

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Калининград – 2022

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

Научный руководитель: **Андреев Михаил Павлович** - профессор кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», доктор технических наук, старший научный сотрудник, заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации

Официальные оппоненты: **Антипова Людмила Васильевна** - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО Воронежского государственного университета инженерных технологий («ВГУИТ»)

**Иванова Елена Евгеньевна** - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО Кубанского государственного технологического университета

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Защита состоится 29 июня 2022г. в 14.00ч. на заседании диссертационного совета Д 307.007.01 на базе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по адресу: 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1, конференцзал (ауд. 256).

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

236022, г. Калининград, Советский проспект, 1.

E-mail: olga.anohina@klgtu.ru,

Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан «\_\_\_» апреля 2022г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат технических наук,  
доцент

Анохина Ольга Николаевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**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*). 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.

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.

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 и рыбных отходов – неиспользуемых остатков пищевой рыбной продукции, образовавшихся в процессе её производства, 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. 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.

Для разработки и внедрения новых технологий, которые отвечают современным принципам здорового и сбалансированного питания, необходимо рас-

ширять 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.

**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., Vykovski 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.

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.

Вышеизложенные факты свидетельствует 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 рыбнокреветочных 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 использования сыромороженого фарша антарктического кри-

ля 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 рыбнокреветочных 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 25–50 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 рыбнокреветочных изделий высокой степени кулинарной готовности.

Осуществлён подбор ингредиентов растительного происхождения, входящих в состав рецептур, для обогащения комбинированного рыбнокреветочного 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 рыбнокреветочного 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 рецептов.

**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 мороженных 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 проведённым 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.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, результатов и их обсуждения, заключения, списка литературы и приложений. Диссертация изложена на 150 страницах, содержит 32 таблицы, 16 рисунков и 5 приложений. Список литературы включает 229 использованных источников, в том числе 32 зарубежных.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

**В первом разделе «Анализ современных технологий и перспективных направлений производства комбинированных фаршевых изделий из водных биологических ресурсов»** проведён анализ состояния производства перспективности комбинированных продуктов на основе маломерного и вторичного сырья, предусматривающий высокую степень его использования. Рассмотрены данные отечественной и зарубежной литературы по способам установления рационального соотношения компонентов фаршевой смеси и определения характеристик комбинированного продукта, изучено современное состояние производства комбинированных продуктов.

**Во втором разделе «Объекты, схема и методы исследований»** представлена схема проведения исследований (рисунок 1), описаны методы и постановка эксперимента. В качестве основных объектов исследования использовали фарш антарктического криля, приготовленный в судовых условиях из свежельовленного криля в рейсе НИС «Атлантида» в районе Атлантической части Антарктики в период с ноября 2019 по май 2020 года, и фарш рыбный, приготовленный из пищевых рыбных отходов (вторичное рыбное сырьё), отходы от пе-

переработки, мясо в виде фарша, отделённого от костей пресс-сепарированием, полученных после филетирования балтийской трески (*Gadus morhua callarias*).



Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований

В работе использовали стандартные и общепринятые в научных исследованиях химические, физические, органолептические и микробиологические исследования в соответствии с требованиями технической документации. Экспериментальная часть диссертационных исследований проводилась на базе лабораторий кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» и лабораторий Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО».



В качестве основного сырья для получения полуфабрикатов замороженных с добавлением растительного сырья использовали фарш криля сыромороженный (техническая документация) и отходы от балтийской трески охлажденной (техническая документация). В качестве вспомогательных материалов использовали соль поваренную пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), лук репчатый (ГОСТ 34306-2017), капусту белокочанную (ГОСТ 51809-2001), морковь столовую (ГОСТ 33540-2015), лист лавровый сухой (ГОСТ 17594-81), перец чёрный (ГОСТ 29050-91).

Отбор проб осуществляли по ГОСТ 31339. В образцах сыромороженного фарша криля и фарша из отходов от филетирования трески исследовали содержание влаги, жира, белка ( $N \times 6,25$ ) и минеральных веществ по ГОСТ 7636. Определение рН в исследуемых образцах осуществлялось посредством использования прибора рН-метра TESTO 206-pH2. Калибровка прибора проходила при помощи вспомогательных буферных растворов. Исследуемые образцы предварительно подвергались измельчению с последующим промыванием. Количество ВБ и СБ в % определяли сжиганием и последующей отгонкой в аппарате Kjeltac Auto 10 SO Analyzer. Реологические исследования осуществлялись в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50814. Микробиологические исследования осуществляли по следующим стандартам: ГОСТ 26668, ГОСТ 26929, ГОСТ 26669. Обоснования срока годности комбинированного рыбокреветочного фаршевого продукта в соответствии с МУК 4.2.1847-04, ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

В третьей главе **«Результаты исследований и их обсуждения»** в разделе **«Обоснование использования сыромороженного фарша антарктического криля при производстве комбинированного фаршевого продукта»** приведены результаты исследований (таблица 1), показавшие, что качество сыромороженного фарша, полученного из криля различных размеров и массы в судовых условиях, различается по выходу, химическому составу и органолептическим свойствам в зависимости от размеров и массы криля.

