

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

*На правах рукописи*



ГАЛДУКЕВИЧ ВЛАДИСЛАВ АРТУРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ  
ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ФАРША ИЗ АНТАРКТИЧЕСКОГО  
КРИЛЯ И ПИЩЕВЫХ РЫБНЫХ ОТХОДОВ**

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных  
производств

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
заслуженный работник  
рыбного хозяйства РФ,  
старший научный сотрудник,  
доктор технических наук  
Андреев Михаил Павлович

Калининград-2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ФАРШЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.....</b>	<b>13</b>
1.1 Состояние исследований по технологии рыбного фарша и продукции на его основе.....	13
1.1.1 Характеристика сырья для получения рыбного фарша.....	13
1.1.2 Технологии пищевого рыбного фарша .....	18
1.1.3 Влияние различных факторов на качество рыбного фарша .....	20
1.1.4 Приготовление продукции из рыбного фарша .....	27
1.1.5 Использование электрохимически активированных растворов (ЭХА-растворов) в технологии пищевых продуктов .....	37
1.2 Использование криля как сырьевого ресурса для производства комбинированных фаршевых изделий.....	41
1.3 Практические аспекты производства комбинированных фаршевых изделий.....	49
1.4 Заключение.....	51
<b>2 ОБЪЕКТЫ, СХЕМА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>52</b>
2.1 Объекты и схема проведения исследований.....	53
2.2 Методы проведения исследований.....	57
2.2.1 Методы физико-химических исследований.....	57
2.2.2 Методы органолептических исследований.....	61
2.2.3 Определение микробиологических показателей.....	62
<b>3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.....</b>	<b>64</b>
3.1 Обоснование использования сыромороженого фарша антарктического криля при производстве комбинированного фаршевого продукта.....	64

3.1.1 Химический состав и свойства криля и фарша из него.....	64
3.1.2 Совершенствование технологии комплексной переработки антарктического криля.....	68
3.2 Обоснование использования пищевых отходов из трески после филетирования при производстве фаршевого комбинированного продукта .....	75
3.2.1 Технохимическая характеристика балтийской трески и отходов от её разделки.....	75
3.2.2 Определение технологических параметров получения непромытого фарша из отходов от разделки тресковых рыб.....	78
3.3 Исследование влияния промывки ЭХА-водой фарша из пищевых тресковых отходов на его физико-химические и органолептические характеристики.....	80
3.4 Математическое моделирование свойств комбинированного фаршевого продукта в зависимости от параметров технологической обработки .....	91
3.5 Разработка рецептур фаршевых смесей для включения в состав комбинированного фаршевого продукта.....	94
3.6 Изучение показателей качества и безопасности комбинированного фаршевого продукта на основе фаршей из криля и трески и установление срока годности.....	98
3.7 Разработка технологии комбинированного фаршевого продукта на основе фарша криля и фарша из тресковых отходов .....	107
3.8 Расчет экономической эффективности производства комбинированных фаршевых изделий (рыборастительных полуфабрикатов).....	110
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>113</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>116</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>117</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	143
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> ТУ 10.85.12.000-002-44199451-2021.....	144
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</b> ТИ 10.85.12.000-002-44199451-2021.....	145
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В</b> Акт производственных испытаний.....	146
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г</b> Протокол дегустационного совещания.....	148
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д</b> Санитарно-эпидемиологическое заключение.....	150

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В соответствии с планом мероприятий по реализации «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года № 2798-р, принятого Правительством РФ 26 ноября 2019г.», предусмотрены комплексные проекты, включающие строительство современных судов и береговых предприятий по переработке тресковых видов рыб и антарктического криля (*Euphausia superba*) [154]. В связи с этим проблема комплексной глубокой переработки тресковых рыб и антарктического криля приобретает особое значение и подтверждает актуальность её решения.

Анализ современных объёмов вылова рыбы и ВБР за несколько последних лет показал ежегодное увеличение улова на 4,5%. Рост выпуска рыбной продукции на рыбоперерабатывающих производствах прогнозирует увеличение мощностей предприятий такого типа, расширение ассортимента и роста объёмов готовой продукции и связано с ростом переработки вторичных ресурсов. [11,12,13]. Опыт работы рыбоперерабатывающих предприятий показывает, что объёмы переработки могут достигать до 70% от исходного рыбного сырья, при этом рыбные отходы (чешуя, кожа, плавники, кости с прирезью мяса и внутренности) практически полностью остаются невостребованными и представляют собой реальную угрозу для окружающей среды и здоровья человека [15,16].

К 2030 году планируется обеспечить увеличение валовой добавленной стоимости за счет развития производства продукции глубокой переработки водных биологических ресурсов, в том числе из отходов, образующихся при производстве [5,9,38,40].

Анализ информационных источников показал, что рациональность использования пищевых рыбных отходов позволит сократить белковый дефицит в питании человека и животных, значительно увеличить выход

готовой продукции с единицы используемого сырья, тем самым повысив эффективность производства [14].

Глубокая переработка ВБР животного происхождения достигается посредством производственной гибкости и организации выпуска дополнительных продуктов с учетом безотходности производства. Такая переработка сопровождается образованием значительного количества отходов (от 30 до 70%), особенно при производстве рыбного филе и фарша, при этом именно на переработку поступает не более 30% отходов, а остальные отходы остаются неиспользованными.

В связи с вышеизложенными фактами производство комбинированных продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью, в том числе из маломерных объектов промысла - антарктического криля [50] и рыбных отходов – неиспользуемых остатков пищевой рыбной продукции, образовавшихся в процессе её производства [38, 191], требует дальнейшего развития.

Для обеспечения высокой рентабельности производства необходимо снижать трудоемкие операции по отделению костей от мяса рыб, поэтому на производстве применяют специальные филетировочные и фаршевые машины, которые обеспечивают качественное и быстрое разделение мышечной ткани на части [6,7]. Так как количество остатков пищевой рыбной продукции (измельченного мяса, отделенного от хребтовых костей после филетирования рыбы, а также из обрезки филе) составляет около 7-10%, его дальнейшее использование при производстве пищевых рыбных продуктов, в том числе комбинированных, является актуальным [6,7].

Для разработки и внедрения новых технологий, которые отвечают современным принципам здорового и сбалансированного питания, необходимо расширять ассортимент пищевых продуктов из отходов, образующихся при разделке рыб и маломерных объектов промысла. В настоящее время у потребителей пользуются высоким спросом продукты, обладающие высокой степенью готовности-полуфабрикаты, поэтому

разработка технологий комбинированных фаршевых продуктов позволит расширить ассортимент на рынке рыбных полуфабрикатов [5,7].

**Степень разработанности темы.** Исследованиями в области технологий комбинированных пищевых продуктов из рыбных и нерыбных объектов промысла в разное время занимались многие ученые. Многолетние исследования Абрамовой Л.С., Андреева М.П., Антиповой Л.В., Артюховой С.А., Байдалиновой Л.С., Биденко М.С., Быковой В.М., Васюковой А.Г., Дворяниновой О.П., Рамбезы Е.Ф., Рехиной Н.И., Родиной Т.И., Касьяновым Г.И., Масловой Г.И., Мезеновой О.Я., Сафроновой Т.М., Цибизовой М.Е.,

Wykovski P., Suzuki T., Everson J. и других учёных стали теоретической базой для промышленного производства фарша и различной продукции на его основе, в том числе комбинированных фаршевых продуктов.

Вместе с тем, данными исследователями не рассматривалась возможность совместного использования фарша из отходов, образующихся при разделке балтийской трески (*Gadus morhua callarias*) и сыромороженого фарша из антарктического криля (*Euphausia superba*). Пищевые фарши, полученные из антарктического криля и остатков пищевой рыбной продукции, являются источником полноценных компонентов пищи и могут быть использованы для создания новых формованных комбинированных продуктов с заданными свойствами [5, 6, 7, 38, 96, 97].

Производство такого комбинированного продукта позволит получать полуфабрикаты повышенного качества и пищевой ценности с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками, которые будут удовлетворять спрос потребителей. Для установления соотношения исходных компонентов фаршевой смеси необходимо использовать комплексный подход к определению характеристик комбинированного продукта [6, 7, 139, 140].

Вышеизложенные факты свидетельствуют об актуальности проведения исследований по совершенствованию технологии комбинированных фаршевых продуктов на основе фарша из антарктического криля и фарша из

рыбных отходов балтийской трески, образовавшихся в процессе её переработки на основе сбалансированных рецептур.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования явился поиск способов повышения эффективности рыбоперерабатывающего производства путём научного обоснования и разработки технологии комбинированных рыбокреветочных продуктов на основе фарша из рыбных отходов с остатками пищевой рыбной продукции из балтийской трески (*Gadus morhua callarias*), образовавшихся в процессе её переработки, и сыромороженого фарша из антарктического криля (*Euphausia superba*).

**Задачами исследования явились следующие:**

- обосновать использование сыромороженого фарша антарктического криля при производстве комбинированного фаршевого продукта;
- обосновать использование пищевых отходов из трески после филетирования при производстве фаршевого комбинированного продукта;
- установить технологическую эффективность процесса промывки рыбного фарша ЭХА-водой в зависимости от концентрации в ней активного хлора;
- установить рациональную концентрацию активного хлора в ЭХА-воде, обеспечивающую улучшение качества и санитарного состояния фарша из отходов от филетирования трески путем его промывки;
- провести математическое моделирование свойств комбинированного фаршевого продукта в зависимости от параметров технологической обработки;
- разработать рецептуры комбинированного фаршевого продукта с рациональным соотношением компонентов фаршевой смеси и добавлением овощных компонентов, обеспечивающих наилучшие физико-химические, органолептические и реологические показатели комбинированного продукта;
- дать оценку качества и безопасности комбинированного фаршевого продукта на основе фарша из криля и трески;



- определить сроки годности мороженых полуфабрикатов комбинированных продуктов, хранившихся при температуре минус  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- разработать технологию мороженых комбинированных продуктов на основе фарша криля и фарша из тресковых отходов.

**Научная новизна работы.** Разработана научно обоснованная технология комбинированных рыбокреветочных изделий, базирующаяся на изучении состава и свойств фарша из пищевых отходов от переработки трески и сыромороженого фарша из антарктического криля, применяемых в качестве пищевых кулинарных полуфабрикатов в технологии готовой продукции.

Проведён качественный и количественный анализ сыромороженого фарша из антарктического криля (*Euphausia superba*) и фарша из рыбных отходов с остатками пищевой рыбной продукции из балтийской трески и приведены сравнительные характеристики их химического состава и биологической ценности.

Впервые доказана эффективность использования анолита электрохимического раствора NaCl (ЭХА-воды) с концентрацией ионов активного хлора в диапазоне 50-100 мг/л при промывке рыбного фарша из отходов от разделки трески в процессе производства комбинированного продукта.

С применением математического моделирования разработаны технологические параметры получения из пищевых полуфабрикатов фаршей, являющихся основой для получения мороженых комбинированных рыбокреветочных изделий высокой степени кулинарной готовности.

Осуществлён подбор ингредиентов растительного происхождения, входящих в состав рецептур, для обогащения комбинированного рыбокреветочного продукта, разработаны рецептуры формованных замороженных полуфабрикатов на основе комбинированной фаршевой смеси.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследования дополняют научные основы создания многокомпонентных пищевых рыбных фаршевых продуктов на примере обоснования разработки комбинированного рыбокреветочного продукта путем модификации свойств фарша из пищевых отходов трески с использованием электрохимически активированных растворов и сыромороженого фарша из антарктического криля.

Разработанные технология и техническая документация (ТУ, ТИ) на полуфабрикаты замороженные из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья ТУ (10.85.12.000-002-44199451-2021) и технологическая инструкция к ТУ, а также их апробация в условиях ООО «Навага» (акт производственных испытаний по выпуску опытной партии продукции от 20.05.2021г.) свидетельствуют о практической значимости выполненных исследований.

**Методология и методы исследования.** Методология проведенных исследований направлена на расширение и углубление научных знаний в области создания многокомпонентных пищевых систем на основе фаршей из рыбы и морепродуктов. В работе были использованы современные методы исследований: стандартные, общепринятые, оригинальные и математический анализ для обработки полученных результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Оценка качественных характеристик фарша из пищевых отходов от разделки балтийской трески с учетом эффективности его пресс-сепарирования и промывки электрохимически активированными растворами хлористого натрия (ЭХА-водой) и сыромороженого фарша из криля как основных компонентов для приготовления комбинированного продукта.

2. Рецепт и технология комбинированного продукта из антарктического криля и тресковых пищевых отходов с использованием анолита ЭХА-раствора с рациональной концентрацией ионов активного хлора в качестве рационального и бактерицидного фактора.

3. Характеристика качества, биологической ценности, сроков годности и безопасности комбинированных рыбнокреветочных полуфабрикатов на основе разработанных рецептур.

**Степень достоверности результатов и апробация работы** подтверждена повторностью проведенных опытов и воспроизводимостью данных (на 95% доверительном уровне), обработкой результатов исследований с применением статистических и математических методов анализа. Постановка и проведение экспериментальной части диссертационных исследований проводились на базе лабораторий кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», лабораторий испытательного центра и лабораторий химико-технологических исследований Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» (АтлантНИРО).

Основные положения исследовательской работы апробированы (обсуждены и одобрены) на XI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (Светлогорск, 2017), VI Национальной научной конференции «Инновации и технологии здорового питания» (Калининград, 2019), XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (Светлогорск 2019), Международной научно-практической конференции «Рыбопереработка 2021. Проблемы и решения» (Светлогорск, 2021), Международном Балтийском Форуме «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2021).

**Личный вклад автора** заключается в постановке цели и задач исследовательской работы, разработке программно-целевой схемы исследования, подборе методов и проведении физических, химических, и микробиологических исследований модельных образцов и готовой продукции, проведении экспериментов, обработке и анализе полученных результатов, формулировании научной новизны на производство продукции, практической значимости, оценке качества и безопасности

комбинированного фаршевого продукта, разработке технологии мороженых комбинированных продуктов на основе фарша криля и фарша из тресковых отходов, расчете экономической эффективности практической значимости, разработке технической документации внедрения разработанной технологии в производство, подготовке публикаций по проведенным научным исследованиям, написании диссертации и автореферата.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 - в изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов ВАК Минобрнауки России.

**Благодарности.** Особую благодарность выражаю моему научному руководителю, профессору кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», доктору технических наук, заслуженному работнику рыбного хозяйства Российской Федерации Андрееву Михаилу Павловичу за помощь при выполнении и написании работы, внимательное и чуткое отношение, понимание, ценные советы.

Сердечную благодарность выражаю коллективу лаборатории нормирования и стандартизации Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») за помощь и поддержку.

Искреннюю благодарность выражаю сотрудникам лаборатории микробиологии Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») за помощь в выполнении исследований.

Отдельное огромное спасибо коллективу кафедры технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» за помощь и советы.

# **1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ФАРШЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

## **1.1 Состояние исследований по технологии рыбного фарша и продукции на его основе**

С целью рационального использования водных биологических ресурсов разрабатывались технологии полуфабрикатов из рыбного фарша, которые явились основой для создания широкого ассортимента кулинарной рыбной продукции. Создание таких технологий имело важное значение для внедрения в производство переработки различных видов рыб пониженной товарной ценности, нерыбных объектов промысла и рыбных отходов - неиспользуемых остатков пищевой рыбной продукции, образующихся в процессе производства, и обусловило необходимость продолжения исследований по совершенствованию процесса получения и использования рыбного фарша [1, 6, 7, 38, 97, 138, 140].

### **1.1.1 Характеристика сырья для получения рыбного фарша**

С появлением новых технологических процессов производства высококачественной пищевой продукции, пользующейся спросом на мировом рынке, добыча криля всеми странами будет наращиваться, что может привести к необходимости выделения квот. В этом случае квота России будет определяться в соответствии с традиционным присутствием в районе, вкладом в изучение антарктической экосистемы. Исходя из результатов оценок запасов и возможных величин вылова криля, можно отметить, что он является наиболее перспективным объектом промысла в водах Антарктики и его ресурсы явно недоиспользуются. Созданная в России

технология пищевого фарша из криля может явиться основой для организации производства широкого ассортимента массовых видов продукции, в том числе с использованием фаршей из рыбного сырья [6, 14, 15, 16, 23].

Выделяют несколько групп рыбного сырья, которое целесообразнее направлять на производство фарша:

- 1) массовые промысловые виды рыб пониженной товарной ценности;
- 2) мелкие пелагические и мезопелагические виды рыб и нетрадиционные объекты промысла;
- 3) отходы от производства филе из традиционных массовых видов рыб, а также нерыбных объектов.

Основная масса рыбного фарша, вырабатываемого в настоящее время в мире, изготавливается из рыб семейства тресковых, причем 95% фарша, производимого Японией, выпускается из минтая. В промышленно развитых странах фарш приготавливают из минтая, трески, пикши и рыбы семейства *Micropogon* и *Pseudosciaena* [225].

Сравнительно большое количество фарша вырабатывается за рубежом из тихоокеанского и атлантического хека, значительную долю которого составляет мелкая бесструктурная и зараженная паразитами рыба. Сырьём для производства фарша может служить путассу, мясо которого слабо окрашено, а также тресочка Эсмарка, аргентина, серая треска, красный хек (*Urophycia*), менхеден (*Brevoortia*), рыба-сабля, морской петух и др. [100, 101, 225].

Большое внимание исследователей привлекают мелкие пелагические рыбы (ставрида, скумбрия, мелкие тунцы, сельдь, сардина, сардинелла, шпрот, анчоусы и др.). Их ежегодный мировой вылов превышает 20 млн. тонн, причем половина улова перерабатывается на кормовую и техническую продукцию из-за отсутствия приемлемой технологии утилизации этого сырья на пищевые цели [225]. Проблема получения фарша из мелких пелагических рыб осложнена высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот в

липидов этих рыб, влиянием продуктов окисления липидов на вкус и консистенцию фарша, загрязнением фарша из шпрота и анчоуса высокоактивными протеолитическими ферментами их внутренних органов. При изготовлении фаршей из мелких пелагических рыб также имеют место проблемы цвета фарша, токсикологической опасности из-за микробного загрязнения частицами внутренних органов, накопления гистамина в фаршах из скумбриевых видов рыб. Указанные особенности сырья обуславливают необходимость поиска специальных технологических приемов, обеспечивающих требуемое качество фарша. Важным сырьевым ресурсом для производства фарша могут служить мезопелагические глубоководные рыбы, мясо которых сильно обводнено, а в отдельных случаях содержит токсические вещества. Процесс измельчения и последующая промывка мяса этих рыб водой при изготовлении фарша позволяют повысить степень его использования в качестве пищевого продукта [11, 13].

Недостаточно используются в пищевых целях и многочисленные виды акул, мясо которых характеризуется высоким содержанием белка. Выход фарша составлял 33,7-55,0% от массы акул в зависимости от вида. Гелеобразующая способность фарша также зависит от вида рыбы. Наивысшую оценку в качестве потенциального сырья для приготовления фарша получили акулы *Mustelus nanazo* и *Glyphis glucus*, удовлетворительную - *Squalus fernandinus*, *Sphyrna zygaena*, низкую оценку - акулы *Jurus glancus*, *Rhinobatis shelgli* [227].

Отходы, получаемые при разделке традиционных объектов промысла (трески, лосося, пикши, морского окуня, сайды, судака, зубатки, хека и др.), в настоящее время направляются на кормовые цели. Вместе с тем они содержат значительное количество полноценных пищевых компонентов, включая калтычки, обрезь филе, прирезь мяса на позвоночной кости. Имеются данные о возможности переработки этих компонентов на пищевой фарш [7].

Таким образом, анализ состояния ресурсов океанических объектов промысла свидетельствует о перспективности развития широкомасштабного

промысла антарктического криля, мелких пелагических рыб (ставрида, мелкие тунцы, путассу), а также использования их и вторичных продуктов от разделки рыбы для выпуска пищевой продукции на фаршевой основе.

Состав и свойства рыбных фаршей определяются особенностями состава мышечной ткани рыб, используемых на пищевые цели. Выход съедобной части и химический состав зависят от возраста и вида рыб.

Химический состав рыб характеризуется содержанием белков, липидов, минеральных веществ, воды, количеством аминокислот и витаминов [6, 153, 181, 182, 187].

Соотношение азотистых веществ у фарша из разных видов рыб различно: у костистых рыб (тресковых, карповых, окуневых) азотистые вещества на 85% состоят из белков и на 15% из небелковых веществ, относящихся к различным группам органических соединений; у хрящевых рыб (акул, скатов) количество небелковых азотистых веществ, значительно выше и достигает 35-45% общего азота [5, 153, 174]. От содержания и количественного соотношения белковых и небелковых азотистых веществ в мясе рыбы, во многом зависит её вкус, запах, консистенция, подверженность действию микроорганизмов и быстрота порчи при хранении [6, 7, 111, 153, 187]. Аминокислоты в белках мяса рыбы находятся в оптимальных для питания человека соотношениях. Среди них есть необходимые для организма человека лизин, метионин, триптофан, от содержания которых зависит усвоение пищи. Содержание отдельных аминокислот в белках мяса рыбы не всегда бывает постоянным и изменяется не только в зависимости от вида рыбы, но и времени лова, миграции, нереста и других причин [7, 187, 193]. Так, в период нереста содержание некоторых незаменимых аминокислот уменьшается, что приводит к снижению пищевой ценности мяса рыбы. В состав мяса рыбы входят простые полноценные белки: альбумины и глобулины. Так как белковый состав мяса определяется составом белков мышечного волокна, то их разделяют на белки миофибрилл, саркоплазмы, клеточного ядра и сарколеммы. К миофибриллярным белкам относятся



солерастворимые (СБ) - миозин, актин, актомиозин и тропомиозин, которые составляют более половины белков мышц рыбы [111, 187]. К белкам саркоплазмы относятся водорастворимые (ВБ) альбумины: миоген, глобулин Х, миоальбумин, на долю которых приходится 25% всех белковых веществ. В мышечной ткани рыбы содержатся растворимые в слабых растворах щелочей и кислот нуклеопротеиды и фосфопротеиды, которые являются важнейшими белками ядер мышечных волокон; липопротеиды, и глюкопротеиды (муцины и мукоиды), которые при гидролизе отщепляют глюкозу и придают мясу рыбы сладковатый привкус, обуславливая вязкость межтканевого сока [1, 187].

Жир рыб хорошо усваивается, характеризуется высокой пищевой ценностью и витаминной активностью, является ценным источником несинтезируемых в организме линоленовой и арахидоновой кислот, а также полиненасыщенных жирных кислот, которые нормализуют жировой обмен, способствуют выведению из организма избытка холестерина, защищают организм от вредного действия УФ - лучей и придают кровеносным сосудам эластичность. Благодаря преобладающему содержанию в жире рыб высоконепредельных жирных кислот под воздействием кислорода при повышенной температуре и доступе солнечного света он легко подвергается окислению [5, 187].

Образующиеся перекиси и оксикислоты, НЖК, а в дальнейшем, альдегиды, кетоны, в том числе акролеин в результате частичного расщепления глицерина, приводят к снижению качества рыбных продуктов. В жире рыб имеются в небольших количествах и другие биологически активные вещества - фосфатиды (лецитин, кефалин), жирорастворимые витамины, воски, холестерин, красящие вещества. Морская рыба характеризуется повышенным содержанием различных микро- и макроэлементов, а также содержит витамины: тиамин, рибофлавин, никотинамид, цианкобаламин, токоферол, биотин, холин, ниацин и фолин [187].

## 1.1.2 Технология пищевого рыбного фарша

Промышленная классическая технология рыбного фарша сурими была разработана в Японии для маложирных тресковых рыб [228].

В настоящее время получила наибольшее освоение промышленная технология рыбного фарша сурими высокого качества, включающая мойку рыбы водой → обезглавливание и потрошение → промывку водой → отделение мяса от кожи и костей на пресс-сепараторе → трехкратную промывку мяса водой → обезвоживание мяса → удаление остатков костей, кожи, чешуи и черной пленки на специальных ситах → смешивание измельченного мяса (фарша) со стабилизирующими добавками в куттере → расфасовку рыбного фарша в пленочные пакеты и укладку в формы → замораживание блоков фарша в плиточной морозилке → упаковку мороженых блоков в тару → холодильное хранение. Выход готового рыбного фарша по такой технологической схеме составляет 22-32% от массы сырца [44, 56, 69, 74, 170, 223].

Модификациями этой основной технологической схемы приготовления рыбного фарша являются схемы с двукратной и однократной промывкой измельченного мяса рыбы водой, а также схема приготовления рыбного фарша без промывки. Для сокращения расхода пресной воды на промывку фарша мясо рыбы, отделённое от костей и кожи прессуют с целью удаления основной части водорастворимых азотсодержащих веществ, а затем подвергают однократной промывке пресной водой при соотношении вода:фарш 6:1. После этого дообработка фарша проводится обычным способом. Предложенный способ позволяет удалить из мяса рыбы 25-26% всех азотсодержащих соединений, а небелковых до 90% от их первоначального содержания. [157, 166].

В некоторых случаях предварительно разделанную рыбу выдерживают в одном из следующих компонентов (в количестве 01-20%): сорбита, сахарозы, глутамината натрия, пищевой соды или полифосфата, затем отделяют мясо от

костей и кожи при погружении рыбы в воду или раствор одного из компонентов, промывают водой, вносят стабилизирующие добавки, перемешивают и замораживают. Выход рыбного фарша при этом достигает 26% от массы сырья [162, 228].

Для приготовления фарша из мелких и жирных пелагических рыб в технологию производства рыбного фарша сурими внесены коррективы, включающие разделку рыбы на филе, промывку его водой или 0,5%-ным раствором пищевой соды ( $\text{NaHCO}_3$ ), после отделения жидкой фракции центрифугированием трехкратную промывку водой с отделением центрифугированием, смешивание мяса со стабилизирующими добавками и замораживание [162, 228].

При приготовлении фарша из вторичного сырья, получаемого при разделке рыбы на филе, филетировочные отходы направляют на пресс-сепаратор, где механическим способом мясо рыбы эффективно отделяется от костного остатка и с помощью шнека передается в ёмкость для смешивания с водой при соотношении 1:3-10 (лучше 1; 4-5) в течение до 15 мин., затем мясо в виде пульпы смешивается с водой. После второй промывки вода отделяется центрифугированием, а полученный фарш замораживается [150].

В связи с трудоемкостью и малопродуктивностью разделки мелких рыб традиционным способом сотрудниками АзЧерНИРО предложена технология, согласно которой рыба после мойки разрезается на куски размером 10мм, обрабатывается паром в течение 0,5 сек. при температуре 100-105°C или водой температурой 90-100°C в течение 1 сек., после чего быстро охлаждается, промывается и после обезвоживания пропускается через протирающую машину для отделения мяса рыбы от костей и голов [44, 170].

Разновидностью указанного способа обработки мелких неразделанных рыб, в том числе жирных, является «норвежская технология», согласно которой воду подкисляют уксусной или пропионовой кислотой до pH 4, равномерно перемешивают. При этом мясо рыбы уплотняется, что способствует отделению кожи, жировой ткани, внутренностей и темной

пленки и отводу их с водой декантацией. Далее мясо отделяют от костей воздействием струями которой рыбу режут на кусочки длиной 1-2см, смешивают с равным количеством воды под давлением при последующем обезвоживании на фильтр-прессе. Выход мяса по этому способу достигает 35-40% [116].

Этот способ является одним из наиболее перспективных направлений промышленной технологии фарша, основное преимущество которого заключается в использовании мелких пелагических рыб без их предварительной разделки.

### **1.1.3 Влияние различных факторов на качество рыбного фарша**

На качество рыбного фарша оказывает влияние множество факторов, в том числе вид сырья, посмертное состояние рыбы, способы отделения мяса рыбы от костей, промывка мяса рыбы водой, использование добавок для стабилизации рыбного фарша, температурные режимы обработки и хранения и др. [74, 184].

**Влияние видового состава рыбы и его посмертного состояния.** Влияние видового состава рыбы обусловлено прежде всего различиями в химическом составе [146, 148, 157]. Наибольший интерес из входящих в мышечную ткань белков представляют ВБ (саркоплазматические) и СБ (миофибриллярные) белки, составляющие основную часть мышечных белков и оказывающие определенное влияние на функциональные свойства фарша, как полуфабриката для приготовления формованных продуктов. Японские исследователи связывают способность фарша к формуемости со студнеобразующей способностью мяса рыб [216].

Исследования показывают, что из свежей мышечной ткани разных рыб экстрагируется различное количество ВБ и СБ. Предложено исследованные рыбы дифференцировать на 3 группы в зависимости от величины белкового

коэффициента «К», представляющего собой отношение экстрагируемых солерастворимых белков к водорастворимым [63, 158].

К I-ой группе отнесены рыбы со сравнительно низким содержанием солерастворимых белков - путассу, сайда, мерланг, тресочка Эсмарка ( $K = 0,58-0,64$ ).

Ко II-ой группе отнесены аргентина, хек, морской язык, рыба-пятак ( $K=0,80-1,15$ ).

III-я группа рыб представлена морским петухом и карасем, содержащими значительное количество солерастворимых белков ( $K = 1,15-1,60$ ).

Показано, что фарш из рыб, относящихся к I группе, характеризуется самыми низкими органолептическими и реологическими свойствами [63].

При исследовании влияния посмертного состояния рыбы установлено, что качество рыбного фарша тем выше, чем меньше хранилась рыба после вылова. Связующая способность фарша была очень хорошей в том случае, если в обработку поступала рыба в состоянии посмертного окоченения или в начальной стадии расслабления [42, 128, 131, 135].

**Влияние способа отделения мяса рыбы от костей на качество фарша.** Для отделения мяса рыбы от костей используют физические (механические), химические и биохимические (автопротеолиз, ферментативный или кислотный гидролиз и др.) методы, а также комбинации названных методов.

Самое широкое применение во всем мире при производстве фарша получила механическая сепарация, основанная на физическом отделении мяса рыбы от костей, кожи и чешуи с помощью перфорированной фильтрующей поверхности. При этом применяют три основные операционные системы [225]:

- в сепараторах марки Vaader, Bibun, Prunse и др. используется система, состоящая из ленты и перфорированного барабана, вращающихся с различной скоростью для повышения выхода фарша;

- система из шнекового питателя и перфорированного цилиндра применяется в сепараторах марки Beehive;

- для получения рыбного фарша из вторичного сырья используют сепарационные установки Yieldmaster, в которых отходы от разделки рыбы на филе измельчаются и подвергаются сжатию на сетчатой или перфорированной поверхности. При этом мясо рыбы продавливается через отверстия, а кости перемещаются в конец барабана.

Установлено, что вид сепарационного процесса оказывает значительное воздействие на качество рыбного фарша, а именно:

- увеличение диаметра отверстий на перфорированной поверхности ведет к увеличению доли костных включений в рыбном фарше [225];

- в зависимости от величины давления при сепарации происходит большее или меньшее распределение ферментов в рыбном фарше, ускоряющих процессы ухудшения его качества [225];

- увеличение усилий сдвига при сепарировании мяса рыбы способствует снижению функциональных свойств его белков, а увеличение давления прессования ведет к снижению ВУС и уменьшению содержания влаги в фарше [225];

- при давлении более  $300 \text{ кг/см}^2$  ухудшается цвет фарша и ускоряется его окислительная порча вследствие большого отделения жира, а при давлении свыше  $1500 \text{ кг/см}^2$  при увеличивающемся выходе фарша значительная доля белка денатурируется, что снижает возможность использования рыбного фарша.

