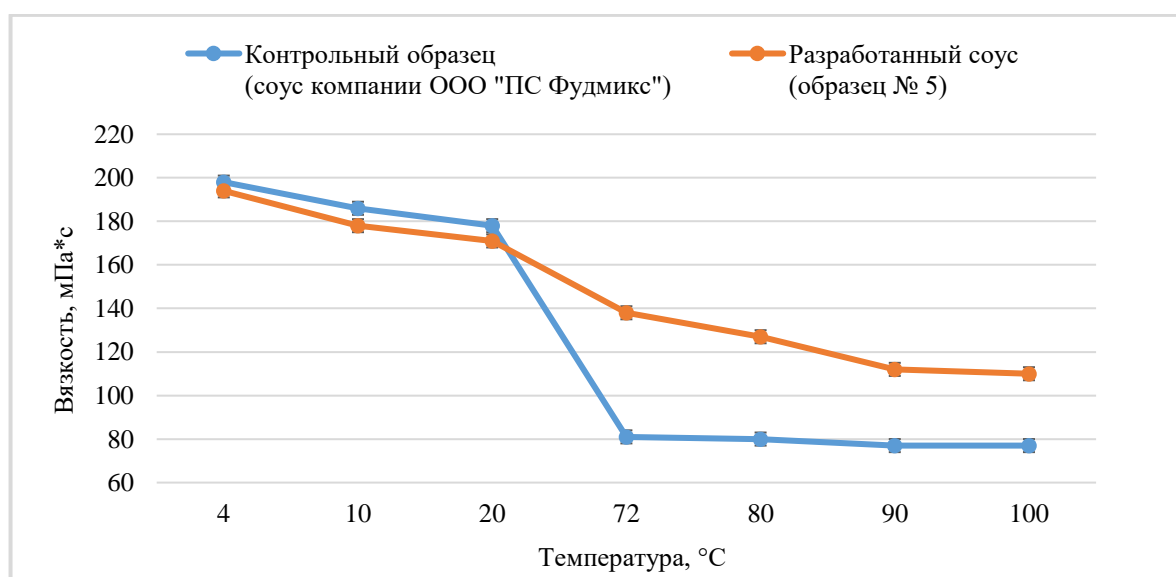


Рисунок 3.6.12 - Изменение вязкости соусов в зависимости от температурных режимов

Установлено, что при воздействии высоких температур соус сохраняет свои свойства, что также обеспечивается присутствием натуральных пектинов и других ПВ в составе яблочного пюре, которые способствуют формированию структуры и её стабилизации.

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. Однако, вязкость разработанного соуса стабилизируется при температуре 90 °С и выше, что является определяющим фактором, так как в процессе приготовления рыбных полуфабрикатов с соусом продукт рекомендуется доводить до кулинарной готовности при температуре греющей среды 180°С.

Таким образом на основе результатов проведенных исследований было определено оптимальное соотношение томатного и яблочного пюре в рецептуре соуса как 60:40. В таблице 3.6.5 представлена рецептура соуса для рыбных полуфабрикатов.

Таблица 3.6.5 - Рецептура соуса для рыбных полуфабрикатов.

Ингредиент	Содержание, %
Томатное пюре	56,1
Яблочное пюре	37,4
Масло растительное	5
Соль	0,5
Горчичный порошок	0,2
Чеснок сушеный молотый	0,2
Паприка	0,3
Прованские травы	0,2
Перец черный молотый	0,05
Перец красный молотый	0,05
Итого	100,0

На рисунке 3.6.13 представлена технологическая схема производства соуса для рыбных полуфабрикатов.

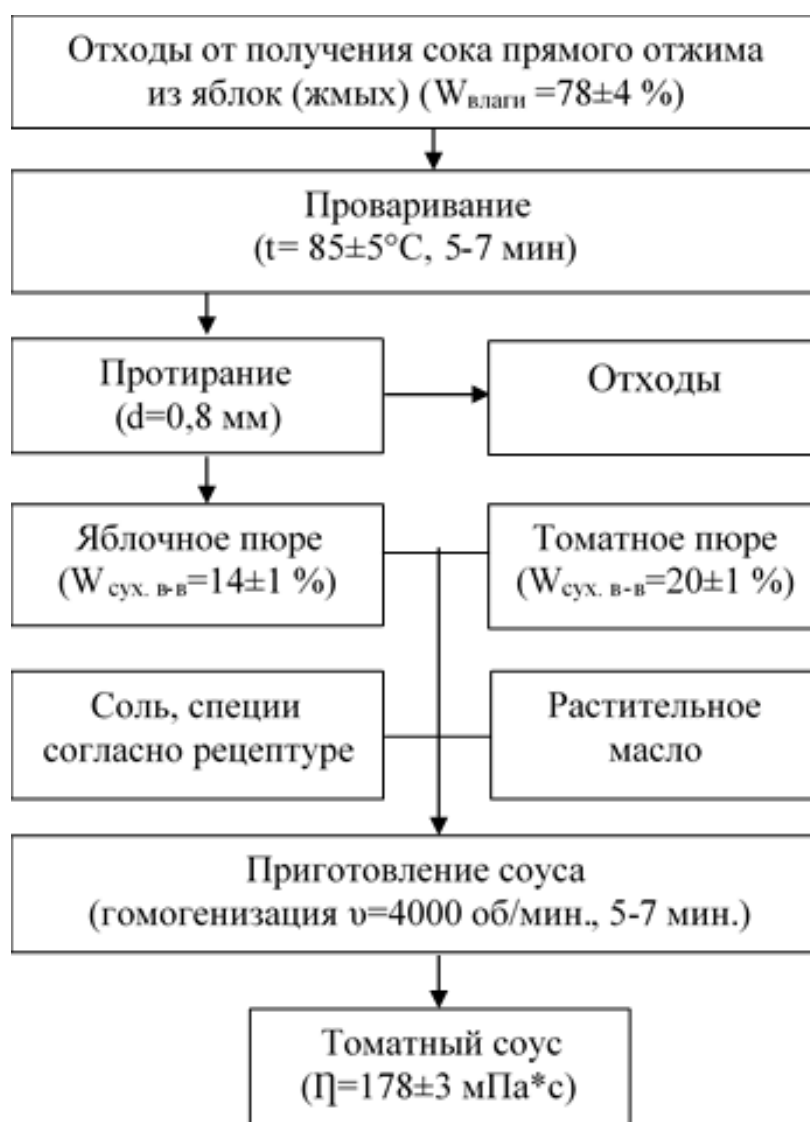


Рисунок 3.6.13 - Технологическая схема производства соуса для рыбных полуфабрикатов

Описание процесса производства томатного соуса для рыбного формованного полуфабриката.

Для приготовления соуса яблочный жом проваривают в течении 5-7 минут при $t=80-90^{\circ}\text{C}$, затем протирают для получения пюре. Образующиеся после протирания отходы (фрагменты шкурки, семенные камеры и др.) допускается использовать при изготовлении порошка, на пищевые или кормовые цели.

Яблочное пюре смешивают с томатным пюре, добавляют растительное масло, соль и специи согласно рецептуре и перемешивают на гомогенизаторе блендерного типа со скоростью 4000 мин^{-1} в течении 5-7 минут.

3.7 Описание технологического процесса производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства

Технологическая схема производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства (на примере полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка) представлена на рисунке 3.7.1.

Описание технологической схемы производства рыбных формованных полуфабрикатов, с использованием вторичного сырья сокового производства.

Рыбное сырье размораживают на воздухе при температуре $8-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ или в паровоздушном дефростере при температуре $20-22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости потоков воздуха 5 м/с в течении 6 ч до температуры в толще рыбы $+1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Далее рыбу при необходимости разделявают: удаляют голову, внутренности и пропускают через мясокостный сепаратор (неопресс) для отделения мяса от костей и получения фарша.

К измельченному рыбному сырью (фаршу) добавляют яблочный порошок (технология получения порошка описана в п. 3.3), лук, соль, согласно рецептуре, и перемешивают в фаршемешалке в течении 4-6 мин. для достижения равномерного распределения всех компонентов фарша. Температура готового фарша должна быть не более $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Готовый фарш формуют в виде тефтелей массой $25 \pm 1 \text{ г}$ каждая. Сформованные полуфабрикаты фасуют по 200 г в полимерную тару, заливают соусом (технология получения соуса описана в п. 3.6) и затем замораживают. Продолжительность замораживания – 25 минут при температуре минус $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

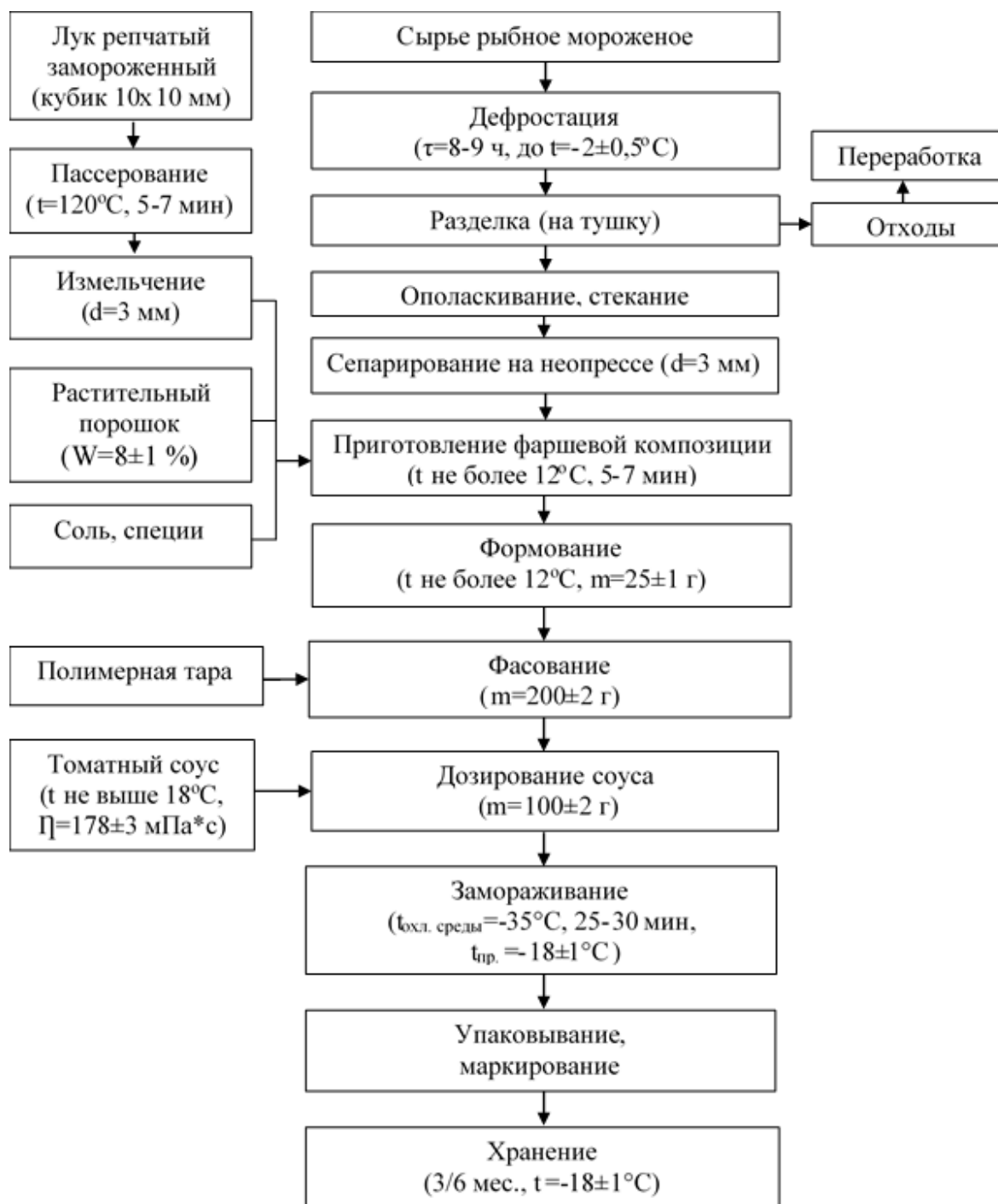


Рисунок 3.7.1 – Технологическая схема производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства

Продукт упаковывают и маркируют в соответствии с ТР ТС 022/2011, ТР ЕАЭС 040/2016.