Таблица 1 - Химический состав и выход фарша из криля различных размеров.

Образец	Содержание, %			
	Влага	Липиды	Белок	Зола
Фарш из криля размером до 30мм	81,3±0,2	1,5±0,3	15,2±0,2	2,0±0,1
Фарш из криля размером 30-35мм	78,9±0,3	1,7±0,2	17,5±0,3	1,9±0,1
Фарш из криля размером 36мм 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

Установлено, что с увеличением размера криля содержание белка увеличивается на  $3,6 \pm 0,2\%$ , а содержание влаги уменьшается на  $3,8 \pm 0,2\%$ , содержание жира и золы изменяются незначительно, поэтому рекомендуется использовать мясо криля размером свыше 36мм.

В разделе «Обоснование использования пищевых отходов из трески после филетирования при производстве фаршевого комбинированного продукта» определили, что отходы, получаемые при пресс-сепарировании трески после филетирования, содержат значительное количество полноценных пищевых компонентов. Содержание влаги в фарше из отходов трески по сравнению с фаршем криля выше на  $4,8 \pm 0,2\%$ , белка ниже на  $4,1 \pm 0,2\%$ , жира - ниже в 2 раза. 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). 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 (таблица 2).

Таблица 2 - Химический состав трески и отходов, образующихся при разделке

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

Все отходы от филетирования трески, при производстве фарша из вторичного сырья, отправляли на пресс-сепаратор, где мясо качественно отделяли от прирезей и костей механическим способом. Выбор данного способа извлечения фарша из семейства тресковых рыб является одним из наиболее перспективных направлений промышленной технологии фарша, главное преимущество которого заключается в увеличении выхода его массовой доли. Химический состав полученного фарша представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав фарша из отходов от филетирования трески

Фарш из отходов от филетирования трески	Массовая доля, %			
	Влага	Жир	Белок	Зола
	$84,3 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,1$	$12,7 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$

В разделе «Исследование влияния промывки ЭХА-водой фарша из пищевых тресковых отходов на его физико-химические и органолептические характеристики» опытным путем получили результаты исследования образцов фарша из отходов от филетирования трески, представленные в таблице 4.

Таблица 4 - Физико-химические показатели фарша из отходов трески

Вид фарша	Влага, %	Сырой протеин Nх6, 25,%	СБ, %	ВБ, %	К <sub>б</sub>	НБА, мг%	pH
Непромытый (контрольный образец)	81,1±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	82,6±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	78,6±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	79,7±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	80,4±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	82,1±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	82,3±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	82,5±0,4	12,0±0,2	5,8±0,2	3,1±0,2	1,9	115,3±1,5	7,0±0,1

Промывка фарша обеспечивала удаление ВБ, что приводило к изменению их соотношения с СБ, результатом которого явилось повышение К<sub>б</sub> в 1,5-2,4 раза. По результатам исследований белковый коэффициент увеличивался в 1,6 раза, а показатель НБА в 3,4 раза снизился у образца фарша, промытого ЭХА-водой с максимальной концентрацией ионов активного хлора (с С<sub>ах</sub> 325 мг/л) по сравнению с фаршем, промытым питьевой водой. Была установлена прямая зависимость: чем выше концентрация С<sub>ах</sub>, тем лучше отделяется естественная и промывная влага из-за уменьшения С<sub>ах</sub> в воде при промывании фарша.

Данный эффект от промывки приводил к уменьшению белкового коэффициента в 1,3 раза. При увеличении С<sub>ах</sub> лучшее промывание происходит из-за снижения способности фарша удерживать влагу. Фарш, промытый ЭХА-водой с С<sub>ах</sub> 325 мг/л (рисунок 2) имел чрезмерно плотную консистенцию, оптимальную консистенцию имел фарш, промытый питьевой водой и промытый ЭХА-водой с С<sub>ах</sub> 100 и 50 мг/л соответственно.

Зависимость промывания фарша трески водой с различной концентрацией активного хлора (С<sub>ах</sub>) на ПНС показана на рисунке 3.