Длительность и степень измельчения также влияют на качество получаемого фарша. Так при измельчении куттерованием мяса минтая в течение 6 мин. получен наиболее сочный, эластичный и вязкий фарш [3, 225]. Повышение степени измельчения мяса рыбы сопровождается повышением влагоудерживающей способности фарша. Процесс измельчения мяса рыбы способствует при определенных условиях повышению «резинистости» и эластичности рыбного фарша, что благоприятствует производству из него

деликатесных морепродуктов. Степень измельчения зависит от свойств сырья, способа измельчения, конструкции измельчающего устройства, температуры фарша при измельчении, продолжительности процесса вторичного структурообразования и др. [64].

В сравнении с мясом исходного сырья рыбный фарш имеет следующие недостатки [195]:

- наличие костных включений снижает эстетичность продукта, что может быть причиной физических травм и привести к превышению первого уровня токсичности, стимулирует окислительную порчу липидов за счет костного мозга; в фарше активизируется окислительная порча липидов рыбы вследствие более тщательного распределения липолитических ферментов и нестойких к окислению липидов частиц кожи, подкожного слоя темного мяса внутренностей, мозга и нервной ткани рыбы;

- присутствие включений внутренних органов приводит к ослаблению консистенции фарша вследствие энзиматического воздействия;

- в фарше более интенсивно проходят процессы денатурации белков под влиянием формальдегида, образующегося из триметиламинооксида мяса рыб, активно разрушающегося в мышечной ткани рыбы при её измельчении;

- рыбный фарш имеет более темный цвет из-за загрязнения меланоидными пигментами кожи, кровью, содержащим голов и внутренностей, а также последующих реакций белков и липидов с образованием соединений, окрашенных в желтый и бурый цвета [195];

- повышается возможность загрязнения продукта паразитами, оказывающими влияние на его эстетичность усложнения технологического процесса переработки фарша из-за ускорения протеолиза ферментами паразитов, а также создающими потенциальную опасность для здоровья человека; рыбный фарш имеет более высокую обсемененность микроорганизмами за счет попадания их в продукт вместе с кожей и из внутренних органов рыб [195].

### **Влияние промывки измельченного мяса рыбы на качество фарша.**

Послеоперационная промывка мяса рыбы предназначена для удаления из фарша минеральных солей, водорастворимых белков, пигментов, частиц внутренних органов, бактерий, продуктов распада, частично липидов.

Промывку фарша осуществляют многократной обработкой его охлажденной, предпочтительно хлорированной водой, с последующим отделением жидкой фракции прессованием или центрифугированием.

Для разных видов сырья оптимальные режимы этого процесса (количество промывок, их длительность, соотношение между количеством воды и фарша, температура воды, скорость перемешивания фарша с водой и др.) должны быть строго обоснованы в каждом отдельном случае вследствие многообразного его действия на качество фарша и его выход.

При промывке фарша из кефали степень окисления липидов фарша снижается при использовании воды температурой 5-35°C и увеличивалась при повышении температуры промывочной воды до 35-50°C. Снижение величины рН при промывке до значений 3-5 способствовало ускорению, а увеличение рН до 5-10 - торможению процесса окисления. При промывке в течение 10 мин. при гидромодуле 23-26 и температуре воды 29-33°C достигнуты наиболее низкие потери и незначительное окисление липидов, а также наиболее высокая упругость у вареных изделий, приготовленных из фарша. Математическим методом был выведен следующий оптимальный режим промывки фарша кефали: температура воды 31,4°C, гидромодуль 24, продолжительность процесса 7,5 мин. [229].

Мойка фарша является обязательной операцией для фаршей, сильно загрязнённых остатками внутренностей и пигментов. Но влияние её на товарный вид и аромат фаршей, выработанных из высококачественного фарша, может быть незначительным, в связи с чем в Англии и США при производстве из фарша аналогов деликатесной продукции обычно используют непромытый фарш, выработанный из сырца высокого качества и непродолжительного хранения при температуре минус 30°C [226].



**Влияние стабилизаторов на качество рыбного фарша.** Высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в липидах рыбы способствует интенсивному их ферментативному гидролизу и окислительной порче. Для стабилизации липидов фарша применяются антиокислители и синергисты [163, 165, 226].

Широкое применение находят гидрофобные фенольные антиокислители (бутилгидроксианизол, бутилгидроокситолуол, бутилгидрооксихинолин и др.). Их действие усиливается в комбинации с такими водорастворимыми добавками, как аскорбиновая и лимонная кислоты, обладающие синергическим действием.

Эффективную защиту липидов рыбного фарша от окислительной порчи обеспечивают эриторбат натрия в количестве 0,15% к массе фарша, антиокислительные препараты Тенох-20 (15 мг% к массе фарша), Тенох S-1 (15 мг% к массе фарша), FP-88E (0,84% к массе фарша) [163, 224].

Установлена эффективность действия смеси глюкозы (5%), глютамината натрия (0,1%) и триполифосфата натрия (0,2%). Повышенный интерес представляют природные антиоксиданты. Таким действием обладают соевое молоко, мясо креветок, пряности, некоторые продукты злаковых [225].

В мороженом рыбном фарше процессы деструкции белка приводят к снижению его влагоудерживающей, эмульгирующей и гельобразующей способности, ухудшению реологических свойств мяса рыбы. Проведенные исследования выявили множество веществ, способных повышать функциональные свойства белка фарша. Среди них неорганические вещества (кислоты, щелочи, соли и др.), гидроколлоиды (альгинаты, каррагинаны, пектин), полигидрированные спирты (глицерин, пропиленгликоль) и другие вещества [59, 62, 176].

Наиболее широкое применение для стабилизации мороженого рыбного фарша нашли фосфаты и некоторые препараты, представляющие собой смеси нескольких веществ, включая фосфаты. Под действием этих веществ повышается ВУС продукта, стабилизируется мышечная ткань против

агрегации актомиозина, изолируются ионы металлов [59, 62, 143, 149, 209, 225].

Эффективное стабилизирующее воздействие на белки рыб оказывают также сахара и сахарные спирты (сорбитол), высшие полисахариды (крахмал, амилопектин и др.) производные альпиновой кислоты и др. [75, 225].

Ценными функциональными свойствами обладают соевые белки, рыбный белок и белок кальмара, которые используются в качестве добавки в рыбные фарши солублизированные поваренной солью и фосфатами.

На сохранение фаршами функциональных свойств эффективно влияют растительные масла, гидроколлоиды (альгинат натрия, альгинат кальция, каррагинан), ферментные препараты (протеазы, оризин), цитраты, малаты, глюконаты, крахмалы, пропиленгликоль и другие добавки [59, 100, 101, 225, 228].

**Формирование окраски рыбного фарша.** В рыбном фарше, не подвергшемся замораживанию, окраска складывается под влиянием процесса измельчения, а также бактериального и неферментативного покоричневения; в мороженом фарше эти изменения могут быть усилены в процессе окисления липидов и пигментов крови [225].

Хороший осветляющий эффект обеспечивает промывка мяса водой, особенно подщелоченной, применяемой при изготовлении сурими, а также добавление щелочных смесей аминокислот и сахаров, щелочных солей и др.

Для отбеливания рыбного фарша применяют также перекись водорода, смесь перекиси водорода с полифосфатами, эфиры жирных кислот с 16-18 углеродными атомами, многоатомные спирты, питьевую соду. Темное мясо пелагических рыб отбеливают смесью соляной кислоты и этанола в соотношении 1:99 [116].

Вместо отбеливания мяса рыбы используют добавки, маскирующие цвет. Для этого в рыбные фарши вводят гидрофильные коллоиды, повышающие непрозрачность и отражательную способность фарша, что обеспечивает кажущуюся белизну продукта.

Для маскировки цвета в рыбные фарши вводят добавки молока, камеди гидроколлоидов, соевого коагулята, смесей сахаров, поверхностно-активных веществ и жиров.

**Повышение микробиологической стойкости рыбного фарша.** Главным фактором, определяющим микробиологическое качество фарша, является качество исходного сырья, поступающего в обработку. Длительное хранение рыбы-сырца и отходов от филетирования способствует повышению их общей обсемененности и появлению риска порчи фарша.

Установлено, что операции, предваряющие приготовление фарша (удаление чешуи, обезглавливание и потрошение), выполненные в хороших условиях очень мало влияют на микробиологические характеристики фарша [224]. При производстве рыбного фарша необходимо соблюдать требуемый температурный режим и исключить возможность перекрестного обсеменения [225].

#### **1.1.4 Приготовление продукции из рыбного фарша**

Как показывает практика, рыбный фарш в виде полуфабриката, вероятно, не найдет широкого сбыта. Поэтому решение проблемы использования рыбного фарша следует искать в производстве из него широкого ассортимента пищевых продуктов. Использование фарша в качестве полуфабриката для приготовления различной продукции имеет большие возможности, подкрепляемые возрастающим спросом на рыбную кулинарию и полуфабрикаты, которые содержат незначительное количество несъедобных частей, имеют удобную для потребителя упаковку и расфасовку.

В основе использования рыбного фарша для этих целей лежат его гелеобразующие и связующие (адгезивные) свойства, зависящие от режима обработки и внесенных в него добавок. Для приготовления продукции с заданными свойствами необходимо определить влияние каждого из

параметров обработки на гелеобразующую способность фарша и свойства получаемого геля.

Наибольший интерес представляет промытый рыбный фарш - сурими, как основное сырьё для приготовления продуктов с требуемой структурой [210]. Сурими - это высококонцентрированный миофибриллярный белок, состоящий в основном из актомиозина. При добавлении к сурими поваренной соли при перемешивании белок растворяется, образуя золь или пасту, обладающую адгезивными свойствами и застывающую далее с образованием геля. Установлено, что концентрация соли, требуемая для образования геля, находится в пределах от 2 до 3% от массы сурими. Максимальной плотности гель достигает при внесении 4,4% NaCl; при дальнейшем повышении концентрации соли плотность геля снижается. В промышленности в фарш, в среднем, добавляют 2,5% соли. Добавление соли уменьшает термостойкость белков сурими, поэтому гель начинает образовываться при более низких температурах. Сурими, содержащее соль, имеет более длительный срок хранения, чем сурими без соли. Однако из-за присутствия соли в сурими во время холодильного хранения может образоваться гель из золя растворенного белка, что затрудняет в дальнейшем использование сурими для производства структурированных продуктов, так как большинство способов предусматривает образование геля в процессе структурирования волокон [210, 223].

В зависимости от используемой технологии обработки фарша, получаемую продукцию можно условно разделить на следующие группы: формованные, структурированные, сложно-формованные и эмульгированные продукты.

К формованным относятся продукты, полученные путем наполнения подготовленной массой специальных форм и обработки их любым способом, позволяющим закрепить приданную продукту форму. Применяют следующие способы их приготовления: замораживание фаршевой смеси и фарша в смеси с филе мелких рыб в виде блоков с последующей резкой их на рыбные

палочки или рыбные порции; формование под высоким давлением в виде рыбных порций филе мелкоразмерных рыб и смеси фарша с кусками рыбы; экструзия подготовленной смеси с последующим закреплением формы продукта.

Применяют также определенные сочетания разных способов обработки. При производстве формованных блоков из филе мелких видов рыб и фарша содержание фарша не должно превышать 20%; увеличение содержания его в блоке выше оптимального, например до 30%, способствует значительному ухудшению качества продукции [204, 224, 225].

При изготовлении из фарша рыбных порций используют формы в виде геометрических фигур рыбок и др. Внесение в фарш полифосфатов и альгинатов позволяет получать рыбные порции с более нежной консистенцией [72, 224, 225].

Важное значение в направлении исследований непромытого рыбного фарша имеют рыбные палочки, спрос на которые в странах Европы и США постоянно возрастает из-за легкости подготовки их к употреблению в домашних условиях и хороших вкусовых качеств.

Одним из перспективных направлений использования рыбного фарша является производство копченых формованных фаршевых изделий, близких по гастрономическим свойствам к таким продуктам, как рыба горячего и холодного копчения. Проведенные в АтлантНИРО исследования показали, что в качестве сырья для производства формованных копченых изделий могут использоваться пищевые рыбные фарши (предпочтительно в смеси с говядиной и шпиком), мороженые хек, путассу, аргентина, пикша в смеси со скумбрией или ставридой [12]. Для формования рыбных изделий могут быть использованы натуральные и искусственные оболочки [82, 83].

Рыбный фарш может быть использован также для изготовления вяленых формованных изделий. Из мяса мороженого минтая и путассу после размораживания приготавливали фарш различной степени измельчения, добавляли другие компоненты и тщательно перемешивали. Из полученной

смеси формовали продукт в виде пластин толщиной 10-15мм и вялили его в искусственных условиях при температуре 20-22°C в течение 26-30ч. Содержание влаги в продукте после вяления составляло 33-36%. Готовый продукт имел плотную одинаковую консистенцию и приятный вкус, свойственный вяленой рыбе [48].

В связи с тем, что недостатком фарша механического приготовления из отходов от производства филе является его темная окраска, предложено не осветлять его известными способами, а выпускать продукт, допускающий естественную окраску этого фарша. По цвету рыбный фарш из отходов от филетирования рыбы близок к говяжьему фаршу, поэтому предложено смешивать его в соотношении 1:1 с говяжьим фаршем. Полученный продукт имеет меньшую стоимость, чем чистый говяжий фарш, но не уступает ему по содержанию белка. Проведены опыты по приготовлению смеси из фарша трески, сайды, пикши с говяжьим фаршем и выработке из него широкого ассортимента блюд для школьных завтраков и армейских рационов. Установлена возможность использования смеси для замены говядины во многих блюдах [48].

Ламинированные блоки приготавливают из фарша, содержащего альгинаты. Листы этого фарша после их застывания укладывают слоями один на другой для получения блока. После кулинарной обработки порции ламинированного филе по текстуре ближе к натуральной рыбной мышечной ткани, чем рыбные порции, приготовленные из других рыбных блоков.

При приготовлении формованной продукции используют структурирующее замораживание. Для этого рыбный фарш смешивают с кусочками филе (80:20) или соевым маслом (70:30). В рецептуре смеси содержатся также картофельный крахмал и яичный белок, вкусовые и ароматизирующие добавки, в том числе коптильная жидкость, вода, сорбиновая кислота и другие добавки. Полученную смесь набивают в целлофановую оболочку и замораживают в течение 24ч. при -13°C. Затем

полуфабрикат отваривают, охлаждают, коптят при 75°C, нарезают на ломтики, упаковывают в пакеты и пастеризуют при 90°C в течение 20 мин.

Наибольшее распространение в практике мировой рыбообрабатывающей промышленности получила аналоговая продукция типа структурированной и сложноформованной. Технологические схемы приготовления этих видов продукции практически совпадают и включают составление композиции (сурими + вода + соль + вкусоароматическая добавка + крахмал + яичный белок), куттерование смеси, формование в виде полотна, термообработка полотна и разрезание его на полосы и соединение полученных волокон (полос) в пучки. В дальнейшем при изготовлении структурированной продукции волокна формуют в жгут, завертывают в оболочку и разрезают прямым или косым срезом, а приготовление сложноформованной продукции включает смешивание волокон с пастой и формование полученной смеси любым вышеописанным способом.

Для приготовления структурированной аналоговой продукции используют волокна, приготовленные из пасты сурими. Наиболее распространенным способом получения волокон является экструдирование пасты. В процессе экструдирования происходит ориентирование содержащихся в смеси волокон в направлении ее движения. Для закрепления волокна обычно нагревают.

После нарезания сформованного продукта на палочки определенной длины последние направляют на термическую обработку, при этом наиболее эффективной считают обработку паром. Затем продукт расфасовывают в консервные банки и стерилизуют причем, рН содержимого консервов регулируют в пределах значений 6,0-6,7. Слабокислая среда предотвращает окрашивание содержимого в коричневый цвет при высокотемпературной обработке, а также способствует сохранению вкусовых и структурных свойств продукта.

Большой интерес представляет получение сложно-формованной продукции, имитирующей ценные деликатесные продукты из ракообразных и моллюсков.

Для приготовления аналоговой продукции используются волокна, приготовленные из пасты суrimi. Волокна могут быть получены путем резки замороженного геля. Например, при изготовлении продукции, имитирующего продукта из мяса креветки. сначала приготавливают пасту суrimi, состоящую из фарша минтая, льда, соли, крахмала, глутамината натрия, глицина, аланина, сладкого сакэ и креветочного экстракта. Приготовленный из части этой пасты гель замораживают при минус 30°C, затем его режут на волокна толщиной 0,3мм. Оставшуюся пасту и волокна смешивают в соотношении 1:1, формируют полученную смесь в виде шеек креветок и отваривают их на пару.

Для получения аналога мяса ракообразных было предложено использовать мясо криля. Смесь для получения аналога мяса ракообразных содержит от 20 до 45% рыбного фарша, от 15 до 45% мяса криля и до 30% волокон, улучшающих текстуру продукта; обычно используют волокна соевого белка. Кроме того, в смесь вносят ледяную воду до 15%, крахмал около 10,5% и ароматизирующие вещества (около 1,5%). Крахмал вводят в виде смеси, состоящей из крахмалов, растворимых в холодной и горячей воде; такая комбинация способствует удержанию влаги в пищевом продукте как до кулинарной обработки, так и после нее. В смесь добавляют также соль, сахар, эмульгатор, масло, пшеничную муку, глутаминат натрия, краситель и лимонную кислоту. Все компоненты смеси тщательно перемешивают, и полученную массу направляют на формование и последующее замораживание. Полученный продукт можно обжарить на сковороде или в гриле.

T. Suzuki разработал способ получения структурированной продукции, имитирующей мясо крабовых конечностей (Sea Legs), который нашел наиболее широкое распространение в практике рыбообработывающей



промышленности [228]. На обработку поступало сурими в замороженном виде, которое частично размораживалось, при этом важно, чтобы разница температур на поверхности блока и внутри него была минимальной. Частично размороженное сурими с температурой от 0°C до минус 5°C нарезают на мелкие кусочки, которые смешивали с солью и крахмалом в бесшумном куттере. При этом для более полной экстракции растворимого белка соль добавляли в несколько приемов. Затем добавляли согласно рецептуре вкусоароматические вещества и ледяную воду. [228].

Приготовленную пасту экструдировали в виде полотна на ленту транспортера. Полотно подвергали трехэтапной термической обработке: прогревание газом при температуре 64-68°C, нагрев в паровой камере и повторный нагрев газом при температуре 66-70°C. Затем полотно разрезали на полосы шириной 1,3-1,7мм и закручивали в виде рулонов диаметром от 0,6 до 2,5см. Рулон покрывали плёнкой, на внутреннюю сторону которой наносили слой рыбной пасты с красителем. Кроме того, в линии производства «крабовых ножек» предусмотрено устройство для нанесения на разрезанное полотно перед его закручиванием в рулон сырой рыбной пасты, играющей роль связующего вещества. Затем рулон, завернутый в пленку с красителем, разрезали на куски желаемой длины и упаковывали. Возможна также проварка «крабовых ножек» паром, охлаждение их и упаковка [223, 228].

Широкое развитие получило производство эмульгированной продукции из рыбного фарша. Отличительной особенностью ее приготовления является необходимость создания эмульсионной композиции, обязательным компонентом которой является жир.

Свойства и качество готовых колбасно-сосисочных изделий тесно связаны со свойствами и качеством колбасно-сосисочной композиции, которые, в свою очередь, как и свойства всякой дисперсионной системы, зависят от состава сырья, степени его измельчения, влажности, природы и

концентрации растворимых в воде веществ, влагоудерживающей способности [162].

Установлено, что наилучшей консистенцией обладает колбаса, приготовленная из фарша, выработанного из рыбы в состоянии после разрешения посмертного окоченения. Большое значение для получения колбасных изделий с эластичной структурой имеет способность мяса рыб образовывать связанную структуру. Этой особенностью обладает мясо многих рыб: акулы, голубого марлина, горбылей, ставриды, морских окуней и др. Хорошие результаты дает смешивание мяса трех и более видов рыб [162].

Важными характеристиками качества колбасного фарша являются его ВУС и рН среды. ВУС колбасной массы должна быть не ниже 70%, а значение рН – от 6,5 до 6,9 [162]. Показано, что добавление фосфатов в колбасный фарш повышает способность мяса рыбы поглощать и удерживать воду, увеличивать растворимость белков фракции миозина, уменьшать содержание водорастворимого кальция, способствовать образованию стойких жировых эмульсий. При этом для получения колбас с хорошей консистенцией, при составлении колбасной массы к фаршу, нужно добавить вначале воду, затем фосфат и только после этого поваренную соль [162].

Слабовыраженный вкус и жестковатая консистенция фарша из минтая обуславливает его низкую приемлемость для приготовления рыбных палочек и порций, но служит положительным фактором при использовании в качестве заменителя части мяса (наполнителя) в бифштексах, сосисках, мясных хлебцах и др. Поскольку окраска рыбного фарша не влияет на качественные показатели рыбо-мясных изделий, то отпадает необходимость промывки фарша, снижающей выход продукции [225].

Таким образом, анализ современного состояния переработки рыбы пониженной товарной ценности, мелкой рыбы и вторичного сырья показывает, что производство из них эмульгированной, формованной и структурированной продукции во всем мире получает все большее развитие [110, 114, 115, 124, 196]. В широких масштабах производство фарша и

использование его для выработки различной продукции налажено в таких странах, как Япония, США, Польша, Англия, Норвегия и др. В настоящее время определилось отдельное направление в технологии обработки рыбного сырья, связанное с производством фарша, которое занимается решением всего комплекса вопросов, начиная с требований к сырью и кончая проблемой сохранения качества фарша при холодильном хранении. Решению проблемы производства фарша будет способствовать быстрое оснащение рыбообрабатывающих предприятий технологическим оборудованием и, в частности, мясо-костными сепараторами и специальными рыботорделочными машинами.

Как показано многочисленными исследованиями, для сохранения качества фарша важное значение имеет не только свежесть используемого сырья, но и применение разнообразных добавок. Отечественными и зарубежными работами подтверждена целесообразность введения в рыбный фарш в качестве стабилизирующих добавок поваренной соли, сахара, цитрата натрия, натрийтриполифосфата, эриторбата натрия, а также натуральных специй для сохранения качества мороженого фарша.

Проблема дальнейшего использования рыбного фарша не менее важна, чем проблема его производства. За рубежом блоки мороженого фарша, не находящие сбыта в виде полуфабриката, используются в качестве исходного сырья для приготовления разнообразного ассортимента кулинарной продукции. В нашей стране ведутся исследования, направленные на решение проблемы использования фарша. В других странах (США, Япония, Англия) уже давно существует налаженное производство такой продукции на основе фарша, как рыбные палочки, колбасы и др. [183, 185, 186].

Особо следует отметить два направления использования рыбного фарша, которые получают развитие в Японии и США, - получение структурированных и сложноформованных продуктов на основе фарша и использование рыбного фарша в колбасных изделиях для замены части говяжьего мяса.

Вместе с тем в целях расширения ассортимента и улучшения качества продукции из рыбного фарша требуется продолжение исследований по уточнению состава и свойств исходного сырья, используемого для этих целей, корректировка состава и количества вносимых в фарш добавок в зависимости от вида рыб и нерыбных объектов, совершенствование существующих и разработка новых технологических процессов производства рыбной продукции [136, 172, 173, 175, 177, 178, 179, 215, 216, 229].

Вышеуказанная технологическая схема была доработана и модифицирована количеством промывки водой измельченного мяса: одно- или двукратной. Прежде всего с целью сокращения расхода воды для промывки, измельченное мясо после прессования для удаления основной массы водорастворимых азотсодержащих веществ промывают только один раз при соотношении фарш: вода 6:1. При использовании данного способа можно удалить из мяса рыбы около 25% азотсодержащих соединений и до 85% небелковых азотистых веществ (НБА) [227].

При производстве фарша из отходов от филетирования, которые образуются при разделке, их пропускают через пресс-сепаратор, на котором мясо рыбы отделяется от костей и затем с помощью шнекового устройства смешиваются с водой при соотношении 1:3 в течение 15 минут. После промывания оставшуюся влагу в фарше отделяют центрифугированием, а затем готовый фарш направляют на упаковку и последующее замораживание [63, 74, 226].

Существует «норвежская технология» обработки мелких неразделанных рыб, согласно которой рыбу разделяют на куски 1-2см, смешивают с равным количеством воды, добавляют уксусную или пропионовую кислоту (рН 4,0) и перемешивают. При данном способе мясо рыбы уплотняется, происходит отделение кожи, внутренностей и черной плёнки. После этого мясо отделяют от костей при помощи напора воды под давлением и обезвоживают на пресс-фильтре. Выход мяса составляет от 35 до 40% [170].

Данный способ является наиболее перспективным в технологии получения фарша, из-за возможности использования мелких пелагических рыб без разделки.

Существует способ приготовления пищевого фарш из предварительно замороженной разделанной тушки рыбы способом криосепарирования [199].

### **1.1.5 Использование электрохимически активированных растворов (ЭХА-растворов) в технологии пищевых продуктов**

Явление электрохимической активации (ЭХА) было открыто в 1975 году инженером В.М. Бахиром [51, 52]. Спустя 10 лет, в 1985 году, появилось представление об электрохимической активации, как о новом классе физико-химических явлений, которые лежали в основе научно-технического направления и способствовали началу первых исследований в этой области. Задача электрохимической активации заключалась в изменении физико-химических свойств и реакционной способности воды для последующего получения заданных функциональных свойств: каталитической и биокаталитической активности [134, 142, 155, 156].

Электролиз - это процесс протекания химических реакций под действием электрического тока на электродах, которые помещены в раствор ЭХА-воды и сопровождении ее электролитическим разложением на электродах. Данный процесс проводился путем катодной или анодной электрохимической обработки воды в электрохимическом реакторе, в результате чего ЭХА-вода приобретала свойства католита и насыщалась продуктами катодных электрохимических реакций (гидроксидами металлов, гидроксид-ионами и водородом) и имела свойства восстановителя, либо приобретала свойства анолита и насыщалась продуктами окисления, в том числе кислотами, синтезирующимися из растворенных солей, и проявляла свойства окислителя [134].

Высокие и низкие значения рН как у анолита, так и у католита, долгое время сохраняли свои свойства при хранении.

Активированное состояние воды и растворов в результате униполярной электрохимической обработки проявлялось аномальной реакционной способностью католита и анолита в окислительно-восстановительных реакциях, а также в их каталитической, биокаталитической и биологической активности, аномальной физико-химической активности при взаимодействиях на границе раздела фаз [30, 134].

Таким образом, ЭХА-вода получила способность направленно варьировать кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства растворов и самой воды; использовать вместо традиционных растворов химических реагентов метастабильные растворы. Аномальные свойства ЭХА-воды применяются в сельском хозяйстве, медицине и пищевой промышленности, особый интерес у всех исследователей вызывают её бактерицидные свойства и влияние на организм человека и животных [51, 53].

Технологическая эффективность применения ЭХА-воды состоит в том, что электрохимическая активация способствует переходу воды в активированное состояние, которое проявляется в повышенной реакционной способности [51, 52, 53].

Основной раствор, который синтезируется на установке типа СТЭЛ, является нейтральным анолитом АНК. В отличие от традиционных дезинфицирующих и стерилизующих растворов, таких, как хлорамин, гипохлорит натрия и синтетических биоцидных веществ, действующие компоненты анолита АНК не являются веществами - ксенобиотиками и не оказывают вредного воздействия на организм человека и теплокровных животных [51, 53].

В 1997 году авторы определили терминологию для описания электрохимически активированных жидкостей. ЭХА – вода - это химически чистое вещество или растворитель водно-минеральных сред с

минерализацией не более 5 г/л, которое направляют на электрохимическую обработку, характеризующуюся метастабильностью, аномальной реакционной и каталитической активностью и электрононеравновесными свойствами. ЭХА-раствор- водный раствор электролитов, концентрацией не более 5 г/л, подвергнутый ЭХА или раствором электролитов в любой концентрации, который добавили к предварительно активированной воде. Неактивированный (стабильный) электрохимически обработанный раствор-раствор, подвергнутый обработке в электрохимическом реакторе различного устройства, характеризующийся преобладанием стабильных продуктов электролиза и не проявляющий аномальных метастабильных свойств. [141].

Экспериментальные исследования по изучению токсического действия нейтрального и кислого анолитов на организм теплокровных животных показали, что анолит, с концентрацией ионов активного хлора не более 150 мг/л не вызывает раздражающего действия, не обладает сенсibiliрующей активностью и не вызывает аллергических реакций в этой дозировке активного хлора.

Наибольшее распространение ЭХА-растворы получили в медицине в качестве дезинфицирующих и стерилизующих препаратов, однако в последние годы ЭХА-вода постепенно внедряется и в другие отрасли, в том числе и в пищевую промышленность.

Установлено, что нейтральный анолит (рН 6-7) обеспечивает практически полное удаление санитарно-показательной и специфической микрофлоры при мойке цеха и оборудования цеха переработки мяса птицы [152, 188].

Добавление в рацион кур зерна, пророщенного после обработки кислым анолитом, сопровождается увеличением яйценоскости птиц на 5-8% и увеличением содержания токоферола (витамина Е) в составе яиц. Научно доказано, что испытания нейтрального анолита АНК, не выделяющего газообразного хлора в окружающую среду и обладающего высокой окислительной и биоцидной активностью, обусловленной присутствием

хлорноватистой кислоты, в процессе обработки тушек птицы, показали, что однократное орошение тушек анолитом ( $\text{pH } 7$ ,  $C_{\text{ax}} 50 \text{ мг/л}$ ) в течение 15-20сек обеспечивает снижение количества бактерий рода *Salmonella* более чем на 1,3 порядка [152].

В настоящее время широкое распространение получил нейтральный анолит АНК, который обладает модифицированными свойствами и характеризуется хорошими бактерицидными и удовлетворительными моющими свойствами [141,143].

В технологии промывания рыбных фаршей возможно использование ЭХА-растворов для электрохимической экстракции белка при получении их гидролизатов из отходов от разделки ракообразных (панциря краба, криля и др.) при выделении хитина [32, 33, 134, 197].

Сотрудники Гипрорыбфлота исследовали бактерицидные свойства ЭХА-растворов для увеличения сроков хранения охлажденной, мороженой и копчёной рыбной продукции. В результате они создали технологию, в которой при использовании электрохимически активированного анолита АН раствора поваренной соли, обеспечивалось длительное сохранение продуктов высокого качества, также по результатам внедренной технологии появилась возможность консервировать икру [134, 196, 197].

Был проведён комплекс научных работ по апробированию бактерицидных свойств ЭХА-воды нейтрального анолита по санитарно-значимым бактериям, в результате которого в нем было определено минимальное содержание активного хлора с бактерицидными свойствами.

Установлено, что нейтральный анолит с  $C_{\text{ax}}$  в пределах 250-400 мг/л может использоваться для обеззараживания рабочих поверхностей на предприятиях пищевой промышленности против спорообразующих бактерий, БГКП и др., также установлено, что катодит обладает модифицированными антиоксидантными свойствами [134, 144].

ЭХА-растворы используют для экстрагирования горьких веществ из хмеля, сахарозы из свекловичной стружки, коллагена из кожи рыб для



получения структурообразователей. Было предложено экстрагировать пектин из свежих яблочных выжимок анолитом ЭХА-раствора с рН 3,6 при температуре 65°C в течение 25 минут в шнековом экстракционном аппарате при соотношении яблочные выжимки: анолит ЭХА-раствора – 1:5, соответственно [141, 152, 194, 197].