Рекомендуемый способ доведения до кулинарной готовности согласно маркировке: запекание при $t=180^{\circ}\text{C}$ в течении 15-20 минут или тушение в

сотейнике в течение 10-15 минут до готовности.

Хранение осуществляется при температуре минус 18 °С в течение не более 3 месяцев с даты выработки для полуфабрикатов из салаки и не более 6 месяцев для полуфабрикатов из трески и минтая.

По органолептическим и физико-химическим показателям рыбные полуфабрикаты в соусе должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.7.1.

Таблица 3.7.1 – Качественные характеристики рыбных полуфабрикатов

Показатель	Характеристика рыбного полуфабриката
Внешний вид	Изделия, покрытые соусом. Допускаются незначительные отклонения от правильной формы изделия, в зависимости от вида полуфабриката (шарообразная форма для тефтелей, овальная форма для котлет и т.д.)
Цвет	Цвет изделия зависит от цвета рыбного сырья и вносимого растительного порошка (от светло до темно фиолетового, оранжевого, коричневого). Допускаются отдельные включения более яркого цвета, в зависимости от используемого растительного порошка
Консистенция	Упругая, не крошливая, сочная
Запах	Слабовыраженный запах рыбы, с ароматом соуса и специй
Вкус	Ярко-выраженный, свойственный данному виду продукта
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	2
Массовая доля белка, %, не менее	8
Масса нетто рыбы, %, не менее	60

Пищевая ценность рыбных полуфабрикатов представлена в таблице 3.7.2.

Таблица 3.7.2 – 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

Таким образом, исходя из данных, представленных в таблице 3.7.2, можно

сделать вывод 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.

3.8 Обоснование сроков годности рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства

На микробиологическую безопасность рыбных формованных полуфабрикатов оказывает влияние множество факторов таких, как количество и видовой состав микрофлоры исходного сырья, обсемененность производственной среды, санитарно-микробиологический контроль технологического процесса производства продукции, включая входной контроль сырья, тары и упаковки [116], контроль соблюдения личной гигиены работниками предприятия, а также контроль готовой продукции [30].

В соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» микробиологические показатели безопасности для замороженных рыбных полуфабрикатов включают следующие группы микроорганизмов: санитарно-показательные, условно-патогенные микроорганизмы, патогенные микроорганизмы, микроорганизмы порчи [101,102].

Исследования по установлению сроков годности 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.

Определение сроков годности проводились в соответствии с методическими указаниями МУК 4.2.1847–04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [68]. Перечень контролируемых микробиологических показателей безопасности был определен в соответствии с ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016 [101,102].

Сроки исследования продуктов должны по продолжительности превышать предполагаемый срок годности на период времени, определяемый коэффициентом резерва, который для скоропортящихся продуктов при сроках годности свыше 30 суток составляет 1,2 [68].

Периодичность контроля показателей качества и безопасности рыбных полуфабрикатов представлена в таблице 3.8.1. В соответствии с методическими указаниями на каждом этапе контроля исследовались санитарно-микробиологические показатели, показатель азота летучих оснований, характеризующий порчу рыбных продуктов и органолептические показатели.

Таблица 3.8.1 - Контрольные точки проведения исследований

Сутки					
0	30	90	108	180	216

Результаты исследований микробиологических показателей безопасности представлены в таблице 3.8.2.

Таблица 3.8.2 - Микробиологические показатели безопасности рыбных полуфабрикатов

Нормируемый показатель	Допустимый уровень	Рыбный полуфабрикат с добавлением яблочного порошка		
		Из трески	Из минтая	Из салаки
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $1 \cdot 10^5$	$1,2 \pm 0,015 \cdot 10^3$	$0,4 \pm 0,01 \cdot 10^3$	$1,5 \pm 0,015 \cdot 10^3$
БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,001 г	Не обнаружены в 0,001 г	Не обнаружены в 0,001 г	Не обнаружены в 0,001 г
<i>Staphylococcus aureus</i>	Не допускается в 0,01 г	Не обнаружены в 0,01 г	Не обнаружены в 0,01 г	Не обнаружены в 0,01 г

Продолжение таблицы 3.8.2

Нормируемый показатель	Допустимый уровень	Рыбный полуфабрикат с добавлением яблочного порошка		
		Из трески	Из минтая	Из салаки
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , КОЕ/г	Не более 100	0	0	0
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы и <i>Listeria monocytogenes</i>	Не допускается в 25 г	Не обнаружены в 25 г	Не обнаружены в 25 г	Не обнаружены в 25 г

На основе полученных данных, представленных в таблице, было установлено, что рыбные полуфабрикаты с добавлением яблочного порошка соответствуют требованиям нормативной документации по всем санитарно-микробиологическим показателям. Динамика показателя КМАФАнМ в процессе хранения представлены на рисунке 3.8.1.

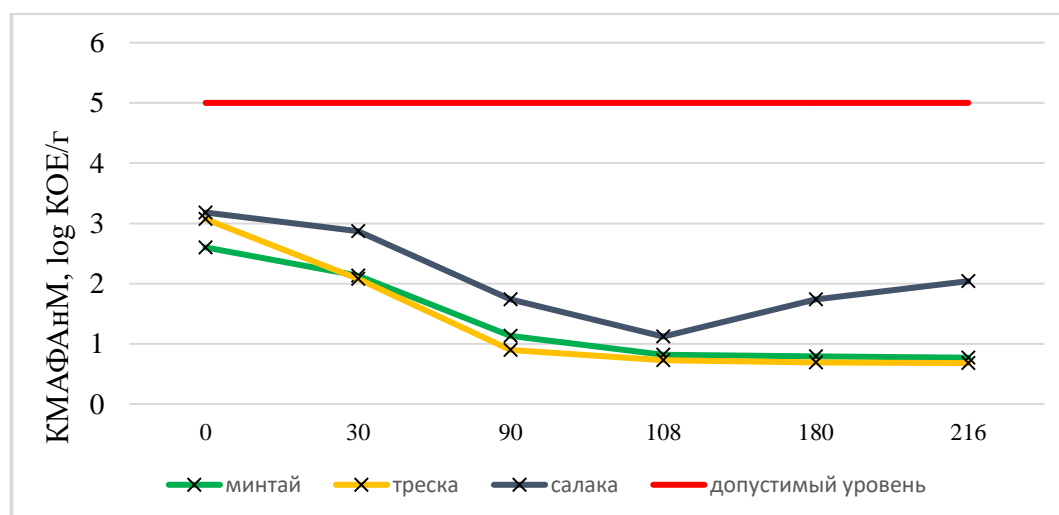


Рисунок 3.8.1 - Динамика показателя КМАФАнМ рыбных полуфабрикатов в процессе хранения

В течении 216 суток холодильного хранения показатель КМАФАнМ не превышает допустимых норм.

Помимо санитарно-микробиологических показателей безопасности определяли содержание азота летучих оснований в процессе хранения, используемого в качестве показателя, характеризующего динамику процесса хранения и установления момента порчи продукции. Пищевая рыбная продукция считается непригодной для потребления в пищу при превышении предельно допустимой нормы содержания общего азота летучих оснований – 35 мг азота на 100 г мышечной ткани (продукта) [101].

Результаты исследований представлены на рисунке 3.8.2.

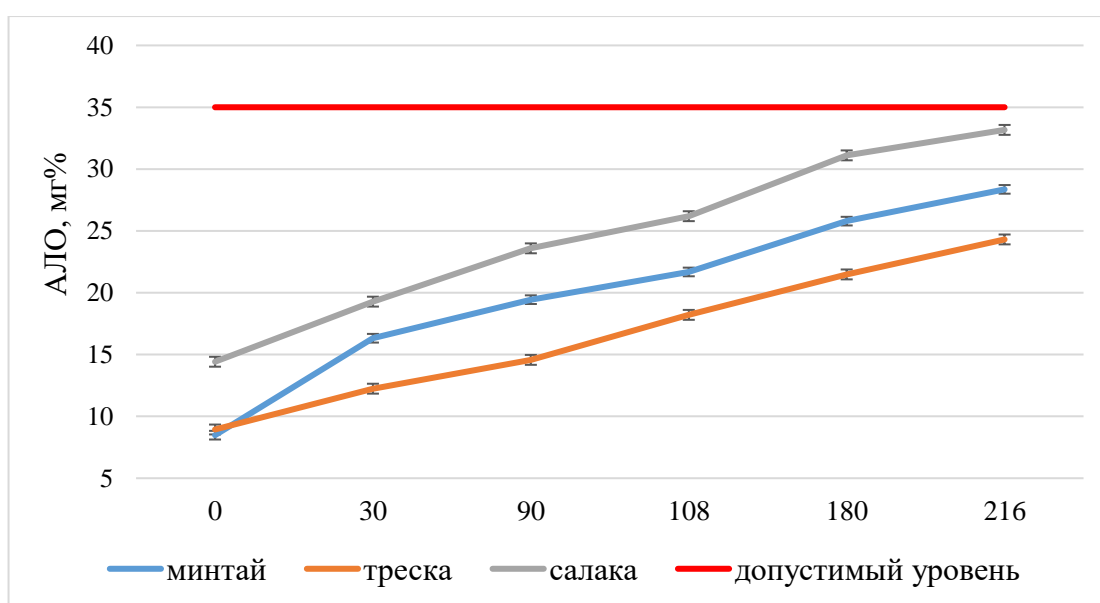


Рисунок 3.8.2 - Изменения показателя АЛО рыбных полуфабрикатов в процессе хранения

Было установлено, что показатель АЛО всех образцов полуфабрикатов не превышал допустимую норму в 35 мг%. Однако у полуфабрикатов из салаки на конец срока хранения показатель АЛО максимально приближен к предельно допустимому значению.

Не менее важным фактором, определяющим сроки годности продукции, является изменение органолептических показателей в процессе хранения. Органолептическая оценка образцов рыбных полуфабрикатов проводилась после

доведения продукта до кулинарной готовности профильным методом по разработанной пятибалльной шкале оценки, учитывающей основные показатели – внешний вид, цвет, консистенцию полуфабриката, вкус и запах. Результаты исследований органолептических показателей представлены на рисунках 3.8.3-3.8.5.

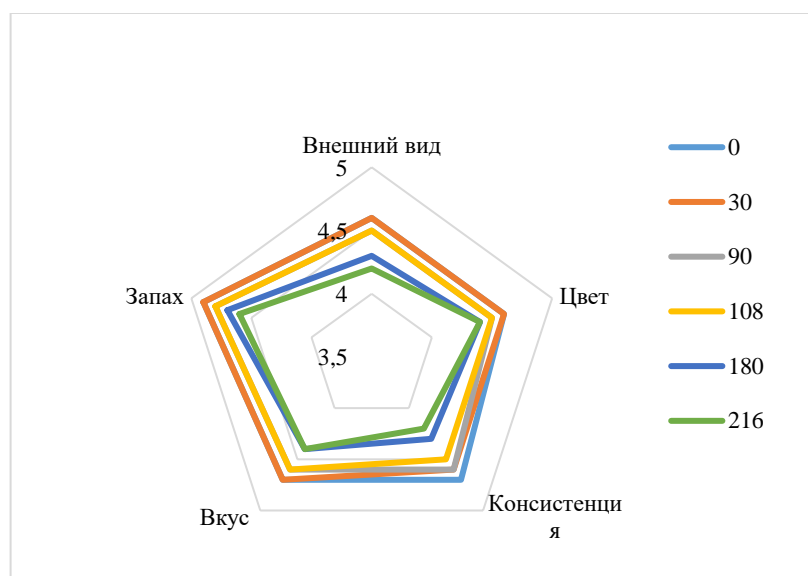


Рисунок 3.8.3 - Профилограмма органолептической оценки полуфабрикатов из трески с яблочным порошком