Из рисунка 3 следует, что ПНС фарша, который промывали ЭХА-водой с различной С<sub>ах</sub>, сильно не изменяется в интервале от С<sub>ах</sub> от 25 мг/л до 150 мг/л. А при значении С<sub>ах</sub> свыше 200 мг/л ПНС быстро возрастает, и консистенция становится очень плотной, что отрицательно влияет на органолептические характеристики фарша.

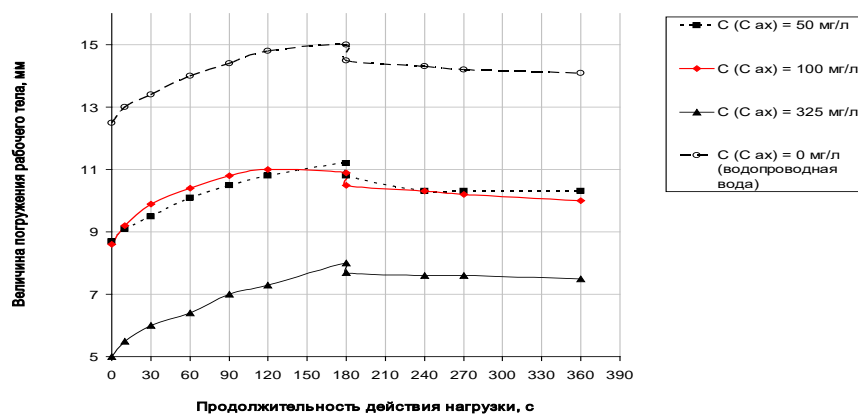


Рисунок 2 - Реограммы фарша из обрезки трески, промытых ЭХА – водой с разной концентрацией  $C_{ax}$  и питьевой водой

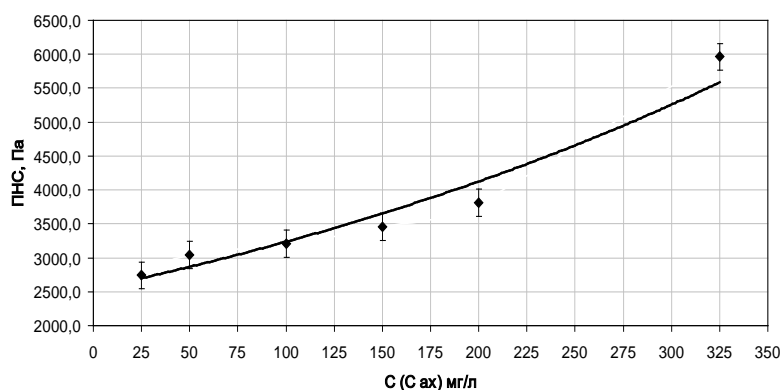


Рисунок 3 - Зависимость промывания фарша из отходов от филетирования трески водой с разной  $C_{ax}$  на ПНС

Фарш после промывания водой с  $C_{ax}$  50-100 мг/л получил наилучшие характеристики консистенции. Определено, что количество влаги и азотистых веществ в фарше зависит от вида воды, которая используется для промывания и концентрации активного хлора в ЭХА-воде. В фарше, промытом питьевой водой, установлено наибольшее содержание влаги, в то время как после промывки фарша ЭХА-водой с максимальной концентрацией ионов активного хлора (325 мг/л) получается наилучшее отделение промывной влаги из-за наличия у анолита моющих свойств. Они также способствуют лучшему отделению от фарша ВБ и НБА. Поэтому оптимально производить промывку фарша ЭХА-водой с  $C_{ax}$  от 25 до 50 мг/л. При обработке подсолонной 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 5. 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.

Таблица 5 - Характеристика воды, применяемой для промывки фарша из отходов от филетирования трески

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

Органолептические показатели фарша (рисунок 4), как промытого питьевой водой (А) так и промытого ЭХА-водой с C<sub>ax</sub> 25, 50, 100 мг/л (Б,В,Г) существенно не отличаются, и имеют вкус, цвет и запах, свойственные фаршу, промытому питьевой водой, эти фарши и получили высокую оценку.