Процессы очистки воды обусловлены протеканием электрохимических реакций окисления и восстановления, а также, благодаря участию в процессах очистки электрохимически синтезированных соединений из самой очищаемой воды и растворенных в ней солей, высокоактивных реагентов: озона, атомарного кислорода, пероксидных соединений, хлорноватистой кислоты и короткоживущих свободных радикалов [134].

Таким образом, изучение научной и патентной литературы показало, что применение ЭХА-растворов в технологии пищевых продуктов из водных биологических ресурсов, в том числе для промывания пищевых рыбных фаршей, является перспективным, поэтому поиск новых подходов к использованию ЭХА – воды является актуальным.

## **1.2 Антарктический криль как сырьевой ресурс для производства комбинированных фаршевых изделий**

Антарктический криль (*Euphausia superba*) занимает одно из ведущих положений в планктоне Антарктики. Российскими учёными и исследователями были определены районы, промысловые концентрации криля, периоды вылова и выявлены основные особенности распределения, в зависимости от интенсивности питания и возраста. Результатом научных исследований явились практические рекомендации по поиску промысловых различных размерных групп по акватории Южного океана. Были определены закономерности вертикальных миграций криля в пределах суток в местах скопления, конструкций орудий лова, и была доказана возможность

использования средств гидромеханизации в процессе добычи криля на практике [9, 61, 71, 73, 79, 106, 130, 205, 206].

При определении перспектив использования антарктического криля изучены принципы комплексной технологии переработки криля, в основе которой обосновано производство пищевой продукции и установлено, что отходы, которые образуются при производстве продукции из криля, могут использоваться для выработки кормовой и технической продукции. На первых этапах исследований запасов криля кормовое направление было основополагающим и осуществлялось в пищевой промышленности на рыбомучных установках для кормовой муки и морозильном оборудовании при производстве антарктического криля. [5, 6, 49, 50, 103, 204, 206].

На следующих этапах стало необходимым внедрять новые технологии и создавать специальное технологическое оборудование, которое было бы уникальным и не имело аналогов ни в России, ни за рубежом. В результате исследований появились новые спроектированные пищевые, кормовые, технические виды оборудования и новые виды пищевой продукции, полученные из них. Научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями разработаны и новые способы обработки антарктического криля, основанные на прессовании, центрифугировании, тепловой обработке и замораживании, включая новые способы извлечения белков, липидов, ферментов, гидролизатов, изолятов и др. [5, 6, 9, 17, 18, 19, 23, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 43, 46, 47, 49, 76, 77, 78, 80, 95, 102, 106, 107, 151, 222].

Подъём производства рыбной продукции возможен при условии создания таких пищевых продуктов, которые входят в группу создания принципиально новых пищевых продуктов, как со свойствами, известными потребителю, так и с новыми свойствами и заданным составом.

Использование фаршей при создании комбинированного продукта в основе полуфабриката для дальнейшего производства рыбной продукции имеет высокий потенциал в связи с постоянно увеличивающимся спросом на

рыбную кулинарную продукцию, в том числе полуфабрикаты из комбинированных фаршевых продуктов, сбалансированных по аминокислотному и липидному составу [9, 10,15, 16, 29, 103, 125, 208, 209, 217, 218, 219].

В связи с вышеизложенным, влияние способов технологической обработки и выбор компонентов комбинированных продуктов на формирование их качества является актуальной задачей при производстве новых видов комбинированных продуктов и перспективным направлением данного исследования работы.

Используя физические способы обработки можно направленно изменять соотношение пищевой и непищевой частей криля и получать готовый продукт требуемого состава. К одному из таких способов относят прессование криля.

При изучении процесса разделения дисперсного сырья, к которому следует отнести криль, принято, что он представляет дисперсную систему, состоящую из двух фаз - непищевой твердой (панциря), и пищевой жидкой (содержимое головогруды и мясо криля). При приложении нагрузки прессованием панцирь уплотняется и от него отделяется свободная жидкость, способная двигаться в капиллярах продукта под действием градиентов давления и силы тяжести.

Вследствие изучения деформационно-фильтрационных свойств криля было предложено использовать для прессования сырца пресс, по своим характеристикам наиболее соответствующий условиям прессования многослойной крилевой массы в замкнутом объеме [121, 190, 191, 192, 220].

Этот способ разделения пищевой и непищевой частей криля использован в технологии белковой пасты «Океан», предусматривающий прессование криля-сырца на виноградном прессе шнекового типа с последующей тепловой коагуляцией белков полученного сока [120, 121, 126].

Установлено, что данный способ позволяет получать пищевую продукцию только из легкоотпрессовываемой части криля, в результате чего

используется на пищевые цели лишь содержимое головогруды и мышечный сок. Значительная же часть мышечной ткани (до 40%) направляется на кормовые цели. Кроме того, данный способ исключает возможность обработки активно питающегося «зеленого» криля, так как вместе с содержимым головогруды отпрессовывается и фитопланктон, который окрашивает конечный продукт в грязно-серый цвет.

Андреев М.П. совместно с В.М.Смирновым и М.С.Биденко предложили способ получения сырого мяса из криля [47], согласно которому жидкая и мягкая фазы (содержимое головогруды и мясо) продавливались внутрь вращающегося барабана через перфорацию диаметром 4-5 мм под давлением резиновой ленты, частично охватывающий барабан, а твердая фаза (панцирь) задерживалась на внешней поверхности барабана. Поскольку края отверстий барабана острые, а прижимающее усилие ленты возрастает постепенно, происходило не только раздавливание и проталкивание, но и частичное вырезание кусочков мяса шейки с сохранившейся первичной структурой. Эти кусочки имеют форму, близкую к шару, а их размер зависит от диаметра отверстий барабана.

Выделенный внутрь барабана продукт содержал кусочки измельченного мяса размерами, равными диаметру отверстий барабана, внутренности и содержимое разрушенных глаз в виде сметанообразной массы темно-вишневого цвета, а также примеси панциря и неразрушенных глаз, проникшие через отверстия барабана вместе с мясом. В целях получения чистого измельченного мяса (фарша) криля предполагалось довести содержание панциря в мясе до минимума путем подбора оптимальных диаметров отверстий рабочих барабанов пресс-сепараторов (фарш-машин), а внутренности и глаза удалить из продукта отмывкой их морской водой [19, 20, 23, 34, 35].

Для определения рациональных диаметров отверстий рабочих барабанов криль обрабатывался на пресс-сепараторах, имеющих барабаны с отверстиями диаметром 2,0; 2,7; 3,5; 4,0; 5,0 и 6,0 мм. Результаты

проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что, обрабатывая криль на барабанах с отверстиями диаметром от 3,5 до 6,0мм, не удается получить продукт с низким содержанием панциря. Обработка криля на сепараторах с барабанами, имеющими отверстия диаметром 1,3 - 1,5мм, обеспечивает получение непромытого фарша с низким содержанием панциря (0,1-0,4%), однако выход готового продукта при этом существенно снижается за счет перекрывания отверстий барабана панцирем целого криля, препятствующим проникновению мяса внутрь барабана [20, 23, 34, 35].

По литературным данным содержание мяса в криле колеблется в значительных пределах и составляет 30-35%. Мясо криля составляет около 26,5%, панцирь-27,6%, головogрудь- 36,2%. Мясная фракция криля составляет 25-40% от массы целого. Содержание влаги составляет 72,5-85,0%, липидов 0,9-9,5%, углеводов 1,1%, минеральных веществ 2,1-3,5%. В целом криле содержится в количестве 12,8-15,5% общего белка [8, 20, 22, 25, 60, 160]. ВБ и СБ составляют 33-43% и 23-30% от общего количества соответственно, остальные белки относятся к белкам стромы и соединительным. Соотношение белков изменяется в зависимости от размера, биологического состояния и других факторов, поэтому мелкий криль первой размерной группы содержит меньше ВБ и СБ, чем крупный. Также у самок и самцов, которые имеют сильно развитую головogрудь, содержание белков имеют различие: доля ВБ, по сравнению с неполовозрелыми самками увеличивается на 5% [5, 6, 18, 20, 22, 25, 60, 119, 122, 160, 189, 213, 214, 228]

Учеными установлена прямая зависимость: с увеличением размера антарктического криля повышается содержание белков и липидов, снижается содержание влаги. По результатам исследований состава белков криля различных размерных групп и состояния выявили, что альбумины, входящие в основную массу белков криля, составляют 53-55%, щелочерастворимые белки составляют 7-8%. Около 25-30% составляют глобулины, в состав которых входят миофибриллярные белки [6, 20, 22, 123, 160, 211, 212].

В результате определения аминокислотного состава белков криля, было определено следующее: они содержат все АК и богаты следующими НАК: фенилаланин, аргинин, метионин, лейцин, лизин. Количество лизина, лейцина и метионина одинаковое, составляет 0,35-0,50 г/1г от общего азота. В криле учеными установлено высокое содержание дикарбоновых АК, именуемых глутаминовой и аспарагиновой [6, 103].

В биохимических и микробиологических процессах, которые происходят в криле после вылова, основная доля приходится на свободные АК, а остальное количество представлено в виде летучих азотистых оснований и нуклеотидов и другими соединениями. Среди свободных АК в относительно больших количествах содержатся следующие: аланин, аргинин, таурин, орнитин, лизин и другие [6, 24, 37, 108, 127].

У целого криля белки составляют около 65% от общего количества свободных АК. В веществах, характеризующих запах свежеевыловленного криля идентифицировано около 53 соединений, которые идентифицированы как азотистые летучие основания [24, 62].

Учеными было установлено, что основная часть липидов в криле; фосфолипиды, ТАГ, свободные жирные кислоты и стерины. Они содержат их количество в размере 17,1-41,0%; 23,0-52,6%; 10,0-16,1%; 6,3-18,0%. А вот содержание моноглицеридов и диглицеридов незначительно и составляет около 0,4-3,4% соответственно. Фосфатидилхолин и фосфатидилэтаноламин - главные фосфолипиды криля, составляющие 77-82% и 13-15% от общего содержания фосфолипидов, находящихся в составе криля [22, 66, 67, 133, 163, 164, 165].

Липиды криля, обладают рядом уникальных свойств, в частности, относительно высоким (до 58%) содержанием фосфолипидов от их общей суммы, наличием растворенных в жире каротиноидов, связанных особенностями химического состава, криль является сырьем для производства высокоценных пищевых и кормовых продуктов [55, 109, 129, 167, 168]. Липиды криля характеризуются высоким содержанием и

разнообразием насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Основными фракциями ЖК являются следующие: пальмитиновая (16:0), миристиновая (14:0), докозагексаеновая (22:6), пальмитолеиновая (16:1), олеиновая (18:1), эйкозапентаеновая (20:5), основу которых составляют 87% от общего количества ЖК в липидах антарктического криля [171, 221]. Высокие значения кислотных и йодных чисел также характерны его основным липидам [93].

Антарктический криль характеризуется высоким содержанием каротиноидов, содержание которых составляет около 23.5 мг/г от массы целого. Основной каротиноид, обуславливающий серо-зеленую окраску для активно питающегося криля, представлен астаксантином и его эфирами и пигментом хлорофилла [55].

В состав липидов криля входит также астацин и  $\beta$ -каротин, также установлена связь пигментов каротиноидов криля с фосфолипидами, и свободными ЖК. В антарктическом криле были обнаружены витамины и другие БАВ, при которых характерно наличие рибонуклеиновой кислоты, которая может служить главным фактором при получении лекарств, ускорителей роста и повышения биологической репродуктивности в животноводстве [55].

В антарктическом криле было установлено определенное количество микро-и макроэлементов, а именно: натрий, фосфор, цинк, стронций; вместе с этим содержание кадмия, ртути, никеля и марганца низкое. Позже было установлено содержание в нём ионов тяжелых металлов: около 0,5-1,2 мг%, меди – 380 мг%, кадмия – 46 мг%, свинца – 50, мышьяка – 340 мг% [6].

Учеными было установлено и подтверждено наличие в антарктическом криле системы протеолитических ферментов, именуемых эндопептидазой и экзопептидазой, ранее не установленной ни в одном объекте промысла. Оптимум их действия наиболее выражен при температуре 40-50°C и pH 7,0-8,0. Высокая активность данных ферментов криля была установлена при 0°C. Активность липолитических ферментов криля, также обладающих высокой

термостабильностью протеолитических ферментов, установлена у липазы и карбоксилэстеразы, которые обладают наибольшей активностью при температуре около 40°C [65, 66, 67, 68, 159].

Протеолитические ферменты характеризуются зависимостью их активности от реакции среды (pH). В результате чего выделили 3 оптимума активности протеаз: 1-при pH 4,0-5,0; 2-при pH 6,0-7,0; 3-при pH 8,0-9,0. данные оптимумы характеризуют три комплекса протеолитических ферментов: катепсины мышечной ткани (комплекс кислых пептидгидролаз), пепсины (кислые пептидгидролазы внутренностей криля), трипсины (комплекс щелочных пептидгидролаз) [6, 66, 67, 68, 145].

Установлена значительная роль термоустойчивой щелочной протеиназы фарша криля при формировании структуры комбинированных продуктов с участием миофибриллярных белков при тепловой обработке продукта [4, 91].

В антарктическом криле содержится значительное количество витаминов групп А, В, Д и Е, но наибольший интерес представляет витамин А. Значительное количество витаминов группы А представлено астаксантином, который содержится в панцире криля (около 8 мг%) и его глазах (до 170 мг%), который придает ему оранжевую окраску. Содержание β-каротина в криле составляет от 10 до 30 мг на 100г от массы криля, содержание витамина В<sub>12</sub> в криле существенно выше, чем у других ракообразных [54, 55].

Хитин - основной углевод, содержащийся в покровных тканях, составляет около 20-25 % от общей массы антарктического криля [70, 72, 84, 132, 147]. Является ценным полуфабрикатом для получения загустителей, сорбентов, медицинских препаратов и др.

Учеными по результатам исследований химического состава криля установлено, что криль обладает высокой пищевой ценностью, в том числе фарш, полученный из него, пригоден для производства пищевой продукции [5, 13, 17, 22, 25, 137].



### 1.3 Практические аспекты производства комбинированных фаршевых изделий

В связи с постоянным увеличивающимся спросом на рыбную продукцию, расширение ассортимента, как готовых кулинарных изделий, так и создание комбинированных продуктов на основе рыбного фарша и нерыбных объектов промысла, улучшение компонентного состава и внесение растительного сырья для повышения биологической ценности - является актуальной задачей.

Качество рыбных фаршей зависит от физико-химических, органолептических и реологических свойств исходного рыбного сырья. В 1978 году учеными было предложено ввести понятие белкового коэффициента  $K_b$  характеризующийся отношением ВБ к СБ. Введение белкового коэффициента было необходимо для условного разделения полученных видов рыб на несколько групп по реологическим и органолептическим свойствам, так как составляющие основную часть мышечной ткани саркоплазматические и миофибриллярные белки оказывали значительное влияние на студнеобразование и формуемость [2, 10, 57].

Одной из главных проблем при разделке рыбы является низкий выход съедобной части, в некоторых случаях наличие чёрной пленки (при разделке тресковых) и остатки кожи, поэтому поиск новых технологических решений при разделке рыбы и отделении мяса из отходов от филетирования при помощи пресс-сепараторов для повышения выхода, снижения количества отходов на рыбоперерабатывающих предприятиях и комбинирование всех полученных фракций фарша для повышения выхода является еще одной актуальной задачей.

При получении рыбного фарша из сильнообводненных, тощих рыб было предложено комбинировать их с фаршами с повышенными функционально-технологическими свойствами, а также вносить пищевые добавки: каррагинаны, пектин, поваренную соль (от 2 до 5%), концентраты из

коллагеновых веществ, различные растительные крупы и др., которые способствуют улучшению формуемости, вязкости и повышают ВУС [56, 58, 59, 62].

Использование ферментных препаратов, в том числе ферментного препарата «Океан», полученного из внутренностей сардины, при производстве комбинированных фаршевых изделий улучшает формуемость, способствует получению изделий с ровной поверхностью и плотной структурой [70, 72].

Анализ накопленных способов и технологий получения рыбных фаршей из рыб и нерыбных объектов промысла показывает, что поиск новых способов производства фаршей и применения различных технологических решений как для увеличения выхода при разделке, повышения безотходности производства вследствие использования фарша, полученного при помощи пресс-сепарирования и последующего его внесения в комбинированный продукт, является перспективным направлением в области пищевых технологий.

Учитывая сложность отделения мясной фракции от пищевых рыбных отходов при помощи пресс-сепарирования, получение фарша из них остается актуальной задачей в исследованиях. Еще одним перспективным способом регулирования реологических и повышения функционально-технологических свойств комбинированных продуктов является внесение структурирующих добавок и промывание фаршей, в том числе ЭХА-водой с оптимальной концентрацией ионов активного хлора [30, 43, 62].

Наиболее перспективным способом производства комбинированных фаршевых продуктов является разработка такой технологии, которая будет сочетать промывку одного из компонентов (рыбного фарша) ЭХА-водой, выдерживать рациональное процентное соотношение компонентов в продукте, но вместе с этим не будет оказывать отрицательного влияния на органолептические свойства, улучшит реологические характеристики и повысит сроки хранения полученного комбинированного продукта.

## 1.4 Заключение

Производство комбинированных продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью, в том числе комбинированных продуктов из вторичного рыбного сырья и маломерных объектов промысла (антарктического криля), в последнее время является одним из перспективных направлений в области исследования и совершенствования пищевых технологий вследствие того, что комбинированные продукты на основе фарша из ВБР, являющиеся одними из основных источников полноценных компонентов пищи (белков, липидов, минеральных веществ), по-прежнему представляют особый интерес [38].

В настоящее время у потребителей пользуются высоким спросом продукты, обладающие высокой степенью готовности, поэтому разработка технологий комбинированных фаршевых продуктов позволит расширить ассортимент на рынке рыбных полуфабрикатов. Исследование фаршевых смесей наряду с исследованием исходных компонентов позволит составить рецептуру комбинированного продукта с оптимальным соотношением фарша из рыбы и нерыбных объектов промысла (антарктического криля).

Для разработки технологии комбинированных продуктов, расширения ассортиментного ряда, получения безопасных пищевых продуктов с пролонгированным сроком годности остается актуальным использование в их технологии ЭХА-раствора для промывки рыбного фарша. Технология комбинированного продукта, изготовленного на основе фарша из маломерных объектов промысла (антарктического криля) и пищевых отходов от филетирования тресковых рыб, с учетом технoхимических особенностей сырья, позволит рационально использовать сырьевые ресурсы, расширить ассортимент и повысить качество комбинированных продуктов, путем улучшения вкусоароматических свойств и аминокислотного состава продукта.

## ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, СХЕМА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть исследований проводилась в лабораториях кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» и лабораториях Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»).

Основные положения экспериментальной части исследований состояли из следующих предположений.

1. Постановки эксперимента с целью определения научно обоснованных методов создания технологии комбинированного продукта из сыромороженого фарша криля и пищевых отходов от переработки трески; подтверждения выдвинутых предположений, связанных со сроком годности комбинированного продукта с учетом рационально подобранного режима промывки фарша ЭХА-раствором с рациональной концентрацией ионов активного хлора.

2. Разработки технологии комбинированного продукта с последующей органолептической, химической и реологической градацией полученного продукта и обоснованием пролонгации срока годности.

3. Использования компьютерных программ Microsoft Office 2003/2007 в качестве электронных средств фиксации получаемых данных и контроля результатов.

Для статистической обработки результатов исследований и построения графических зависимостей использовали программное обеспечение из пакета Microsoft Office и программный набор для статистической обработки данных XLStat. Результаты выражались как значение показателя  $\pm$  стандартное отклонение трех параллельных измерений. Значение считалось статистически значимым при  $p=0,95$  [89].

## 2.1 Объекты и схема проведения исследований

Для проведения экспериментальных работ по технологии комбинированного фаршевого продукта в качестве основных компонентов использовали фарш рыбный, приготовленный из пищевых рыбных отходов в виде фарша, отделённого пресс-сепарированием от хребтовых костей с прирезью мяса и филейных обрезков, полученных после филетирования балтийской трески (*Gadus morhua callarias*) и фарш антарктического криля, приготовленный в судовых условиях из свежевывловленного криля в рейсе НИС «Атлантида» в районе Атлантической части Антарктики в период с ноября 2019 по май 2020 года. При приготовлении рыбного фарша из обрезки от филе и хребтовых костей с остатками мяса использовали пресс-сепаратор с диаметром отверстий барабана 3 мм (рисунок 2.1) методом пресс-сепарирования.

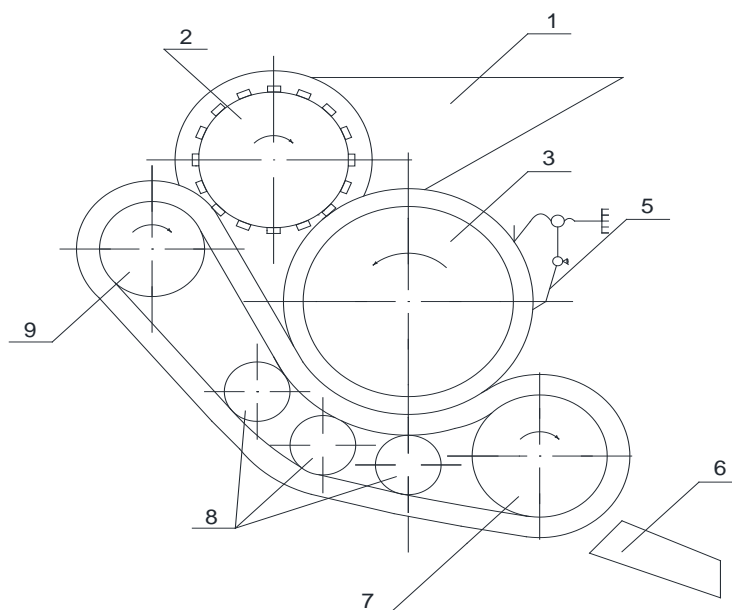


Рисунок 2.1 - Принципиальная схема устройства для пресс-сепарирования обрезки и мяса от костей после филетирования трески разделанной без головы: 1-лоток для загрузки; 2-барабан предварительного измельчения; 3- перфорированный рабочий барабан; 4-лента; 5- нож очистки барабана; 6- лоток для сброса отходов; 7- приводной барабан; 8- прижимные ролики; 9- натяжной барабан.

Продукт, выделенный внутри барабана, содержал фарш (измельчённое мясо) рыбы. Отделённые кости и кожу направляли на производство кормовой продукции. Полученный фарш использовали при дальнейшей обработке.

Фарш трески подвергали промывке питьевой водой (контроль) и ЭХА-водой (нейтральный анолит), приготовленной на установке СТЭЛ-40 при силе тока 10-12 ампер и рН 7,3 – 7,9 из подсолённой (5-9 г NaCl) на 1л питьевой воды в течение 10 минут при соотношении фарш: вода 1:3 [87]. Концентрация активного хлора  $C_{ax}$  (мг/л) составляла: 325 (исходный раствор), 200, 150, 100, 50, 25. Для получения ЭХА-воды с необходимой концентрацией активного хлора исходный раствор разводили питьевой водой. Для контрольной промывки рыбного фарша также использовали питьевую воду. Исследовалось влияние промывки ЭХА-водой на свойства рыбного фарша.

Фарш криля приготавливали в судовых условиях по технологии М.П. Андреева, В.М. Смирнова и М.С. Биденко [47]. Описание технологии представлено в разделе 1.2 данной исследовательской работы.

Для исследования динамики изменения качественных показателей фарша при холодильном хранении были использованы коммерческие образцы смесей пищевых добавок: «Стабифреш» (регуляторы кислотности - ацетат натрия E262, цитрат натрия E331; антиокислители – аскорбат натрия E301, пиросульфит натрия E223), «Рутафиш» (глюконо-дельта-лактон E575, лактат кальция E327, антиокислитель E316 - изоаскорбат натрия). Пищевые добавки вносили в количестве 0,3% от массы фарша согласно спецификации производителя. В качестве контроля использовали образцы фарша криля без добавок. Обе партии фарша упаковывали в полимерные пакеты.

После доставки в порт и перед использованием сыромороженный фарш с температурой не выше минус 18°C дефростировали до температуры минус 2 +2°C и измельчали на волчке.

На основе полученных компонентов с применением математического моделирования составлялись рецептуры комбинированного продукта.

## Схема проведения исследований



Рисунок 2.2 - Программно-целевая схема проведения исследований

При этом учитывались массовые доли вводимых фаршевых компонентов (от 65 до 85%), растительных ингредиентов (от 15 до 35%).

Для составления рецептурных композиций при помощи математического моделирования использовали полимерную тару и проводили оценку динамики изменения значений КМАФАнМ (КОЕ/г). Комбинированные фаршевые образцы в течение 10-15 минут после получения направляли на упаковку в полимерную тару и дальнейшее замораживание и хранение при температуре не выше минус 18°C. Растительное сырьё, которое предварительно очищали, подвергали мойке и измельчали. Далее изучали химический состав и определяли органолептические показатели полученных вариаций комбинированных продуктов на основе фарша из антарктического криля и промытого ЭХА-водой фарша из отходов от филетирования трески.

При установлении режимов доведения комбинированных продуктов до кулинарной готовности (температуры и продолжительности), их предварительно герметично органолептическим и микробиологическим показателям в течение трех месяцев хранения.

При проведении исследований по выделению липидной фракции из жидкости, полученной при центрифугировании криля, криль в количестве 1кг помещали в сетчатые мешки и подвергали центрифугированию до прекращения отделения сока, в котором определялось содержание влаги, жира и азотистых веществ [89].

Приготовленный сок перемешивали и разделяли на две части. В одной из частей растворялся ферментный препарат протосубтилин F20X в количестве, равном 5,0% к содержанию сырого протеина, в оставшуюся часть ферментный препарат не вносили. Из первой и второй частей отбирали пробы в количествах, равных емкостям градуированных пробирок лабораторной центрифуги и помещали на водяную баню при 45°C. Сок в пробирках подвергали гидролизу под действием собственных ферментов и фермента протосубтилин 20XГ (проба 1) и собственных ферментов (проба 2)



в течение 150 минут. Через каждые 30, 60, 90, 120, 150 минут ферментативного гидролиза пробирки извлекали из водяной бани и центрифугировали в течение 20 мин при скорости 12000 об/мин. В пробирках определяли количество выделившейся липидной фракции, затем их с содержимым нагревали на водяной бане до температуры 90°C в течение 5 минут и охлаждали на водяной бане до 40°C, снова центрифугировали, после чего проводили определение количества липидов.

В отдельных пробирках параллельно проводили гидролиз, каждые 30 минут определяли количество НБА и ФТА. По полученным данным устанавливали влияние продолжительности процесса гидролиза на количество выделившегося из сока липидной фракции [89].

## **2.2 Методы проведения исследований**

При проведении исследований использовали стандартные и общепринятые методы физико-химических, реологических, органолептических и микробиологических исследований.

### **2.2.1 Методы физико-химических исследований**

В образцах сыромороженого фарша криля, фарша из отходов от филетирования трески и комбинированном фаршевом продукте исследовали содержание влаги, жира, белка (N×6,25) и минеральных веществ по ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Определение pH в исследуемых образцах фаршей осуществляли при помощи прибора pH-метра TESTO 206-pH2. Калибровку прибора осуществляли при помощи вспомогательных буферных растворов. Исследуемые образцы предварительно измельчали и промывали.

Сущность метода определения массовой доли влаги заключалась в высушивании образцов до постоянной массы при температуре 100-105°C в течение 180 минут.

Определение количественного значения золы в исследуемых образцах проводили по методу температурного (105-110°C) удаления влаги как свободной, так и связанной, с последующим термическим сжиганием высушенной навески при температурных значениях 300°C и 500-600°C. Озоление проводили по достижении светлых цветовых спектров (белых с сероватым оттенком). Полученные данные подвергали математической обработке.

Вычисление процентного значения золы в исследуемых образцах проводили по формуле 1:

$$x = \frac{(G - G_1) \times 100}{g}, \quad (1)$$

G- массовое значение тигля с золой, г;

G<sub>1</sub> – массовое значение пустого тигля, г;

g- масса навески, г;

Количество ВБ и СБ в % определяли сжиганием и последующей отгонкой в аппарате *Kjeltec Auto 10 SO Analyzer* (Швеция) по методу в соответствии с ГОСТ 7636 Къельдаля Белковый коэффициент, который определяется соотношением солерастворимых к водорастворимым белкам  $K_6 = \text{СБ}/\text{ВБ}$ , содержание небелковых азотистых веществ (НБА, мг%) определяли из трихлоруксусного экстракта методом Къельдаля (для НБА).

Методика определения НБА основана на осаждающей способности ТХУ. Белковые соединения (в том числе часть пептонов) под воздействием ТХУ фракционируются в виде белковых взвесей, которые оставляют в растворе низкомолекулярные азотистые соединения. Определение концентрации азотсодержащих веществ проводили с использованием установки для автоматической дистилляции азота, основным принципом работы которого являлся метод Къельдаля ГОСТ 7636.

Небелковый азот определяли по формуле 2:

$$НБА = \frac{2 \times a \times K \times 0.028 \times V}{m \times V_1} \times 100, \quad (2)$$

2- коэффициент, учитывающий разведение вытяжки ТХУ;

a- количество определенного азота, мл;

K- поправочный коэффициент;

0,028- количество азота, равное 1мл 0,02 N раствора щелочи, мг;

V- объем колбы разведения, мл;

V<sub>1</sub> - объем фильтрата для минерализации, мл;

m- масса навески, г.

Концентрацию активного хлора С<sub>ак</sub> (мг/л) определяли согласно рекомендациям по применению дезинфицирующего раствора «Нейтральный анолит АНК», вырабатываемого на установках типа СТЭЛ [30, 141, 143, 144].

Консистенция фаршевой смеси является одним из наиболее значимых показателей при оценке разрабатываемого комбинированного продукта, так как фарш по физическим свойствам занимает промежуточное положение между твёрдым и жидким состоянием. Наличие внутренней структуры придаёт данной категории фаршей заданные механические свойства: формуемость - способность фарша приобретать и сохранять заданную форму под действием приложенного давления и силы тяжести; прочность - показатель, оценивающий свойства материалов не разрушаясь, воспринимать те или иные воздействия в определенных условиях и пределах, объективно характеризующие консистенцию [112].

Исследовали влияние на структуру сырого фарша из отходов от филетирования трески промытки ЭХА-водой с различной концентрацией активного хлора.

Реологические свойства оценивали по реологическим показателям: числу пенетрации и предельному напряжению сдвига (ПНС).

Число пенетрации - показатель, характеризующий реологические свойства веществ и равен глубине погружения рабочего тела пенетromетра,

которое выражается в единицах десятых долей миллиметра. Скорость деформирования - линейная скорость перемещения рабочего инструмента в направлении основной деформации. Под предельным напряжением сдвига понимают напряжение, по достижении которого материал начинает необратимо деформироваться. Предельное напряжение сдвига является одной из основных реологических характеристик пластично-вязких материалов [112].

Реологические исследования осуществлялись в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50814 – 95 «Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором»

Пенетрометр ПМДП с константой конуса с углом при вершине 60°  $K=2,14$  Н/кг применяли в качестве реометра. Методика определения числа пенетрации и ПНС основана на измерении погружения конуса при действии постоянной нагрузки в течение 180 сек. в специально подготовленный образец.

