

На правах рукописи



**МОРОЗОВ ИЛЬЯ ОЛЕГОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КУЛИНАРНЫХ ЖЕЛЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
НА ОСНОВЕ ПОЛУФАБРИКАТОВ, ПРИГОТОВЛЕННЫХ ИЗ  
ПИЩЕВОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ**

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** – доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ», заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации

Официальные оппоненты: **Дворянинова Ольга Павловна** - доктор технических наук, профессор, декан факультета безотрывного образования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;

**Иванова Елена Евгеньевна** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения Института пищевой и перерабатывающей промышленности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

Защита состоится 29 июня 2022 г. в 11.00 ч. 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/>

E-mail: [olga.anohina@klgtu.ru](mailto: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 рамках реализации «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (утв. 26 ноября 2019 г. № 2798-р) одной из актуальных задач является повышение глубины переработки водных биоресурсов (ВБР), осуществляемой путем дополнительной переработки пищевых отходов на производственных объектах с целью максимизации добавленной стоимости продукции.

Глубокая переработка уловов водных биологических ресурсов животного и растительного 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, в то время как не более 30 % отходов поступает на переработку, остальное является неиспользованным.

Такое сырье может обладать определенной пищевой ценностью, что предопределяет перспективность его использования для получения продуктов различного назначения. Известно, что сырье от разделки рыбы содержит в своем составе такие ценные компоненты как белки, липиды, макро- и микроэлементы. Пищевая ценность морских водорослей обуславливается достаточно высоким содержанием полисахаридов, свободных аминокислот, каротиноидов, микро- и макроэлементов.

Поэтому, весьма перспективны технологии пищевых продуктов на основе рыбных кулинарных полуфабрикатов, полученных из пищевой рыбной продукции как животного происхождения – рыбных отходов, образовавшихся в процессе производства пищевой рыбной продукции, неиспользуемых остатков этой продукции (голова, хребты с прирезами мяса, кожа, плавники), так и растительного – мороженых морских водорослей после дефростации или замачивания сушеных водорослей.

**Степень разработанности темы исследования.** Существенный вклад в разработку данных технологий пищевых продуктов внесли отечественные и зарубежные ученые: Андреев М.П., Антипова Л.В., Байдалинова Л.С., Богданов В.Д., Вафина Л.Х., Вишневская Т.И., Дацун В.М., Дворянинова О.П. Кизеветтер И.В., Землякова Е.С., Мезенова О.Я., Москальцова М.Ю., Панчишина Е.М., Пархутова И.И., Подкорытова А.В., Сафронова Т.М., Цибизова М. Е., Ярочкин А.П., Nagai T., Sadowska M., Skierka E. и другие.

Разработка новых технологий, в частности, жележных продуктов, позволит минимизировать технологические потери, обеспечить рациональное использование сырья, существенно снизить материальные затраты производства, а также расширить ассортимент готовой продукции.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящего исследования является научное обоснование и разработка технологии жележных продуктов на основе отваров - рыбных кулинарных полуфабрикатов, обеспечивающей повышение

эффективности использования сырья, добавленной стоимости и качества продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния технологии пищевых жележных изделий из пищевой рыбной продукции (рыбных отходов и ламинариевых водорослей).

2. Исследовать свойства отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей, применяемых в качестве сырья для кулинарных полуфабрикатов в технологии жележной продукции.

3. Установить параметры технологического процесса получения пищевых кулинарных полуфабрикатов (отваров) из пищевой рыбной продукции.

4. Обосновать применение структурообразователей для получения желеобразующих композиций на основе пищевых кулинарных полуфабрикатов из рыбных отходов и ламинариевых водорослей.

5. Разработать ассортимент жележной продукции из кулинарных полуфабрикатов, получаемых из пищевой рыбной продукции с применением функций желательности Харрингтона.

6. Установить сроки годности жележной продукции из кулинарных полуфабрикатов, получаемых из пищевой рыбной продукции.

7. Установить соответствие пищевой ценности жележной продукции физиологическим нормам.

8. Разработать и апробировать технологию жележной продукции из кулинарных полуфабрикатов из рыбы и ламинариевых водорослей, оценить экономическую эффективность технологии.

**Научная новизна.** Разработана научно обоснованная технология жележных продуктов, базирующаяся на изучении состава и свойств отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей и отваров на их основе, применяемых в качестве пищевых кулинарных полуфабрикатов в технологии жележной продукции.

Получены данные о высокой пищевой ценности отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей.

Впервые с применением математического моделирования разработаны технологические параметры получения из пищевых полуфабрикатов - отваров, являющихся основой для получения жележных продуктов высокой степени кулинарной готовности.

Обосновано применение структурообразователей для получения желеобразующих композиций на основе отваров. Обоснованы ассортимент и рецептуры получаемого жележного продукта.

С применением функции желательности Харрингтона разработан ассортимент жележной продукции из кулинарных полуфабрикатов из рыбы и ламинариевых водорослей.