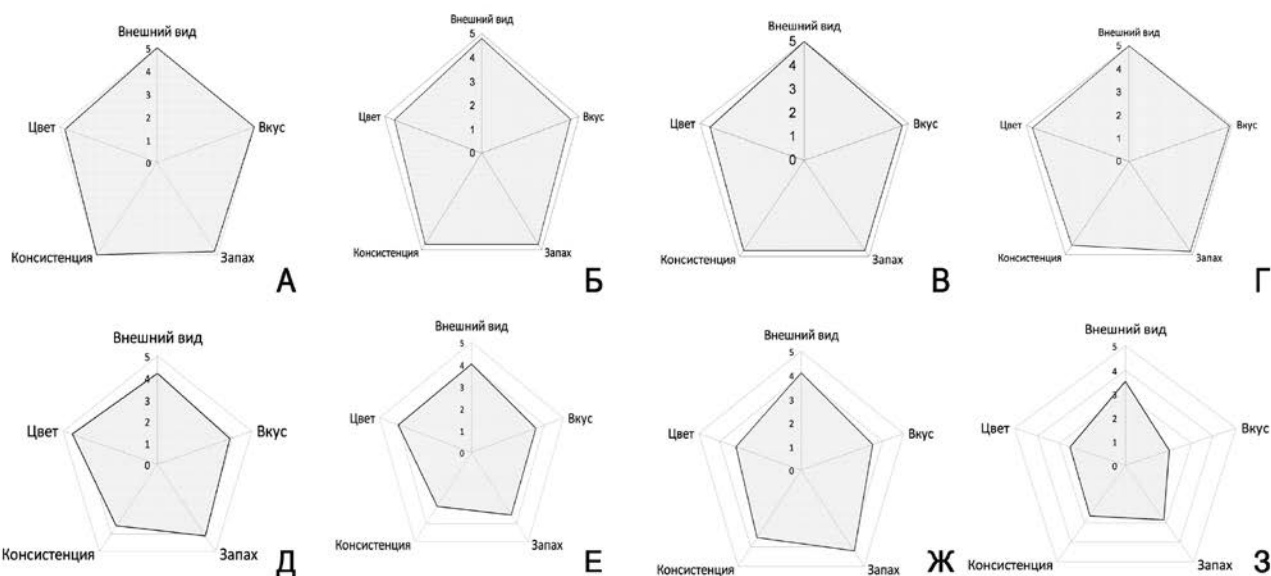


Рисунок 4- Профилограмма органолептической оценки фарша из отходов от филетирования трески после пробной варки ( А – промытый питьевой водой; Б - с C<sub>ax</sub> 100 мг/л; В - с C<sub>ax</sub> 50 мг/л; Г - с C<sub>ax</sub> 25 мг/л; Д - с C<sub>ax</sub> 150 мг/л; Е - с C<sub>ax</sub> 200 мг/л; Ж –непромытый фарш; З- с C<sub>ax</sub> 325 мг/л;)

Данные образцы не имеют посторонних привкусов и запахов, внешний вид и цвет свойственен фаршу из обрезки трески, промытому питьевой водой. Фарш, промытый ЭХА-водой с  $C_{ax}$  325 мг/л (З) оценён наименьшим количеством баллов, так как приобрел жёлтый цвет, несвойственный данному виду продукта, посторонний запах хлора, очень плотную консистенцию. Фарш, промытый ЭХА - водой с  $C_{ax}$  150 (Д) и 200 мг/л (Е), имел небольшой запах хлора, резинообразную консистенцию, что также не свойственно рыбному фаршу.

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. Фарш, промытый ЭХА-водой с  $C_{ax}$  150 и 200 мг/л, имел небольшой запах хлора, резинообразную консистенцию, что также не свойственно рыбному фаршу.

Наиболее оптимальную 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. Данные свойства также способствуют лучшему отделению от фарша ВБ и НБА.

Установили изменение соотношения ВБ к СБ, которое впоследствии увеличивалось в 1,5-1,7 раза, обеспечивала промывка фарша ЭХА-водой. Одновременно снижалось в 2-2,5 раза содержание НБА, оказывающих влияние на вкус и запах фарша (таблица 6).

Таблица 6 - Сравнение содержания ВБ, СБ и НБА в фарше, промытом ЭХА-водой и питьевой водой

Вид фарша из трески	Влага, %	СБ, %	ВБ, %	$K_6$	НБА, мг%	Органолептическая оценка, баллы	
						Влагоотдача	Формуемость
Промытый питьевой водой	80,2±0,6	6,5±0,2	4,4±0,2	1,5	200,0±0,4	3,0±0,5	3,0±0,2
Промытый ЭХА-водой с $C_{ax}$ 50 мг/л	83,4±0,5	5,9±0,1	2,7±0,1	2,2	95,0±0,7	5,0±0,7	5,0±0,4

Из таблицы 6 видно, что промывка фарша ЭХА-водой обеспечивает удаление значительного количества ВБ, что приводит к изменению их соотношения с

СБ, которое увеличивается в 1,5-1,7 раза. При этом также существенно (в 2-3 раза) снижается содержание НБА, оказывающее влияние на вкус и запах фарша.

Промывка фарша ЭХА-водой приводит к уменьшению содержания ВБ, увеличению СБ, вследствие того, что реологические свойства мышечной ткани фарша из отходов от филетирования трески в значительной степени зависят от соотношения  $K_6$ , 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.