По полученным данным глубины погружения была определена величина ПНС по формуле 3:

$$Q = \frac{k \cdot m}{h^2}, \quad (3)$$

Q- предельное напряжение сдвига, Па;

m- действительная величина нагрузки, кг;

h- глубина погружения конуса, м;

k- константа конуса с углом при вершине 60°, равная 2,14 Н/кг.

При моделировании рецептурных композиций было необходимо произвести комбинированный фаршевый продукт с высокой пищевой и биологической ценностью. Биологическая ценность белка была выбрана в качестве основного критерия при создании рецептуры.

Показатель качества белка, характеризующий биологическую ценность, отражает степень соответствия аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтезирования белка.

Для оценки биологической ценности продукта провели расчет аминокислотного сора и показателя КРАС. Расчет аминокислотного сора проводили по формуле 4:

$$a = \frac{AK_{\text{продукт}}}{AK_{\text{эталон}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

$AK_{\text{продукт}}$ - содержание аминокислоты в белке эталоне по ФАО/ВОЗ.

Избыточное количество НАК характеризует показатель КРАС,%, который определяли по формуле 5:

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{\min})}{n} \quad (5)$$

$n$ - количество НАК;

$C_{\min}$ - минимальный из скоров НАК исследуемого белка по отношению к эталону.

По величине КРАС оценивали биологическую ценность полученного комбинированного продукта по формуле 6:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} \quad (6)$$

БЦ- биологическая ценность, %;

КРАС- коэффициент различия аминокислотных скоров, %.

Энергетическую ценность определяли расчетом количества энергии в калориях, высвобожденной от продукта в организме потребителя для обеспечения нормальных физиологических функций по формуле 7:

$$Q = 4 \cdot B + 9 \cdot Ж + 4 \cdot У \quad (7)$$

$Q$ - энергетическая ценность, ккал/100г продукта;

$B, Ж, У$ - содержание белков, жиров, углеводов соответственно, г.

### 2.2.2 Методы органолептических исследований

В соответствии с требованиями ГОСТ 7631-2008 «Рыба нерыбные объекты и продукция из них». Методы определения органолептических и физических показателей» органолептическую оценку проводили по

профильному методу. Органолептические показатели оценивались в баллах. Результаты представляли в виде профилограмм. Каждый показатель имел индивидуальную оценку качества продукции в баллах, которую записывали в дегустационные листы и подвергали математической обработке.

Среднюю органолептическую оценку полученных образцов выражали по формуле 8:

$$X=(X_1+X_2+X_3+\dots+X_n)/n, \quad (8)$$

X- общее количество образцов;

X<sub>1</sub>,X<sub>2</sub>,X<sub>3</sub>,X<sub>n</sub> -оценки каждого показателя;

n- количество показателей.

Балльный метод включает оценку свойств пищевого продукта в заданном диапазоне качества с применением установленных числовых выражений. Сущность данного метода заключается в оценке качества одного из многокомпонентных органолептических показателей, который состоит из нескольких характеристик. Общую оценку исследуемых образцов осуществляли в зависимости от интенсивности проявления органолептических показателей.

Профилограммы и диаграммы явились результатом балльных оценок, которыми выражены данные органолептические значения.

### **2.2.3 Определение микробиологических показателей**

Микробиологические испытания опытных образцов комбинированного фаршевого продукта были проведены в микробиологической лаборатории кафедры ихтиопатологии и гидробиологии ФГБОУ ВО «Калининградского государственного технического университета» и Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») в соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Отбор проб для микробиологических исследований осуществляли по следующим стандартам: ГОСТ 7631, ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, ГОСТ 26929, ГОСТ 31339.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.15. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.

Бактерии группы кишечных палочек - по ГОСТ 31747. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий);

Бактерии рода *Proteus* - по ГОСТ 28560. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий родов *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*.

Бактерии *Staphylococcus aureus* - по ГОСТ 31746. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*.

Плесневые грибы - по ГОСТ 10444.12. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов.

Сроки годности полученного комбинированного фаршевого продукта устанавливали в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов», в соответствии с которым сроки исследования пищевых продуктов должны превышать предполагаемый срок годности на время, которое определяется коэффициентом резерва.

## ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

### 3.1 Обоснование использования сыромороженого фарша антарктического криля при производстве комбинированного фаршевого продукта

#### 3.1.1 Химический состав и свойства криля и фарша из него

При проведении экспериментальных работ по разработке технологии комбинированного фаршевого продукта в качестве одного из основных компонентов использовали образцы сыромороженого фарша антарктического криля, которые были приготовлены в судовых условиях из свежевывловленного криля в рейсе НИС «Атлантида» в районе Атлантической части Антарктики в период с ноября 2019 по май 2020 года и доставлены в лабораторию Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»).

В ходе анализа размерно – массового состава криля выделены отдельные части криля, представляющие практический интерес. Разработана классификация криля и его частей по структурным и реологическим признакам исходя из структурно-механических, органолептических свойств и данных анатомического состава (таблица 3.1).

Таблица 3.1- Классификация криля по структурно-механическим свойствам.

Криль и его основные части	Дисперсная система	Реологические свойства	Структурные признаки
Целый криль	прочная	вязкоупругость	мягкий, прочный
Мясо	связанная мягкая	обратимая тиксотропия	мягкое, клейкое
Внутренние органы	жидкообразная	неньютоновская вязкость	жидкие, кремообразные
Панцирь	твердая	твердость, прочность	крепкий, твёрдый
Глаза	прочная	неньютоновская вязкость	мягкие, мажущиеся



Исследовался массовый состав сыромороженого криля, выловленного в проливе Дрейка в январе 2020 года (таблица 3.2).

Установлено, что с увеличением размера криля выход мяса увеличивается на 59,5 % между первой и второй группами и на 9,4 % по сравнению с выходом мяса криля второй и третьей группы, соответственно, поэтому предпочтительней использование сырья второй и третьей групп.

Таблица 3.2 - Массовый состав мяса криля различных размерных групп

Показатели	Группа 1 (до 30 мм)	Группа 2 (30-35 мм)	Группа 3 (свыше 36 мм)
Общая масса, г.	$M_{\text{общ}}=15,17$	$M_{\text{общ}}=18,84$	$M_{\text{общ}}=28,96$
Масса одной особи, г.	$M_1=0,18$	$M_1=0,27$	$M_1=0,38$
Масса мяса, г.	$M_m=1,95\pm 0,10$	$M_m=3,86\pm 0,20$	$M_m=6,49\pm 0,10$
Выход мяса, %	$12,85\pm 1,20$	$20,49\pm 1,30$	$22,41\pm 1,20$

Экспериментально подтверждено, что различия в органолептических свойствах, химическом составе и выходе полученного фарша находятся в зависимости от уменьшения размеров антарктической креветки (таблицы 3.3, 3.4).

Таблица 3.3- Органолептическая оценка сыромороженого фарша из криля разных размерных групп после пробной варки

Размерная группа	Средняя масса 1 особи, г	Количество особей в 100 г, шт	Органолептическая оценка фарша, балл				
			цвет	вкус	запах	консистенция	оценка
1	0,18	556	1,0	3,5	4,0	1,0	2,9
2	0,45	222	4,5	5,0	5,0	4,5	4,9
3	0,73	143	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Проанализировав размерно-массовый состав мелкого криля, относящийся к первой размерной группе, установили, что его особенности оказывают влияние на органолептические свойства фарша из него (таблица 3.3). Из среднего и крупного криля достигнут больший выход фарша, содержащего минимальное количество панциря и глаз, вследствие их эффективного отделения на фарш-машине; полученный фарш приобрел упругую консистенцию, хорошую формуемость, высокую органолептическую оценку после пробной варки.

С уменьшением размеров рачка происходит увеличение его количества, следовательно при дальнейшей обработке будет увеличиваться количество панциря в получаемом фарше и количество глаз, не удалённых при промоции пресс-сепарирования, из-за этого фарш получит более темную окраску и уменьшится его выход.

Показано, что чем крупнее криль, тем выше содержание в нем липидов и азотистых веществ, а также выход получаемого фарша (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Химический состав и выход фарша из антарктического криля разных размерных групп [89]

Размерная группа	Параметры	Содержание, %			Выход фарша, %
		влага	липиды	азотистые вещества	
1	Мелкий (до 35мм)	82,4±0,2	1,3±0,1	13,5±0,3	22,5±1,1
2	Средний (от 36 до 40мм)	81,2±0,3	2,3±0,3	14,5±0,2	25,3±1,3
3	Крупный (от 40 мм и более)	80,9±0,2	2,7±0,2	14,7±0,2	27,2±1,3

После получения фарша из криля первой размерной группы размером не более 35 мм на пресс-сепараторе с диаметром отверстий барабана 3 мм, его промывки морской водой и повторной обработки на пресс-сепараторе было установлено уменьшение выхода фарша, ухудшение цвета, вследствие

получения более мелких фракций образцов, что стало причиной ухудшения возможности удаления влаги после промывки центрифугированием и свидетельствует о повышении влажности полученного фарша (таблицы 3.4, 3.5).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при переработке криля первой размерной группы фарш имеет низкое качество. Следовательно, для получения фарша, и его дальнейшего использования в качестве одного из компонентов в комбинированном продукте необходимо использовать криль размерами от 36мм и более [89].

Из таблицы 3.4 видно, что с увеличением размера криля выход мяса увеличивается на 59,5% между первой и второй группами и на 9,4 % по сравнению с выходом мяса криля второй и третьей группы, соответственно, поэтому предпочтительней использование сырья второй и третьей групп.

Для определения химического состава фарша криля, его измельчали до однородной консистенции и исследовали на содержание влаги, липидов, белка и золы (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Химический состав фарша криля разных размерных групп

Образец	Содержание, %			
	Влага	Липиды	Белок	Зола
Фарш из криля размером до 30 мм	81,3±0,2	1,5±0,3	15,2±0,2	2,0±0,1
Фарш из криля размером 30-35 мм	78,9±0,3	1,7±0,2	17,5±0,3	1,9±0,1
Фарш из криля размером 36 мм и выше	77,5±0,4	1,6±0,2	18,8±0,2	2,1±0,1
Средняя проба	78,6±0,2	1,6±0,1	17,6±0,3	2,2±0,2

Данные таблицы 3.5 также свидетельствуют о том, что с увеличением размера антарктического криля содержание белка в полученном фарше увеличивается на 3,6%, а содержание влаги уменьшается на 3,8 %,

содержание жира и золы изменяются незначительно, поэтому рекомендуется для приготовления фарша использовать мясо криля размером от 36 мм и выше.

### 3.1.2 Совершенствование технологии комплексной переработки антарктического криля

Изучено влияние кратности сепарирования и степени прижатия ленты на химический состав и выход готовой продукции (таблица 3.6).

Таблица 3.6 - Влияние технологических режимов на химический состав и выход сыромороженого фарша криля

Степень прижатия ленты	№ схемы	Технологическая схема	Содержание, %			Выход фарша, %
			влаги	соли	панциря	
Слабая	1	Криль-сырец, пресс-сепарирование, промывка морской водой, ополаскивание пресной водой, механическое центрифугирование	79,8± 0,5	2,1± 0,1	3,2± 0,1	12,0± 0,4
Средняя			80,4± 1,0	2,1± 0,2	4,3± 0,3	13,9± 0,5
Сильная			78,5± 0,5	2,2± 0,1	4,7± 0,3	14,5± 0,5
Слабая	2	Криль-сырец, пресс-сепарирование, промывка морской водой, ополаскивание пресной водой, пресс-сепарирование, механическое центрифугирование	83,6± 0,5	1,8± 0,5	1,7± 0,2	9,9± 0,8
Средняя			83,3± 0,8	2,0± 0,5	2,8± 0,5	10,3± 0,5
Сильная			80,0± 1,2	2,6± 0,3	2,9± 0,4	11,2± 0,5

При повторном пресс-сепарировании происходило увеличение влажности фарша на 3,8% для слабого и на 1,5% - для сильного прижатия. При этом выход готового фарша снижался.

В образцах фарша криля с внесенными стабилизирующими добавками, внесенными в фарш криля в количестве 0,3% («Стабифреш»: регуляторов кислотности - ацетата натрия E262, цитрата натрия E331; антиокислителей - аскорбат натрия E301, пиросульфит натрия E223), «Рутафиш»: глюконо-дельта-лактона E575, лактата кальция E327, антиокислителя E316-изоаскорбат натрия) отмечена меньшая динамика снижения содержания ВБ и СБ относительно первоначального содержания, чем в фарше без внесения добавок. На 180-е сутки хранения содержание ВБ в образцах без добавок составляло 82,8% от начального содержания, в образцах с добавками - 88,9%. Содержание СБ в образцах без добавок снизилось с 3,5 до 3,0%, в образцах с добавками осталось практически неизменным, разница между начальным и конечным содержанием находилась в пределах величины стандартного отклонения. Внесение добавок позволило также замедлить динамику снижения ВУС фарша (таблица 3.7).

Согласно проведенным ранее исследованиям, фарш с показателем ВУС выше 65% хорошо формовался и использовался как сырье для производства сосисок, колбас и других формованных изделий. При ВУС от 50 до 65% сырьё следовало направлять на производство кулинарных изделий.

Таким образом, при холодильном хранении вследствие снижения ВУС до значения 54,5% на 60-е сутки фарш криля без внесения пищевых добавок целесообразно направлять на производство кулинарных изделий. В образцах фарша с внесенными добавками на 120-е сутки ВУС составила 65,2%, что позволяет расширять ассортимент продукции, производимой из него [89].

Согласно проведенным ранее исследованиям, фарш с показателем ВУС выше 65% хорошо формовался и использовался как сырье для производства сосисок, колбас и других формованных изделий. При ВУС от 50 до 65% сырьё следовало направлять на производство кулинарных изделий.

Таблица 3.7- Изменение качественных показателей фарша антарктического криля в процессе холодильного хранения

Длительность холодильного хранения, сут	ВБ		СБ		Кислотное число, мг КОН/г	рН	АЛО, мг/%	ВУС, %
	% от навески	% от общего кол-ва белка	% от навески	% от общего кол-ва белка				
Без добавок								
0	7,0±0,3	100,0	3,5±0,1	100,0	23,4±0,6	7,1±0,1	8,4±0,2	80,2±2,3
30	5,8±0,1	82,9	3,1±0,2	88,6	28,2±0,5	6,9±0,1	9,2±0,3	69,2±1,4
60	-	-	-	-	35,2±0,5	7,2±0,2	13,6±0,5	54,5±1,0
180	5,8±0,1	82,8	3,0±0,2	85,7	-	7,3±0,2	16,5±0,1	50,2±2,5
С добавками								
0	6,3±0,2	100,0	3,0±0,2	100,0	24,3±0,4	7,6±0,2	7,9±0,3	79,4±1,3
30	5,5±0,2	87,3	2,8±0,2	93,3	26,6±0,3	7,3±0,2	8,7±0,1	74,6±2,6
60	-	-	-	-	30,1±0,7	7,5±0,2	10,3±0,4	68,1±2,1
180	5,6±0,1	88,9	2,8±0,2	93,3	-	7,5±0,1	16,7±0,3	60,8±1,9

Применение добавок позволило замедлить процессы гидролиза липидов фарша криля, что выразилось в меньших значениях кислотного числа на протяжении всего срока хранения. Кислотное число (КЧ) в образцах с добавками на 60-е сутки составило 30,1 мг КОН/г жира, без внесения добавок - 35,2 мг КОН/г.

За первые 60 суток холодильного хранения накопление АЛО в образцах фарша с добавками проходило менее интенсивно. На конечном этапе хранения содержание АЛО во всех образцах находилось фактически на одном уровне.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности внесения исследуемых пищевых добавок в количестве 0,3% от массы фарша криля.

Увеличение степени прижатия ленты пресс-сепаратора способствует снижению влагосодержания ПСО и увеличивает их выход. Одновременно с

увеличением степени прижатия ленты повышается содержание липидов в ПСО в среднем на 1,1% (таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Влияние степени прижатия ленты пресс-сепаратора на химический состав и выход панцирьсодержащих отходов от производства фарша антарктического криля

Степень прижатия ленты	Содержание, %			Выход ПСО, %
	влага	липиды	азотистые вещества	
Слабая	78,5±0,8	1,2±0,1	13,1±0,4	1,4±0,3
Средняя	76,6±0,5	1,4±0,1	10,7±0,2	4,0±0,2
Сильная	76,0±0,4	2,3±0,2	13,3±0,1	4,4±0,2
Примечание – Степень прижатия регулировали в зависимости от угла поворота ролика натяжения ленты: 0° – слабая, 45° – средняя, 90° – сильная				

Фарш при пробе на варку имел приемлемые баллы органолептической оценки, обладая светло-розовым цветом и креветочным запахом. Органолептическая оценка фарша, полученного при слабом прижатии ленты, по показателю «внешний вид» была ниже за счет значительного наличия включений глаз, в меньшей степени подвергавшихся разрушению при сепарировании, чем при сильном прижатии ленты. При повторном сепарировании глаза подвергались дополнительному разрушению, что повышало значения органолептической оценки соответствующих образцов. Наибольшие средние значения органолептической оценки получили образцы при двукратном сепарировании со слабой и средней степенью прижатия ленты. За счет наличия избыточного количества панциря все образцы фарша получили низкие оценки по показателю «вкус», что существенно снижало общую органолептическую оценку, делая её неприемлемой по показателю «вкус».

Проведенные экспериментальные работы показали, что, при диаметре отверстий барабана 3,0мм для обеспечения приемлемых по органолептическим показателям значений, необходимая кратность сепарации составляла не менее 6, что нетехнологично и труднореализуемо на практике в судовых условиях, при этом содержание депротеинизированного панциря в фарше составляло 1,2-1,5%. С учётом полученных данных, а также исследований, проведенных ранее, для производства фарша с приемлемыми качественными показателями необходимым условием является применение последовательно двух пресс-сепараторов с различными диаметрами отверстий рабочего барабана (5 и 1,2мм, соответственно). С учетом полученных данных, для производства фарша с приемлемыми качественными показателями применение последовательно двух пресс-сепараторов с различными диаметрами отверстий рабочего барабана является необходимым условием [89].

Снижению органолептической оценки способствовало наличие избыточного количества панциря, что отчетливо ощущалось при дегустации образцов. Фарш, полученный по всем испытываемым технологическим схемам, при взятии проб на варку имел приемлемые баллы органолептической оценки по цвету и запаху, обладая светло-розовым цветом и креветочным запахом.

При проведении исследований по выделению липидной фракции из биологической жидкости, полученной из внутренностей криля при его центрифугировании, установлено, что ее липиды богаты очень ценными полиненасыщенными жирными кислотами и каротиноидами, извлечение и использование которых целесообразно при комплексной переработке антарктического криля [89].

Исследование химического состава крилевого сока, образующегося при центрифугировании, показало, что данное сырье является источником азотистых веществ (средний показатель 8,5%) и липидов (средний показатель



1,6%). В пересчете на сухое вещество содержание липидов составляет в среднем 14,3%, азотистые вещества до 70% (таблица 3.9).

Таблица 3.9- Химический состав биологической жидкости, полученной при центрифугировании криля

Влага, %	Липиды, %	Азотистые вещества (N×6,25), %	НБА, %
89,0±0,9	1,6±0,3	8,5±0,2	0,8±0,2

Проведены экспериментальные работы по исследованию влияния ферментного препарата протосубтилин Г20Х на выход липидной фракции из крилевого сока (жидкой фракции после центрифугирования). Добавление ферментного препарата интенсифицирует процесс деструкции белковых веществ [86]. Отмечено увеличение НБА и ФТА в образцах сока с добавлением ферментного препарата. В образцах без внесенного ферментного препарата содержание НБА составило 725 мг/%, при внесении ферментного препарата количество НБА составило 871 мг%. Через 120 минут гидролиза содержание ФТА в образцах составило 665 мг% и 720 мг% соответственно для образцов с внесенным ферментным препаратом и без внесения фермента (рисунки 3.1 и 3.2).

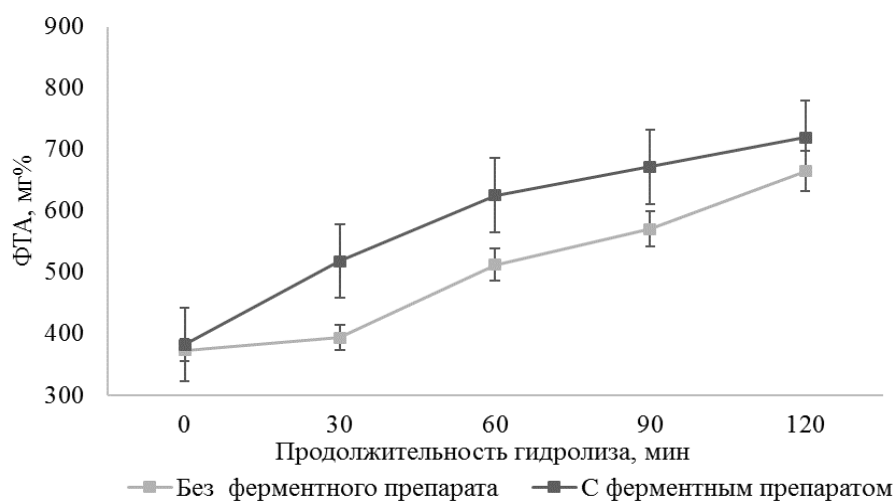


Рисунок 3.1- Динамика накопления ФТА при ферментативном гидролизе сока, выделенного при центрифугировании криля

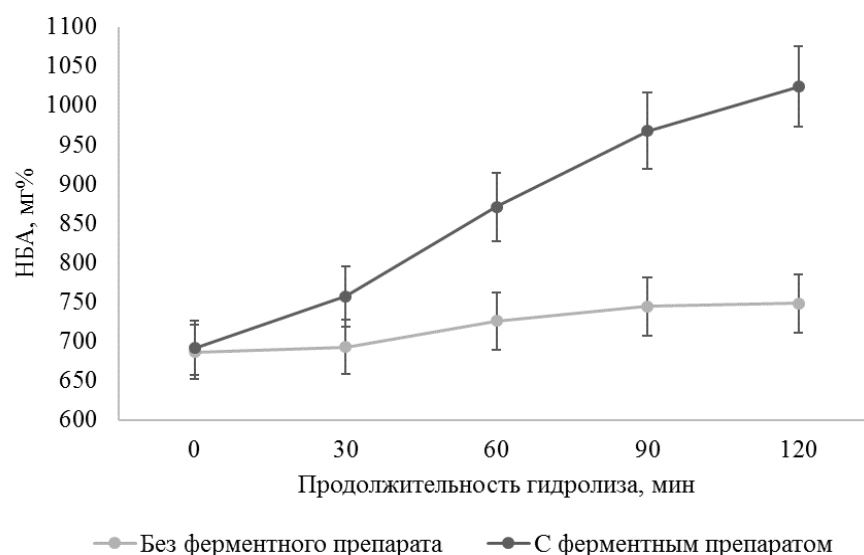


Рисунок 3.2- Динамика накопления НБА при ферментативном гидролизе сока, выделенного при центрифугировании криля

Параллельно в пробирках проводилось центрифугирование сока на лабораторной центрифуге при скорости 12000 об/мин с использованием 4 пробирок объемом 9мл. Изначально выделенное центрифугированием количество липидной фракции составило в среднем 0,9 мл. Через 60 минут гидролиза наблюдалось увеличение количества отцентрифугированной фракции липидов до 1,8 мл, в то время как для образцов без добавления ферментного препарата количество выделенных липидов составило 1,3 мл. Через 120 минут гидролиза количество выделенной липидной фракции в образцах 1 и 2 составило 2,1 и 1,7 мл, соответственно (рисунок 3.3).

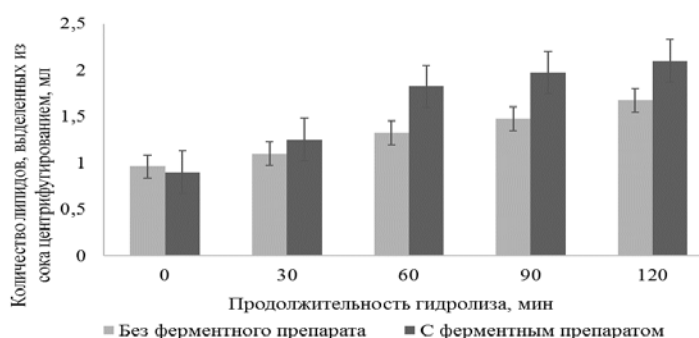


Рисунок 3.3- Изменение выхода липидной фракции при ферментативном гидролизе

Таким образом, использование ферментного препарата позволяет увеличить выход липидной фракции из жидкой фракции, образующейся при центрифугировании промытого фарша более чем на 20% [89]. Для производства фарша с приемлемым составом и качественным состоянием двукратная обработки на пресс-сепараторах с диаметрами отверстий рабочих барабанов 5,0мм и 1,2мм является достаточной. Вследствие снижения ВУС ниже 65% после 60 суток холодильного хранения, фарш криля без пищевых добавок целесообразно направлять на производство кулинарных изделий; ВУС фарша с внесенными добавками на 120 сутки составила 65,0%, что будет способствовать расширению ассортимента фаршевой продукции, в том числе выпуску кулинарных изделий из фарша криля. Применение ферментного препарата протосубтилил 20ГХ в количестве 5% от содержания сырого протеина позволяет разрушить липидно-белковые комплексы и увеличить выход липидной фракции более чем на 20% из биологической жидкости, выделенной при предварительном центрифугировании криля - сырца [89].

### **3.2 Обоснование использования пищевых отходов из трески после филетирования при производстве фаршевого комбинированного продукта**

#### **3.2.1 Технохимическая характеристика балтийской трески и отходов от её разделки**

Одним из основных и наиболее ценных объектов рыболовства бассейна Балтийского моря является балтийская треска (*Gadus morhua callarias*).

Балтийская треска (*Gadus morhua callarias*) – морская стайная, придонная рыба, обитающая в Балтийском море, также заходит на опреснённые участки, является подвидом атлантической трески (рисунок 3.4).

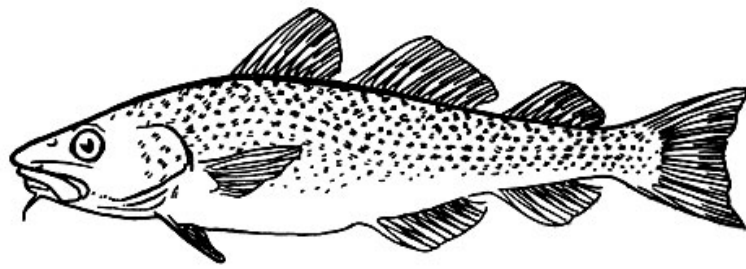


Рисунок 3.4 - Внешний вид трески балтийской (*Gadus morhua callarias*)

Средняя длина промысловой балтийской трески составляет 35-50см, масса 0,5-2,0кг.

Отходы от филетирования балтийской трески послужили объектами исследования как перспективное сырьё для изготовления комбинированного фаршевого продукта. Кости, которые находятся в теле тресковых рыб, составляют около 10% общей массы (за исключением костей головы), и содержат огромное количество жира и большое количество неполноценных белков мяса, а также минеральные вещества (содержание фосфорнокислого кальция составляет около 80% от общего содержания минеральных веществ в рыбе) [86].

Массовый состав балтийской трески значительно меняется в зависимости от её размеров, физиологического состояния и сезона вылова (таблица 3.10).

Плавники составляют незначительную часть общей массы тела рыбы - 1,6 - 4,5%, по химическому составу они сходны с костями. Содержание коллагена-основного белкового вещества в плавниках и в костях рыбы идентично [110].

Кожа рыбы составляет 2-7% от общей массы тресковых рыб. В коже отмечено содержание до 86-92% коллагена (от общего содержания азотистых веществ), и также 0,7-1,5% липидов. Отходы от разделки трески отличаются пониженным содержанием жира и более высоким содержанием влаги.

Таблица 3.10- Соотношение частей тела трески в различные сезоны вылова

Сезон лова	Соотношение частей тела, %							
	Голова	Внутренности	Гонады	Плавники	Печень	Мясо	Кости	Кожа
Весенне-летний	17,4-22,2	19,4-21,3	10,6-26,5	1,9-2,4	5,6-9,0	39,7-45,3	7,3-9,1	4,0-6,0
Ср. значение, %	20,8	20,4	18,6	2,2	7,3	42,5	8,2	5,0
Осенне-зимний	25,2-33,3	13,5-14,2	1,0-3,0	2,3-2,5	4,0-6,0	39,0-41,8	8,2-13,0	4,5-6,2
Ср. значение, %	29,3	13,9	2,0	2,4	5,0	40,4	10,6	5,4

В головах, костях и плавниках содержание минеральных веществ незначительно ниже (таблица 3.11).

Таблица 3.11- Химический состав трески и отходов, образующихся при её разделке, %

Наименование	Влага	Жир	Белок	Зола
Целая рыба	82,1±0,1	0,6±0,2	16,0±0,1	1,3±0,1
Мясо	79,7±0,3	1,3±0,1	17,7±0,3	1,2±0,4
Головы	78,5±0,2	0,6±0,3	14,7±0,3	6,6±0,1
Кости	75,0±0,1	0,4±0,1	15,2±0,2	9,0±0,1
Плавники	74,6±0,3	1,0±0,2	14,0±0,1	8,7±0,3
Кожа	74,1±0,3	1,2±0,1	31,1±0,2	1,0±0,2
Внутренности	83,6±0,4	2,1±0,2	12,5±0,1	1,8±0,1

Таким образом, получение из отходов от филетирования трески пищевого фарша может быть актуальным направлением его использования в качестве компонента при приготовлении комбинированного фаршевого рыбнокреветочного полуфабриката [86].

### **3.2.2 Определение технологических параметров получения непромытого фарша из отходов от разделки тресковых рыб**

В рамках данного исследования была проведена оценка массового состава пищевых рыбных отходов (вторичного рыбного сырья), образующихся при разделке охлажденной балтийской трески.

Классическая технология приготовления особого пищевого рыбного фарша сурими, разработанная в Японии для маложирных рыб семейства тресковых может быть прототипом для переработки пищевых тресковых отходов [74, 228].

Технологическая схема приготовления рыбного фарша высокого качества из отходов от филетирования трески состоит из следующих технологических операций: техническая мойка, обезглавливание, потрошение, промывание потрошеной рыбы, отделение филе от отходов филетирования на филетировочном аппарате, отделение фарша из обрезки от костей на пресс-сепараторе; фасование фарша в герметичную тару, замораживание и последующее хранение.

Отходы от филетирования трески для производства фарша, отправляли на пресс-сепаратор, где мясо отделяли от костей механическим способом. Выбор данного способа отделения мяса от хребтовых костей трески в виде фарша является перспективным направлением промышленной технологии фарша, главное преимущество которого заключается в увеличении выхода его массовой доли.

В фарше, полученном из пищевых отходов от разделки трески (обрезы от филетирования и хребтовых костей) определили содержание влаги, жира и белка. В таблице 3.12 представлен химический состав фарша из отходов от филетирования трески.

Таблица 3.12- Химический состав фарша из отходов от филетирования трески

Фарш из отходов от филетирования трески	Содержание, %			
	Влага	Липиды	Белок	Зола
	82,3±0,4	0,8±0,1	14,7±0,2	2,2 ±0,2

Данные таблицы 3.12 свидетельствуют о том, что содержание влаги в фарше трески по сравнению с фаршем криля выше на 4,8%, белка ниже на 4,1%, жира - ниже в 2 раза. Содержание минеральных веществ практически равное [88].