Подтверждено влияние принципов асептического консервирования и активности воды на сроки годности жележных продуктов из кулинарных полу-

фабрикатов и их качество, позволяющие повысить качественные показатели продукции и продлить сроки годности.

Установлено соответствие пищевой ценности желейной продукции физиологическим нормам, разработанным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (НИИ питания РАМН).

Разработаны и апробированы технологии желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов. Разработана технология комплексной переработки ламинарии и рыбы с дополнительным выпуском пищевой и кормовой продукции.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследования дополняют научные основы создания кулинарных желейных изделий на основе полуфабрикатов, приготовленных из пищевой рыбной продукции путем их модификации.

Разработаны технологии пищевого кулинарного желейного продукта из пищевых отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей, предполагающие комплексное и безотходное использование сырья. Разработана техническая документация (ТУ, ТИ) на пищевую кулинарную желейную продукцию из пищевых отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей («Продукт желейный из рыбы и морепродуктов»). Технические условия. ТУ 10.85.12.000 – 001 - 44199451 – 2021. Технологическая инструкция к ТУ 10.85.12.000 – 001 - 44199451 - 2021).

В условиях ООО «Навага» выпущена опытная партия пищевого кулинарного желейного изделия «Продукт желейный из рыбы и морепродуктов» в количестве 100 кг. (Акт производственных испытаний по выпуску опытной партии желейной продукции из рыбы и морепродуктов по технологии Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО») от 19 марта 2021г., что свидетельствуют о практической значимости выполненных исследований. Проведенная дегустация продукта подтвердила его высокие качественные характеристики. (Протокол дегустации рыбного кулинарного изделия «Продукт желейный из рыбы и морепродуктов», изготовленного по ТУ 10.85.12.000–001-44199451–2021).

**Методология и методы исследования.** Методология проведенных исследований направлена на расширение и углубление научных знаний в области создания кулинарных желейных пищевых систем на основе полуфабрикатов из сырья животного и растительного происхождения. При этом использованы современные методы исследования (стандартные, общепринятые и оригинальные), включая математический анализ полученных результатов и их статистическую обработку.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Свойства пищевой рыбной продукции (отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей) и параметры технологического процесса получения из нее пищевых кулинарных полуфабрикатов (отваров).

2. Рецептурные композиции и параметры технологических процессов приготовления желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов с применением структурообразователей и асептического консервирования.

3. Оценка качества, безопасности, пищевой и энергетической ценности, а также соответствия желейных продуктов потребностям в питательных веществах и энергии для различных групп населения.

**Степень достоверности результатов и апробация работы.** Степень достоверности полученных результатов подтверждена повторностью проведенных опытов, обработкой результатов исследований с применением статистических и математических методов анализа.

Основные положения работы и результаты исследований представлялись и обсуждались на Международной научной конференции «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2016), XI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (Светлогорск, 2017), XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (Светлогорск, 2019), VI Национальной научной конференции «Инновации в технологии здорового питания» (Калининград, 2019), Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности» (Краснодар, 2020), XII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания» (Саратов, 2020).

**Личный вклад автора** заключался в постановке цели и задач исследовательской работы, составлении схемы проведения экспериментальной работы, подборе методов исследования, проведении экспериментов, обработке и анализе полученных результатов, подготовке публикаций по проведённым научным исследованиям, написании автореферата и диссертации.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано 14 печатных работ, в том числе 2 – 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 145 страницах, содержит 43 таблицы, 30 рисунков и 4 приложения. Список литературы включает 162 использованных источника, в том числе 42 зарубежных.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

**В первой главе** «Научные и практические предпосылки технологии кулинарных желейных изделий на основе полуфабрикатов, приготовленных из

пищевой рыбной продукции» представлен обзор научной, технической и патентной литературы по теме диссертации. Рассмотрена характеристика сырья для получения отваров на их основе. Рассмотрены практические аспекты получения жележных пищевых продуктов из кулинарных полуфабрикатов, и возможность использования пищевых добавок для их стабилизации и пролонгирования их сроков годности.

**Во второй главе** «Объекты и методы исследований» представлена программно-целевая схема проведения исследования (рисунок 1), охарактеризованы объекты и методы исследований.

Объектами исследований при выполнении экспериментальной части работы являлись:

- образующиеся при разделке трески балтийской и судака хребтовые кости с прирезами мяса, головы обезжабренные с незначительными прирезами мяса, кожа с незначительными прирезами мяса, согласно ТР ЕАЭС 040/2016 эти продукты относятся к рыбным отходам —пищевое сырье образовавшиеся в процессе производства пищевой рыбной продукции

- морские водоросли семейства *Laminaria* после их дефростации или замачивания (при использовании сушеных водорослей).