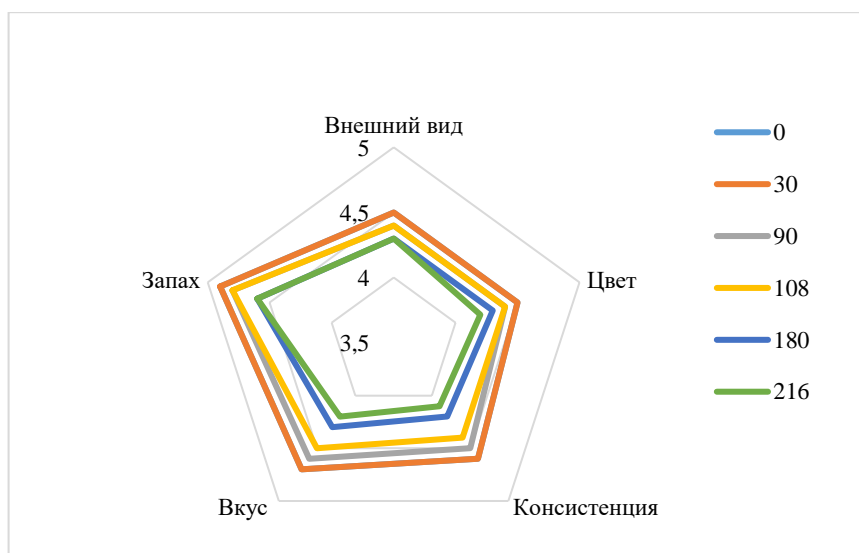


Рисунок 3.8.4 - Профилограмма органолептической оценки полуфабрикатов из минтая с яблочным порошком

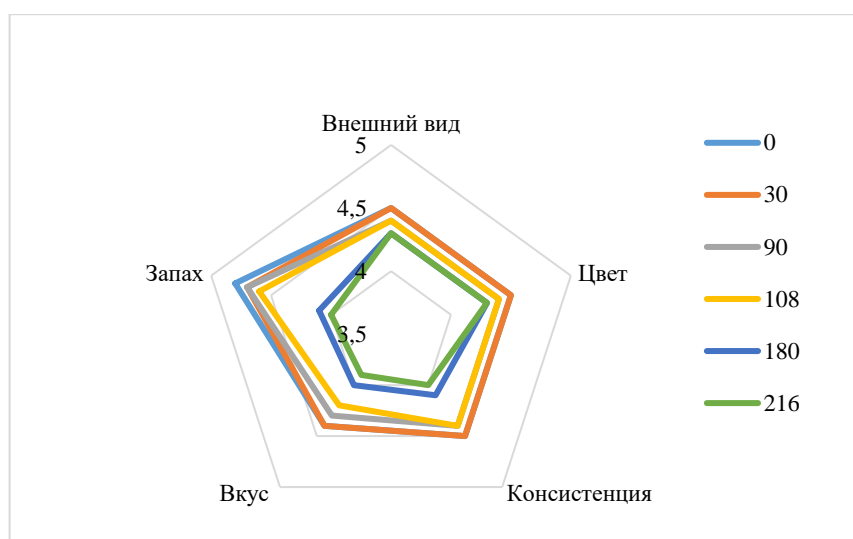


Рисунок 3.8.5 - Профилограмма органолептической оценки полуфабрикатов из салаки с яблочным порошком

Органолептические показатели рыбных полуфабрикатов в соусе из трески и минтая на конец предполагаемого срока хранения с учетом коэффициента запаса 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.

Таким образом, на основе результатов проведенных исследований была подтверждена микробиологическая безопасность рыбных полуфабрикатов с добавлением яблочного порошка из трески, минтая и салаки в соус. В течении 6 месяцев хранения санитарно-микробиологические показатели полуфабрикатов соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016 по всем показателям.

В таблице 3.8.3 представлены гигиенические показатели безопасности рыбных полуфабрикатов.

Таблица 3.8.3 - Гигиенические показатели безопасности рыбных полуфабрикатов

Наименование вещества (элемента)		Допустимый уровень содержания, мг/кг, не более
Токсичные элементы	Свинец	1,0
	Мышьяк	1,0
	Кадмий	0,2
	Ртуть	0,3 - для нехищной рыбы, 0,6 - для хищной
Нитрозамины (сумма НДМА и НДЭА)		0,003
Диоксины		0,000004
Пестициды	ГХЦГ (α , β , γ — изомеры)	0,2
	ДДТ и его метаболиты	0,2
Полихлорированные бифенилы (ПХБ)		2,0
Удельная активность цезия-137, Бк/кг (л)		130
Удельная активность стронция-90, Бк/кг (л)		100

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

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, для полуфабрикатов из салаки – 3 месяца с учетом коэффициента резерва.

3.9 Оценка влияния разработанной продукции на микробиом кишечника человека

Согласно данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека избыточное потребление сахара и кондитерских изделий, наряду с недостаточным потреблением овощей и фруктов в регионах страны на текущий момент считается наиболее «ущербообразующими» факторами в части негативного влияния на уровни заболеваемости населения. Так, в 2022 году средний уровень потребления на душу населения овощей и фруктов составил соответственно 101 кг и 72 кг соответственно, что несколько ниже, чем в 2021 году [72].

Число дополнительных случаев заболеваний, вероятно обусловленных нерациональным потреблением пищевых продуктов, в 2021 году составило 2362,5 случаев на 100 тыс. всего населения (или 2,8 % от первичной заболеваемости). Число дополнительных случаев болезней органов пищеварения, выделенных в числе приоритетных, составило 322,8 на 100 тыс. всего населения (или 12 % от первичной заболеваемости). Недостаточным потреблением овощей и фруктов в рационе питания, приводит к недостатку пищевых волокон, что в свою очередь отрицательно сказывается на микробиоме кишечника и способствует формированию болезней органов пищеварения [72].

Микробиом представляет собой динамичную совокупность ассоциированных с организмом человека микроорганизмов (бактерий, архей, вирусов, грибов, простейших), их фагов, белков и других дериватов, присутствующих в открытых наружу полостях и органах и на коже (современный эквивалент понятия «микробиота») [57].

Необходимость включения понятия «микробиом» в концепцию питания обусловлена взаимосвязью степени обеспеченности организма человека пищевыми и биологически активными веществами и состоянием микробного сообщества кишечника. Кишечный микробиом взрослого человека выступает как ведущий фактор регуляции иммунитета, нейрогуморальных и обменных

процессов, участвующих в усвоении пищевых веществ, эндогенном синтезе ферментов, витаминов и биологически активных соединений в макроорганизме [57].

На фоне нерационального питания возникают дисбиотические сдвиги в микробиоме, которые без своевременной коррекции могут способствовать возникновению пищеварительных расстройств, нарушениям минерального, белкового и жирового обмена, в том числе за счёт изменений всасывания и усвоения ряда эссенциальных нутриентов, таких как кальций, витамин D, потерь белка и незаменимых аминокислот [140].

Кишечный микробиом на межиндивидуальном и внутрииндивидуальном уровнях характеризуется чрезвычайным разнообразием и изменчивостью, в его составе присутствует от 1000 до 2000 операционных таксономических единиц (ОТЕ), к числу культивируемых видов относится не более 40 %. Общие для большинства людей ОТЕ, которые выявляют практически у всех групп населения (основной микробиом), представлены 12—21 таксонами (около 160 видов). Особенности и биоразнообразие микробиоты на уровне индивида, как правило, являются неизменными [146, 127].

В микробиоте кишечника превалируют 4 бактериальных филума – Firmicutes (F), Bacteroidetes (B), Proteobacteria (P) и Actinobacteria (A); они составляют более 95 % идентифицированных таксонов. Филумы Fusobacteria, Verrucomicrobia, Euryarchaeotae и Cyanobacteria являются субдоминантными и составляют не более 5 % [128, 142].

В состав филума Firmicutes входят представители родов и видов с разным типом дыхания. Основными являются Lactobacillus, Clostridium, Eubacteria, Faecalibacteria, Blautia, Lachnobacterium, Roseburia, Dorea, Bacillus, Streptococcus, Enterococcus, Mycoplasma, Leuconostoc, Staphylococcus spp. Наиболее важная функция – метаболизм сложных углеводов, в том числе нерастворимых полисахаридов, а также белка, не утилизированного в верхних отделах ЖКТ.

Филум Bacteroidetes представлен четырьмя классами: Bacteroidia (Bacteroides, Porphyromonas, Prevotella, Alistipes spp.), Flavobacteriia

(*Flavobacterium* sp.), *Sphingobacteriia* (*Sphingobacterium* sp.), *Cytophagia* (*Carnocytophaga*, *Odoribacter*) которые участвуют в деградации полисахаридов, метаболизме желчных кислот, холина, белков и аминокислот, продуцируя метаболиты-медиаторы [94].

В филуме *Actinobacteria* наиболее распространены *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Arthrobacter*, *Frankia*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, большая часть которых – сахаролитики, способные гидролизовать сложные углеводы (включая мукополисахарид), образователи гликокаликса – фактора колонизационной резистентности кишечной слизистой [128]

Наряду с симбионтами в состав филума *Proteobacteria* входят условно-патогенные и патогенные бактерии с разными морфоформами и типами питания (использующие как простые (аммоний, цитраты, моносахара), так и сложные вещества (аминокислоты, белки), гетерогенные по двигательной активности, продуцирующие разнообразные промежуточные метаболиты. На основании анализа 16S рРНК протеобактерии подразделяют на 6 классов: Alpha-, Beta-, Gamma-, Delta-, Epsilon- и Zeta. В класс Alpha входят виды, способные к спиртовому брожению, Beta – нитрификаторы, Gamma – метанотрофы, а также значимые для микробиоты семейства *Enterobacteriaceae*, *Vibrionaceae*, *Pseudomonadaceae*. К классу Delta относятся сульфат-редукторы, анаэробные железобактерии, к Epsilon – использующие серу и водород в качестве источника энергии сульфоспириллы, а также возбудители инфекций *C. jejuni* и *H. Pylori* [119].

Субдоминантные филумы включают в основном некультивируемые группы бактерий, в том числе: *Fusobacteria* – представлены семействами *Fusobacteriaceae* и *Leptotrichiaceae*, 11 родами, физиологическая роль которых до конца не выяснена; *Verrucomicrobia* – 18 родов, в том числе *Akkermansia* (*A. muciniphila*) и *Prostheco bacter* sp., утилизирующие различные сахара и гликопротеиды (муцин); *Euryarchaeota* – состоит из 8 классов архей (галобактерии, метанобактерии, археоглобы, метанококки, термококки и др. экстремофилы). Присутствие некультивируемых архей – продуцентов метана, в том числе рода

Methanobrevibacter (*M. smithii*), обеспечивает утилизацию водорода, образующегося при гидролизе углеводов; *Cyanobacteria* – бактерии, способные к фиксации атмосферного азота, присутствуют в кишечнике непостоянно, роль в макроорганизме пока не изучена.

Взаимодействие между филумами кишечного микробиома основано на обеспечении взаимных трофических путей, поэтому формирование стабильной структуры микробного сообщества определяется составом и количеством пищевых веществ, потребляемых хозяином и трансформируемых в ЖКТ с участием эукариотических и микробных факторов. Таксономические вариации на уровне филумов и уровни биоразнообразия позволяют оценивать общее состояние микробиома в зависимости от особенностей состояния питания [132, 134].

Нормальная микрофлора выполняет функции биологического защитного барьера в кишечнике и стимулятора иммунной системы организма, обеспечивая его колонизационную резистентность и адаптацию к окружающей среде [128].

Облигатная микрофлора образует на поверхности слизистых кишечника биопленку, в состав которой наряду с бактериями входят экзополисахариды и муцин, закрывающие рецепторы для адгезии на эпителиоцитах. Грамположительные представители нормофлоры формируют неблагоприятную для патогенных микробов среду, закисляя кишечное содержимое, конкурируя за источники питания, выделяя бактериоцины и другие вещества, обладающие антагонистической активностью. Грамотрицательные виды микрофлоры (в первую очередь *E. coli* с нормальной ферментативной активностью) участвуют в выработке и поддержании как локального, так и системного иммунитета, а также приемлемого организмом воспалительного статуса [123].

Функционирование микробиома сопровождается продукцией биологически активных микробных метаболитов. Ключевое значение имеет ферментация резистентного крахмала и некрахмальных полисахаридов растительного происхождения, что обеспечивает образование эссенциальных короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК): ацетата, пропионата, бутирата [133].

КЦЖК поступают в кровоток в качестве сигнальных молекул – регуляторов системных процессов клеточного иммунитета, обмена энергии, метаболизма жира, углеводов, происходящих в печени, костном мозге, лёгких, поджелудочной железе. КЦЖК способствуют закислению кишечного содержимого, обладают противовоспалительным и антиканцерогенным действием [36].

Взаимодействие КЦЖК и нейроактивных молекул, продуцируемых микрофлорой (гамма-аминомасляной кислоты, серотонина, катаболитов триптофана), с кишечной нейрональной сетью поддерживает функционирование оси «кишечник – мозг», модулируя двигательные, секреторные и поведенческие (стресс, тревожность, настроение) реакции центральной нервной системы [139].