Проанализировав данные рН, сделали вывод о том, что рН фаршей (6,8-7,0) значительно не меняется, так как белки фарша обладают высокой буферностью.

При оценке реологических свойств фарша, промытого ЭХА-водой и питьевой водой, выявлено, что фарши отличаются значительной влагоотдачей и неудовлетворительной формуемостью. Фарш из отходов от филетирования трески, промытый питьевой водой, характеризуется меньшей влагоотдачей и формуемостью. Промывка придает данному образцу фарша хорошие формующие свойства и снижает влагоотдачу. Согласно опытным данным, наилучшими органолептическими характеристиками обладал фарш из трески, не имеющий порочащих признаков по вкусу и запаху с величиной ВУС не менее 60%, ПНС не более 700 Па.  $K_6$  промытых фаршей различается незначительно. Из приведённых выше данных можно сделать вывод, что промывка фарша приводит к потере НБА.

Более эффективное воздействие анолита ЭХА-воды на данный образец фарша при его промывке, проявляющееся в более полном удалении водорастворимой фракции белков и, соответственно, повышении  $K_6$  и ВУС обусловлено особенностями свойств самой ЭХА-воды. Установлено, что анолиты содержат повышенную способность проникать в межмолекулярное пространство биологических мембран, увеличивать гидратные оболочки вокруг отдельных ионов и молекул и повышать растворимость труднорастворимых соединений.

Именно поэтому промывка данного фарша анолитом ЭХА-воды с рациональной концентрацией  $C_{ax}$  50 мг/л обеспечивает лучшее, по сравнению с промывкой питьевой водой, его качество, которое характеризуется более высокими органолептическими и реологическими свойствами. Установлено, что применение способа улучшения качества и санитарного состояния фарша из отходов от филетирования трески путем промывки его ЭХА-водой с заданной  $C_{ax}$  50 мг/л существенно не отличается по органолептическим характеристикам от промытого питьевой водой, а по реологическим характеристикам его превосходит.

Применение технологического процесса промывки ЭХА-водой позволяет снизить интенсивность рыбного запаха и вкуса, улучшить цвет, сформировать более плотную структуру и увеличить срок хранения фарша. По реологическим характеристикам фарша, промытого ЭХА-водой, можно сделать вывод о том,

что ПНС значительно возрастает при значении свыше 200 мг/л, консистенция фарша становится слишком плотной, что негативно влияет на органолептические характеристики, промывка обеспечивает удаление ВБ, что приводит к изменению их соотношения с СБ, в результате чего белковый коэффициент увеличивается в 1,5-2,4 раза.

В разделе «**Математическое моделирование свойств комбинированного фаршевого продукта от параметров технологической обработки**» с целью определения оптимальных параметров 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. Уровни варьирования факторов при проведении эксперимента, такие как количество промытого фарша и диаметры отверстий барабана пресс-сепаратора, приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Характеристики 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:

$$\text{ВУС} = 61,667 - 0,671 \cdot M + 9,708 \cdot d + 0,009 \cdot M^2 + 0,013 \cdot M \cdot d - d^2, \quad (1)$$

ВУС – влагоудерживающая способность, %; M – количество фарша трески, %; d – диаметр отверстий барабана, мм.

Исходя из полученных зависимостей (рисунки 5, 6) 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. При выбранных параметрах ВУС составит 80%, при которой консистенцию продукта можно охарактеризовать, как плотную. При условиях, превышающих данное значение ВУС, фарш получил чрезмерно прочную структуру, не удовлетворяющую исходным требованиям к готовому продукту. Аналогично, параметры, при которых ВУС ниже 80%, являются неудовлетворительными по отношению к исходным требованиям.



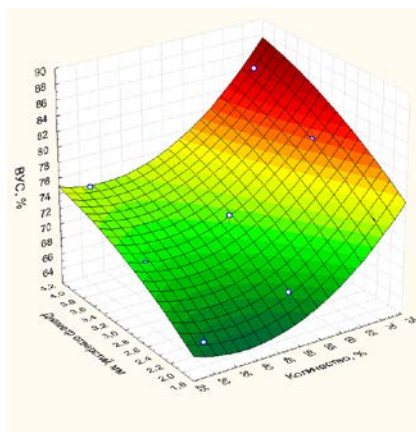


Рисунок 5 - Пространственная модель зависимости ВУС комбинированного продукта от количества фарша и диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора

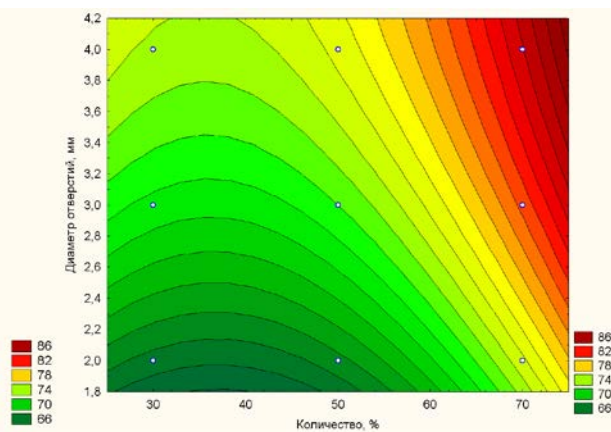


Рисунок 6 - Контур зависимости ВУС комбинированного продукта от количества фарша и диаметра отверстий барабана пресс-сепаратора

При данных параметрах продукт приобретает менее плотную, рассыпчатую структуру, что также негативно сказывается на общих органолептических свойствах.

В разделе «**Подбор рецептур фаршевых смесей для включения в состав комбинированного фаршевого продукта**» внесение фарша криля в комбинированный продукт оказывало влияние на снижение прочностных свойств фаршевой смеси до 30%, так как в фарше из отходов от филетирования трески находится значительное количество миофибриллярных белков, которые образуют гель с крепкими структурно-механическими свойствами, а добавление к нему фарша криля, в количестве до 30% саркоплазматических белков, приводит к снижению концентрации миофибриллярных белков в готовом комбинированном продукте на основе фарша. На рисунке 7 показано, что при внесении фарша криля в комбинированный продукт в объёме до 30 % ПНС снижается на 17 %. По результатам органолептических и реологических показателей полученных данных составили рецептуру комбинированного продукта с оптимальным соотношением фарша криля и фарша из отходов от филетирования трески, равное 30:70, соответственно. Профилограмма органолептической оценки комбинированного фаршевого продукта из криля и трески (рисунок 8), свидетельствует о том, что вкус и запах продукта умеренно выраженный, креветочный; цвет розоватый, свойственный цвету креветки, консистенция плотная.

В разделе «**Разработка технологии комбинированного фаршевого продукта на основе фарша криля и фарша из тресковых отходов**» разработали два варианта комбинированного продукта в виде тефтелей, в основу которых добавили смеси измельченного растительного сырья (белокочанная капуста, морковь и репчатый лук) в различных пропорциях, основанных на расчётах биологической ценности. Предложенный способ производства комбинированного продукта с добавлением растительного сырья в виде технологической схемы, представленной на рисунке 9.

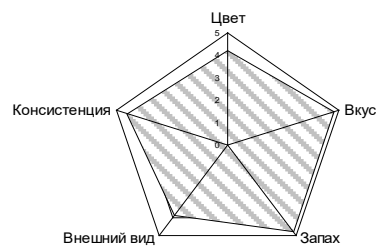
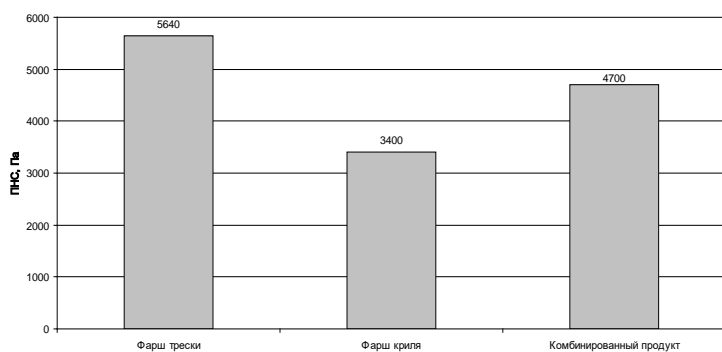


Рисунок 7 - Диаграмма сравнения ПНС исходных фаршей и комбинированного продукта из фарша криля и фарша трески

Рисунок 8 - Профилограмма органолептической оценки комбинированного продукта из фарша криля и трески