Наряду с высоким содержанием белков и значением ВУС фарш трески характеризуются высокими значениями белкового коэффициента, что обеспечивает удовлетворительную формуемость [63, 85].

Таким образом, данные химического состава и свойств фарша из отходов от филетирования трески свидетельствуют о том, что фарш будет обладать наилучшими характеристиками в качестве сырья для приготовления комбинированных фаршевых рыбокреветочных полуфабрикатов.

### **3.3 Исследование влияния промывки ЭХА водой фарша из пищевых тресковых отходов на его физико-химические и органолептические характеристики**

Расширение ассортимента комбинированных продуктов на основе фарша из отходов от филетирования трески привело к необходимости поиска способов модификации свойств используемого рыбного сырья и получаемого на его основе фарша. Короткий срок хранения рыбного фарша является одним из существенных недостатков его производства и последующего хранения.

В связи с этой проблемой был проведён анализ наиболее эффективных способов повышения стойкости рыбных полуфабрикатов на основе фарша к хранению. По результатам исследования была разработана технологическая операция по промыванию фарша ЭХА-водой, при которой обеспечивалось замедление развития микрофлоры, в значительной степени влияющей на ухудшение качества фарша, и поддержание низкой температуры в сырье, тем самым пролонгируя сроки хранения продукта. Наряду с промывкой фаршей питьевой водой было исследовано влияние ЭХА-воды на улучшение функциональных свойств фарша при его промывке.

Фарш из тресковых отходов промывали в течение десяти минут при соотношении фарш: вода 1:3 питьевой водой (в контрольном образце) и ЭХА-водой (нейтральным анолитом с рН 7,3-7,9), которую получили на установке СТЭЛ-40 из подсолённой (5-9г NaCl) на 1л питьевой водой при силе тока 10-12А со следующими концентрациями активного хлора  $C_{ax}$  мг/л: 325, 200, 150, 100, 50, 25. Для получения ЭХА-воды с различной концентрацией активного хлора, исходный раствор с  $C_{ax}$  325 мг/л разводили питьевой водой до заданных концентраций [85, 86].

При хранении фарша из отходов от разделки трески, промытого ЭХА-водой, отмечено повышение водоудерживающей способности мышечной ткани, данные различия обусловлены воздействием ионов активного хлора



нейтрального анолита ЭХА-воды на проходящие биохимические и физико-химические процессы в фарше. Это объясняется тем, что действующие компоненты анолита не являются веществами ксенобиотиками, не оказывают вредного воздействия на организм, а сама ЭХА-вода без применения химических реагентов позволяет направленно варьировать окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства. Электрохимическая активация способствует переходу воды в активированное состояние, проявляющееся в повышенной реакционной способности, поэтому анолиты, обладающие повышенной реакционной способностью к проникновению в межмолекулярное пространство разных труднорастворимых и повышать их растворимость [51, 88].

Из таблицы 3.13 видно, что промывка фарша ЭХА-водой обеспечивает удаление значительного количества ВБ и приводит к изменению их соотношения с СБ, которое увеличивается в 1,5-1,7 раза, содержание небелкового азота, которое оказывает влияние на органолептические характеристики, влияющие на вкус и запах фарша, значительно снижается в 2-3 раза [88].

Промывка фарша ЭХА-водой приводит к уменьшению содержания ВБ, увеличению доли СБ, вследствие чего реологические свойства мышечной ткани фарша из отходов от филетирования трески повышаются, так как находятся в прямой зависимости от показателя  $K_6$ , следовательно можно сделать вывод о том, что: чем выше значение  $K_6$ , тем фарш более пригоден для приготовления высококачественного продукта, в том числе комбинированного продукта из антарктического криля и фарша из отходов от филетирования трески [89].

Все виды фарша, полученные при промывке ЭХА-водой с различной концентрацией активного хлора, исследовали по показателям, представленным в таблицах 3.13 и 3.14, соответственно [90].

Таблица 3.13- Физико-химические показатели фарша из тресковых отходов, промытого ЭХА-водой с различной концентрацией ионов активного хлора

Вид фарша	Сухие вещества, %	Сырой протеин Nх6,25,%	СБ, %	ВБ, %	К <sub>6</sub>	НБА, мг%	pH
Непромытый (контроль)	18,9±0,3	13,9±0,1	7,0±0,1	4,8±0,1	1,5	343,4±2,2	6,9±0,1
Промытый питьевой водой	17,4±0,4	12,2±0,2	6,5±0,2	4,0±0,2	1,6	333,2±1,9	6,9±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 325 мг/л	21,4±0,2	10,3±0,2	5,0±0,2	2,1±0,2	2,4	97,7±0,8	6,8±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 200 мг/л	20,3±0,2	11,4±0,3	5,3±0,2	2,5±0,2	2,1	106,2±0,8	6,9±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 150 мг/л	19,6±0,2	11,6±0,2	5,5±0,2	2,7±0,1	2,0	108,5±1,0	6,9±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 100 мг/л	17,9±0,4	11,8±0,1	5,6±0,1	2,9±0,1	1,9	110,1±1,2	6,7±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 50 мг/л	17,7±0,3	12,0±0,1	5,7±0,2	3,0±0,2	1,9	113,7±1,1	6,8±0,1
Промытый ЭХА-водой с С <sub>ах</sub> 25 мг/л	17,5±0,4	12,0±0,2	5,8±0,2	3,1±0,2	1,9	115,3±1,5	7,0±0,1

Установлена зависимость содержания влаги в фарше от вида воды для промывки и концентрации в ней активного хлора. В фарше, промытом питьевой водой, установлено самое высокое содержание влаги, что объясняется её незначительным воздействием на функциональные свойства белков фарша из отходов от филетирования трески.

В фарше, промытом ЭХА-водой с самой высокой концентрацией ионов активного хлора – а именно 325 мг/л, определили самое низкое содержание влаги, водо- и солерастворимых белков, что обусловлено снижением растворимости и водоудерживающей способности различных фракций

белков и высокой концентрацией ионов активного хлора. Такая зависимость определена хорошими моющими свойствами анолита.

Установлено, что при снижении концентрации  $C_{ax}$  денатурирующее воздействие ЭХА-воды на белки фарша становится менее выраженным. Моющие свойства анолита также оказывают влияние на количественное содержание ВБ в фарше и НБА.

Таблица 3.14 - Химические показатели фарша из отходов от филетирования трески в пересчёте на сухое вещество

Вид фарша	Общее содержание белка ( $N \times 6,25$ ), %	СБ, %	ВБ, %	$K_6$
Непромытый	73,5	37,0	25,4	1,5
Промытый питьевой водой	70,1	37,4	23,0	1,6
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 325 мг/л	48,1	23,4	9,8	2,4
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 200 мг/л	56,2	26,1	12,3	2,1
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 150 мг/л	59,1	28,1	13,8	2,0
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 100 мг/л	65,9	31,3	16,2	1,9
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 50 мг/л	68,0	32,2	16,9	1,9
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 25 мг/л	68,6	33,1	17,7	1,9

Из данных, представленных в таблицах 3.13 и 3.14 следует, что промывка фарша из трески обеспечивает частичное удаление ВБ, приводя к изменению их соотношения с СБ, которое увеличивается в 1,5-2,4 раза. Белковый коэффициент увеличивался в 1,6 раза, а показатель НБА снижался вследствие промывки фарша ЭХА-водой с максимальной концентрацией ионов активного хлора ( $C_{ax}$  325 мг/л). С увеличением концентрации  $C_{ax}$  в ЭХА-воде лучше отделяется естественная и промывная влага. Данный эффект от промывки приводил к уменьшению белкового коэффициента в 1,3

раза. Из вышеизложенного следует, что при увеличении  $C_{ax}$  лучшее промывание происходит из-за снижения способности белков фарша удерживать влагу. Также определили зависимость pH от концентрации  $C_{ax}$  как до, так и после промывки фарша ЭХА-водой (рисунок 3.5). При повышении концентрации активного хлора в ЭХА-воде pH промытого фарша смещается в щелочную зону до pH 7.9. Изменение количества НБА при промывке в зависимости от концентраций ионов активного хлора, позволяет установить следующую динамику: чем значительнее концентрация активного хлора  $C_{ax}$ , тем лучше отделение как естественной, так и промывной влаги. Таким образом, установлено, что содержание влаги в фарше, промытом ЭХА-водой, зависит от  $C_{ax}$  в ней и это, вероятно, влияет на снижение ВУС фарша содержание НБА.

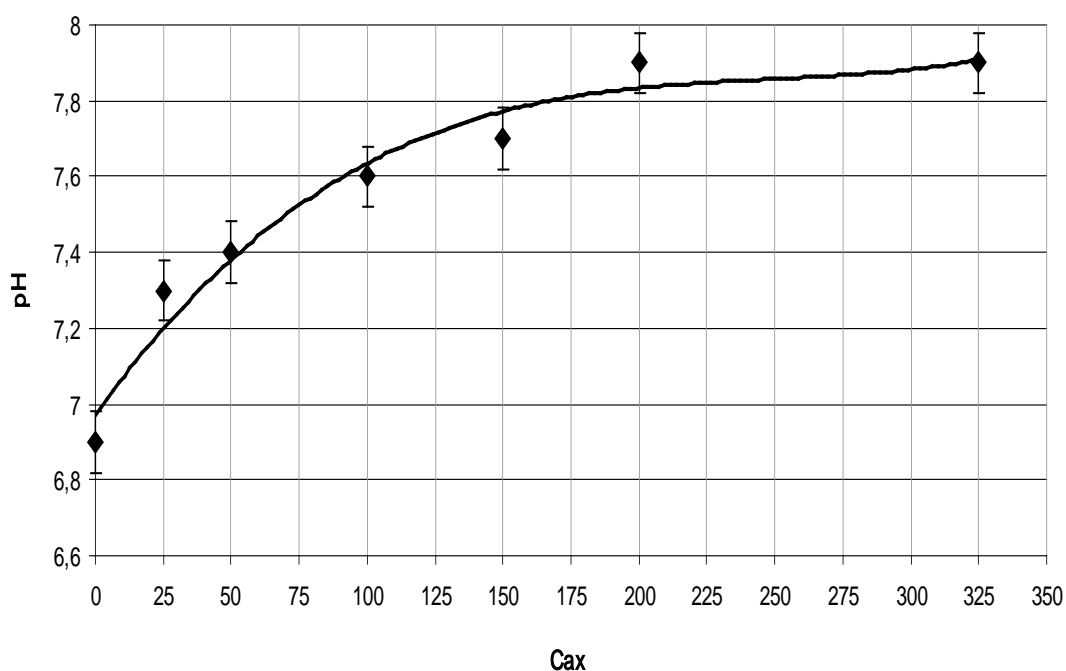


Рисунок 3.5 - Изменение pH в фарше в зависимости от концентрации  $C_{ax}$

Таким образом, при увеличении  $C_{ax}$  более качественное промывание достигается благодаря способности фарша удерживать промывную воду, а

также сниженной ВУС фарша. Характеристика питьевой и ЭХА-воды до и после промывки фарша представлена в таблице 3.15.

Таблица 3.15- Характеристика воды, применяемой для промывки фарша из отходов от филетирования трески

Наименование подготовленной воды	до промывания		после промывания	
	рН	С <sub>ах</sub> , мг/л	рН	С <sub>ах</sub> , мг/л
Питьевая вода	6,9±0,1	0	6,8±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 325 мг/л	7,9±0,1	325	6,4±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 200 мг/л	7,9±0,1	200	6,5±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 150 мг/л	7,7±0,1	150	6,1±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 100 мг/л	7,6±0,1	100	6,2±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 50 мг/л	7,4±0,1	50	6,4±0,1	0
ЭХА-вода с С <sub>ах</sub> 25 мг/л	7,3±0,1	25	6,5±0,1	0

При обработке подсоленной питьевой воды в электромагнитном поле высокой напряженности, создаваемом в установке СТЭЛ-40, прослеживается повышение рН на 0,5-1,0 единицы. После промывания рН воды снижается, значения которого при различных концентрациях ЭХА-воды отличаются друг от друга. После промывания фарша свойства ЭХА-воды стали подобными по свойствам водопроводной воде, так как концентрация ионов активного хлора после промывки стала равна нулю вследствие того, что ЭХА вода находилась в термодинамически неравновесном (активированном) состоянии, проявляющемся в повышенной реакционной способности, что видно в таблице 3.15. Это свидетельствует о том, что свойства ЭХА-воды становятся сходными со свойствами питьевой воды, т.е. активный хлор в

промывной воде отсутствует, что обусловлено нейтрализацией активного хлора ЭХА-воды при контакте с фаршем.

Данные органолептической и реологической оценки структуры промытого фарша представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 - Характеристика реологических свойств структуры фарша, балл/Па

Вид фарша	Консистенция, балл	ПНС, Па
Непромытый	3,5	953,9
Промытый питьевой водой	4,0	1695,8
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 325 мг/л	2,6	5961,9
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 200 мг/л	3,4	3815,6
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 150 мг/л	3,5	3460,9
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 100 мг/л	4,7	3211,5
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 50 мг/л	4,7	3041,8
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 25 мг/л	4,5	2740,3

Реологические характеристики фарша из отходов от филетирования трески представлены на рисунке 3.6 в виде реограмм. В результате исследований определили, что при среднем балле оценки консистенции непромытого фарша равном 3,5, вследствие того, что у него наблюдалась мягкая консистенция, установлена неудовлетворительная формуемость [90].

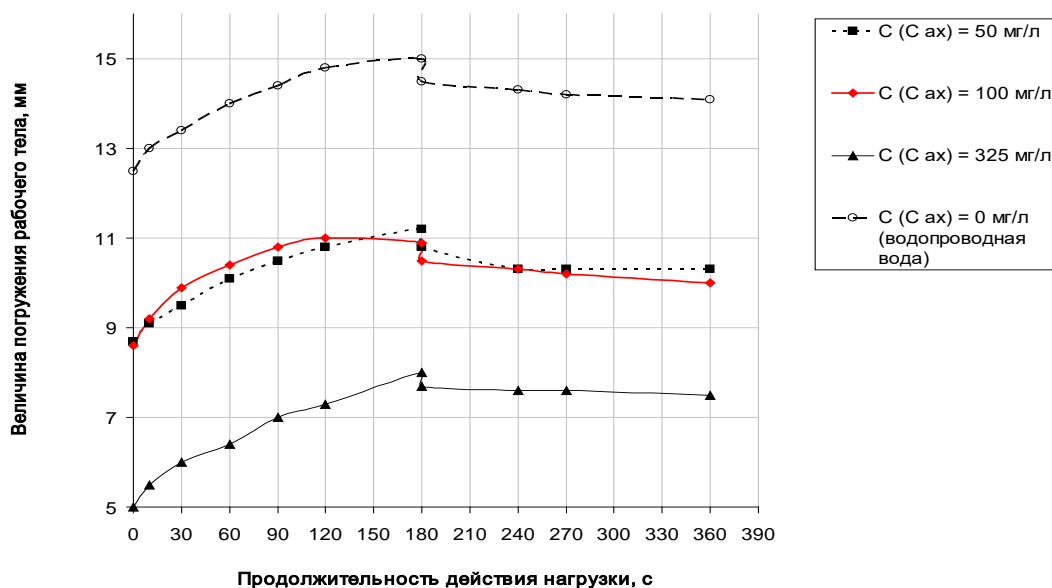


Рисунок 3.6 - Реограммы фарша трески, промытого ЭХА-водой с различной концентрацией  $C_{ax}$  и питьевой водой.

Низкое значение ПНС, равное 953,9 Па, также определяет неудовлетворительную оценку структуры фарша. Оценку в 2,6 баллов установили для промытого фарша, с максимальной концентрацией ионов активного хлора ( $C_{ax}$  325 мг/л). Было отмечено, что фарш стал очень плотным, резинообразным, что видно на рисунке 3.4, так как показатель ПНС оставался высоким и был равен 5961,9 Па. Фарш из отходов от филетирования трески, который промывали ЭХА-водой с максимальной концентрацией  $C_{ax}$  325 мг/л, приобрел очень плотную консистенцию и высокий уровень ПНС. Глубина погружения конуса в фарш, промытый ЭХА-водой с  $C_{ax}$  100 мг/л и с  $C_{ax}$  50 мг/л, примерно одинаковая, а питьевой водой - намного больше. Фарш, промытый питьевой водой имел ПНС 1695,8 Па, а фарш, промытый ЭХА – водой с  $C_{ax}$  100 мг/л и с  $C_{ax}$  50 мг/л - 3211,5 Па и 3041,8 Па соответственно.

На рисунке 3.7 показано влияние промывки фарша из отходов от филетирования трески водой с различной концентрацией ионов активного хлора на ПНС.

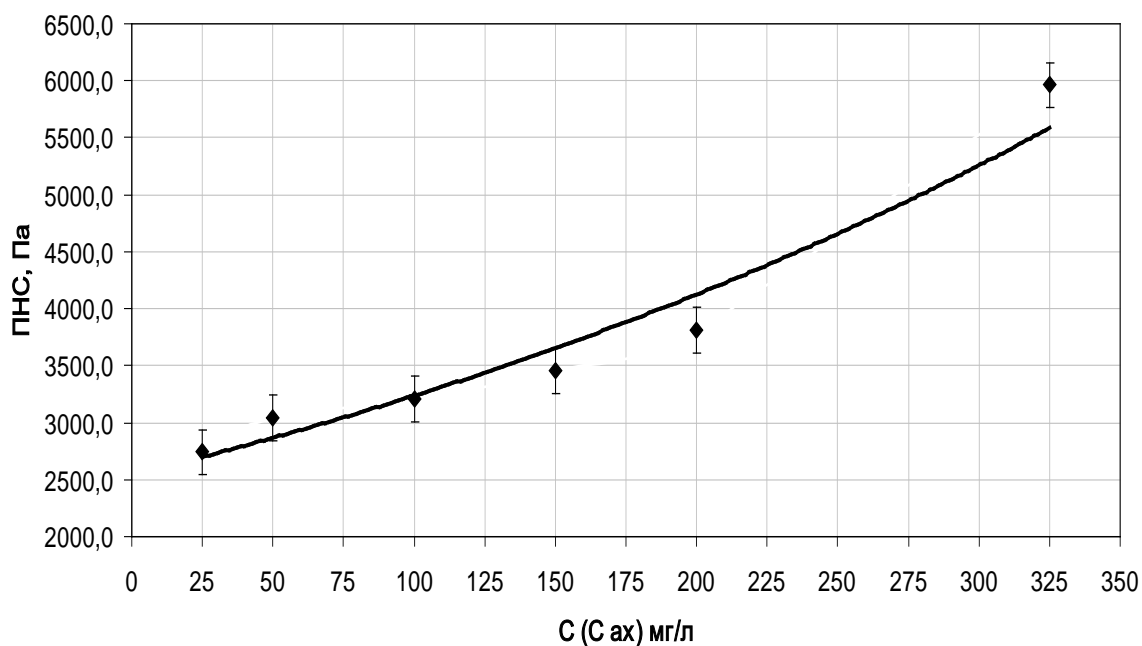


Рисунок 3.7 - Зависимость влияния промывки фарша из отходов от филетирования трески водой с различной  $C_{ax}$  на предельное напряжение сдвига (ПНС, Па)

Из рисунка 3.7 следует, что ПНС фарша, промытого ЭХА-водой, в интервале  $C_{ax}$  от 25 мг/л до 150 мг/л изменяется менее, чем  $C_{ax}$  свыше 200 мг/л и выше. При этом ПНС возрастает, и консистенция становится очень плотной, что отрицательно влияет на органолептические характеристики фарша. Фарш после промывания ЭХА-водой с  $C_{ax}$  50-100 мг/л приобрёл наилучшую консистенцию, по сравнению с более высокими значениями  $C_{ax}$ .

Установлены следующие органолептические характеристики фарша из отходов от филетирования трески после пробной варки (таблица 3.17, рисунок 3.8).

Наивысшую оценку по итогам пробной варки получили фарши, промытые ЭХА-водой с  $C_{ax}$ : 25, 50, 100 мг/л. Данные образцы не имеют посторонних привкусов и запахов, внешний вид и цвет свойственен фаршу из трески, промытому питьевой водой. Фарш, промытый ЭХА-водой с концентрацией активного хлора 325 мг/л, оценён наименьшим количеством



баллов, так как приобрел жёлтый цвет, несвойственный данному виду продукта, посторонний запах хлора, очень плотную консистенцию.

Таблица 3.17 - Органолептическая оценка фарша из отходов от филетирования трески после пробной варки, баллы

Вид фарша	Запах	Вкус	Цвет	Консистенция	Внешний вид	Сумма баллов
Непромытый (контроль)	4,2	3,5	3,2	3,5	4,1	18,5
Промытый питьевой водой	4,8	5,0	4,7	5,0	5,0	24,5
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 325 мг/л	2,8	2,0	2,5	2,6	3,5	13,4
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 200 мг/л	3,5	3,5	4,0	3,0	4,0	18,0
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 150 мг/л	4,1	3,8	4,5	3,5	4,2	20,1
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 100 мг/л	4,7	4,6	4,5	4,7	4,8	23,3
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 50 мг/л	4,7	4,7	4,5	4,7	5,0	23,6
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 25 мг/л	4,8	4,9	4,7	4,5	5,0	23,9

Фарш, промытый ЭХА-водой с  $C_{ax}$  150 и 200 мг/л, имел запах хлора и резинообразную консистенцию, что неприемлемо для рыбного фарша.

Наилучшую органолептическую оценку получил фарш, промытый ЭХА-водой с концентрацией активного хлора  $C_{ax}$  от 25 и 50 мг/л.

Использование ЭХА-воды при промывке фарша из отходов от филетирования трески оказывает существенное влияние на его свойства. Установлено, что содержание влаги и азотистых веществ в фарше зависит от вида воды, используемой для промывки и концентрации активного хлора в ЭХА-воде. Наибольшее содержание влаги отмечено в фарше, промытом питьевой водой, в то время как после промывки фарша ЭХА-водой с наибольшей концентрацией активного хлора, равной 325 мг/л, достигается

наилучшее отделение промывных вод вследствие денатурационного воздействия анолита ЭХА-воды на белки.

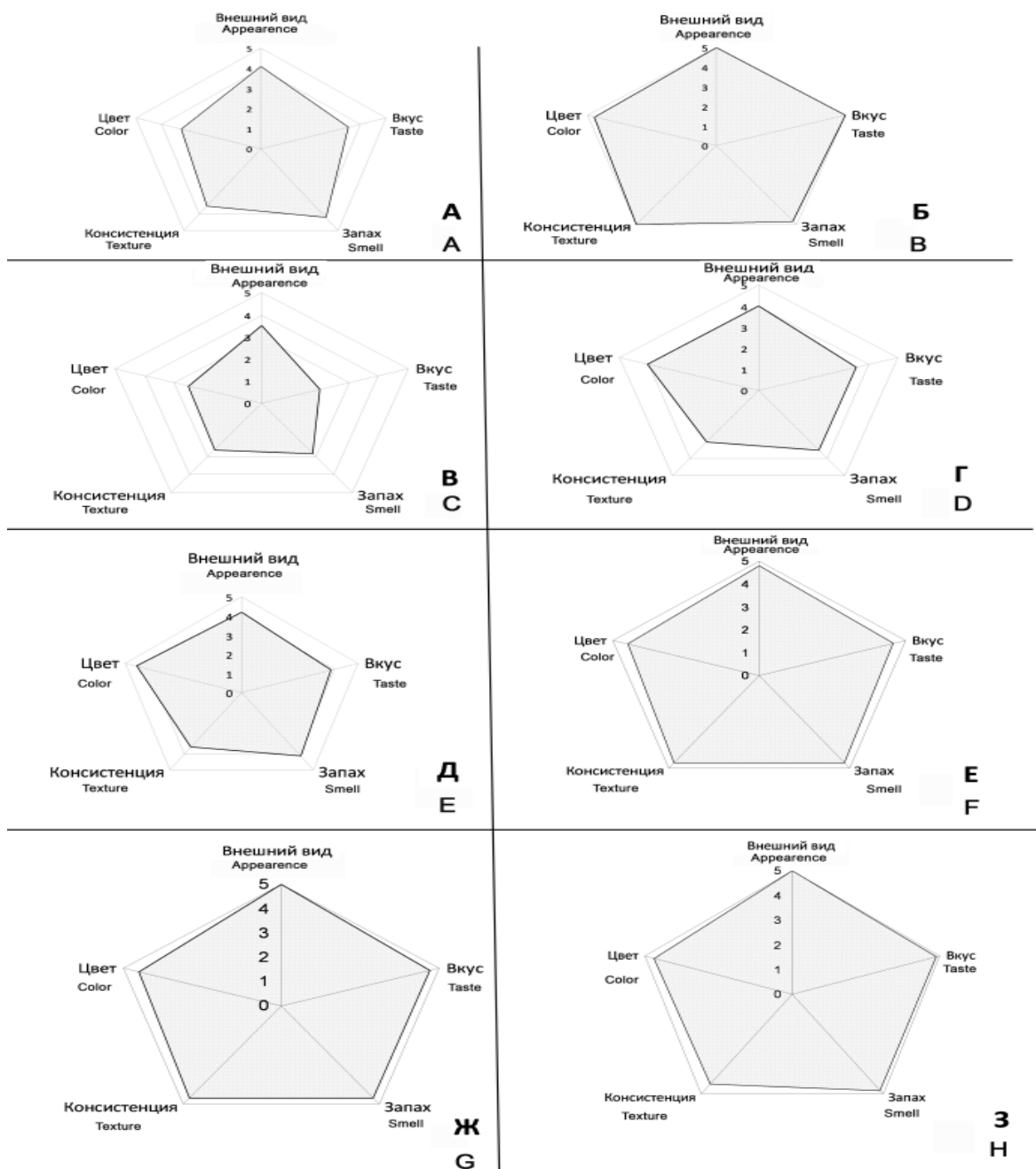


Рисунок 3.8 - Профилограмма органолептической оценки фарша из отходов от филетирования трески после пробной варки ( А – непромытый, Б - промытый питьевой водой, В - с  $C_{ax}$  325 мг/л, Г - с  $C_{ax}$  200 мг/л, Д - с  $C_{ax}$  150 мг/л, Е - с  $C_{ax}$  100 мг/л, Ж - с  $C_{ax}$  50 мг/л, З - с  $C_{ax}$  25 мг/л).

Данные свойства также способствуют лучшему отделению от фарша ВБ и небелковых азотистых веществ. Увеличение соотношения СВ и ВБ приводит к улучшению органолептических и реологических характеристик промытого фарша, поэтому для увеличения сроков хранения и пищевой ценности получаемого фарша, улучшению его реологических и органолептических свойств наиболее рационально промывать фарш ЭХА-водой с концентрацией активного хлора от 25 до 50 мг/л. ЭХА-вода после промывки фарша теряет свои свойства и превращается в обычную воду, в которой активный хлор отсутствует.

### **3.4 Математическое моделирование свойств комбинированного фаршевого продукта в зависимости от параметров технологической обработки**

С целью определения оптимального параметра производства комбинированного продукта установлены математические модели зависимости консистенции, определяемой по показателям ВУС, от количества промытого ЭХА-водой с оптимальной концентрацией ионов активного хлора фарша из отходов от филетирования трески и параметров его измельчения, в частности диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора.

Пределы варьирования факторов при проведении исследования: количество промытого фарша, диаметры отверстий барабана пресс-сепаратора представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 - Характеристика технологических параметров процесса производства комбинированного продукта для математического моделирования

Параметры	Размерность	Пределы зависимости		
		нижний	средний	верхний
Количество фарша	%	30	50	70
Диаметр отверстий барабана	мм	2	3	4

Математическая зависимость ВУС комбинированного продукта от количества фарша трески и диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора имеет следующий вид:

$$\text{ВУС} = 61,667 - 0,671 \cdot M + 9,708 \cdot d + 0,009 \cdot M^2 + 0,013 \cdot M \cdot d - d^2 \quad (9)$$

ВУС – Влагоудерживающая способность, %

M – Количество фарша трески, %

d – Диаметр отверстий барабана, мм.

Исходя из полученных зависимостей установлено, что наиболее оптимальными параметрами производства комбинированного продукта являются следующие: количество в комбинированном продукте промытого фарша трески (ЭХА-водой) 70%, диаметр отверстий барабана для его получения 3мм (рисунки 3.9 и 3.10). При выбранных параметрах ВУС составит 80%, при которых консистенцию продукта можно охарактеризовать, как плотную. При условиях, превышающих данное значение ВУС, фарш получил чрезмерно прочную структуру, не удовлетворяющую исходным требованиям к готовому продукту.

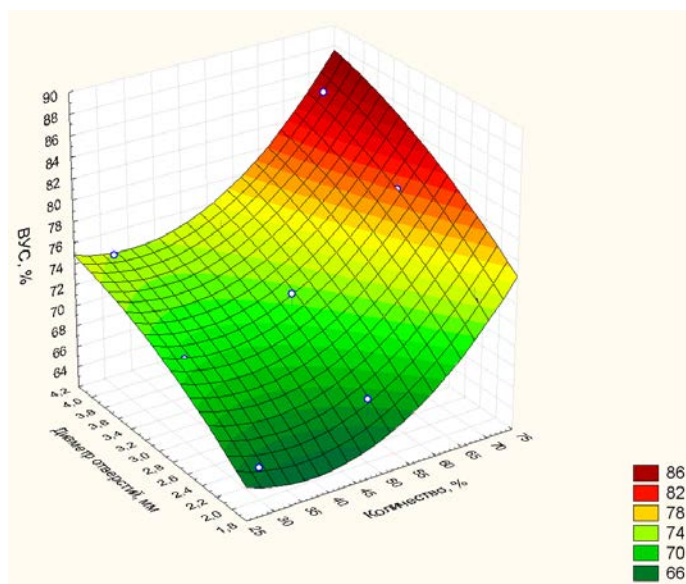


Рисунок 3.9 - Пространственная модель зависимости ВУС комбинированного продукта от количества фарша и диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора

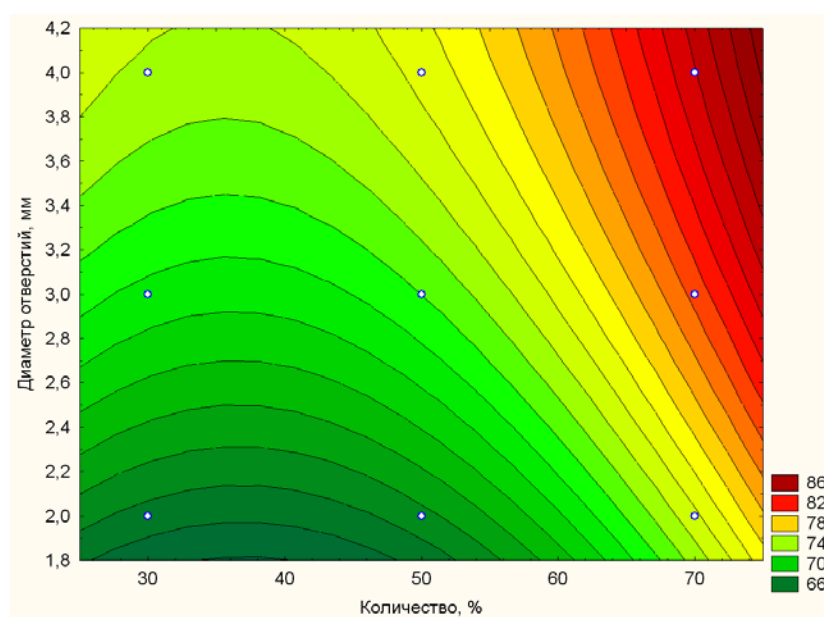


Рисунок 3.10- Контур зависимости ВУС комбинированного продукта от количества фарша и диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора

Аналогично, параметры, при которых ВУС ниже 80%, являются неудовлетворительными по отношению к исходным требованиям. При данных параметрах продукт приобретает менее плотную, рассыпчатую

структуру, что также негативно сказывается на общих органолептических свойствах.