Продуцентами КЦЖК в кишечнике являются преимущественно представители облигатно-анаэробных сахаролитиков, в т. ч. бутирата – *Faecalibacterium*, *Ruminococcaceae* и *Lachnospiraceae* sp., пропионата – *Bacteroides*, *Propionibacterium*, *Roseburia*, *Selenomonas* sp., ацетата – *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Lactobacillus* sp. [93].

С целью анализа воздействия рыбных формованных полуфабрикатов на микробиом ЖКТ, при добавлении их в обычный рацион питания добровольцев в течение установленного промежутка времени, провели исследования глубины и устойчивости изменений (лабильности) и скорости возвращения к исходному состоянию кишечной микробиоты.

В исследовании приняли участие 7 молодых людей (1992–2001 г.г. рождения), проживающие в г. Калининграде, которые употребляли в пищу разработанные рыбные полуфабрикаты в количестве 200 г ежедневно в течении 10 дней, не меняя при этом привычный рацион питания. 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 включения в рацион продукта и спустя 10 дней после окончания курса употребления продукта.

Подвижность микробиома ЖКТ оценивалась в ходе метагеномного анализа с использованием высокопроизводительного секвенирования

амплифицированных ДНК, соответствующих региону бактериального гена 16S рРНК.

Полученные данные принято отображать с помощью сводной тепловой карты, которая представляет частоту обнаружения наиболее распространенных вариантов бактериальных последовательностей в виде изменения интенсивности окраски - индикатора частоты обнаружения.

На рисунке 3.9.1 представлена сводная тепловая карта изменений в представленности различных бактерий в микробиоме ЖКТ на уровне рода каждого участника в трех временных точках, которая демонстрирует лабильность микробиома ЖКТ в результате включения в рацион питания разработанных полуфабрикатов.

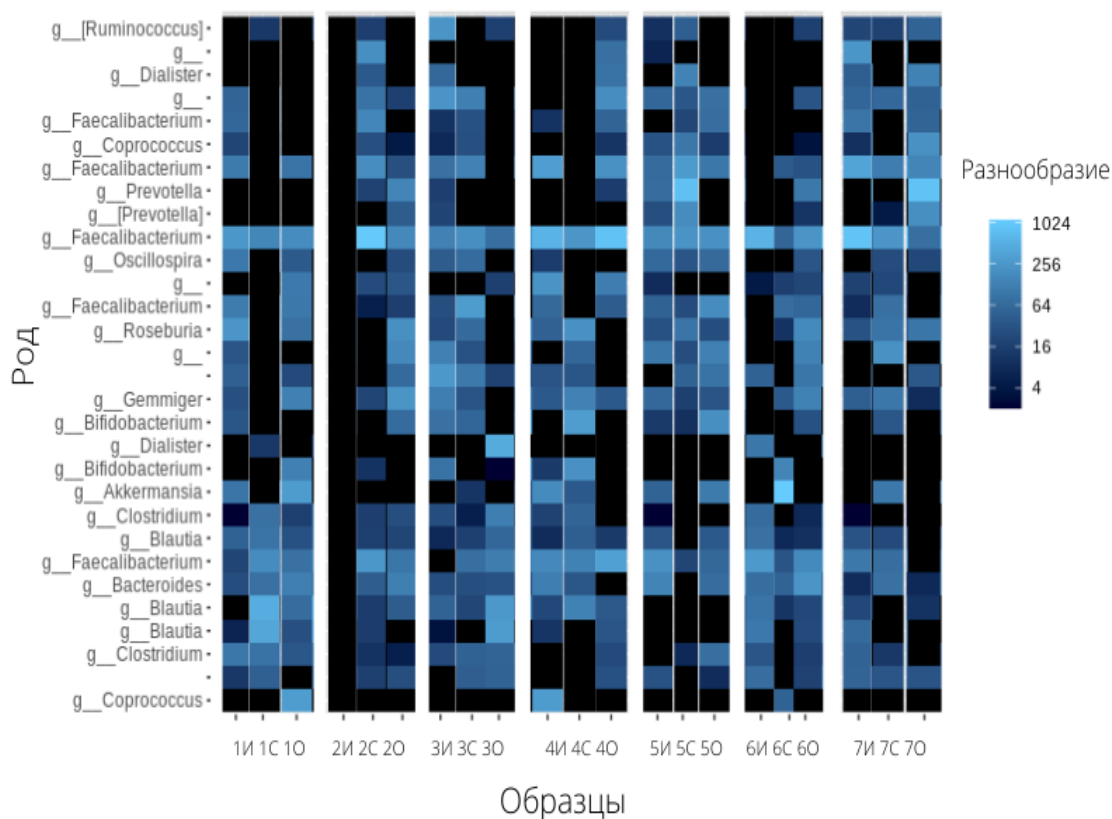


Рисунок 3.9.1 - Сводная тепловая карта изменений в представленности различных бактерий в микробиоме ЖКТ участников проекта в трех временных точках на уровне рода (И – исходный образец, С – образец, взятый на 10 день приёма продукта, О – образец, взятый спустя 10 дней после окончания приёма продукта)

Бактерии, относящиеся в основном к родам *Bacteroides* (бактероиды), *Bifidobacterium* (бифидобактерии), *Blautia* (блаутия), *Faecalibacterium*

(фекалибактерии), отражают изменения в микробиоме ЖКТ у участников исследования в процессе потребления разработанных полуфабрикатов.

Было отмечено снижение уровня бактерий порядка *Clostridiales*, многие из которых являются компонентами патогенной микрофлоры.

Наблюдался рост бактерий рода *Bifidobacteria*, которые ассоциируются со здоровой микрофлорой кишечника, способны подавлять рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, участвуют в утилизации пищевых субстратов и активизации пристеночного пищеварения.

Было выявлено повышение уровня бактерий семейства *Ruminococcaceae*, представители которого являются основными продуцентами бутирата, связаны с рядом метаболических процессов в слизистой оболочке кишечника и играют важную роль в поддержании гомеостаза микробиоты ЖКТ в целом. Считается, что низкая численность этих бактерий может свидетельствовать о воспалительных процессах в кишечнике.

Наиболее подверженными изменениям в микробиоме кишечника участников исследования были бактерии рода *Faecalibacterium*, продуцирующие масляную кислоту, которая составляет 90% питания клеток, выстилающих стенки кишечника. При недостатке масляной кислоты клетки стенок кишечника хуже выполняют свои функции или вовсе отмирают, вследствие чего снижается иммунная реакция организма и повышается риск возникновения воспалительных процессов. Поэтому *Faecalibacterium* считаются маркером здорового кишечника, и их рост свидетельствует о положительном влиянии на микрофлору употребляемых в пищу разработанных продуктов. Следует отметить, что их значительное количество остается и после окончания приема полуфабрикатов, что характеризует положительное пролонгированное действие на организм.

Также маркером здоровья кишечника можно считать наличие бактерий рода *Akkermansia*, способствующих сохранению защитного слизистого слоя кишечника. Было детектировано увеличение бактерий этого рода после употребления разработанного продукта в пищу.

В целом, основываясь на количестве прочтений геномных

последовательностей бактериальных родов, представленных в виде тепловой карты, можно сделать вывод, что употребление разработанного продукта даже в течение короткого времени оказывает положительное влияние на микробиом ЖКТ. В частности, количественный и видовой состав микробиома увеличивается у большинства участников. Можно также отметить, что изменения в микробиоме кишечника, связанные с некоторыми бактериями рода *Faecalibacterium*, являющимися маркерами здоровья кишечника, сохраняются и после прекращения употребления продукта в пищу.

3.10 Производственная апробация

На продукцию разработана и утверждена техническая документация: ТУ 10.20.25-011-00471544-2022 Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные. Технические условия (Приложение Л) и технологическая инструкция (Приложение М).

С целью установления возможности изготовления на производстве рыбных формованных полуфабрикатов, с использованием вторичного сырья сокового производства, разработанной по технологии, а также оценки качества готовых изделий была проведена производственная апробация в условиях ООО «АГАМА РОЯЛ ГРИНЛАНД» (Приложение Р) и ГБУ КО ПОО «КМиПИ» (Приложение П).

На площадке лаборатории инноваций ГК АГАМА были проведены производственные испытания разработанной технологии рыбных формованных полуфабрикатов в ассортименте: рыбные полуфабрикаты из фарша трески/салаки/минтая с добавлением яблочного/морковного/ягодного порошков. Качественные показатели продукции определяли в соответствии с техническими условиями.

По результатам испытаний осуществляли дегустационную оценку образцов, которая проводилась после доведения рыбных полуфабрикатов до кулинарной готовности одним из рекомендуемых способов, согласно маркировке.

Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели всех представленных образцов, в частности: нежную консистенцию, приятные цветовые оттенки продукции и отсутствие ярко выраженного рыбного запаха. Комиссия рекомендовала разработанную технологию к внедрению на предприятиях ГК АГАМА.

Также на площадке Ресурсного центра при ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии» осуществлялась выработка опытных партий рыбных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства по разработанной технологии. Дегустационная оценка проводилась после доведения рыбных полуфабрикатов до кулинарной готовности рекомендуемым способом согласно маркировке. Комиссия отметили высокий уровень показателей всех представленных образцов и их преимущества: нежную консистенцию, приятные цветовые оттенки продукции и отсутствие ярко выраженного рыбного запаха. Внесение растительных порошков обогатило рыбные полуфабрикаты пищевыми волокнами. Комиссией рекомендована данная технология к внедрению на предприятиях рыбоперерабатывающей отрасли.

3. 11 Оценка экономической эффективности технологии

Для расчета экономической эффективности проекта цеха по производству рыбных формованных полуфабрикатов с использованием вторичного сырья сокового производства были определены затраты на производство продукции – капитальные (инвестиционные) и текущие.

Капитальные затраты включают приобретение необходимого оборудования, перечень и стоимость которого представлены в таблице 3.11.1.

Таблица 3.11.1 - Расчет капитальных затрат

№ п/п	Наименование оборудования	Количество, ед.	Отпускная цена, за ед. (май 2023 г.)
1	Мясокостный сепаратор (неопресс)	1	315 000
2	Фаршемешалка	1	564 000
3	Формовочный аппарат	1	231 000
4	Спиральная конвейерная система шокового замораживания	1	2 900 000
5	Варочный котел	1	226 000
6	Гомогенизатор	1	500 000
7	Протирочная машина	1	200 000
8	Дозатор соуса	1	360 000
9	Запайщик лотков	1	130 000
10	Горизонтальный картонатор	1	670 000
11	Тележка-рикша	2	30 000
12	<i>Итого</i>	<i>12</i>	<i>6 126 000</i>

Общая сумма капитальных затрат включает общую стоимость внедряемого оборудования, стоимость монтажа и транспортно-складские расходы [70]:

$$\Sigma K_{КЗ} = K_{Общ} + K_{М} + K_{Тр} \quad (3.11.1)$$

где $K_{Общ}$ – стоимость внедряемого оборудования

$K_{М}$ – стоимость монтажа, руб

$$K_{М} = 20\% K_{Общ} \quad (3.11.2)$$

$$K_{М} = 6\,126\,000 \times 0,2 = 1\,225\,200 \text{ руб.};$$

$K_{Тр}$ – транспортно-складские расходы, руб.

$$K_{Тр} = 13,7\% K_{Общ} \quad (3.11.3)$$

$$K_{Тр} = 6\,126\,000 \times 0,137 = 839\,262 \text{ руб.};$$

$$\Sigma K_{КЗ} = 6\,126\,000 + 1\,225\,200 + 839\,262 = 8\,190\,462 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные затраты рассчитываются с учетом планируемой

готовой мощности линии и числа смен в сутки. С учётом предполагаемой мощности линии по производству полуфабрикатов – 10 тонн в месяц (120 тонн в год) и работы в одну смену удельные капитальные затраты составят 2,05 руб. на единицу продукции.

К текущим затратам относят ежемесячные затраты – заработную плату, затраты на электро- и водоснабжение, упаковку и пр.

Для бесперебойной работы цеха по производству полуфабрикатов требуются квалифицированные сотрудники: технолог, инженер, а также производственные рабочие. Для работы линии необходимо шесть человек – технолог и инженер по обслуживанию оборудования на неполный рабочий день (полставки), трое рабочих на линию, один человек обслуживающего персонала. Затраты на оплату труда рассчитываются с учетом страховых взносов на обязательное пенсионное страхование – 22 %, на обязательное социальное страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством – 2,9 %, на обязательное медицинское страхование - 5,1 % в соответствии с налоговым кодексом РФ.