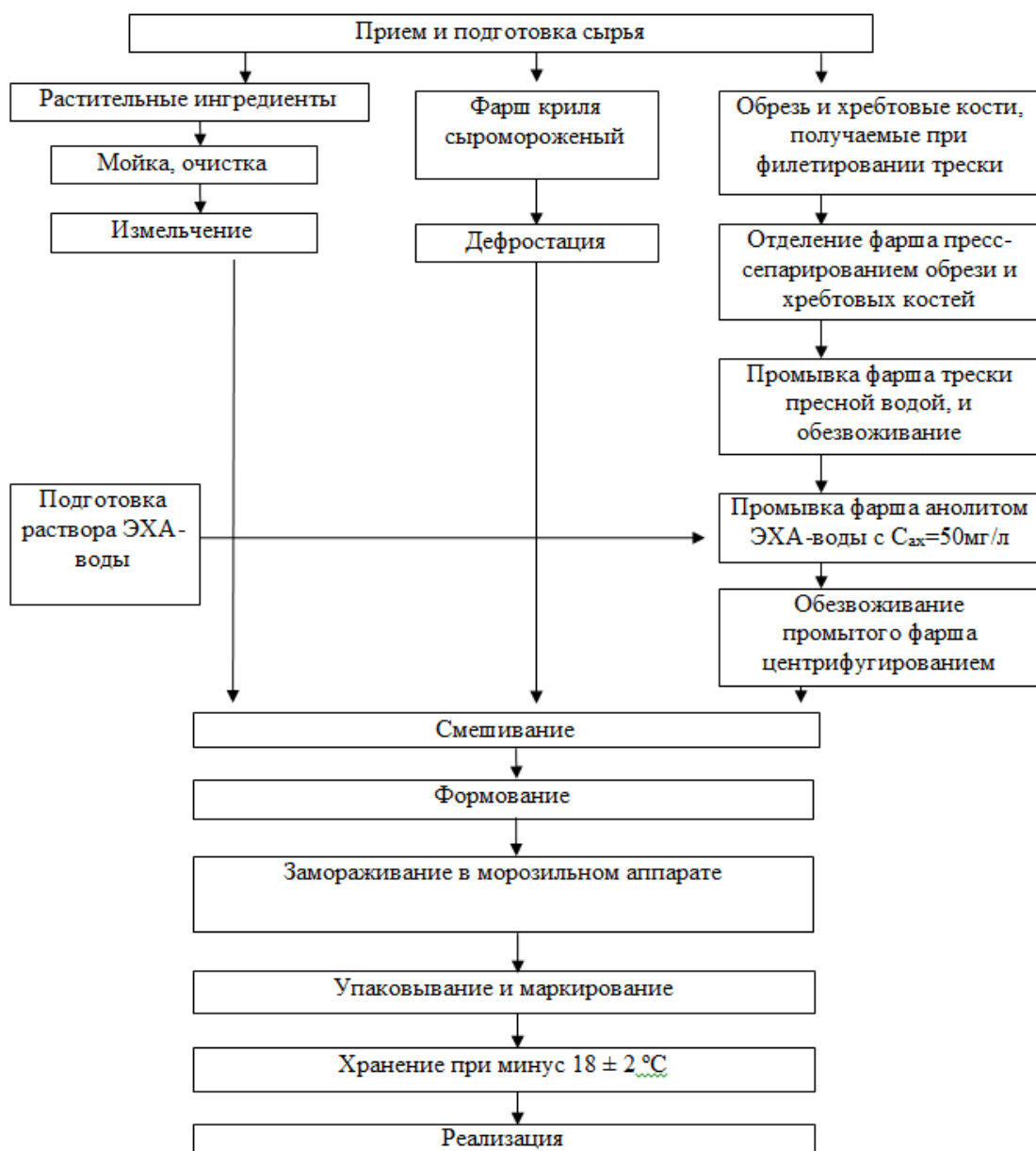


Рисунок 9- Технологическая схема комбинированного фаршевого продукта на основе маломерного и вторичного сырья ВБР

Разработали несколько вариаций комбинированного продукта в виде тефтелей на основе фарша, в основе которых были его смеси и измельченное растительное сырье (таблица 8).

Таблица 8- 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

Биологическая ценность белка комбинированного продукта с различными вариациями из овощей (содержание НАК по сравнению с идеальным белком) находится на уровне 72,4-74,2% соответственно (таблица 9).

Таблица 9 - Сравнительная оценка биологической ценности белков тефтелей из комбинированных продуктов с овощами

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	

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, можно сделать вывод:

использование белокочанной капусты и репчатого лука в качестве компонентов, применяемых в составе конечного комбинированного продукта, является обоснованным. Анализ аминокислотного состава образца комбинированного фаршевого продукта с морковью и репчатым луком в сопоставлении с идеальным белком также показал эффективность применения овощей в качестве компонентов, улучшающих не только аминокислотный состав конечного комбинированного продукта, так как потенциальная биологическая ценность белка находится на уровне -72,4%, но и органолептические показатели.

Необходимое соотношение основных компонентов рецептуры определяли по оценкам органолептических показателей по следующим критериям: запах, вкус, цвет и консистенция. 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). Разработали нормативную документацию на замороженный полуфабрикат из рыбы и морепродуктов с добавлением растительного сырья ТУ 10.85.12.000-002-44199451-2021 и технологическую инструкцию к ТУ, а также провели их апробацию в условиях ООО «Навага» (акт производственных испытаний по выпуску опытной партии продукции от 20.05.2021г.