### **3.5 Разработка рецептуры фаршевых смесей для включения в состав комбинированного фаршевого продукта**

Оценка органолептических свойств фаршевых композиций комбинированного фаршевого продукта, с разными вариациями рецептов, отличающимися соотношением ингредиентов, в которых фарш из антарктического криля присутствует в продукте в количестве менее 30%, не характеризовалась ярко выраженным рыбным вкусом и запахом. При внесении измельченного фарша криля в комбинированный продукт наряду с фаршем из отходов от филетирования трески в количестве 30% продукт приобретал ярко выраженный креветочный вкус и более плотную консистенцию [88]. Комбинированный продукт, в который добавляли фарш криля в количестве 30-50%, стал самым оптимальным и приближенным по вкусу к креветочным продуктам.

При последующем увеличении массовой доли крилевого фарша в рецептуре, комбинированный продукт приобретал более оптимальный и похожий вкус на креветку, но наряду с этим консистенция фаршевой смеси и ВУС уменьшалась на 8%, что повлекло снижение массовой доли влаги в комбинированном продукте от 56 до 48%. ВУС фаршевого продукта, где содержание крилевого фарша было на уровне 80%, постепенно снижалась до 31%.

Таблица 3.19 - Химический состав комбинированного продукта на основе фарша

Наименование	Влага %	Липиды %	Белок %	Зола %
Комбинированный фаршевый продукт	78,1±0,3	1,7±0,1	15,5±0,2	4,7±0,1

В комбинированном фаршевом продукте, как следует из таблицы 3.19, содержание белка находится на высоком уровне и составляет 15,5% из-за небольшого содержания в исходных компонентах. Содержание липидов в комбинированном продукте составляет около 1,7%, следовательно, для получения низкокалорийного диетического комбинированного продукта предложенное соотношение исходных компонентов является наилучшим.

Изучив прочностные свойства фаршевой смеси комбинированного продукта при исследовании влияния фарша криля получили зависимость: с увеличением содержания фарша криля до 20% снижается ПНС смеси от  $7,5 \times 10^3$  Па до  $5,1 \times 10^3$  Па. Внесение фарша криля в комбинированный продукт оказывает существенное влияние на снижение прочностных свойств фаршевой смеси до 30%, так как в фарше из отходов от филетирования трески находится значительное количество миофибриллярных белков, которые при правильной технологической обработке образуют гель с крепкими структурно-механическими свойствами. Добавление к нему фарша криля, в количестве до 30% саркоплазматических белков, приводит к снижению концентрации миофибриллярных белков в готовом комбинированном продукте. На рисунке 3.11 показано, что при внесении фарша криля в комбинированный продукт в объёме до 30% ПНС снижается на 17%.

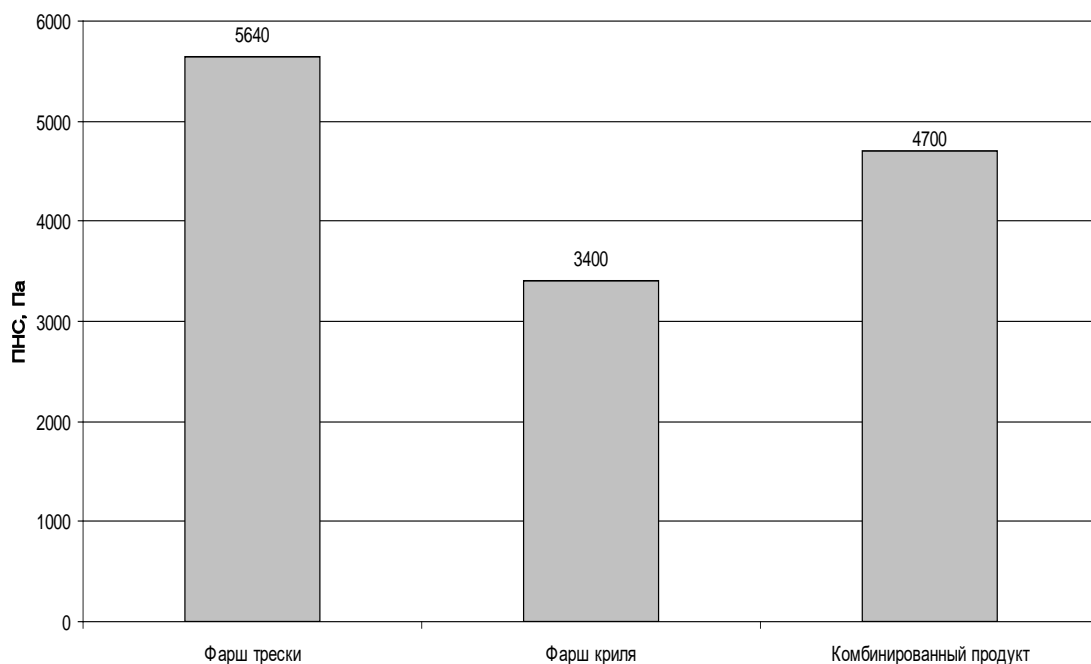


Рисунок 3.11- Диаграмма сравнения ПНС исходных фаршей и комбинированного продукта из фарша криля и фарша из отходов трески

Результаты реологических исследований доказали, что увеличение содержания фарша криля в рецептуре от 30 до 50% приводит к снижению ВУС примерно на 8%. При добавлении в опытный образец комбинированного продукта крилевого фарша в количестве 30% снижается ПНС, и вкус становится креветочным ярко выраженным, консистенция плотная.

По результатам органолептической характеристики (таблица 3.20) фаршевых смесей комбинированного продукта после термообработки установили, что комбинированный продукт, приготовленный по рецептуре, содержащей фарш криля в количестве 30%, и фарш из трески в количестве 70% по органолептическим характеристикам не имел ярко выраженного рыбного запаха и вкуса, свойственному рыбному фаршу, а наоборот: в исследуемом образце вкус стал креветочным, ярко выраженным, а консистенция более плотной, этому фактору способствовало внесение в рецептуру фарша криля в оптимальном количестве 30%.



Таблица 3.20- Органолептическая характеристика фаршевых смесей комбинированного продукта после термообработки

Рецептура	Соотношение компонентов, %	Вкус	Консистенция
Фарш из отходов трески	100	свойственный рыбной продукции, выражен умерено	упругая, тянущаяся
Фарш из отходов трески + фарш криля	70:30	креветочный, выражен умеренно	плотная
	50:50	креветочный, выражен ярко	менее плотная
	30:70	креветочный, выражен умеренно	рассыпчатая
Фарш криля	100	креветочный, выражен ярко	менее плотная, рыхлая

Результатом проведенных исследований является разработанная рецептура комбинированного фаршевого продукта с оптимальной пропорцией крилевого фарша в количестве 30% и промытого ЭХА-водой фарша из отходов от филетирования трески в количестве 70%. Такое соотношение по органолептическим показателям явилось наилучшим [87].

Органолептическая характеристика комбинированного продукта, представлена на профилограмме (рисунок 3.12).

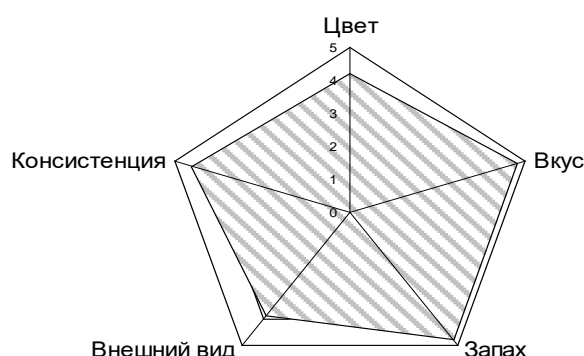


Рисунок 3.12- Профилограмма органолептической оценки комбинированного продукта из фарша криля и фарша трески

Полученные данные свидетельствуют о том, что вкус и запах продукта соответствует заявленному, а именно: вкус креветочный, выражен умеренно; цвет розоватый, свойственный цвету креветки, плотная консистенция.

### **3.6 Изучение показателей качества и безопасности комбинированного фаршевого продукта на основе фаршей из криля и отходов от филетирования трески и установление срока годности**

Для определения пищевой ценности композиций комбинированного фаршевого продукта с растительным сырьем (капустой белокочанной и репчатым луком) и (морковью и репчатым луком), был изучен их химический состав и энергетическая ценность (таблица 3.21).

В фаршах из антарктического криля и отходах от филетирования трески установлено большое количество НБА, которое составляет 650 и 460 мг% соответственно. Исходя из данных таблицы 3.21, количество липидов в готовом продукте не будет превышать 1-1,2% из-за невысокого содержания в исходных компонентах.

Аминокислотный состав белков исходных компонентов комбинированного продукта и аминокислотный состав полученного фаршевого продукта представлен в таблице 3.22.

Таблица 3.21- Общий химический состав исходных компонентов в составе рецептуры при производстве комбинированного фаршевого продукта

Исходные компоненты	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал/100 г продукта
	влага	белки	липиды	углеводы	минеральные вещества	
Фарш трески	77,4	16,1	0,8	0,5	1,5	106,9
Фарш криля	81,5	14,1	1,5	0,7	2,2	72,7

Продолжение таблицы 3.21

Исходные компоненты	Содержание, %					Энергетическая ценность, ккал/100 г продукта
	влага	белки	липиды	углеводы	минеральные вещества	
Капуста	99,0	1,8	0,1	7,4	0,7	7,7
Лук	86,0	1,4	-	11,6	1,0	52,0
Морковь	88,0	1,3	0,1	9,6	1,0	44,5

Таблица 3.22- Аминокислотный состав и скор исходных компонентов и готового фаршевого продукта

Незаменимые аминокислоты	Содержание АК, г/100 г белка					АС продукта, %	
	фарш криля	фарш трески	комбинированный продукт		эталон ФАО/ВОЗ	рецептура 1	рецептура 2
			Рецептура 1	Рецептура 2			
Метионин	3,92	4,15	4,06	3,05	3,50	116,0	115,8
Фенилаланин	9,03	8,49	8,70	8,72	6,00	145,0	145,3
Треонин	4,50	4,32	4,38	4,40	4,00	109,7	109,9
Триптофан	1,09	1,10	1,10	1,10	1,00	109,6	109,6
Лейцин+Изолейцин	8,63	8,36	8,45	8,46	7,00	121,7	121,1
Лизин	6,10	8,71	7,72	7,60	5,50	140,0	138,2
Валин	7,10	5,14	5,90	6,00	5,00	118,4	119,9

Установлено, что разработанные комбинированные продукты обладают высокой биологической ценностью. Скоры всех незаменимых аминокислот, находящихся в продуктах, превышают 100%. Исходя из данных таблицы 3.22, были рассчитаны показатели биологической ценности продукта по

методике, приведённой в главе 2. Полученные результаты приведены в таблице 3.23.

Таблица 3.23- Оценка биологической ценности белков комбинированного фаршевого продукта с овощами в виде тефтелей.

Наименование НАК	Идеальный белок (ФАО/ВОЗ), г/100г белка	НАК тефтелей с капустой и луком, г/100г белка	АС, %	НАК тефтелей с морковью и луком, г/100г белка	АС, %
Метионин	3,5	4,1	116,0	3,1	115,8
Триптофан	1,0	1,1	109,6	1,1	109,6
Треонин	4,0	4,4	109,7	4,4	109,9
Лизин	5,5	5,9	118,4	6,0	119,9
Лейцин+ изолейцин	7,0	7,7	140,0	7,6	138,2
Валин	5,0	8,7	145,0	8,7	145,3
Фенилаланин	6,0	8,5	121,7	8,5	121,1
КРАС, %		25,8		27,6	
БЦ, %		74,2		72,4	

Данные таблицы 3.23 свидетельствуют, что биологическая ценность белка комбинированного продукта с различными овощными компонентами (содержание НАК по сравнению с идеальным белком) находится на уровне 72,4-74,2% соответственно.

Образец комбинированного продукта с использованием капусты и лука, показал более высокие значения биологической ценности (74,2% от

идеального белка), по сравнению с аналогичным образцом с добавлением другого растительного компонента, следовательно, использование белокочанной капусты и репчатого лука в качестве компонентов, применяемых в составе рецептуры комбинированного продукта, является доказанным. Сравнительный анализ аминокислотного состава образцов комбинированного фаршевого продукта с морковью и репчатым луком в сравнении с идеальным белком аналогично показал эффективность применения овощей в качестве компонентов, улучшающих не только аминокислотный состав (потенциальная биологическая ценность белка составляет 72,4%), но и органолептические показатели.

Биологическая ценность липидов в комбинированном продукте характеризуется содержанием в его составе фосфолипидов (15-20%) и полиненасыщенных жирных кислот (таблица 3.24).

Таблица 3.24- Содержание полиненасыщенных жирных кислот в фарше криля, фарше трески и комбинированном продукте (% от общего содержания липидов)

ЖК	Объект исследования		
	Фарш криля	Фарш трески	Комбинированный продукт
Арахидоновая C20:4	0,29	3,12	1,71
Линоленовая C 18:3	1,32	0,88	1,10
Линолевая C 18:2	2,31	3,12	2,72
Докозагексаеновая C 22:6	15,23	20,00	17,62
Эйкозапентаеновая C 20:5	18,33	13,35	15,84

Важное влияние на жизнедеятельность организма оказывают углеводы, входящие в состав рецептур комбинированного продукта. В отличие от фарша криля и фарша из отходов от филетирования трески, содержащих незначительное количество углеводов, основными компонентами этих

веществ являются растительные компоненты, входящие в состав рецептур (таблица 3.25).

Таблица 3.25- Содержание углеводов в растительных компонентах, внесенных в рецептуру комбинированного продукта, г/100г [174]

Наименование	Капуста	Лук	Морковь
Моносахара			
Фруктоза	1,6	1,2	1,1
Глюкоза	2,7	1,3	2,6
Дисахара			
Сахароза	0,4	6,5	3,6
Полисахара			
Клетчатка	1,0	0,6	1,2
Гемицеллюлоза	0,5	0,2	0,3

В таблице 3.26 показано высокое содержание макроэлементов в комбинированном фаршевом продукте. При этом следует отметить, что значительное их количество находится как в фарше криля, так и в фарше из отходов от филетирования трески.

Использование в рецептурах комбинированных продуктов овощей позволяет внести в готовый комбинированный продукт широкий набор витаминов. Витамин С, участвующий в окислительно-восстановительных реакциях и повышающий сопротивляемость организма, находится в белокочанной капусте, луке и моркови [167].

Таблица 3.26- Содержание некоторых макроэлементов в компонентах рецептуры комбинированного продукта

Компоненты продукты	Содержание макроэлементов мг/100г					
	Na	K	Ca	Mg	P	S
Фарш криля	390	220	95	65	70	170
Фарш из трески	70	350	65	40	260	210
Капуста	13	185	48	16	31	37
Лук	18	175	31	14	58	65
Морковь	21	200	51	38	55	6

Исходные фарши, входящие в состав комбинированного продукта, обеспечивают необходимое содержание в нем витамина Е и витамина РР, помимо содержащихся витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, тиамина, фолацина, рибофлавина и других, что свидетельствует о его высокой пищевой ценности в рационе питания.

Были проведены исследования по обоснованию срока годности комбинированного рыбокреветочного фаршевого продукта. Для этого в соответствии с МУК 4.2.1847-04 была составлена программа установления сроков годности (таблица 3.27).

Таблица 3.27 - Программа установления сроков годности

Номер контрольной точки	Фон	1	2	3	4	5	6
Продолжительность хранения, сут.	0	18	36	54	72	90	108

Проектируемые сроки годности комбинированного фаршевого продукта составляют 3 месяца при температуре минус 18±2° С, коэффициент резерва составляет значение, равное 1,15 (для нескоропортящихся продуктов).

В соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 были определены нормируемые показатели безопасности в процессе хранения по установленной программе контроля, результаты которых приведены в таблице 3.28.

Бактерицидные свойства ЭХА-воды по сравнению с питьевой водой, подтверждаются общим микробным числом продукта. В фарше, промытом питьевой водой, КМАФАнМ после промывки составило  $2 \times 10^3$  КОЕ/г, в то время как КМАФАнМ фарша, промытого питьевой водой, составило  $1,5 \times 10^4$  КОЕ/г.

Полученные данные указывают на эффективность применения раствора ЭХА-воды в качестве способа пролонгирования сроков хранения продуктов, путем снижения исходной обсемененности продукции и, соответственно, снижения развития микрофлоры в процессе хранения.

Таблица 3.28- Микробиологические показатели качества комбинированного фаршевого продукта в процессе хранения

Показатели	ТР/ЕАЭС 040/2016	Продолжительность хранения, дней						
		Фон	18	36	54	72	90	108
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$2 \times 10^4$	3,2 × $10^3$	2,9 × $10^3$	2,7 × $10^3$	2,4 × $10^3$	2,4 × $10^3$	2,2 × $10^3$	2,0 × $10^3$
Плесени и дрожжи, КОЕ/г	100	55	-	45	-	44	-	40
БГКП в 0,001 г	Не допускается	Не обнаружены						
Enterococcus КОЕ/г, не более	$2 \times 10^3$	Не обнаружены						
Сульфитредуци рующие кlostридии, в 0,1 г	Не допускается	Не обнаружены						
S. aureus в 0,01 г	Не допускается	Не обнаружены						

Динамика изменения КМАФАнМ исследуемого комбинированного продукта представлена на рисунке 3.13.



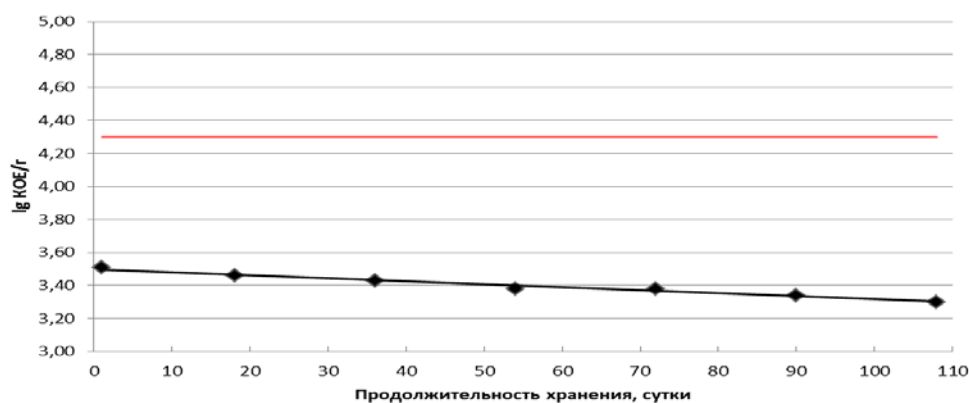


Рисунок 3.13 - Динамика изменения КМАФАнМ комбинированного фаршевого продукта из в процессе хранения.

Рисунок 3.13 свидетельствует о том, что динамика развития микроорганизмов в процессе хранения отрицательная, что говорит об угнетении микрофлоры вследствие применения анолита ЭХА-воды для повышения хранимостпособности продукта. Аналогичная динамика прослеживается для плесеней и дрожжей (таблица 3.28).

Данные факты подтверждаются ранее проведенными исследованиями по применению растворов ЭХА-воды при промывании одного из компонентов рецептуры [90].

В таблице 3.29 представлены органолептические характеристики продукта в процессе всего срока хранения, поэтому можно сделать вывод о том, что органолептика продукта на протяжении данного этапа исследований оставалась удовлетворительной и не изменялась. Также не было выявлено неблагоприятных изменений, таких как горечь, посторонний запах, запах прогорклости, ухудшение консистенции.

В период установления срока годности при хранении в исследуемых образцах не были обнаружены санитарно-показательные и патогенные бактерии (таблица 3.28) и не было замечено значительных изменений органолептических и физических характеристик замороженных комбинированных образцов. ВУС оставалась на высоком уровне, что также свидетельствует о прочной консистенции и высоком качестве продукта.

Таблица 3.29- Органолептические и физико-химические показатели качества комбинированного фаршевого продукта до замораживания и при хранении

Показатель	Оценка до замораживания	Продолжительность хранения комбинированного продукта, дней			
		Фон	18	54	108
Внешний вид	Однородная масса, без посторонних включений	Однородная масса, без посторонних включений	Однородная масса, без посторонних включений	Однородная масса, без посторонних включений	Однородная масса, без посторонних включений
Цвет	Светло-серый, свойственный данному виду продукта	Светло-серый, свойственный данному виду продукта	Светло-серый, свойственный данному виду продукта	Светло-серый, свойственный данному виду продукта	Светло-серый, свойственный данному виду продукта
Запах	Легкий запах креветки. Без посторонних запахов	Легкий запах креветки. Без посторонних запахов	Легкий запах креветки. Без посторонних запахов	Легкий запах креветки. Без посторонних запахов	Легкий запах креветки. Без посторонних запахов
Вкус	Слабо-выраженный, креветочный	Слабо-выраженный, креветочный	Слабо-выраженный, креветочный	Слабо-выраженный, креветочный	Слабо-выраженный, креветочный
Консистенция	Упругая, удовлетворительная формуемость	Упругая, удовлетворительная формуемость	Упругая, удовлетворительная формуемость	Упругая, удовлетворительная формуемость	Упругая, удовлетворительная формуемость
pH	6,5	6,5	6,5	6,4	6,3
ВУС, %	83,2	82,2	81,1	79,3	77,2

Таким образом можно сделать вывод о том, что срок годности комбинированного фаршевого продукта на основе фаршей из криля и трески в течение 90 суток при температуре минус  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  является установленным.

### 3.7 Разработка технологии комбинированного фаршевого продукта на основе фарша криля и промытого ЭХА-водой фарша из тресковых отходов

Технологическая схема производства комбинированных продуктов с использованием растительного сырья представлена на рисунке 3.14.

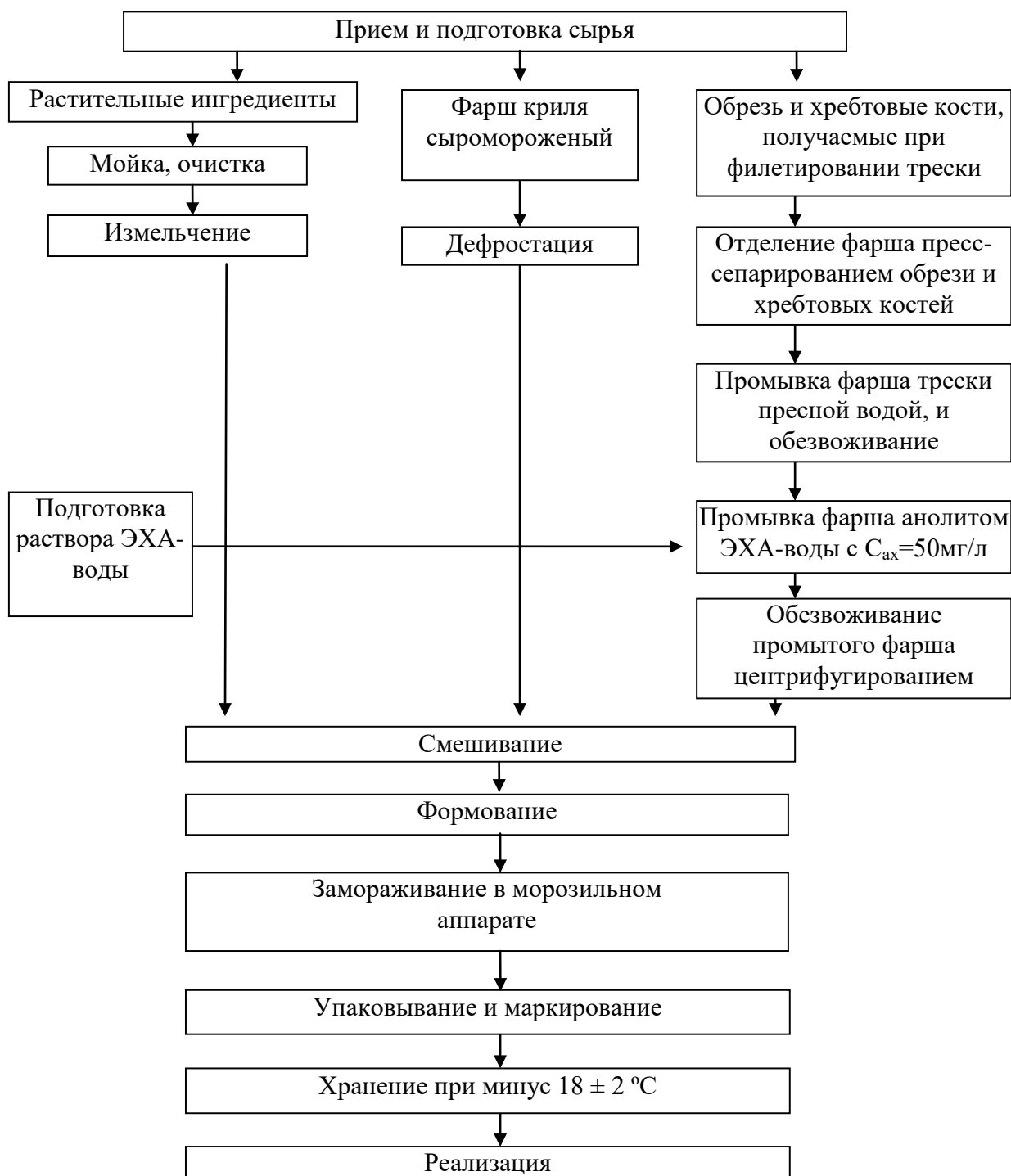


Рисунок 3.14- Технологическая схема производства комбинированных продуктов с использованием растительного сырья

Необходимое соотношение основных компонентов рецептуры определялось исходя из оценок органолептических показателей по таким критериям, как запах, вкус, консистенция, цвет, АС белков исходных компонентов комбинированного продукта. Исходя из полученных данных о соотношении основных компонентов рецептуры, была предложена технология изготовления комбинированных продуктов в виде тефтелей на основе растительного сырья (белокочанной капусты, моркови и репчатого лука).

**Замачивание, мойка и очистка.** Замачивание сухого растительного сырья осуществляли в течение 60 мин. при соотношении компонентов и воды 1:3, после чего его промывали в проточной воде для удаления механических примесей.

**Измельчение растительных компонентов.** Измельчение растительного сырья осуществляли на лабораторном волчковом устройстве с диаметром решётки 2-3мм.

**Дефростация сыромороженого фарша криля.** Сыромороженный фарш с температурой в толще блока не выше минус 18°C дефростировали до температуры минус 2°C, после чего измельчали на волчке с диаметром решетки 2мм.

**Получение фарша из обрезки от филе хребтовых костей трески.** При приготовлении рыбного фарша из обрезки от филе и хребтовых костей с остатками мяса использовали пресс-сепаратор с диаметром отверстий барабана 3мм.

**Подготовка раствора ЭХА-воды.** ЭХА-воду получали на установке СТЭЛ-40 при силе тока 10-12 ампер и рН 7,3 – 7,9 из подсолённой (5-9г. NaCl на 1л.) питьевой воды в течение 10 минут. Для получения ЭХА-воды с необходимой концентрацией  $C_{ax}$  исходный раствор разводили питьевой водой. Для контрольной промывки рыбного фарша использовали питьевую воду.

**Промывка фарша анолитом ЭХА-воды с  $C_{ax}$  50 мг/л.** Фарш трески подвергали промывке раствором ЭХА-воды (нейтральным анолитом) при соотношении фарш: вода 1:3 в течение 10 минут.

**Обезвоживание промытого фарша центрифугированием.** Предварительно промытый ЭХА-водой фарш с  $C_{ax}$  50 мг/л центрифугировали на лабораторной центрифуге в течение 10 мин при 3500 об/мин.

**Смешивание исходных компонентов.** Смешивание исходных компонентов (фарш криля, промытый ЭХА-водой фарш из отходов от филетирования трески и растительные компоненты согласно рецептурам) осуществляли вручную. Рецептуры продуктов представлены таблице 3.30.

Таблица 3.30- Рецептуры комбинированного продукта с овощами (г на 1кг готового продукта)

Наименование компонентов	Продукт с капустой и луком		Продукт с морковью и луком	
	Рецептура 1		Рецептура	
	1 порция готового п/ф, г	100 порций готового п/ф, кг	1 порция готового п/ф, г	100 порций готового п/ф, кг
Фарш криля	25,00	2,50	25,00	2,50
Фарш трески (промытый ЭХА- водой)	58,30	5,83	58,30	5,83
Капуста	15,00	1,50	-	-
Лук	5,00	0,50	5,00	0,50
Морковь	-	-	15,00	1,50
Соль поваренная	1,50	0,15	1,50	0,15
Перец черный молотый	0,20	0,02	0,20	0,02
Итого:	100,00	10,00	100,00	10,00

**Формование.** При данной технологической операции формовали продукт в виде тефтелей весом 100 гр.

**Замораживание.** Полученный продукт замораживали в морозильной камере при температуре минус  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

**Упаковка и хранение.** Замороженный комбинированный продукт упаковывали в герметичную полимерную тару - пластиковые светонепроницаемые пакеты и хранили в течение 3 месяцев с момента изготовления.

### **3.8 Расчет экономической эффективности производства комбинированных фаршевых изделий (рыборастительных полуфабрикатов)**

Для оценки экономической эффективности производства рыборастительных полуфабрикатов необходимо установить стоимость основного и вспомогательного сырья, упаковочной тары, необходимых для производства комбинированных видов продукции (таблица 3.31).

Таблица 3.31 - Расчет стоимости сырья, тары и упаковочных материалов, используемых в технологии рыборастительных полуфабрикатов

Наименование сырья	Стоимость за 1кг. руб.	Наименование сырья/материалов	Цена за 1кг. /ед. руб.
Отходы от филетирования трески	160,0	Морковь свежая	12,0
Фарш из криля сыромороженный	70,0	Лук репчатый	10,0
Капуста белокочанная	12,0	Полимерная тара	2,0
Соль поваренная	10,0	Транспортная тара	15,0
Специи и пряности	100,0	Этикетки маркировочные	3,0

Следующим этапом экономического планирования на производстве является расчет прибыли и рентабельности технологического проекта.

Прибыль рассчитывается следующим образом:

$$\Pi = \text{ТП} - \text{С}, \text{ где} \quad (10)$$

ТП - стоимость товарной продукции, руб.;

С - себестоимость товарной продукции, руб.

Расчет рентабельности:

$$R = \Pi / \text{С} \times 100\%, \text{ где} \quad (11)$$

Π- прибыль, руб.;

С- себестоимость продукции, руб.

В соответствии с разработанной рецептурой на рыбопродуктивные полуфабрикаты при фасовке в потребительскую упаковку по 1кг, себестоимость продукции представлена в таблице 3.32.