Кадровый состав и затраты на оплату труда представлены в таблице 3.11.2.

Таблица 3.11.2 - Кадровый состав и затраты на оплату труда

Должность	Ставка	Оклад, руб.	Налог, руб.	Затраты на оплату труда, руб.
Технолог	0,5	30 000	9 000	39 000
Инженер по обслуживанию оборудования	0,5	25 000	7 500	32 500
Производственные рабочие	1	35 000	10 500	45 500
	1	35 000	10 500	45 500
	1	35 000	10 500	45 500
Вспомогательный персонал	1	30 000	9 000	39 000
<i>Итого</i>		<i>190 000</i>	<i>57 000</i>	<i>247 000</i>

Текущие затраты цеха по производству рыбных полуфабрикатов представлены в таблице 3.11.3 стоимость сырья на 10 тонн готовой продукции представлена в таблице 3.11.4.

Таблица 3.11.3 – Затраты цеха по производству рыбных полуфабрикатов

Затраты	Стоимость, руб.
Коммунальные платежи	40 000
Ветеринарные услуги	30 000
Хозяйственные и прочие расходы	100 000
Упаковочные материалы	50 000
<i>Итого</i>	<i>220 000</i>

Таблица 3.11.4 - Стоимость сырья на 10 тонн готовой продукции

Наименование сырья	Норма расхода, кг	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Минтай (тушка мороженая)	7 693	130	1 000 090
Лук свежий очищенный	400	30	12 000
Соль пищевая	67	15	1 005
Масло растительное	150	100	15 000
Яблочный жмых	6 000	12	68 000
Томатное пюре	2 000	120	240 000
Специи	100	20	2 000
<i>Итого</i>			<i>1 338 095</i>

Была определена себестоимость готового продукта на основе расчета всех необходимых затрат для производства полуфабрикатов. При калькуляции себестоимости затраты были сгруппированы по следующим статьям: стоимость сырья, оплата труда работников, начисления на фонд оплаты труда (страховые взносы); коммунальные платежи; налог на добавленную стоимость; расчетная прибыль [70].

Таблица 3.11.5 - Расчет затрат на 10 тонн готовой продукции

Вид затрат	Сумма, руб.
Сырьё	1 338 095
Упаковочные материалы	50 000
Коммунальные платежи	40 000
Зарплата и налоги	247 000
Хозяйственные и прочие расходы	100 000
Амортизация	1 225 200
Итого	2 946 255

Таким образом себестоимость разработанной продукции составит 294,6 руб. за 1 кг. При планируемой наценке в 20 % итоговая цена продукции будет составлять 353,5 рублей за 1 кг, и соответственно 106 руб. за 1 упаковку полуфабрикатов в соусе массой 300 г. Рыбный полуфабрикат с такой стоимостью будет конкурентоспособным на рынке, при этом следует отметить, что в составе разработанного продукта остается значительная доля рыбы (85 %).

Расчет прибыли и рентабельности позволил определить экономическую эффективность внедряемой технологии [70].

Прибыль в общем виде представляет собой разницу между ценой продукции и её себестоимостью и рассчитывается следующим образом:

$$П = (Ц - С) \times В, \quad (3.11.4)$$

где Ц-цена продукции; С-себестоимость продукции; В – объем выпуска.

$$П = (3\,471\,546 - 2\,946\,255) \times 12 = 6\,303\,492 \text{ руб.}$$

Рентабельность можно представить, как отношение прибыли к себестоимости реализуемой продукции.

$$Р = П/С \times 100 \%, \quad (3.11.5)$$

где П - прибыль; С –себестоимость продукции.

$$Р = 6\,303\,492 / 34\,711\,546 \times 100 = 18 \%$$

Срок окупаемости капитальных вложений можно рассчитать как отношение суммы капитальных затрат к чистой прибыли (прибыль после уплаты налогов)

предприятия.

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{кз}} / \text{ЧП}, \quad (3.11.6)$$

где П - прибыль; С –себестоимость продукции.

$$T_{\text{ок}} = 6\,303\,492 / 2\,946\,255 = 2,1 \text{ год.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений 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:

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 «Балтимор), 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.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АК – аминокислота;

АЛО – азот летучих оснований;

БАВ – биологически активные вещества;

БГКП – бактерии группы кишечной палочки;

ВБР - водные биологические ресурсы;

ВОЗ– Всемирная организация здравоохранения (World Health Organization, WHO);

ВУС - влагоудерживающая способность;

ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота;

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт;

КМАФАНМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов;

КЖК/КЦЖК - короткоцепочечные жирные кислоты;

КОЕ – колониеобразующая единица;

КСАС - коэффициент сбалансированности аминокислотного состава;

МУК – методические указания;

ОТЕ – операционная таксономическая единица - группа микроорганизмов, объединенных по признаку гомологии последовательностей 16S рРНК не менее чем на 97—99 %, таксономический эквивалент вида, определяемый культурально-независимыми методами анализа;

ОЦКП - ортогональный центральный композиционный план;

ПВ – пищевые волокна;

ПНС - предельное напряжение сдвига;

С – аминокислотный скор;

ТР ЕАЭС - Технический регламент Евразийско – Азиатского экономического союза;

ТР ТС – Технический регламент Таможенного союза;

ТУ – технические условия;

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация (Food and Agriculture Organization, FAO)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья/ Л.С. Абрамова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
2. Анализ потребности внутреннего рынка в рыбной продукции и предложения по его насыщению такой продукцией по доступным ценам // Восточный центр государственного планирования, 2022 – URL: <https://clck.ru/39CSe7> (дата обращения: 01.06.2023)
3. Ардатская М.Д. Клиническое применение пищевых волокон: [метод. пособие] / М. Д. Ардатская. – М.: 4ТЕ Арт, 2010. – 48 с.
4. Байгарин, Е. К. Содержание пищевых волокон в различных пищевых продуктах растительного происхождения / Е. К. Байгарин, В. В. Бессонов // Вопросы питания. – Т. 81. – 2012. – № 2. – С. 40–41.
5. Белова М.П. Научное обоснование и разработка технологий рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий диабетического назначения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Белова Марина Павловна. Калининград. – 2018. - 23 с.
6. Богданов, В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой: монография. М.: Мир, 2005. 310 с.
7. Божко А.С. К вопросу о возможности использования вторичного сырья пивоваренных производств с целью создания продукции, обогащенной витаминами группы В/ А.С. Божко, И.М. Титова// Инновации в технологии продуктов здорового питания: сб. науч. тр. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2017. - 176-180 с.
8. Бойцова Т.М. Обоснование и разработка ресурсосберегающих технологий рыбного фарша и пищевых продуктов на его основе: автореф. дис. д. техн. наук: 05.18.04/ Бойцова Татьяна Марьяновна. Владивосток. – 2002. - 24 с.
9. Бойцова Т.М. Современные технологии пищевого рыбного фарша и пути повышения их эффективности: [Монография] / Т. М. Бойцова. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. - 155 с.
10. Быкова А. Е. Обоснование возможности использования

дикорастущего растительного сырья Кольского полуострова в технологии полуфабрикатов и готовых блюд / А. Е. Быкова, И. Э. Бражная // Наука и образование – 2010: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 5-9 апреля 2010 г. – С. 979-983.

11. Васильева, И. Г. Нетрадиционное сырье для производства мучных кондитерских изделий / И. Г. Васильева // Аллея науки. – 2019. – Т. 3, № 1(28). – С. 38-44.

12. Горбатовский А.А. Разработка рецептуры и технологии фаршевых изделий из пресноводных рыб сложного сырьевого состава: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Горбатовский Андрей Андреевич. Санкт-Петербург. – 2006. – 24 с.

13. ГОСТ 32633-2013. Рыба мороженая Технические условия (с поправкой). условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105891>. (Дата обращения 10.10.2021).

14. ГОСТ 32744-2014. Рыба мелкая мороженая. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105891>. (Дата обращения 10.10.2021).

15. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-7636-85> (Дата обращения 10.10.2021).

16. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200066618> (Дата обращения 10.10.2021).

17. ГОСТ 8756.1-2017 Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200157570> (Дата обращения 10.10.2021).

18. ГОСТ 33977-2016 Продукты переработки фруктов и овощей. Методы

определения общего содержания сухих веществ/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200144956> (Дата обращения 10.10.2021).

19. ГОСТ 26669-85 Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов (с Изменением № 1) / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200022785> (Дата обращения 20.05.2021).

20. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200022648/> (Дата обращения 20.05.2021).

21. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098583/> (Дата обращения 20.05.2021).

22. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098239/> (Дата обращения 20.05.2021).

23. ГОСТ 32031-2012 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105310/> (Дата обращения 20.05.2021)

24. ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия (с Изменением № 1)/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021131> (Дата обращения 20.05.2021).

25. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути (с Изменением № 1)/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021131> (Дата обращения 20.05.2021).

26. ГОСТ 31628-2012 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200096121> (Дата обращения 20.05.2021).

27. ГОСТ Р 51766-2001 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200025461> (Дата обращения 20.05.2021)

28. ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца (с Изменением № 1) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200021129> (Дата обращения 20.05.2021).

29. Добрецкая, Е. И. Рынок рыбной продукции в Российской Федерации /Е.И. Добрецкая. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 13 (408). — С. 44-47. — URL: <https://moluch.ru/archive/408/89826/> (дата обращения: 13.03.2023).

30. Долганова, Н. В. Микробиология рыбы и рыбных продуктов: учебное пособие / Н. В. Долганова, Е. В. Першина, З. К. Хасанова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1371-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211016> (дата обращения: 28.02.2023).

31. Драпкина О.М. Кишечная микробиота и ожирение. Патогенетические взаимосвязи и пути нормализации кишечной микрофлоры / О.М. Драпкина, О.Н. Корнеева // Терапевтический архив. 2016. Т. 88. № 9. С. 135-142.

32. Драчева, Л.В. Пищевые волокна – ингредиенты функционального назначения // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2011. – № 1. – С. 42 – 43.

33. Дудкин, М.С. Пищевые волокна / М.С. Дудкин, Н.К. Черно. – М.: Урожай, 2012. – 152 с

34. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: уч. пособие / Л.В. Донченко. –М.: ДеЛи, 2000. – 255 с.

35. Ермош, Л. Г. Овощные выжимки как источник биологически активных веществ / Л. Г. Ермош, К. А. Фадеев // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 233-237.

36. Затевалов А.М. Возрастная динамика продукции короткоцепочечных

жирных кислот кишечной микробиотой у пациентов, не имеющих гастроэнтерологических заболеваний / А.М. Затевалов, Е.П. Селькова, Н.В. Гудова, А.С. Оганесян // Альманах клинической медицины. 2018. Т. 46. № 2. С. 109–117.

37. Зацепилина Н.П. Совершенствование технологии комбинированных рубленых изделий и полуфабрикатов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Зацепилина Наталья Петровна. Воронеж. – 2014. - 24 с.

38. Замбулаева, Н. Д. Отходы, образующиеся при получении соков из ягод брусники и клюквы, как перспективное сырье с полифункциональным эффектом / Н. Д. Замбулаева, С. Д. Жамсаранова // Техника и технологии продуктов питания: наука. Образование. Достижения. Инновации : Материалы международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 18–22 сентября 2014 года. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2014. – С. 145-154.

39. Зюзина О.Н. Разработка технологии и оценка потребительских свойств полуфабрикатов с использованием рыбного и растительного сырья: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15/ Зюзина Ольга Николаевна. Краснодар. – 2012. - 24 с

40. Ивченкова Е.Н. Совершенствование технологии формованных мороженых полуфабрикатов из фарша кальмара с начинками: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Ивченкова Екатерина Николаевна. Калининград. – 2014. - 24 с.

41. Иринаева О.И. Разработка технологии и ассортимента кулинарной продукции с функциональными свойствами на основе рыбного фарша: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Иринаева Ольга Ивановна. Санкт-Петербург. – 2014. - 24 с.

42. Ипатова, Л.Г. Пищевые волокна в продуктах питания / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.В. Тарасова, А.А. Филатова // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 8–10.

43. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству за 2022

год и задачи на 2023 год // Материалы к заседанию – URL: <https://clck.ru/37rmiz> (дата обращения 04.09.2023)

44. Как увеличить потребление рыбы в России? // ЦСП «Платформа». – URL: <https://pltf.ru/wp-content/uploads/2021/07/kak-uvlichit-potreblenie-ryby-v-rossii.pdf> (дата обращения 04.09.2022)

45. Кизеветтер, И.В. Биохимия сырья водного происхождения. М.: Пищевая промышленность, 1973. 415 с.

46. Коцыло И.В. Разработка технологии рыбных формованных полуфабрикатов на основе сырья пониженной товарной ценности: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Коцыло Ирина Викторовна. Калининград. – 2011. - 24 с.

47. Крухмалева, М. В. Оптимизация биологической ценности вторичных сырьевых ресурсов агропромышленного комплекса / М. В. Крухмалева, А. Ю. Камербаев // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2018. – № 3(71). – С. 64-68

48. Кулик О.М. Разработка технологии рыбопродуктивных кулинарных изделий: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Кулик Ольга Мизацловна. Мурманск. – 2019. - 24 с

49. Куликова А.С. Совершенствование технологии рыбных полуфабрикатов, рекомендованных для питания детей дошкольного возраста: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/Куликова Алина Сергеевна. Калининград. – 2021. - 24 с.

50. Лисин П.А. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов / П. А. Лисин, О. Н. Мусина, И. В. Кистер, Н. Л. Чернопольская // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3(11). – С. 53-58.

51. Лисовицкая Е.П. Пектин основной источник борьбы с вредными веществами / Е.П. Лисовицкая, С.В. Патиева, Л.Я. Родионова, Ю.Н. Шаkota // Приоритетные направления развития пищевой индустрии: матер. науч.-прак. конф. – Ставрополь, 2016. – С.385-388.

52. Максименко М.Г. Физико-химические показатели и витаминный

сосав порошков из выжимок плодово-ягодных сушеных/ М.Г. Максименко, О.Г. Зуйкевич //Плодоводство. 2011; 23:368-374.

53. Маюрникова, Л. А. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: учеб. пособие / Л. А. Маюрникова, В. М. Позняковский, Б. П. Суханов - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2016. - 448 с. - ISBN 978-5-98879-189-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента"-URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791898.html> (дата обращения: 23.05.2022).

54. Мезенова О. Я. Математическое моделирование в пищевой биотехнологии / О. Я. Мезенова, Н. Ю. Мезенова. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 103 с.

55. Мезенова О.Я. Проектирование комбинированных продуктов питания. Лабораторный практикум: учебное пособие / О.Я. Мезенова. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 123 с.

56. Михлай С.А. Обоснование и разработка технологии полуфабрикатов из рыбы и кальмара, предназначенных для питания детей дошкольного и школьного возраста: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04/ Михлай Светлана Александровна. Москва, 2011. - 24 с.

57. МР 2.3.1. 0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / Фед. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека: Введ. 22.07.2021. – М., 2021. – 72 с.

58. 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.

59. 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.

60. 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.

61. 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.

62. 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.

63. 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.

64. 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.

65. 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.

66. 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.

67. Мясищева, Н. В. Научное обоснование технологии производства жележных продуктов из ягод смородины красной и черной: специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства": диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Мясищева Нина Викторовна. – Мичуринск, 2018. – 338 с.

68. МУК 4.2.1847–04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035982> (дата обращения: 03.05.2019).

69. МУК 4.2.2046-06 Методы выявления и определения паразитических вибрионов в рыбе, нерыбных объектах промысла, продуктах, вырабатываемых из них, воде поверхностных водоемов и других объектах [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044188> (дата обращения: 03.05.2020).

70. Некрасова О.О. Экономическое обоснование проектирования технологических линий// Метод. указ. Калининград, 2012 – 27 с.

71. Нгуен Тхи Чук Лоан. Разработка рыбных функциональных продуктов на основе мяса кальмара тихоокеанского и прудовых рыб: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15/ Нгуен Тхи Чук Лоан. Воронеж. – 2012. - 24 с.

72. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.

73. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: распоряжение от 29 июня 2016 г. № 1364-р. Доступ из электронного фонда правовой и нормативно-технической документации. Источник: <http://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения 11.10.2021).

74. Патент РФ № 2294117. Формованный рыбный полуфабрикат для дошкольного и школьного питания пат. Рос. Федерация / Абрамова Л.С., Коноваленко Е.С.; заявл. 27.01.05; опубл. 27.02.07. Бюл. № 6. 6 с.

75. Патент РФ № 2548195. Способ производства соуса функционального назначения пат. Рос. Федерация / Рыльская Л.А.; заявл. 22.04.14; опубл. 20.04.15. Бюл. № 11. 5 с.

76. Патент РФ № 2595165. Рыбные рубленые изделия, обогащенные пророщенным зерном пшеницы пат. Рос. Федерация/ Евтухова О.М., Сафронова Т.Н.; заявл. 09.04.15; опубл. 20.08.16. Бюл. № 23. 8 с.

77. Патент РФ № 2634963. Способ производства томатного соуса пат. Рос. Федерация/ Аникина В.А., Бадмаева И.И.; заявл. 14.06.16; опубл. 08.11.17. Бюл. № 31. 8 с.

78. Патент РФ № 2655847. Соус томатный пат. Рос. Федерация/ Агафонова Е. В., Барашкина Е. В., Третьякова Н. Р., Роговенко И. А.; заявл. 27.03.17; опубл. 29.05.18. Бюл. № 16. 6 с.

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

80. Патент РФ № 2755266. Рыборастительный функциональный продукт. пат. Рос. Федерация / Золотокопова С.В., Лебедева Е.Ю., Золотокопов А.В., Яренков М.А.; заявл. 23.11.20; опубл. 14.09.21. Бюл. № 26. 5 с.

81. Перфилова, О. В. Переработка вторичного фруктово-овощного сырья с использованием электрофизических методов: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности, разработка инновационных технологических решений : специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Перфилова Ольга Викторовна, 2019. – 437 с.

82. Перфилова, О. В. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01/ Перфилова Ольга Владимировна. Москва. – 2009. - 24 с.

83. Перфилова, О. В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания / О. В. Перфилова // Новые технологии. – 2017. – № 4. – С. 65-71.

84. Петрова Л.Д. Перспективность использования нутовой муки в технологии рыбного фарша/ Л.Д. Петрова, В.Д. Богданов // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 1. С. 30-35.

85. Позняковский, В. М. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность: учеб. -справ. пособие / В. М. Позняковский, О. А. Рязанова, Т. К. Каленик, В. М. Дацун; под общ. ред. В. М. Позняковского. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. - 311 с.

86. Пономарев В.Б. Математическое моделирование технологических процессов: курс лекций /В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. -129 с.

87. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах // Росстат. – URL:<https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292> (дата обращения 29.03.2023)

88. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 (ред. от 01.12.2020) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых

продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения 25.11.2022)

89. Приказ Минздрава России от 30.12.2022 № 821 О внесении изменений в приложение к рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, утвержденным приказом министерства здравоохранения российской федерации от 19 августа 2016 г. N 614 – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_449303/ (дата обращения 25.05.2023)

90. Раков, М. О. Разработка бисквитного полуфабриката с использованием порошка из яблочного жмыха для спортивного рациона питания / М. О. Раков // Аллея науки. – 2020. – № 2(41). – С. 181-184.

91. Рогов И.А. Химия пищи: учеб. для вузов/ И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко – М.: Изд-во Колос, 2007. – 853 с.

92. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы - 2-е изд., перераб. – СПб.: Профессия, 2015. 239 с.

93. Ситкин С.И. Метаболический дисбиоз кишечника и его биомаркеры /С.И. Ситкин, Е.И. Ткаченко, Т.Я. Вахитов // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2015. № 12 (124). С. 6–29.

94. Ситкин С.И. Микробиота кишечника при язвенном колите и целиакии/ С.И. Ситкин, Т.Я. Вахитов, Е.И. Ткаченко, и др.// Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2017. № 1. С. 8–30. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nogr.org/jour/article/view/359>.

95. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология [Электронный ресурс] / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Позняковский; под ред. В. Б. Спиричев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 547 с.

96. Стаценко Е.С. Разработка рецептур и технологии кулинарных изделий на основе комбинированного рыбного фарша: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15/ Стаценко Екатерина Сергеевна. Владивосток. – 2004. - 24 с.

97. Степаненко, Е. И. Применение пищевых добавок в технологии формованной рыбной продукции с промежуточной влажностью / Е. И. Степаненко, М. П. Андреев, Б. Л. Нехамкин // Известия КГТУ. – 2016. – № 42. – С. 138-146.

98. Терещенко В. П. Изменение реологических характеристик фаршей из рыбы и птицы для производства коэкструзионных полуфабрикатов / В. П. Терещенко, Д. Л. Альшевский, М. Н. Альшевская, Е. Е. Керевичене// Известия КГТУ. – 2009. – № 15. – С. 87-91.

99. Терещенко В.П. Основы методики и рекомендации по инструментальному определению консистенции рыбных продуктов / В. П. Терещенко, В. И. Рулев, Л. А. Яковлева. - Текст: непосредственный // Совершенствование технологии и контроля производства продукции из рыбного сырья: сб. науч. трудов. - Калининград: КТИРПиХ, 1990. - С. 100-118.

100. Терещенко В.П. Товароведение продовольственных товаров (практикум): Учебное пособие/ В.П. Терещенко, М.Н. Альшевская// — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 240 с.

101. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420394425> (дата обращения: 10.02.2022)

102. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 10.02.2022).

103. Технология продукции общественного питания: в 2 т. / под ред. д-ра техн. наук, проф. А. С. Ратушного. – Т. 1. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке. М.: Мир, 2003. 351 с.

104. Тихомирова Е.К. Современное производство кулинарных изделий из рыбного сырья/ Е.К. Тихомирова, О.В. Бредихина, Л.М. Абрамова // Рыбпром. 2010. № 1. С. 54–57.

105. Труба А.С. Рыбная отрасль России и её технический потенциал: проблемы и пути укрепления/ А.С. Труба, А.М. Кузьменко, В.П. Черданцев, П.В. Черданцев // Вопросы рыболовства. 2023;24(1):179-187.

106. Фатыхов Ю. А. Исследование реологических характеристик рыбного фарша из объектов аквакультуры/ Ю.А. Фатыхов, Д.Л. Альшевский, В.И. Устич, Ю.Н. Коржавина, Е.Е. Веремей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 3. С. 119–128.

107. Функциональные продукты питания: учебное пособие/коллектив авторов. – М.: КНОРУС, 2012. – 304 с.

108. Хаустова Е.В. Потребительские свойства полуфабрикатов из мяса пресноводных рыб с белковыми добавками: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15/ Хаустова Елена Валентиновна. Москва – 2009. - 24 с

109. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева, в 2-х томах. - М.: Агпромиздат, 1987.– Т.1. - 224 с.; Т.2. – 360 с.

110. Хрундин Д.В. Некоторые аспекты применения пектиновых веществ в технологии пищевых производств // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №24. – С. 53–56.

111. Чалдаев П. А. Применение яблочных выжимок для производства продуктов питания / П. А. Чалдаев, А. Ю. Свечников // Пищевая промышленность. – 2014. – № 4. – С. 40-41.

112. Шарапова А.А. Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий/ А.А. Шарапова, А.И. Куприянов, М.В. Сутягина// Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IV Всероссийской науч.-практич. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. С. 65–70.

113. Ших Е.В. Роль томатов и продуктов из них в здоровом питании человека/ Е.В. Ших, Е.В. Елизарова, А.А. Махова, Т.В. Брагина //Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 4. С. 129–137. URL: <https://doi.org/10.33029/0042-8833->

2021-90-4-129-137/

114. Шульдяков А.А. Взаимосвязь факторов питания и микрофлоры кишечника с развитием депрессивных расстройств/ А.А. Шульдяков, Ю.Б. Барыльник, Е.П. Ляпина, К.Х. Рамазанова, Н.В. Филиппова // Саратовский научно-медицинский журнал. 2016. Т. 12 № 2 С. 168-174

115. Alonso Cotoner C, Casellas Jorda F, Chicharro Serrano ML, Iron deficiency: not always blood losses *An. Med. Interna.* – 2003. - 20(5), S.227–231

116. Bouletis, A. D., Arvanitoyannis, I. S., Hadjichristodoulou, C. Application of modified atmosphere packaging on aquacultured fish and fish products. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2017, Vol. 57, Issue 11, P. 2263–2285.