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%.

**В разделе «Изучение показателей качества и безопасности комбинированного фаршевого продукта на основе фаршей из криля и трески и установление срока годности»** для обоснования срока годности комбинированного рыбнокреветочного фаршевого продукта была составлена программа проведения микробиологических исследований. Проектируемые сроки годности комбинированного фаршевого продукта составляют 3 месяца при температуре минус  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Динамика развития микроорганизмов в процессе хранения отрицательная (к концу хранения КМАФАнМ стало ниже в 1,5 раза), что свидетельствует об угнетении микрофлоры вследствие применения анолита ЭХА - воды для повышения хранимоспособности продукта. Данные факты подтверждаются ранее проведенными исследованиями по применению растворов ЭХА-воды в пищевой технологии.

Проектируемые сроки годности комбинированного фаршевого продукта составляют 3 месяца при температуре минус  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент резерва для нескоропортящихся продуктов составляет 1,15.

В соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 были определены нормируемые показатели безопасности в процессе хранения по установленной программе контроля, результаты которых приведены в таблице 10.

Таблица 10 - 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	$2 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
Плесени и дрожжи, КОЕ/г	100	55	-	45	-	44	-	40
БГКП в 0,001г	Не допускается	Не обнаружены						
Enterococcus КОЕ/г, не более	$2 \times 10^3$	Не обнаружены						
Сульфитредуцирую щие клостридии, в 0,1г	Не допускается	Не обнаружены						
S. aureus в 0,01г	Не допускается	Не обнаружены						

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 составе метода пролонгирования сроков хранения продуктов, путем снижения исходной обсемененности продукции и, соответственно, снижения развития микрофлоры в процессе хранения.

Динамика изменения КМАФАнМ исследуемого комбинированного продукта представлена на рисунке 10.

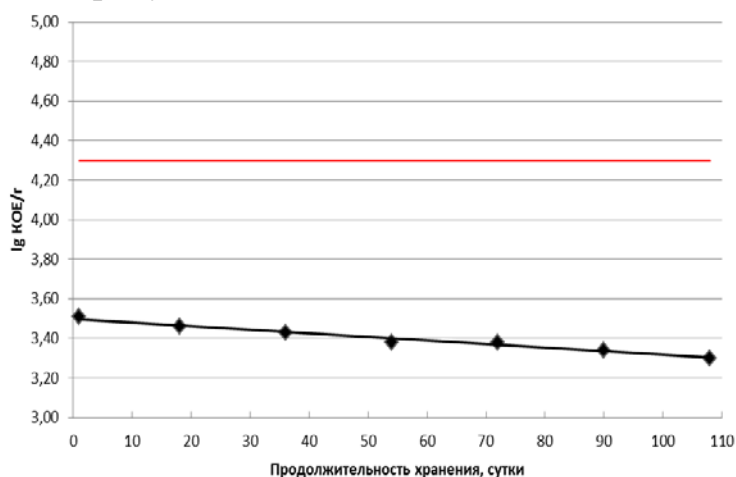


Рисунок 10 - Динамика изменения КМАФАнМ комбинированного фаршевого продукта в процессе хранения, выраженная десятичным логарифмом

Рисунок 10 свидетельствует о том, что динамика развития микроорганизмов в процессе хранения отрицательная, что говорит об угнетении микрофлоры

вследствие применения анолита ЭХА-воды для повышения хранимоспособности продукта. Аналогичная динамика прослеживается для плесеней и дрожжей.

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

На протяжении всего срока хранения в исследуемых образцах не были обнаружены санитарно-показательные и патогенные бактерии, и не было замечено значительных изменений органолептических и физических характеристик замороженных комбинированных образцов. ВУС оставалась на высоком уровне, что свидетельствует о прочной консистенции и высоком качестве продукта на протяжении всего срока хранения.

Из всего вышеперечисленного 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.

## 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 технoхимических 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 3 мм. 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 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%.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:**

### **Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК:**

1. Андреев М.П., 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. Научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 106 -108.

2. Андреев М.П., **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. – 2020. -С. 117-123.

3. **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.

**В других изданиях периодических изданиях и материалах конференций:**

1. Андреев М.П., **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.

2. **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.

3. **Галдукевич В. А.** Использование ЭХА-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.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АС - аминокислотный скор;

ВБ - водорастворимые белки;

ВУС - влагоудерживающая способность;

Кб - условный белковый коэффициент, выражаемый в дол.ед.;

КМАФАНМ - количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г;

НАК - незаменимая аминокислота;

НБА - небелковый азот;

ПНС - предельное напряжение сдвига, Па;

СБ - солерастворимые белки;

ЭХА - вода - электрохимически - активированная вода;