Таблица 3.32- Расчет себестоимости сырья при производстве рыбопродуктивных полуфабрикатов

Наименование сырья	Стоимость за 1кг (ед.) руб.	Количество на 100кг, кг (ед.)	Стоимость на 100кг, кг (ед.)
Фарш криля сыромороженный	70,0	25,0	1750,0
Отходы от филетирования трески	160,0	58,0	9280,0
Капуста белокочанная	30,0	15,0	450,0
Морковь	23,0	15,0	345,0
Лук репчатый	10,0	5,0	50,0
Специи (перец черный молотый)	2500	0,1	250,0
Соль поваренная	40	0,2	8,0

Продолжение таблицы 3.32

Наименование сырья	Стоимость за 1кг (ед.) руб.	Количество на 100кг, кг (ед.)	Стоимость на 100кг, кг (ед.)
Транспортная тара	15,0	10	150,0
Этикетки маркировочные	3,0	100	300,0
ИТОГО			12883,0

При цене 200 рублей за 1кг готовых рыбнокреветочных полуфабрикатов с добавлением растительного сырья стоимость 100кг готовой товарной продукции составит 20000 рублей, а прибыль 7117 рублей. Рентабельность разработанной технологии составит 35,6%.

Таким образом, комбинированный продукт из антарктического криля и отходов от филетирования трески с добавлением растительного сырья можно охарактеризовать, как ценный белково-углеводный продукт, в котором отмечено низкое содержание липидов, высокая энергетическая ценность и высокая усвояемость белков, сбалансированный аминокислотный состав. Фосфолипиды и эссенциальные кислоты, способствуют повышению проницаемости стенки капилляров в сердечно-сосудистой системе организма. Добавление растительных компонентов в рецептуру комбинированного продукта способствует нормальному обмену веществ в организме человека вследствие содержащихся в них легкоусвояемых веществ.

Предложенный способ производства комбинированного продукта из сыромороженого фарша антарктического криля, отходов от филетирования трески и растительного сырья в количестве 20% от его массы способствует получению мороженого полуфабриката в виде тефтелей с повышенной пищевой и биологической ценностью, высокими реологическими характеристиками.

Рентабельность предложенной технологии составляет 35,6%.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснована и экспериментально подтверждена технология комбинированного продукта на основе сыромороженого фарша криля и промытого ЭХА-водой с рациональной концентрацией активного хлора фарша из отходов от филетирования трески, которая основана на изучении технохимических особенностей сырья, биохимических и микробиологических процессах его обработки с целью создания фаршевого продукта с заданными функционально-технологическими свойствами.

По результатам научно-исследовательской работы можно сделать следующие выводы:

1. Установлена зависимость химического состава, органолептических свойств и выхода сыромороженого фарша от размерно-массовых характеристик, состава и свойств и сроков хранения криля-сырца. Эти различия выражены в зависимости от размеров и массы криля и его химического состава.

2. Пищевые отходы от разделки балтийской трески (обрези от филе и прирезь мяса на хребтовых костях) являются ценным высокобелковым полуфабрикатом в качестве основного компонента комбинированных фаршевых изделий.

3. Установлена и научно обоснована технологическая эффективность процесса промывки рыбного фарша ЭХА-водой в зависимости от концентрации в ней активного хлора. Применение технологического процесса промывки ЭХА-водой с концентрацией активного хлора от 25 до 50 мг/л позволяет исключить свойственный рыбе интенсивный запах и вкус, улучшить цвет, сформировать плотную структуру и увеличить срок хранения вследствие бактерицидной обработки анолитом ЭХА-раствора. При использовании ЭХА-воды с более высокой концентрацией активного хлора (свыше 100 мг/л) фарш из отходов трески приобретал легкий запах и привкус хлора, и более плотную консистенцию.

4. Установлено, что применение способа улучшения качества и санитарного состояния фарша из отходов от филетирования трески путем промывки его ЭХА-водой с заданной  $C_{ax}$  до 50 мг/л существенно не отличается по органолептическим характеристикам от фарша, промытого питьевой водой, а по реологическим характеристикам его превосходит. ЭХА-вода при промывке оказывает бактерицидное воздействие на фарш, снижая общую обсемененность продукта; при этом в промывной воде активный хлор не обнаруживается.

5. Математическим моделированием установлено, что наиболее рациональными параметрами приготовления комбинированного продукта являются: количество в продукте промытого фарша трески - 70%, диаметр отверстий барабана пресс-сепаратора 3мм. При этом ВУС составит 80%, при которой консистенцию продукта можно охарактеризовать, как плотную.

6. Разработаны две рецептуры комбинированного фаршевого продукта с рациональным соотношением компонентов фаршевой смеси, равным 30:70 и добавлением овощных компонентов, что обеспечило наилучшие физико-химические, органолептические и реологические показатели комбинированного продукта.

7. Дана оценка качества и безопасности комбинированного фаршевого продукта на основе фарша из криля и трески. Установлена высокая биологическая ценность разработанных продуктов. Продукты содержат все незаменимые аминокислоты. Их аминокислотный скор превышает 100%.

8. В процессе хранения в исследуемых образцах комбинированного фаршевого продукта не были обнаружены санитарно-показательные и патогенные бактерии и не было замечено значительных изменений органолептических характеристик замороженных комбинированных образцов. ВУС оставалась на высоком уровне, что свидетельствует о прочной консистенции и высоком качестве продукта в течение всего периода хранения. Срок годности мороженых полуфабрикатов комбинированных

продуктов: тефтелей с капустой белокочанной и репчатым луком и морковью и репчатым луком - 90 суток при температуре минус  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

9. Разработаны рецептура, технология и техническая документация на полуфабрикаты замороженные из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья ТУ (10.85.12.000-002-44199451-2021) и технологическая инструкция к ТУ, а также проведена их апробация в условиях ООО «Навага» (акт производственных испытаний по выпуску опытной партии продукции от 20.05.2021г.), свидетельствующая о практической значимости выполненных исследований.

10. Рентабельность предложенной технологии составляет 35,6%.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЛО - азот летучих оснований;
- АК - аминокислота;
- АН - нейтральный анолит;
- АС - аминокислотный скор;
- БАВ - биологически активные вещества;
- ВБ - водорастворимые белки;
- ВУС - влагоудерживающая способность;
- ВБР - водные биологические ресурсы;
- ВСП - вторичные сырьевые ресурсы;
- ДМА - диметиламин;
- ЖК - жирная кислота;
- $K_6$  - условный белковый коэффициент, выражаемый в дол.ед.;
- КМАФАНМ - количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г;
- КОЕ - колониеобразующая единица;
- КРАС - коэффициент различия аминокислотных скоров;
- НАК - незаменимая аминокислота;
- ПНС - предельное напряжение сдвига, Па;
- СБ - солерастворимые белки;
- ТАГ - триацилглицериды;
- ТМА - триметиламин;
- ТМАО - триметиламиноксид;
- ЭХА - электрохимическая активация;
- ЭХА - вода - электрохимически - активированная вода;

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Л. С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М: Изд-во ВНИРО. - 2005. – 175 с.
2. Абрамова Л. С. Структурообразование в фаршевых системах / Л.С. Абрамова, Н.И. Рехина, С.А. Агапова // Рыбное хозяйство. - 1989. - № 4. - С. 87 – 90.
3. Алексеева Т. И., Голованец Т. А. Особенности производства промытого пищевого фарша из минтая // Рыбн. хоз-во. – 1974.- № 2. - С. 54-55.
4. Андреев М. П. Влияние термоустойчивой щелочной протеиназы на миофибриллярные белки при тепловой обработке комбинированных продуктов на основе океанического сырья //Результаты исследований по повышению качества пищевой продукции: Сб. науч. тр./Атлант.НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 2000. - С. 108-112.
5. Андреев М.П. Направления расширения ассортимента и повышения качества рыбной продукции на основе технологических исследований АтлантНИРО//Вопросы рыболовства. - 2009 . - Т.10, №4(40). - С. 667-679.
6. Андреев М.П. Научное обоснование комплекса технологий пищевых продуктов из маломерных гидробионтов и вторичного сырья // Диссертация на соискание уч. степ. докт. техн. наук. – Калининград. – 2002. - С. 313.
7. Андреев М.П. Совершенствование технологии пищевого фарша из маломерных гидробионтов и вторичного сырья/ М.П.Андреев: Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии.- Калининград: АтлантНИРО. - 2014. - 238 с.
8. Андреев М. П. К технологической характеристике антарктического криля // Труды АтлантНИРО. – Вып. 66.- Калининград. – 1976 .- С. 14-21
9. Андреев М. П. Перспективные направления развития современной рыбообработки //Рыболовство России. – № 1 (5). – 2001 . - С. 42-44.
10. Андреев М. П. Реологические характеристики сырого фарша из криля в зависимости от свойств сырца и холодильной обработки //Пути

повышения качества и безопасности рыбных продуктов: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 2002.- С. 22-27.

11. Андреев М. П. Технологии АтлантНИРО – основа развития современной рыбообработки //История развития рыбохозяйственных исследований АтлантНИРО: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1999. - С. 164-171.

12. Андреев М. П. Развитие современной рыбообработки на базе передовых технологий // Совершенствование управления качеством при производстве и реализации рыбной продукции: - Сб. докл. II Междунар. конф. – С.– Пб. – 1999.- С. 26-32.

13. Андреев М. П. Роль передовых технологий в повышении качества продукции из гидробионтов и эффективности ее производства//Материалы IУ Междунар.науч.-практ.конф. «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество». – Калининград, 2003. – С. 62-64.

14. Андреев М. П. Роль технологических разработок АтлантНИРО в повышении уровня производства рыбной продукции//О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 г.: науч.-практ.конф.: тез.докл., 24-25 ноября 2004г., Москва, ВВЦ, пав. № 38 «Рыболовство»/ВНИРО. – М., 2004. – С. 153-154.

15. Андреев М. П. Передовые технологии как основа повышения уровня производства рыбной продукции //Пищевая промышленность: интеграция науки, образования и производства: всерос. науч.-практ.конф. с междунар. участием, России, Краснодар, 26-28 мая 2005 г./Кубан. гос. технолог. ун-т – Краснодар. – 2005.- С. 34-36.

16. Андреев М. П. Направления инновационного развития рыбоперерабатывающих производств // Материалы У Международной конференции «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество». – Калининград. – 2005. - С. 11-18.

17. Андреев М. П., Артюхова С. А., Капитанова А. В. Влияние промывки фарша из криля на его качество при консервировании //Комплексная

переработка промысловых беспозвоночных: Сб. науч.тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1986 . - С.44-51

18. Андреев М. П., Байдалинова Л. С. Изменение качества криля в процессе замораживания и холодильного хранения //Исследование технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля: Сб. науч. тр./Атлант.НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград, – 1981.- С.63 –71.

19. Андреев М. П., Байдалинова Л. С., Смирнов В. М. Технологический процесс производства белковой пасты «Океан», обеспечивающий повышение ее выхода из сырья и улучшения качества //Проблемы комплексной переработки криля. Материалы науч.-техн. конф. – Калининград. – 1979. - С. 38-39.

20. Андреев М. П., Байдалинова Л. С., Биденко М. С. Зависимость качества фарша из криля от технохимического состава и свойств сырца//Комплексная переработка промысловых беспозвоночных: Сб. науч.тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1986. - С.4-17.

21. Андреев М. П., Березовская Н. Н. Применение высокополимерного полисахарида каррагенана в технологии формованных изделий на основе рыбного фарша //Научные подходы к решению проблем предприятий агропромышленного комплекса: Материалы научно-практич. конф. – Ростов-на-Дону. – вып.1. –Том 1. – 2000. - С.33-34.

22. Андреев М. П., Биденко М. С., Маклыгин Л. Г. Технологическая характеристика антарктического криля // Исследование технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля: Сб. науч.тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1981. - С.3 –14.

23. Андреев М. П., Биденко М. С., Смирнов В. М. Способ получения сырого мяса из криля //Автор. свид. № 847547. Бюллет. открытия изобретения. – 1981.- № 26.

24. Андреев М. П., Биденко М. С., Светлова Н. И., Журавлева И. А., Головня Р. В. Исследование кинетики накопления летучих азотистых оснований при хранении криля-сырца // Проблемы комплексной переработки криля: Материалы науч.-техн. конф. – Калининград. – 1979.- С. 30-31.

25. Андреев М. П., Быков В.П., Смирнов В. М. Технологические свойства криля-сырца //Проблемы комплексной переработки криля: Материалы науч.-техн. конф.. – Калининград. – 1979. - С. 13-15.

26. Андреев М.П., Быков В.П., Смирнов В.М. Исследование влияния посмертного состояния криля на качество получаемого мяса // Технология переработки криля: Сб. науч. тр./Всесоюз. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. М., 1981. – С. 68-72.

27. Андреев М. П., Гамуйло А. П. Обоснование композиции аналога креветки с заданными вкусо-ароматическими свойствами и структурой //Пища, экология, человек: Материалы Междунар. научно-технич. конф., М., - М., 1995. – С.47.

28. Андреев М. П. Гамуйло А. П., Чарномский В. В. Оптимизация дозировки фарша криля при приготовлении креветочных палочек//Антарктический криль в экосистемах промысловых районов: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1990. - С. 196-202.

29. Андреев М. П., Епифанов В. В., Мутигуллин М. М., Смирнов В. М., Панкратова А. Г. Промышленная технология и техника производства фарша из криля, основные направления и способы его использования на пищевые цели // Состояние и развитие опытно-промышленных работ по комплексному освоению ресурсов антарктического криля и перспективы промышленного производства пищевой и технической продукции из него: Сб. науч. тр.- Севастополь. – 1982.- С.37-48.

30. Андреев М. П., Мелехин Д.В. Использование электрохимически активированной воды (ЭХА-воды) в производстве рыбной продукции //



Ресурсосберегающие технологии пищевых производств: Тез.докл. Междунар. науч.-техн. конф. – С. Пб. – 1998.- С. 89.

31. Андреев М. П., Мелехин Д. В., Мартынова Е. Т. Влияние электрохимически активированной воды на микрофлору свежей и охлажденной рыбы // продукции //Ресурсосберегающие технологии пищевых производств: Тез.докл. Междунар. науч.-техн. конф. – С. Пб. – 1998.- С. 93.

32. Андреев М. П., Мелехин Д. В. Использование электрохимически активированной (ЭХА) воды в производстве рыбной продукции //Хранение и переработка сельхозсырья. – № 2. – 1999.- С. 33-34.

33. Андреев М. П., Мелехин Д. В. Электрохимически активированные растворы (ЭХА-вода, ЭХА-лед) в технологии рыбных продуктов // Материалы VII Международной конференции «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество». – Калининград. – 2009. - С. 122-123.

34. Андреев М. П., Сиротин В. Н. Производство сыромороженого фарша антарктической креветки (криля) //Рыб. хоз-во. - № 4. – 1990.- С. 92-93.

35. Андреев М. П., Сиротин В. Н., Мутигуллин М. М. Переработка антарктического криля на промысловых судах //Рыб. хоз-во. - № 5 – 1990.- С. 89-91.

36. Андреев М. П., Смирнов В. М. Приготовление варено-мороженого фарша из криля//Антарктический криль в экосистемах промысловых районов: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 1990.- С. 192-196.

37. Андреев М. П., Смирнов В. М., Быков В. П., Байдалинова Л. С. Влияние замораживания и холодильного хранения на качество криля и его мяса. // Проблемы комплексной переработки криля: Материалы науч.-техн. конф. – Калининград. –1990.- С. 36-37.

38. Антипова Л. В. Основы рационального использования вторичных продуктов переработки прудовых рыб. Учебное пособие / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, М.М. Данылиев . – Воронеж., 2011. -75 с.

39. Антипова Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: Колос, 2004. - 571 с.
40. Антипова Л. В. Биохимические и морфологические изменения в мышечной ткани прудовых рыб в процессе автолитических превращений / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, А. В. Соколов // известия ТИНРО. 2018. - №3. Том 194. – С. 1-12.
41. Антипова Л.В. Прудовые рыбы: биотехнологический потенциал и основы рационального использования ресурсов: монография/Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, Л.П. Чудинова. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – 404 с.
42. Антипова Л.В. Биохимический механизм автолитических процессов мышечной ткани рыб / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, А.З. Черкесов // Вестник ВГУИТ. – 2015. - № 2. – С. 92-97.
43. Артюхова С. А., Андреев М. П., Серпунина Л. Т. Значение барьерной технологии для совершенствования процесса теплового консервирования гидробионтов// Материалы У Международной конференции «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество». – Калининград.- 2005. - С. 136-139.
44. А.С. 360064 СССР, МКИ А 234 1/325. Способ приготовления пищевого рыбного фарша / В. П. Скачков, Г. С. Жиров (СССР). - № 1838851/28-13; Заявл. 29. 03. 71; Оpubл. в БИ, 1972, №36.
45. А.С. 371915 СССР, МКИ 23 L1/325. Способ производства пищевого рыбного фарша / И. П. Леванидов, Н. Я. Эртель (СССР). - 1675779/28-13; Заявл. 18. 06. 71; Оpubл. в БИ, 1973, №13.
46. А.С. 426648 СССР. Способ получения белкового пищевого вещества из рачков / В. П. Кирпичников, С. В. Некрутман, Б. И. Суменков (МИНХ). - Оpubл. в Б. И. 08.10.1975.
47. А.С. 847547 СССР. Способ получения сырого мяса из криля/ М.П. Андреев, М.С.Биденко, В.М.Смирнов. – Оpubл. В Б.И.13.03. 1981.

48. Базилевич В. И. Вяленые формованные изделия из мяса малоценных рыб // Экспресс-информация / ЦНИИТЭИРХ. – 1987. - М. - № 1-2. (Сер. Обработка рыбы и морепродуктов).

49. Байдалинова Л. С., Андреев М. П., Смирнов В. В. Совершенствование технологии производства пищевой и кормовой продукции из криля: Тез. докл. краевой научн-техн. конф.- Владивосток, 1978. – С. 21-22.

50. Байдалинова Л. С., Биденко М. С. Антарктический криль — сырье для производства разнообразной продукции // Антарктический криль в экосистемах промысловых районов: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград. – 1990. - С. 174-185.

51. Бахир В. М. Электрохимическая активация / ВНИИИИ мед. техники, 1992. – 2 ч. – 657 с.

52. Бахир В. М. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы / под ред. В. М. Бахира. – М.:ВНИИИИМТ, 1999. – 256 с.

53. Бахир В. М. Электрохимическая активация Изобретения, Техника, Технология / В. М. Бахир. – М.: Делфин аква, 2014. - 512 с.

54. Бахолдина Л. П. Исследования технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля / Л. П. Бахолдина // Сборник трудов АтлантНИРО. – 2008. – №3. – С. 27–35.

55. Бахолдина Л. П., Кривич В. С. Каротиноиды криля // Исследования технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля. – 1981. - С. 29-33.

56. Безуглова А. В. Технология производства паштетов и фаршей / А.В. Безуглова, Г.И. Касьянов, И.А. Палагина - Москва - Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2004. – 304 с.

57. Белова З. И. Влияние степени измельчения фарша на влагоудерживающую способность // Тр. ВНИРО. Москва. – 1974. -Т. 98. - С. 34-37.

58. Березовская Н. Н., Андреев М. П. Применение каррагенанов в технологии формованных изделий на основе рыбного фарша // Результаты исследований по повышению качества пищевой продукции: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 2000. - С. 76-80.

59. Биденко М. С., Кузьмичева Г. М. Изменение влагоудерживающей способности и “нежности” пищевого рыбного фарша при хранении // Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград. – 1977. - Вып. 71. - С. 30-36.

60. Биденко М. С., Андреев М. П., Одинцов А. Б. Технологическая характеристика криля района о. Южная Георгия //Пути совершенствования методов обработки криля: Тез. докл. краевой науч.техн.конф. – Владивосток.- 1978. - С. 15-16.

61. Биденко М. С., Андреев М. П., Маклыгин Л. Г., Смирнов В. М. Влияние биологического и физиологического состояния криля Атлантического сектора Антарктики на его технохимические свойства //Проблемы комплексной переработки криля: Материалы науч.-техн.конф. – Калининград. – 1979. - С. 19-21.

62. Биденко М. С., Кузьмичева Г. М. Влияние некоторых стабилизирующих веществ на качество пищевого рыбного фарша // Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1976. - Вып. 66. - С. 60-64.

63. Биденко М. С., Рамбеза Е. Ф. Влияние соотношения растворимых белковых фракций мышечной ткани рыб на качество мороженого рыбного фарша // Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1978. - Вып.75 - С. 64-69.

64. Биденко М. С, Рамбеза Е. Ф., Городниченко Л. В., Кузьмичева Г. М. К вопросу об использовании путассу для производства пищевого мороженого рыбного фарша. // Сб.науч.тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград. – Вып. 75. – С. 57-63.

65. Биденко М. С., Расулова Т. А., Одинцов А. Б. Об активности протеолитических ферментов антарктического криля. // Исследования технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля / Тр. Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград. – 1981. - С. 15-18.

66. Бобровская Н. Д. Влияние сезона года, питания и физиологического состояния на активность липазы антарктического криля // Технология криля: сб. научн. тр. // ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии - М. – 1989. - С. 72-78.

67. Бобровская Н. Д. Влияние температур на протеолитическую и липолитическую активность ферментативного комплекса криля. - // Проблемы комплексной переработки криля: Тез. докл. науч.-техн. конф. - Калининград. -1979. - 23 с.

68. Бобровская Н. Д., Кардашев А. В., Вайтман Г. А. Исследование активности протеолитических и липолитических ферментов криля // Технология криля: сб. научн. тр. // ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии - М. – 1982. С. 16-20.

69. Богданов В. Д. Повышение качества рыбного фарша из рыб с пониженной пищевой ценностью / В.Д. Богданов, Е.М. Пустовалова // Научные труды Дальрыбвтуза. Т.24. – 2011 – С. 135 – 137.

70. Богданов В. Д. Структурообразователи и рыбные композиции / В. Д. Богданов, Т. М. Сафронова. – Москва: ВНИРО, 1993. – 172 с.

71. Богданов А. С. Любимова Т. Г. Советские исследования криля в Южном океане // Рыб. хоз-во. - № 10. – 1978. - С. 6-9.

72. Богданов В. Д., Сафронова Т. М. Структурообразователи и рыбные композиции. - М.: Всерос. НИИ морс. рыбн. хоз-ва и океанографии. – 1993. - 172 с.

73. Богданов В. Л., Дацун В. М. Размерно-массовый состав криля Тихоокеанской зоны Антарктики // Экспресс-информ. / ЦНИИТЭИРХ. – 1978. - М. - Вып. 1. - С. 1-3. - (Сер. Обработка рыбы и морепродуктов).

74. Бойцова Т. М. Современные технологии пищевого рыбного фарша и пути повышения их эффективности. - Владивосток: ДВГУ, 2002. – 156 с.
75. Буди́на В. Г. Технология рыбных колбасных изделий. - М.: Легкая и пищ. пром-ть. – 1983. - 158 с.
76. Быков В. П. Основные результаты технологических исследований криля // Рыб. хоз-во. - № 10. – 1978. - С. 60-64.
77. Быков В. П., Шумкова Л. В. Изучение антарктического криля и определение направлений его рационального использования // Технология рыбных продуктов: Сб. науч. тр. / ВНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. М. – 1997. - С. 25-42.
78. Быков В. П., Сторожук А. Я. Химический состав и технологическая характеристика криля-сырца // Технология криля: сб. научн. тр. // ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии – М. – 1982. - С. 1-16.
79. Быковский П. Сегодня и завтра процесса переработки антарктического криля: Пер. с пол.- М. – 1988. - 19 с.
80. Быков В. П. Изучение антарктического криля и направления его рационального использования // Рыб. хоз-во. - № 1. – 1995. - С. 49-53.
81. Васюкова А. Т. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А.Т. Васюкова, Т.В. Першакова, Д.Н. Фалин и др. / Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. - № 2 – 3. – С. 11 – 13.
82. Верхотурова Ф. И. Пути расширения ассортимента копченых фаршевых изделий из рыб пониженной товарной ценности // Экспресс-информация / ЦНИИТЭИРХ. - М. - Вып. 1-2.-1978. - (Сер. Обработка рыбы и морепродуктов).
83. Верхотурова Ф. И., Батракова В. П., Дорофеева Н. С. Определение оптимального режима варки рыбных колбас // Технология перспективных видов рыбной промышленности: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград. – 1984. - С. 96-98.

84. Выговская Г. П., Щинова А. Г. Некоторые характеристики хитинолитических ферментов криля // IV науч.-техн. конф. Дальрыбвтуза. - Владивосток. – 1975. - С. 89-90.

85. Галдукевич В. А. Исследование влияния промывки фарша из обрезки трески электрохимически активированной водой на его свойства / М. П. Андреев, В. А. Галдукевич // Материалы XII Международной научно-практической конф.. – 2019. – С. 55 -57.

86. Галдукевич В. А. Использование электрохимического раствора NaCl для улучшения свойств промытого фарша из вторичного сырья трески / М. П. Андреев, В. А. Галдукевич // Материалы Международной практической конференции «Рыбопереработка – 2021. Проблемы и решения». – 2021. – С. 57 - 66.

87. Галдукевич В. А. Разработка технологии комбинированного продукта на основе фарша из маломерных объектов промысла и вторичного сырья / М. П. Андреев, В. А. Галдукевич // Рыбное хозяйство. Пищевая технология. – 2019. – № 5. – С. 106 -108.

88. Галдукевич В. А. Разработка технологии комбинированного фаршевого продукта на основе маломерного и вторичного рыбного сырья / В. А. Галдукевич, М. П. Андреев // Технологии и продукты здорового питания : Сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 17–18 декабря 2020 года / Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой, Е.В. Фатьянова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. – С. 115-118.

89. Галдукевич В. А. Совершенствование технологии комплексной переработки антарктического криля (*Euphausia superba*) / Андрюхин А.В., Андреев М.П., Галдукевич В.А. / Известия КГТУ. №1. (64) – Калининград, 2022. – С. 67-80.

90. Галдукевич В. А. Характеристика фарша балтийской трески, промытого электрохимически активированной водой (ЭХА-водой) с

различной концентрацией ионов активного хлора / М.П. Андреев, В.А. Галдукевич // Вестник ВГУИТ. – №1. (83) – 2020. - С. 117-123.

91. Гамуйло А. П., Андреев М. П., Сиротин В. Н. Реологические характеристики фаршевых рыбнокреветочных комбинаций // Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования интенсификации технологических процессов пищевых производств: - Сб. науч. тр./Всесоюз. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – М. – 1990.- С. 28-29.

92. Голдин Л. М., Потапова Н. М. Современные методы оценки качества (свежести) рыбы // Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. - М. - Вып. 6. – 1973.- 12 с. - (Сер. 3: Обработка рыбы и морепродуктов).

93. Головня Р. В., Кузьменко Т. Е., Самусенко А. Л., Григорьева Д. П. Газохроматографическое изучение состава высших жирных кислот антарктического криля // Прикладная биохимия и микробиология. - Т. 17, Вып. 1. – 1981.- С. 60-66.

94. Головня Р. В., Светлова Н. И. Журавлева И. Л., Григорьева Д. Н., Самусенко А. Л., Андреев М. П. Летучие азотсодержащие основания антарктического криля // Прикладная биохимия и микробиология. – Т. 18, вып. 5. – 1982.- С. 705-712.

95. Дармограй А. Н. Влияние крилевых ингредиентов на качество слабосоленых рыбных паст. - В кн.: Исследования технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград. – 1981.- С. 71-74.

96. Дворянинова О. П. Биотехнологический потенциал рыб внутренних водоемов: глубокая переработка и высокотехнологичные импортзамещающие производства : дис. ...д-ра техн. наук. – Воронеж, 2013. – 508 с.

97. Дворянинова О. П. Вторичные продукты разделки рыб: источники, свойства и применение в производстве природных биополимеров / О. П. Дворянинова, А. В. Соколов // Материалы V межд. научн.-практич. конф. «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки



сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты». – Анапа, 2015. – С. 186-190.

98. Дворянинова О. П. Основы технологии продуктов животного и растительного происхождения / О. П. Дворянинова, А. В. Соколов // Воронеж. гос. ун-т инж. техн.- Воронеж. : ВГУИТ, 2016. – 139 с.

99. Дроздова Л. И. Особенности реологических показателей фаршей из глубоководных рыб и продукция из них / Л.И. Дроздова, Т.Н. Пивненко // Известия ТИНРО. – 2013.- Т. 172. – С. 274 – 281.

100. Долбиш Г. А. Использование атлантической рыбы-сабли для приготовления пищевого мороженого фарша // Рыб. хоз-во. - № 2. – 1973. - С. 67-69.

101. Долбиш Г. А. Использование морского петуха для приготовления пищевого мороженого фарша // Рыб. хоз-во. - № 2. – 1974. - С. 70-72.

102. Дударева М. А., Герчикова Л. Я., Андреев М. П., Смирнов В. М., Мутигуллин М. М. Приготовление кулинарной продукции из сыромороженого фарша криля// Исследование технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. –1981.- С. 82-84.

103. Егорова Л. Н., Копыленко Л. Р., Масленников Н. В., Сидорова Е. М. Исследование аминокислотного состава криля и получения из него кормовой муки // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. - Т. 73. – 1970. - С. 179-186.

104. Журавлева И. А., Головня Р. В. О составе ароматических композиций, обуславливающих запах рыбной продукции, в том числе зернистой осетровой и лососевой икры. - М.: ВНИРО. – 1976. - 38 с.

105. Зюзина О. Н. Совершенствование технологии рыборастворительных полуфабрикатов с использованием растительных ингредиентов с антиоксидантными свойствами / О.Н. Зюзина, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. - № 4. - 2012. - С. 85 - 87.

106. Каганская С. И., Леонтьева Н. В. Применение водных растворов жирозахаров в технологии получения белкового изолята из криля // Исследования технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва. - Калининград. -1981. - С. 59-63.

107. Капитанова А. В., Артюхова С. А., Андреев М. П., Шемякина Л. В. Исследования биологической ценности консервов из фарша криля // Рыб. хоз-во. - № 6 – 1985. - С.55-65.

108. Каргинцев А. В. Микрофлора криля-сырца // Технология криля: сб. научн. тр. / ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии - М. – 1982. - С. 38-40.

109. Касаикина О. Т., Лобанова Т. В. Содержание каротиноидов и природных антиоксидантов в липидах криля // Технология криля: сб. научн. тр. / ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии - М. -1982. - С. 31-38.

110. Касьянов Г. И. Нанобиотехнология переработки рыбного сырья / Г. И. Касьянов, О. В. Сарапкина, С. В. Белоусова. – Краснодар: КрасНИИРХ, 2006. – 150 с.

111. Кизеветтер И. В. Биохимия сырья водного происхождения / И. В. Кизеветтер. – Москва, 1973. – 422 с.

112. Косой В. Д. Инженерная реология биотехнологических сред / В. Д. Косой, Я. И. Виноградов, О. Я. Мезенова, Н. Ю. Ключко // РЫБПРОМ - № 4. – 2007. – С. 26 – 28., А. Д. Малышев. – СПб: ГИОРД, 2005.- 648 с.

113. Косой В. Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. - М.: Легкая и пищевая пром-сть. – 1983. - С. 58-63.

114. Костюрина К. В. Изучение ферментативной кинетики протеинсодержащего сырья как основополагающего биотехнологического процесса при получении новых продуктов / К. В. Костюрина, М. Е. Цибизова // Вестник АГТУ. – 2007. – № 3 (38). – С. 125–129.