117. Camila A. Perussello, Zhihang Zhang, Antonio Marzocchella, Brijesh K. Tiwari Valorization of Apple Pomace by Extraction of Valuable. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, vol.16, i. 5, pp. 776-796. DOI: 10.1111/1541-4337.12290

118. Chen T, Long W, Zhang C, Liu S, Zhao L, Hamaker BR. Fiberutilizing capacity varies in *Prevotella* — versus *Bacteroides* — dominated gut microbiota. *Scientific Reports.* 2017;7(1):2594. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02995-4>

119. Classification of domains and phyla – Hierarchical classification of prokaryotes (bacteria): Version 2.0. LPSN. Published 2018. [Электронный ресурс]– URL: <http://www.bacterio.net/-classifphyla.html#proteobacteria>

120. Cummings, J.H., and Macfarlane, G.T. (1991). The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J. Appl. Bacteriol.* 70, 443–459.

121. Desai, M.S., Seekatz, A.M., Koropatkin, N.M., Kamada, N., Hickey, C.A., Wolter, M., Pudlo, N.A., Kitamoto, S., Terrapon, N., Muller, A., et al. (2016). A dietary fiber-deprived gut microbiota degrades the colonic mucus barrier and enhances pathogen susceptibility. *Cell* 167, 1339–1353.e21.

122. Derrien M, Collado MC, Ben-Amor K, Salminen S, de Vos WM. The Mucin degrader *Akkermansia muciniphila* is an abundant resident of the human intestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology.* 2008;74(5):1646-1648. URL:

<https://doi.org/10.1128/aem.01226-07>

123. Dominguez-Bello M.G., Godoy-Vitorino F., Knight R., et al. Role of the microbiome in human development. *Gut*. 2019;68(6):1108-1114. URL: <https://www.nap.edu/read/10490/chapter/1>

124. Duncan, S.H., Belenguer, A., Holtrop, G., Johnstone, A.M., Flint, H.J., and Lobley, G.E. (2007). Reduced dietary intake of carbohydrates by obese subjects results in decreased concentrations of butyrate and butyrate-producing bacteria in feces. *Appl. Environ. Microbiol.* 73, 1073–1078.

125. Fadrosch D.W. et al. An improved dual-indexing approach for multiplexed 16S rRNA gene sequencing on the Illumina MiSeq platform // *Microbiome*. 2014. V. 2. № 1. P. 6

126. Friedman M. Chemistry and anticarcinogenic mechanisms of glycoalkaloids produced by eggplants, potatoes, and tomatoes // *J. Agric. Food Chem.* 2015. Vol. 63, N 13. P. 3323–3337. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00818>

127. Huse S.M. Core Human Microbiome as Viewed through 16S rRNA Sequence Clusters/ S.M. Huse, Y. Ye, Y. Zhou, et al.// *PLOS ONE*. 2012;7(6):34242.

128. Huttenhower C. Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome/ C. Huttenhower, D. Gevers, R. Knight, et al.//*Nature*. 2012;486: p. 207–214.

129. Joseph Sambrook and David W. Russell. Protocol Purification of Nucleic Acids by Extraction with Phenol:Chloroform // *Cold Spring Harb Protoc*. 2001. T. № 3. C. 356-359.

130. Kassem Makki, Edward C. Deehan, Jens Walter, Fredrik Bäckhed. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host & Microbe* 23, June 13, 2018

131. Klimenko N.S., Tyakht A.V., Popenko A.S., et al. Microbiome Responses to an Uncontrolled Short-Term Diet Intervention in the Frame of the Citizen Science Project // *Nutrients*. 2018. V. 10 №5. P. 576.

132. Mariat D. The Firmicutes/Bacteroidetes ratio of the human microbiota changes with age/D. Mariat, O. Firmesse, F. Levenez, et al. // *BMC Microbiol.*

2009;9(9):123.

133. Mills S., Stanton C., Lane J.A., Smith G.J., Ross R.P. Precision nutrition and the microbiome. Part I: Current state of the science. *Nutrients*. 2019;11(4):923.

134. Ottman N. The function of our microbiota: who is out there and what do they do?/ N. Ottman, H. Smidt, W.M. de Vos, C. Belzer // *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2012; 2:104.

135. Project "Microbiome of the Earth" [Electronic resource]. - Access mode: www.earthmicrobiome.org (date of access: 06.24.2020).

136. Ríos-Covián D, Ruas-Madiedo P, Margolles A, Gueimonde M, de los Reyes-Gavilán CG, Salazar N. Intestinal Short Chain Fatty Acids and their Link with Diet and Human Health. *Frontiers in Microbiology*. 2016;7:185. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00185> 6

137. Ryder J., Iddya K., Ababouch L. Assessment and management of seafood safety and quality // *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome: FAO, 2014. No 574. 432 p.

138. Salehi B., Sharifi -Rad R., Sharopov F. et al. Benefi cial eff ects and potential risks of tomato consumption for human health: an overview // *Nutrition*. 2019. Vol. 62. P. 201–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.01.012>

139. Shenderov B.A. Gut indigenous microbiota and epigenetics. *Microbial ecology in health and disease*. 2012;23(1):171-195. doi: 10.3402/mehd.v23i0.17195

140. Shortt C., Hasselwander O., Meynier A., et al. Systematic review of the effects of the intestinal microbiota on selected nutrients and non-nutrients. *European journal of nutrition*. 2018; 57(1): p. 25-49.

141. Stauffer J.R. Species concepts and speciation of fishes: concluding remarks // J. R. Stauffer, Patrick M. Koocovsky. – *Fish and Fisheries № 3.*: Blackwell Science, 2002. – P. 230-232

142. Vemuri R. Beyond just bacteria: functional biomes in the gut ecosystem including virome, mycobiome, archaeome and helminthes/ R. Vemuri, E.M. Shankar, M. Chieppa, et al// *Microorganisms*. 2020;8(4):483.

143. Wagner J.R. Effect of freezing rate on the denaturation of myofibrillar proteins / J.R. Wagner, M.C. Anon // *J. Food Technol.*, 20, 1985. – P. 735-744.

144. Wesolowska-Andersen A., et al. Choice of bacterial DNA extraction method from fecal material influences community structure as evaluated by metagenomic analysis. *Microbiome*. 2014;2(1):19.

145. Xu X., Li J., Wang X., Wang S., Meng S., Zhu Y. et al. Tomato consumption and prostate cancer risk: a systematic review and meta-analysis // *Sci. Rep.* 2016. Vol. 6. Article ID 37091

146. Zhang W. Gut microbiota community characteristics and disease related microorganism pattern in a population of healthy Chinese people/ W. Zhang, J. Li, S. Lu, et al// *Scientific Reports*. 2019;9:1594.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Шкала органолептической оценки рыбных формованных полуфабрикатов

Наименование показателя	Характеристика	Балл
Внешний вид	Изделия шарообразной формы (тефтели), равномерно покрытые соусом. Допускаются незначительные отклонения от правильной формы.	5
	Изделия шарообразной формы (тефтели), слегка приплюснутые, равномерно покрытые соусом.	4
	Изделия шарообразной формы, покрытые соусом неравномерно (не полностью). Незначительно деформированы.	3
	Изделия деформированы, нарушена шарообразная форма. Неравномерно покрыты соусом (не полностью).	2
	Изделия слипшиеся, бесформенные. Неравномерно покрыты соусом (не полностью).	1
Консистенция	Упругая, не крошливая, сочная	5
	Слегка уплотненная, не достаточно сочная	4
	Уплотненная, суховатая	3
	Сухая, слегка крошливая или мажущаяся	2
	Сухая, крошливая или излишне мажущаяся	1
Вкус	Ярко-выраженный, гармоничный вкус, свойственный данному виду продукта	5
	Приятный вкус, свойственный данному виду продукта	4
	Свойственный данному виду продукта, не гармоничный или недостаточно выраженный	3
	Слабо-выраженный вкус, присутствие постороннего привкуса	2
	Неприятный вкус	1

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Наименование показателя	Характеристика	Балл
Запах	Слабовыраженный запах рыбы, с приятным ароматом соуса и специй	5
	Выраженный запах рыбы, с приятным ароматом соуса и специй	4
	Свойственный данному виду продукции, недостаточно выраженный	3
	Не выраженный аромат, неприятный запах рыбы	2
	Неприятный запах, присутствие постороннего запаха (признаков окисления, продуктов порчи белков)	1
Цвет	Цвет изделия зависит от цвета рыбного сырья и вносимого растительного порошка (от светло до темно фиолетового, оранжевого, коричневого). Допускаются отдельные включения более яркого цвета, в зависимости от используемого растительного порошка	5
	Незначительная неоднородность цвета	4
	Неоднородный цвет изделия	3
	Непривлекательный цвет изделия, неоднородный	2
	Отгаликивающий цвет, неоднородный	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Шкала органолептической оценки томатного соуса

Наименование показателя	Характеристика	Балл
Внешний вид	Однородная протертая масса с наличием измельченных овощей или без них, пряностей или без них, без включения семян, частиц кожицы, семенной камеры и грубых кусочков сердцевины томатов или яблок	5
	Однородная протертая масса с наличием измельченных овощей или без них, пряностей или без них, без включения семян, частиц кожицы, семенной камеры и грубых кусочков сердцевины томатов или яблок, присутствует незначительное расслоение соуса	4
	Присутствует неоднородность массы	3
	Масса неоднородная, присутствует расслоение соуса	2
	Масса неоднородная, присутствуют включения семян, частиц кожицы, семенной камеры и грубых кусочков сердцевины томатов или яблок	1
Консистенция	Однородная консистенция, густая, свойственная соусам, отсутствует расслоение соуса	5
	Однородная консистенция, присутствует незначительное расслоение соуса	4
	Консистенция неоднородная, присутствует расслоение соуса	3
	Консистенция не свойственная соусам (слишком густая, или слишком жидкая)	2
	Консистенция неоднородная, присутствуют включения семян, частиц кожицы, семенной камеры и грубых кусочков сердцевины томатов или яблок	1

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Наименование показателя	Характеристика	Балл
Вкус	Приятный гармоничный вкус, с хорошо выраженным вкусом томатных продуктов и пряностей	5
	Приятный вкус, с выраженным вкусом томатных продуктов и пряностей	4
	Слабовыраженный вкус томатных продуктов и пряностей	3
	Вкус не гармоничен, присутствует ярко выраженное преобладание вкуса одного из компонентов	2
	Неприятный вкус, присутствие постороннего привкуса	1
Запах	Приятный гармоничный аромат, с хорошо выраженным вкусом томатных продуктов и пряностей	5
	Приятный аромат, с выраженным вкусом томатных продуктов и пряностей	4
	Слабовыраженный аромат томатных продуктов и пряностей	3
	Присутствует ярко выраженное преобладание аромата одного из компонентов	2
	Неприятный аромат, присутствие постороннего запаха	1
Цвет	Приятный цвет, красный или красно-оранжевый, однородный по всей массе	5
	Присутствие незначительной неоднородности цвета по всей массе	4
	Неоднородный цвет	3
	Коричневый, неоднородный цвет	2
	Темно-коричневый, неприятный, неоднородный цвет	1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ТУ «Порошок яблочный, пектинсодержащий»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.24.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ

директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
« 25 » 10 2017 г.



Порошок яблочный, пектинсодержащий

ТУ 10.39.24 - XXX – 35405163 - 2017
(вводятся впервые)

Дата введения: 25.10.2017 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград

2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ТУ «Порошок морковный

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.30.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
 25.10.2019 г.

Порошок морковный

ТУ 10.39.30-XXX– 35405163 - 2019
(вводятся впервые)

Дата введения: 25.10.2019 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ТУ «Порошок ягодный»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.30.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
2019 г.



Порошок ягодный

ТУ 10.39.30 – ХХХ– 35405163 - 2019
(вводятся впервые)

Дата введения: 25.10.2019 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Технологическая инструкция к ТУ «Порошок яблочный, пектинсодержащий»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.24.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
2017 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
к ТУ 10.39.24 - XXX – 35405163 - 2017
«Порошок яблочный, пектинсодержащий»
(вводятся впервые)

Дата введения: 25.10.2017 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград
2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Технологическая инструкция к ТУ «Порошок морковный»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.30.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ

директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
« 25 » 10 2019 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
К ТУ 10.39.30 - XXX – 35405163 - 2019
«Порошок морковный»
(вводятся впервые)

Дата введения: 25.10.2019 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Технологическая инструкция к ТУ «Порошок ягодный»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАТУРОВО»

ОКПД 2 10.39.30.000

Группа Н51
(ОКС 67.080.01)

УТВЕРЖДАЮ
директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
«15» 2019 г.