115. Кочеткова А. А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 25–26.

116. Крылова В. Б., Полянский К. К. Степанайтис В. И. Новый способ получения отбеленного фарша ставриды // Пищевая пром-сть. - № 2. – 1991. - С. 44-45.

117. Кочеткова А. А. Функциональные продукты в концепции здорового питания / А. А. Кочеткова // Пищевая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 4–5.

118. Кругликов Б. В. Применение ЭХА-растворов для экстракции горьких веществ хмеля / Б.В. Кругликов, М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2011. - №2. – С. 36 - 38.

119. Крючкова М.И., Лагунов Л.Л., Лестев Н.В. и др. Криль как пищевое сырье / М. И. Крючкова, Л. Л. Лагунов, Н. В. Лестев и др // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. - Т. 79. – 1970. - С. 153-157.

120. Крючкова М. И. Получение пищевого белка из криля // Рыб. хоз-во. - № 11. – 1970. - С. 53-56.

121. Крючкова М. И., Лагунов Л. Л. Криль — источник белкового питания // Рыб. хоз-во. - № 5. – 1969. - С. 58-59.

122. Крючкова М. И., Макаров О. Е. Технохимическая характеристика криля. // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. - Т. 66. 1969.- С. - 295-298.

123. Кузнецова Т. В. Совершенствование технологии обработки криля // Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. - М.- 1978 .- 28 с.

124. Коцыло И. В. Рыба пониженной товарной ценности в производстве формованных продуктов / И.В. Коцыло, М.Д. Мукатова // РЫБПРОМ. – 2010. - № 1. –С. 58 – 61.

125. Лагунов Л. Л., Полонская М. Н., Романова В. В. Криль и кальмар в детском питании // Рыб. хоз-во. - № 10. – 1979 .- С. 46-47.

126. Лагунов Л. Л., Полонская М. Н., Романова В. В., Ордуханян Н. И., Сидорова Е. М., Шишева З. Г., Павлов Ю. П. Основные направления использования пасты «Океан» для производства пищевых продуктов / // Сб.

науч. тр. «Технология переработки криля»: сб. науч. тр./ ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. М.- 1982 . - С. 53-56.

127. Лагунов Л. Л., Рехина Н. И. Технология продуктов из беспозвоночных. - М.: Пищевая пром-сть. – 1967. - 130 с.

128. Леванидов И. П. Структурно-механические свойства фарша и паст из рыбы // Рыб. хоз-во. - № 2. – 1974 . - С. 70-72.

129. Леонтьева Н. В., Бахолдина Л. П., Кривич В. С. Использование растворов НПАВ для экстракции липидов из белкового препарата криля. // Проблемы комплексной переработки криля: Тез. докл. науч.-техн. конф. - Калининград. – 1969 .- С. 50-51.

130. Любимова Т. Г., Шевцов В. В. Некоторые данные о количестве криля в отдельных районах Южного океана // Рыб. хоз-во. – 1980 . - С. 21-25.

131. Маслова Г.В., Крылов В.К, Скоморовская И.Р., Прудовская Е.Я. Варено-мороженный рыбный фарш // Экспресс-информ. / ЦНИИТЭИРХ. - М. - Вып. 1. – 1975.- С. 6-7. - (Сер. Обработка рыбы и морепродуктов).

132. Марьин А.Н. Хитин. М.: Химия и жизнь. 1979, № 11. С. 41 – 44.

133. Максимец В.П., Нагорный В.М, Перцевой Ф.В., Пивоваров П.П. Состав липидов криля: Известия вузов. Краткие сообщения // Пищевая технология. - № 4. -1988 .- С. 120-121.

134. Маслова Г. В., Сподобина Л. А. Очистка сточных вод рыбоперерабатывающих производств с использованием электрохимических технологий. // Второй международный симпозиум «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности». Сб. докл. – Москва: ВНИИИМТ, 1999. – С.228-229.

135. Маслова Г. В. Реология рыбы и рыбных продуктов / Г.В. Маслова, А.С. Маслов – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.

136. Мачихин Ю.А., Горбатов А.В., Максимов А.С., К.Коларов К., Д.Чайшнер Х-Д; под ред. Ю. А. Мачихина. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник /. – М.: Агропромиздат.– 1990 .- 271 с.

137. Майструк П. Н., Соломко Г. И., Соколова А. Г. Принципы и методы гигиенической оценки белковых продуктов // Вопросы питания. -№ 2. – 1984 .- С.3-7.

138. Мезенова О. Я. и др. О перспективных направлениях развития современной технологии гидробионтов / О. Я. Мезенова, А. Н. Ключко, Н. Ю. Ключко // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы межд. науч.-пр. конф., 1 - 4 февр., 2005. - Т. 3. - Изд-во ДонГАУ.- 2005. - С. - 186 - 188.

139. Мезенова О.Я. Основные принципы переработки вторичного рыбного сырья на пищевые биопродукты /О.Я. Мезенова, У.С. Землякова // Известия КГТУ.- 2014. -№35. – С 120 – 130.

140. Мезенова О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие. – СПб.: Проспект науки, 2015.-224 с.

141. Мелёхин Д. В., Андреев М.П., Мартынова Е.Т. Характеристика бактерицидных свойств ЭХА - воды по отношению к микрофлоре охлажденной рыбы. // Сб. научных трудов - Калининград: АтлантНИРО, 1998 г. - С. -25-28.

142. Мелехин Д. В., Шендерюк В. И., Андреев М. П. Влияние ЭХА-воды на ферментативную активность рыбы и динамику механохимических посмертных изменений, протекающих в мясе рыбы //Результаты исследований по повышению качества пищевой продукции: Сб. науч. тр./Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии – Калининград. – 2000. - С. 44-49.

143. Мелёхин Д. В. Разработка технологии охлажденной рыбы с использованием электрохимических растворов хлористого натрия (ЭХА-воды): Дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.04 /Мелёхин Дмитрий Владимирович; ФГБОУ ВПО КГТУ. – Калининград., 2000. – 112 с.

144. Мелехин Д.В., Андреев М.П. Совершенствование технологии охлажденной рыбы и рыбного фарша на основе использования ЭХА-воды // Материалы научно-практической конференции «Пищевая и морская

биотехнология: проблемы и перспективы». – 4-5 июля 2006 г. – 2006. - С. 78-79.

145. Мицкевич В. В., Мосолов В. В. Протеолитические ферменты криля // Сб. науч. тр. «Технология переработки криля»: сб. науч. тр. / ВНИИ мор. рыб. хоз-ва, М. – 1982. - С. 24-30.

146. Мрочков К. А., Шепелева Г. С. Влияние физиологического состояния криля и продолжительности его хранения до обработки на качество криля-сырца // Технология криля: сб. науч. тр. / ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – М. – 1989. с. 30-39.

147. Немцев С. В. Комплексная технология хитина и хитозана из панциря ракообразных / С. В. Немцев. - М.: Издательство «ВНИРО», 2006. – 107 с.

148. Орлова Т.А. 1988. Влияние добавок на свойства фарша особых кондиций из путассу. – М.: Рыбное хозяйство. - № 5. – С. 86-88.

149. Патент № 150304, Норвегия, 1984 / Fremgansmate for fjering av bindevshinner hos arrar. МКИ А 23 L 1/325 / J. Raa, K. Nilsen; №822179; заявл. 28.06.82; опубл. 26.09.84.

150. Патент № 2084853 А, Великобритания, 1982/ Preparation of a food product based on fish. НКИ А2И, МКИ А 22 С 5/00 / F.W.Jonson; the north – marime Fish Processing Co Ltd., заявл. 15.09.81; опубл. 21.04.82.

151. Пат. 2030872 Россия, МКИ<sup>б</sup> А 22 С 29/02. Способ получения фарша и криля-сырца / Гройсман М. Я., Белогуров С. А., Барышев Г. И., Быкова В. М., Кривошеина Л. И., Полякова Л. А., Недосекова Т. М.; ВНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - № 4950378/13; Заявл. 26.06.91; Опубл. 20. 03. 95, Бюл. № 8.

152. Паничева С. А. Выбор ЭХА- систем для технологии переработки мяса птицы // 2 Междунар. симп. «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности» :сб. докл. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – С. 205 – 208.

153. Покровский А. А. О биологической и пищевой ценности пищевых

продуктов // Вопросы питания. - 1975.- №3.- С. 25 - 40.

154. Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года № 2798-р».

155. Прилуцкий В. И., Бахир В. М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / М.:ВНИИМПТ, 1997.- 232 с.

156. Разумовская Р. Г. Применение ЭХА - растворов в биотехнологии продуктов из рыбного и растительного сырья / Разумовская Р. Г., Кассамединов А. И., Као Т. Х., Нгуен В. Х., Збродова О. В // Вестник АГТУ, Сер.: Общенаучный. - 2011г. - № 1 (51). - С. 28-33.

157. Рамбеза Е.Ф, Байдалинова Л.С. и др. Исследования по технологии производства мороженого фарша из мороженых рыб / Е. Ф. Рамбеза, Л. С. Байдалинова и др. // Технология перспективных видов рыбопродукции: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград. – 1984 . - С. 99-105.

158. Рамбеза Е.Ф., Терещенко В.П., Рулев В.И., Батракова В.П. Влияние содержания водо- и солевых растворов в мышечной ткани рыб на влагоудерживающую способность и реологические свойства фарша // Проблемы повышения качества рыбной продукции: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград. – 1985 . - С. 52-57.

159. Расулова Т. А., Тимонина Л. Г., Семушина Г. Г. 1979. Исследование активности протеолитических ферментов антарктического криля. // Проблемы комплексной переработки криля: Тез. докл. научно-техн. конф. - Калининград. – 1979 .- С 21-23.

160. Рехина Н. И., Новикова М. В., Северная Т. А., Агапова С. А., Горбунов К. А . Фракционный состав белков криля и полученных из него продуктов // Сб. науч. тр. «Технология переработки криля». – 1982- С.41-45.

161. Рехина Н. И. Об определении влагоудерживающей способности рыбного фарша / Н.И. Рехина, С.А. Агапова, И.В. Терехова // Рыбное

хозяйство. – 1972. – № 5. – С. 67– 68.

162. Рехина Н.И., Будина В.Т., Барал З.В. Применение фосфатов при производстве колбасных изделий. – Труды ВНИРО. – ТХСВ, 1974.- С. 54-58.

163. Ржавская Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих. - М.: Пищевая пром-сть. – 1976 . - 472 с.

164. Ржавская Ф. М., Макарова А. М. Состав липидов криля разных районов промысла // Технология криля. - М.: // Тр. ВНИИ мор.рыб.хо-ва и океанографии. – 1989.- 30 с.

165. Ржавская Ф. М., Сакаева Е. А., Дубровская Т. А. Исследование состава липидов криля // Сб. науч. тр. “Технология переработки криля”. – 1982. - С. 24-30.

166. Рогожин С. В., Вайнерман Е. С., Долганова Н. В. Физические свойства липидов криля // Рыб. хоз-во. - № 10. – 1979 .- С. 51-52.

167. Родина Т. В. Технология функциональных продуктов на основе рыбного фарша и мяса беспозвоночных / Т.В. Родина, Д.А. Борк, М.В. Новикова // РЫБ-ПРОМ, 2008. - № 1. – С. 21 – 23.

168. Рыбалкина Г.П., Кудашкина З.Н., Перова Л.И., Касаткина Л.С. Состав липидов криля // Исследование технологических характеристик и процессов обработки антарктического криля // Сб.науч.тр. / Атлант.НИИ рыб.хо-ва и океанографии. – Калининград. – 1981. - С. 25-29.

169. Светлова Н. И., Андреев М. П., Головня Р. В., Журавлева И. А., Григорьева Д. Н. Газохроматографическое исследование летучих азотистых оснований антарктического криля // Проблемы комплексной переработки криля: Материалы науч.-техн.конф. – Калининград. – 1979 .- С. 31-32.

170. Скачков В. П. Разработка технологии производства пищевого фарша из маломерных рыб // Рыбн. хоз-во.- № 9. – 1974. - С. 56-58.

171. Соколова Л. И., Кузьменко Т. Е., Головня Р. В. Изменение состава высших жирных кислот липидов антарктического криля E. Superba при консервировании и хранении // Пищевая и перерабатывающая пром-сть.- № 7. – 1986 . - С. 41-42.



172. Сарапкина О. В. Технология рыбоовощных продуктов / О.В. Сарапкина, С.В. Белоусова, В.И. Кудинов, Д.Г. Касьянов // Изв. вузов. Пищ. технология. - 2007. - № 3. - С.61- 63.
173. Сафронова Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М.:ВНИРО, 1998. – 244 с.
174. Сафронова Т. М. Сырьё и материалы рыбной промышленности / Т.М. Сафронова. – Москва: Агроромиздат, 1991. – 191 с.
175. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы (том 1) под ред. А.Н. Белогурова, М.С. Васильевой. – М.: Колос, 1992. – 265 с.
176. Ситун Н. В. Использование каррагинана в пищевой промышленности / Н. В. Ситун, В. П. Дедюхина, И. М. Ермак // Вестник ДВГАЭУ. – 2000. – № 3. – С. 84–91.
177. Скурихин И. М. Как правильно питаться: монография / И. М. Скурихин, В. А. Шатерников. – Москва, 1985. – 318 с.
178. Студенцова Н. А. Функциональные продукты питания из гидробионтов // М: Пищ. промышленность. - 2003. - № 11. - С. 80 – 81.
179. Судына Н. М. Производство сухих супов из рыбы и морепродуктов // Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. - М.- Вып. 3. – 1977 .- С. 5, 17. - (Сер. 3. Обработка рыбы и морепродуктов).
180. Технический Регламент Евразийского экономического Союза (ТР ЕАЭС 040/2016) «О безопасности рыбы и рыбной продукции». – Введ. 01.09.2017
181. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; под ред. А.М. Ершова. - СПб.: ГИОРД, 2006. - 944 с.
182. Тутельян В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека: монография / В.А. Тутельян. – Москва: Колос, 2002. – 424 с.
183. Толстогузов В. Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и перспективы производства). - М.: Агропромиздат. – 1987.- 303 с.

184. Трухин Н. В. Производство кулинарных изделий на головном предприятии Ростовского рыбопромышленного производственно-научного объединения // Экспресс-информ. / ЦНИИТЭИРХ. - М.- Вып. 6. – 1974. -3 с. - (Сер. 3. Обработка рыбы и морепродуктов).

185. Тышкевич С. Исследование физических свойств мяса / Пер.с пол.. Т. С. Классового, Н. А. Соковловского. - М.: Пищевая пром-сть. – 1972 .- 96 с.

186. Фатыхов Ю. А. Криотехнологии гидробионтов / Ю.А. Фатыхов - Калининград: Изд-во КГТУ, 1999. – 116 с.

187. Филлипович Ю. Б. Основы биохимии / Ю. Б. Филлипович – Москва: Агар, 1999. – 519 с.

188. Филоненко В.И. и др. Санитарная обработка оборудования в цехах переработки мяса птицы / Филоненко В.И., Спирина С.И., Офицеров В.А., Абрамов К.М. // 2 Междунар. симп. «Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности» : сб. докл. – М. : ВИИИМТ, 1999. – С. 200-202.

189. Химический состав криля / В. П. Быков, А. Я. Сторожук, Т. Н. Радакова, Л. Ф. Соломатина, Е. М. Сидорова // Рыбн. хоз-во. - 1978. - № 10. - С. 69-73.

190. Царева Л. Д. Некоторые деформационно-фильтрационные свойства криля-сырца // Сб. науч. тр. “Технология переработки криля”: сб.науч.тр. / ВНИИ мор.рыб.хоз-ва и океанографии. М. – 1982 .- С. 113-120.

191. Царева Л. Д., Гройсман М. Я. Некоторые физико-механические характеристики криля и продуктов его переработки // Технология криля.: сб.науч.тр. / ВНИИ мор.рыб.хо-ва и океанографии. – 1989. - М.- 88 с.

192. Царева Л. П., Ковалев В. М., Прибылова Л. В. Некоторые физико-механические характеристики криля // Рыб. хоз-во. - № 1. – 1978. - С. 55-56.

193. Цибизова М. Е. Исследование возможности биотрансформации рыбного сырья как основного компонента биопродуктов / М. Е. Цибизова, Н. Д. Аверьянова, Д. С. Язенкова // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. –

2009. – № 1. – С. 170–175.

194. Чернышова О. В. ЭХА-растворы в технологии извлечения биологически активных веществ из пряно-ароматического сырья // Перспективные технологии производства продукции из сырья животного и растительного происхождения [Электронный ресурс]: Сборник материалов межд. науч.-технич. интернет – конф.– Краснодар: Изд. КубГТУ, 2013. – С. 124

195. Школьников С. С. Микробиологические исследования замороженного фарша из минтая в процессе его изготовления // Сб. науч. тр. / ВНИИ мор.рыб.хоз-ва и океанографии.- Т. 95. – 1974 .- С. 38-43. Язенкова Д. С. Некоторые аспекты получения белковой массы из маломерного рыбного сырья Волго–Каспийского бассейна / Д. С. Язенкова, Н. Д. Аверьянова, М. Е. Цибизова // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 186–192.

196. Ярочкин А. П., Михалева В. Ф. и др. Производство колбасного фарша из нерестового минтая // Исследования по технологии рыбы, беспозвоночных и водорослей дальневосточных морей: сб. науч. тр. / Тихоокеан. НИИ рыб.хоз-ва и океанографии. - Владивосток. – 1982 .- С. 60-66.

197. Ярцева Н. В. Влияние промывочного раствора на органолептические свойства рыбного фарша / Н.В. Ярцева, Н.В. Долганова // Вестн. АГТУ.: Рыбное хозяйство.- 2009. - №1. – С. 151 - 155.

198. Wykowski P, Kolodziejcki W, Pielichowski J, Karnick Z. Preliminary estimates on the quality and shelf-life of krill meat // Adv. Fish. Sci. And Technol. Pap. Jubilee Conf. Torry Res. Stat. Aberdeen, 1979. - Farnham.- P. 308-311.

199. Bove S.W., Lanier T.C. Effects of Heat-Stable Alkaline Protease Activity of Atlantic Menhaden (*Brevoortia tyrannus*) on Surimi Gels. J.Food Sci. – 1988. - vol. 53. - № 5. – P. 1340-1342.

200. Bykowski N., Kolodziejski W. Aptitude conservi poissons et prod. mer refrig. et congeles. Vol. 4: C. 2. Reun. Comiss C 2 et D 3, Oct. 1-3.- Paris, 1985. - P. 311-317.
201. Bykowski P. Kryl antarktyczny mozliwosci potowow i wykorzystania // Studia i materialy. 1986. - Seria D. - <sup>1</sup> 15. - 132 s.
202. Cheng C.S., Hamann D.D., Webb N.B. 1979. Effect of thermal processing on minced fish gel tecture. J.Food Sci. – 44 p.
203. Chia-Ping, S. Jeh, R. Nickelson, J. Finne. Ammonia-producing Enzymes in white shrimp tails // Food Science. - 1978. - Vol. 43. - № 5. - P. 1400-1401.
204. Christians O., Leineman M. Experiments in making sausages from krill. // Fleischwirtschaft. - 1978. - Vol. 58. - P. 948-949 955-957.
205. Clarke A. The biochemical composition of krill *Euphausia superba* dana from South Georgia // Exp. Mar. Biol. and Ecol.-1980.- Vol. 43, № 3. - P. 221-236.
206. Contherm coagulation for krill processing. 1979 // World Fishing. - Vol. 28. - № 5. - 51 p.
207. Deng J.C. Effect of temperature of fish alkaline protease, protein interaction and texture quality. J.Food Sc.1981.- – 46 p.
208. Dutkiewicz D., Przishki M., Bykowski P. Processing technologies of antartic krill on board with regard to minimizing energy // Acta aliment. pol.-1988.- Vol. 14, <sup>1</sup> 3-4. - P. 177-182.
209. Eddie G. G. The harvesting of krill // FAO, Rome.1977. - 76 p.
210. Eide O., Borressen T., Strom T. Minced fish production from capelin (*Mallotus villosus*). A new method for gutting, skinning and removal of fat from amall fatty fish species // J. Food. Sci. -1982.- Vol. 47, <sup>1</sup> 2. - P.347-349, 354.
211. Ellingsen T., Mohr V. A new process for the utilization of Antarctic krill // Process Biochem. -1979.- Vol. 14, № 10. - P. 14, 16, 19.
212. Fik M. Partial purification and some properties of protease from antarctic krill // Z. Lebensm. - Untersuch and Forsch. – 1984.- Vol. 179. - <sup>1</sup> 4. - P. 296-300.

213. Gayowiecki L. 1995. Effects of feeding intensity of antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) on qualitative and quantitative composition of its volatile compounds // *Adv. Agr. Sci.* - № 1. - P. 75-82.
214. Herbert I. Forschungen uber Krill // *Naturwiss Forsch.* -1978.- Vol. 31, № 6. - S. 244-247.
215. Jones N. R. Fish flavors. - *The Chemistry and Physiology of Flavors* (H. W. Schutz ed.). -1967.- Av. Publ. Co., - Westport: Connecticut. - 267 p.
216. Jwata K., Okada M. Denaturation of fishmuscle protein during the storage of frozen Alaska herring // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* -1971.- Vol. 37. - 12. - P. 5-20.
217. Kamaboko reportedly made from krill. // *Marine Fish Review.* -1979.- Vol. 40. - № 12. - 31 p.
218. Kihl D. Badanie wlasnosci fizykochemicznych miesa kryla antarktycznego // *Zesz. nauk. AE Katow.* -1979.- № 4. - S. 151-159.
219. Kolakowska A. Krill lipids after frozen storage of about one year in relation to storage time before freezing // *Die Nahrung.* -1989.- Vol. 33. 1 3. - P. 241-244.
220. Kolodziejcki K., Naczki M., Malder I. Separatory bebnowe typu "neopress" w przetworstwie kryla // *Techn. i gosp. mor.* -1980.- Vol. 30, № 8. - P. 412-413.
221. Kolakowska A., Kolakowski E, Borys S, Zienkiewicz Krill L. (*Euphausia superba* Dana) as a source of № 3 polyunsaturated fatty acid // *Abstrakty. XVIII Symposium polare, Szczecin, Swinoujscie, 1991.* - 60 p.
222. Kubota M., Sakai K. Autolysis of Antarctic krill protein and its inactivation by combined effects of temperature and pH // *Trans. Tokyo Univ. Fish.* - 1978.- № 3. - P. 53-63.
223. Lee C.M. Surimi manufacturing and fabrication of surimibased products. - *Food Technol.* - 1986.- March. - p. 115-124.

224. Licciardello J.J., Ravesi E.M., Allsup M.G. Stabilization of the flavor of frozen minced whiting: effects of various antioxidants // *Mar. Fish. Rev.*- 1982.-Vol. 44. 8 – P. 15-21/
225. *Minced Fish Technology A Review.* // FAO Fish. Techn. Paper. - Rome, FAO. 1981 - 216. - 72 p.
226. Schreiber W. Krill-Rohstoff für neue Nahrungsmittel, *Gordian.* -1978.-Vol. 78. - 4. - S. 101-102, 104-105.
227. Shenoy A.S., Dey V.K. Shark and its utility // *Seafood Export*/ 1984. Vol. 16. №1. P. 5 – 11.
228. Sikorski Z. E. Bykowski P., Knyzewski I. The utilization of krill for food // *Food Process Eng. Proc. 2nd Int. Congr. Eng. and Food and 8th Bur. Food Symp.* Helsinki 1979, London.- Vol. 1. - P. 845-855.
229. Suzuki T. *Fish and Krill Protein: Processing Technology* / Applied Science Publishers Ltd., London. -1981.- 260 p.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

"НАВАГА"

ОКП Д2 10.85.12.000

ОКС 67.120.30



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ООО «НАВАГА»

Шиляев А.П.

« 20 » мая 2021 г

## ПОЛУФАБРИКАТЫ ЗАМОРОЖЕННЫЕ ИЗ РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Технические условия

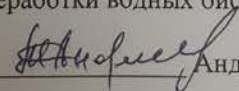
ТУ 10.85.12.000-002-44199451-2021

(Вводится впервые)

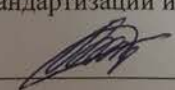
Дата введения в действие - 20 . 05 . 2021

РАЗРАБОТАНО:  
Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
(«АтлантНИРО»)

Руководитель центра технологии и  
переработки водных биоресурсов

  
Андреев М.П.

Ведущий инженер лаборатории  
стандартизации и нормирования

  
Галдукевич В.А.

г. Калининград

2021



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"НАВАГА"

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ООО «НАВАГА»

Шиляев А.П.

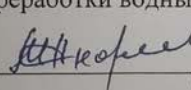
« 20 » мая 2021 г.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

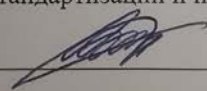
по приготовлению полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с  
добавлением растительного сырья

РАЗРАБОТАНО:  
Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
(«АтлантНИРО»)

Руководитель центра технологии и  
переработки водных биоресурсов

  
Андреев М.П.

Ведущий инженер лаборатории  
стандартизации и нормирования

  
Галдукевич В.А.

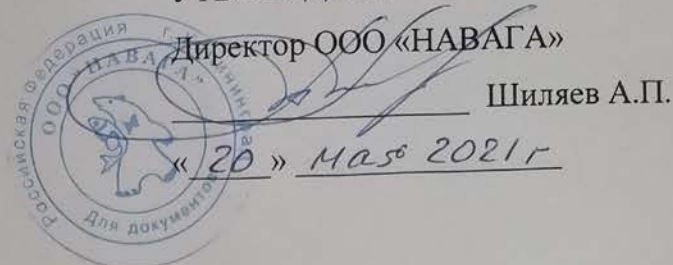
г. Калининград

2021

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «НАВАГА»  
Шиляев А.П.  
« 20 » мая 2021 г.



### Акт

#### производственных испытаний

по выпуску опытной партии полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья по технологии Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), проведенных на предприятии ООО «НАВАГА» (238323, Калининградская обл., Гурьевский район, пос. Заречье)

Комиссия в составе представителей:

от ООО «НАВАГА»

директор Шиляев Андрей Петрович

главный технолог Мустафаева Майя Камильевна

от Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

руководитель центра технологии и переработки водных биоресурсов

Андреев Михаил Павлович

ведущий инженер лаборатории стандартизации и нормирования

Галдукевич Владислав Артурович

Настоящий акт составлен о том, что в период с 18.05.2021 г. по 19.05.2021 г. на предприятии ООО «НАВАГА» (238323, Калининградская обл., Гурьевский район, пос. Заречье) была изготовлена партия образцов полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья в виде тефтелей с целью

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В

производственных испытаний технологии, предлагаемой Атлантическим филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»).

На основании проведенных опытно-производственных испытаний выпущена опытная партия продукции в количестве 50 кг. На основании дегустационной оценки продукта из полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья, доведенных до кулинарной готовности, было сделано заключение об их высоком качестве, которое оценивается положительно. Рекомендовано разработанную технологию рекомендовать к промышленному внедрению.

Подпись / Ф.И.О.

Шиляев А.П.

Подпись / Ф.И.О.

Мустафаева М.К.

Подпись / Ф.И.О.

Андреев М.П.

Подпись / Ф.И.О.

Галдукевич В.А.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «НАВАГА»

Шиляев А.П.

«20» мая 2021г

### Протокол

дегустационного совещания,

проведенного на предприятии ООО «НАВАГА»

(238323, Калининградская обл., Гурьевский район, пос. Заречье)

Присутствовали:

от ООО «НАВАГА»

директор Шиляев Андрей Петрович

главный технолог Мустафаева Майя Камильевна

от Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

руководитель центра технологии и переработки водных биоресурсов

Андреев Михаил Павлович

ведущий инженер лаборатории стандартизации и нормирования

Галдукевич Владислав Артурович

Цель дегустации – определение товарного вида и оценка качества опытных образцов полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья, изготовленных в условиях предприятия ООО «НАВАГА», на базе действующего оборудования.

Дегустационному совещанию была доложена сущность приготовления образцов полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья в виде тефтелей в соответствии с технологией, предложенной Атлантическим филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»).

Для органолептического анализа дегустационному совещанию были представлены следующие образцы полуфабрикатов замороженных из рыбы



## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Г

и морепродуктов с добавлением растительного сырья в виде тефтелей:

образец № 1 – тефтели из фарша антарктического криля и трески с капустой белокочанной и репчатым луком;

образец № 2 – тефтели из фарша антарктического криля и трески с морковью и репчатым луком;

По результатам дегустации все образцы имели положительные оценки. Порочащих признаков отмечено не было.

Решение дегустационного совещания:

1. Одобрить и признать выработанные образцы полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья в виде тефтелей соответствующими требованиям технической документации.

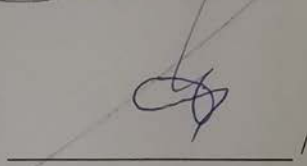
2. Изготовление полуфабрикатов замороженных из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья в виде тефтелей в соответствии с технологией, предлагаемой Атлантическим филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), рекомендовать к внедрению на данном предприятии.

Подпись / Ф.И.О.



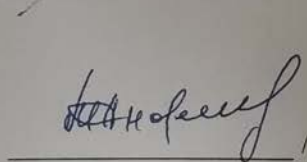
Шильяев А.П.

Подпись / Ф.И.О.



Мустафаева М.К.

Подпись / Ф.И.О.



Андреев М.П.

Подпись / Ф.И.О.



Галдукевич В.А.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Министерство здравоохранения  
Российской Федерации  
Наименование учреждения  
**Центр госсанэпиднадзора в  
Калининградской области**



Код формы по ОКУД  
Код учреждения по ОКПО  
Медицинская документация  
Форма № 303-06-1/у  
Утверждено приказом  
Министерства здравоохранения  
Российской Федерации  
от 27.10. 2000 г. № 381

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ САНИТАРНЫЙ ВРАЧ по КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

(наименование территории, ведомства)

### САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

№ 39.КС.11.926.Т.000631.04.04 ОТ 30.04.2004 г.

Настоящим санитарно-эпидемиологическим заключением удостоверяется, что требования, установленные в проектной документации (перечислить рассмотренные документы, указать наименование и адрес организации-разработчика):

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ "РЫБА ОХЛАЖДЕННАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭХА-ЛЬДА" ТУ 9261-153-00472093-2004

ФГУП "АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ" АТЛАНТИРО, г. КАЛИНИНГРАД, ул. Д. ДОНСКОГО, 5 (Российская Федерация)

СООТВЕТСТВУЮТ (~~НЕ СООТВЕТСТВУЮТ~~) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (ненужное зачеркнуть, указать полное наименование санитарных правил)

САН ПИН 2.3.2.1078-01 "ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ".

Основанием для признания представленных документов соответствующими (~~не соответствующими~~) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам являются (перечислить рассмотренные документы):

ЗАКЛЮЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ЦЕНТРА  
ГОССАНЭПИДНАДЗОРА В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ № 61/13 ОТ 30.04.2004 г.

**КОПИЯ ВЕРНА**

Зам. главного государственного  
санитарного врача по области

Ф.К. Стром *Стром*

Главный государственный санитарный врач  
(заместитель главного государственного санитарного врача)

30.04.2004



Формат А4. Бланк. Срок хранения 5 лет.

№ 347959