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
К ТУ 10.39.30 - XXX – 35405163 - 2019

«Порошок ягодный»

(вводятся впервые)

Дата введения: 15.10.2019 г

Разработано: ФГБОУ ВО «КГТУ»

г. Калининград
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Акт производственных испытаний в условиях ООО «Агрофабрика Натурово»

УТВЕРЖДАЮ

директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»
Климюк Э.В.
2019 г.



АКТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ ИЗ ВЫЖИМОК (ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ СОКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА) ПО ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТАННОЙ ФГБОУ ВО «КГТУ»

Комиссия в составе представителей:

от ООО «Агрофабрика Натурово»

Директор по производству

Климюк Э.В.

от ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Зав. кафедрой ТПП, к.т.н., доцент

Титова И.М.

Доцент кафедры ТПП, к.т.н.

Чернова А.В.

аспирант

Мошарова М.Э.

провела производственные испытания изготовления порошков из выжимок яблок, моркови, ягод (вторичного сырья сокового производства).

Настоящий акт составлен в том, что на предприятии ООО «Агрофабрика Натурово» в период с 22.10.19 г. по 25.10.19 г. были проведены производственные испытания по изготовлению яблочного порошка, яблочного порошка, морковного порошка по технологии, разработанной аспирантом кафедры ТПП Мошаровой М.Э.

Цель испытаний – установление возможности изготовления на производстве порошков по технологии разработанной в ФГБОУ ВО «КГТУ» и оценка качества.

Сущность технологии производства растительных порошков заключается в низкотемпературной сушке выжимок от производства сока прямого отжима и последующем измельчении. Для этого выжимки высушивались в сушильной камере с принудительной вентиляцией при температуре 50 ± 5 °С на режиме сушки с «отдыхом» до достижения в высушиваемом продукте влажности - не более 8 %, затем измельчались в порошок до диаметра частиц $0,1 \pm 0,01$ мм.

Технологический процесс осуществлялся в соответствии с разработанной технологической инструкцией по изготовлению порошков из вторичного сырья сокового производства. Приготовленные по разработанной технологии растительные порошки соответствовали требованиям разработанной технической документации.

При оценке полученных растительных порошков, комиссия отметила высокие качественные показатели. Полученные порошки обладают хорошей сыпучестью, что позволяет не прибегать к использованию антислеживающих агентов при их производстве, и способностью к влагопоглощению.

Представители комиссии:

Директор по производству
ООО «Агрофабрика Натурово»

Климюк Э.В.

Зав. кафедрой ТПП
к.т.н., доцент

Титова И.М.

Доцент кафедры ТПП
к.т.н.

Чернова А.В.

Аспирант

Мошарова М.Э.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
ТУ 10.20.25-011-00471544-2022

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ОКПД 2.10.20.25

ОКС 67.120.30



Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные

Технические условия
ТУ 10.20.25-011-00471544-2022

Дата введения в действие
«11» сентября 2022 г.

РАЗРАБОТАНО:
ФГБОУ ВО «КГТУ»
Зав. кафедрой технологии продуктов
питания, к.т.н., доцент
Титова И.М.
Аспирант кафедры технологии
продуктов питания
Мошарова М.Э.

Калининград
2022

ПРИЛОЖЕНИЕ М**Технологическая инструкция к ТУ 10.20.25-011-00471544-2022**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ОКПД 2.10.20.25

ОКС 67.120.30



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «КГТУ»
Н.А. Кострикова
_____ 2022 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
к ТУ 10.20.25-011-00471544-2022
«Полуфабрикаты рыбные в соусе. Замороженные»

Дата введения в действие
« 11 » _____ 2022 г.

РАЗРАБОТАНО:
ФГБОУ ВО «КГТУ»
Зав. кафедрой технологии продуктов
питания, к.т.н., доцент
И.М. Титова Титова И.М.
Аспирант кафедры технологии
продуктов питания
М.Э. Мошарова Мошарова М.Э.

Калининград
2022

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Патент РФ № 2715868 Рыбный формованный полуфабрикат

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2715868

Рыбный формованный полуфабрикат

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет" (RU)*

Авторы: *Титова Инна Марковна (RU),
Мошарова Маргарита Эдуардовна (RU)*

Заявка № 2019119130

Приоритет изобретения 19 июня 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 03 марта 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 19 июня 2039 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Акт производственных испытаний в условиях ГБУ КО ПОО «КМиПИ»

АКТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В АССОРТИМЕНТЕ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Комиссия в составе представителей:

от ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии»

Директор колледжа Даниленков А.В.

Заведующий производством Буранко Л.Ю.

от ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Зав. кафедрой ТПП, к.т.н., доцент Титова И.М.

Доцент кафедры ТПП, к.т.н., доцент Альшевский Д.Л.

аспирант Мошарова М.Э.

провела органолептическую оценку изготовленных по разработанной в ФГБОУ ВО «КГТУ» технологии рыбных полуфабрикатов в ассортименте: рыбные полуфабрикаты из фарша трески обогащенные яблочным/морковным/ягодным порошком, рыбные полуфабрикаты из фарша минтая обогащенные яблочным/морковным/ягодным порошком, рыбные полуфабрикаты из фарша салаки обогащенные яблочным/морковным/ягодным порошком.

Настоящий акт составлен в том, что на площадке Ресурсного центра при ГБУ КО ПОО «Колледж мехатроники и пищевой индустрии» в период с 20.10.21 г. по 21.10.21 г. были проведены производственные испытания.

В условиях ГБУ КО ПОО «КМиПИ» осуществлялась выработка опытных партий рыбных полуфабрикатов по технологической инструкции, разработанной в ФГБОУ ВО «КГТУ», качественные показатели определяли в соответствии с разработанными техническими условиями.

Дегустационная оценка проводилась после доведения рыбных полуфабрикатов до кулинарной готовности одним из рекомендуемых способов, согласно маркировке. Комиссия отметила высокие органолептические показатели всех представленных образцов и их преимущества: нежная консистенция, приятные цветовые оттенки продукции и отсутствие четко выраженного рыбного запаха. Внесение растительных порошков обогащает рыбные полуфабрикаты пищевыми волокнами и натуральными антиоксидантами. Комиссия рекомендует данную технологию к внедрению на предприятиях рыбоперерабатывающей отрасли.

Представители комиссии:

Директор
ГБУ КО ПОО «КМиПИ»



Даниленков А.В.

Заведующий производством
ГБУ КО ПОО «КМиПИ»

Буранко Л.Ю.

Зав. кафедрой ТПП
к.т.н., доцент

Титова И.М.

Доцент кафедры ТПП
к.т.н., доцент

Альшевский Д.Л.

Аспирант

Мошарова М.Э.

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

Акт производственных испытаний в условиях ООО «АГАМА РОЯЛ ГРИНЛАНД»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «АГАМА РОЯЛ ГРИНЛАНД»
Комин Е.Г.
09 2021 г.



АКТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В АССОРТИМЕНТЕ, ПО ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТАННОЙ ФГБОУ ВО «КГТУ»

Комиссия в составе представителей:

Руководитель лаборатории инноваций ГК «АГАМА»	Куницын С.А.
Зав. кафедрой ТПП, к.т.н., доцент	Титова И.М.
Доцент кафедры ТПП, к.т.н., доцент	Анохина О.Н.
аспирант	Мошарова М.Э.

провела производственные испытания технологии рыбных формованных полуфабрикатов, с использованием вторичного сырья сокового производства.

Настоящий акт составлен в том, что в период с 07.09.2021 г. по 10.09.2021 г. на площадке лаборатории инноваций ГК «АГАМА» были проведены производственные испытания рыбных формованных полуфабрикатов в ассортименте: рыбные полуфабрикаты из фарша трески/салаки/минтая с добавлением яблочного/морковного/ягодного порошков по технологии, разработанной аспирантом кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» Мошаровой М.Э.

Цель испытаний – установление возможности изготовления на производстве рыбных формованных полуфабрикатов, с использованием вторичного сырья сокового производства, по технологии, разработанной аспирантом ФГБОУ ВО «КГТУ», а также оценка качества готовых изделий.

По результатам испытаний осуществляли дегустационную оценку образцов, которая проводилась после доведения рыбных полуфабрикатов до кулинарной готовности одним из рекомендуемых способов, согласно маркировке. Дегустационная комиссия отметила высокие органолептические показатели всех представленных образцов, в частности: нежную консистенцию, приятные цветовые оттенки продукции и отсутствие четко выраженного рыбного запаха.

Представители комиссии:

Руководитель лаборатории инноваций ГК «АГАМА»		Куницын С.А.
Зав. кафедрой ТПП к.т.н., доцент		Титова И.М.
Доцент кафедры ТПП к.т.н., доцент		Анохина О.Н.
Аспирант		Мошарова М.Э.

ПРИЛОЖЕНИЕ С

Акт внедрения в учебный процесс



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

В.И. Устич

2021 г.

АКТ

о внедрении результатов научного исследования в учебный процесс

Настоящий акт составлен об использовании в учебном процессе разработки технологии производства рыбных полуфабрикатов с использованием продуктов переработки плодоовощного сырья

(наименование разработки, объекта внедрения)

выполненной по теме диссертационного исследования *«Совершенствование технологии рыбных формованных полуфабрикатов с использованием продуктов переработки плодоовощного сырья»*

Разработка использована в учебном процессе *кафедры технологии продуктов питания механико-технологического факультета с 2021 года*

(факультета/института, кафедры, время внедрения)

при подготовке и выполнении *лабораторных работ по дисциплинам «Производство рыбных продуктов», «Технология продукции из рыбы и морепродуктов», «Современные проблемы переработки водных биологических ресурсов».*

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

по направлению подготовки (специальности) 19.04.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения (шифр и наименование направления (специальности))

и позволяет *повысить теоретический и практический уровень подготовки и реализовать компетентный подход при реализации образовательных программ*

(указать эффективность внедрения)

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


Декан факультета

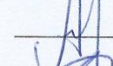
Заведующий кафедрой


Начальник УОП и КОД

Начальник УНИД

 И.М. Титова
(подпись, фамилия)

 И.М. Титова
(подпись, фамилия)

 Д.Л. Альшевский
(подпись, фамилия)


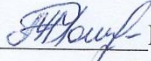
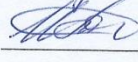
 Р.К. Поляков
(подпись, фамилия)

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С

- 2 -

Описание объекта внедрения

Технология производства рыбных формованных полуфабрикатов с использованием продуктов переработки плодоовощного сырья
(наименование разработки)

- 1 Краткая характеристика объекта внедрения и его назначения.
Разработанная технология производства рыбных полуфабрикатов позволяет расширить ассортимент выпускаемой рыбной продукции. При этом предлагаемая технология позволяет производить рыбную продукцию пребиотической направленности, являющуюся источником пищевых волокон, и отвечающую требованиям здорового питания.
- 2 Разработчики: Мошарова М.Э., аспирант каф. ТПП, Титова И.М., зав. каф. ТПП
(фамилии, инициалы, должности и места работы разработчиков объекта внедрения)
- 3 Сотрудники, использующие разработку: Титова И.М., зав. каф. ТПП, Альшевская М.Н., Винокур М.Л., Анохина О.Н., доценты каф. ТПП
(фамилии, инициалы, должности сотрудников, использующих разработку в учебном процессе)
- 4 Начало использования объекта внедрения: сентябрь 2021 года
(месяц, год)
- 5 Число студентов (аспирантов, докторантов), пользующихся разработкой бакалавров – человек 16 (группы 19-ПП, 18-ПП); магистрантов – 5 человек (группа 21-ПП/М)
- 6 Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором разработка рекомендована к внедрению в учебный процесс по направлению подготовки (специальности) 30.08.2021 протокол № 1
- 7 Реквизиты рабочей программы дисциплины, в которой имеется ссылка на разработку «Технология продукции из рыбы и морепродуктов» (QD-8.1/РПМ-309.(12.15), «Современные проблемы переработки водных биологических ресурсов» (QD-8.1/РПМ-309.(38.16).
- Заведующий кафедрой  И.М. Титова
- Разработчики:  М.Э. Мошарова
 И.М. Титова