- рыбные кулинарные полуфабрикаты - пищевая рыбная продукция с добавлением или без добавления пищевых компонентов и (или) пищевых добавок, прошедшая одну стадию кулинарной обработки или более, без доведения до готовности; к ним относятся образцы отваров из рыбных отходов, образующихся при разделке трески балтийской и судака на хребтовые кости с прирезами мяса, головы обезжабренные с незначительными прирезами мяса, кожу с незначительными прирезами мяса, а также морских водорослей семейства *Laminaria* после их дефростации или замачивания (при использовании сушеных водорослей), подвергнутых варке в пресной воде при температуре  $98\pm 2^{\circ}\text{C}$  в течение от 10 до 180 минут при гидромодуле от 1 до 3.

- рыбные кулинарные изделия - пищевая рыбная продукция, изготовленная с добавлением или без добавления пищевых компонентов и (или) пищевых добавок, готовая к употреблению; к ним относятся пищевые кулинарные желированные продукты, приготовленные из отваров (рыбные кулинарные полуфабрикаты) с использованием структурообразователей.

В качестве основного сырья (непереработанной пищевой рыбной продукции животного и растительного происхождения) для получения пищевых отваров и кулинарных желированных продуктов на их основе использовали судака и балтийскую треску охлажденные и мороженые (ГОСТ 814-2019, ГОСТ 32366-2013) и сушеную морскую капусту (техническая документация).

В качестве вспомогательных материалов использовали воду питьевую (ГОСТ Р 51232-98), соль поваренную пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), лук репчатый (ГОСТ 34306-2017), морковь столовая (ГОСТ 33540-2015), лист лавровый сухой (ГОСТ 17594-81), перец черный (ГОСТ 29050-91),



Рисунок 1 - Программно-целевая схема исследования

пищевые добавки (техническая документация). В качестве рецептурных компонентов жележных продуктов также использовали чечевицу (ГОСТ 7066-2019), горох консервированный (ГОСТ 34112-2017).

В качестве пищевых добавок применялись комплексные структурообразователи: КФ Стабипро ФЭТ, представляющий смесь альгината натрия (E401), сульфата кальция (E516) и пирофосфатов (E450iii); Майомил Е-06, представляющий смесь ксантановой (E415) и гуаровой (E412) камедей; Ерол М35, являющийся стандартизированным каррагинаном (E407); Рутагель, основным действующим веществом которого является желатин (E441).

В работе использованы общепринятые химические, физические, физико-химические, органолептические, микробиологические методы. Обоснование рациональных режимов процесса варки рыбного сырья проводили с применением методов математического моделирования при помощи компьютерной программы STATISTICA 6.0. Моделирование рецептур жележного продукта на основе кулинарных полуфабрикатов проведено при помощи методов компьютерного моделирования с использованием программы Generic 2.0.

**В третьей главе** «Научное обоснование технологии рыбных кулинарных полуфабрикатов, приготовленных из пищевой рыбной продукции» представлены результаты исследований по установлению и обоснованию технологических параметров обработки рыбной продукции животного и растительного происхождения, с целью получения отваров, обладающих желирующими свойствами, высокими органолептическими и физико-химическими характеристиками.

Установлено, что отходы от разделки судака более богаты сухими веществами, по сравнению с отходами от разделки трески, представленными главным образом белковыми компонентами, в частности коллагеном, а так же они являются ценным источником макро- и микронутриентов (таблица 1).

Более высокой биологической ценностью обладают хребтовые кости исследуемых рыб. Использование голов для приготовления отваров из ВБР позволит значительно увеличить содержание триптофана в отварах.

Таблица 1 - Химический состав пищевых отходов, получаемых при разделке судака и трески балтийской

Вид отходов	Влага, %		Жир, %		Белок, %		Зола, %	
	Судак	Треска	Судак	Треска	Судак	Треска	Судак	Треска
Головы	67,5±0,4	79,5±0,5	4,2±0,2	0,3±0,1	18,1±0,3	13,9±0,4	9,4±0,2	5,6±0,3
Кости	63,4±0,5	75,0±0,4	7,8±0,1	0,4±0,1	17,8±0,4	15,2±0,4	12,0±0,3	9,0±0,4
Кожа	66,5±0,4	74,1±0,3	0,9±0,3	1,2±0,2	30,3±0,5	31,1±0,4	1,8±0,1	1,0±0,1

Кулинарным полуфабрикатом при переработке ламинариевых водорослей является отвар ламинарии, получаемый в процессе ее варки, ценность которого обуславливается наличием экстрагированных веществ в значительном количестве. Основную долю сухих веществ (54,5 %) составляют минеральные веще-

ства. Полисахариды морских водорослей содержатся в отваре в количестве 40,0 % от общей массы сухих веществ.

Следует отметить невысокую энергетическую ценность отваров, что позволяет применять его в технологии низкокалорийных пищевых продуктов.

Одним из основных показателей, влияющих на технологические свойства отваров, является содержание сухих веществ и характер их накопления. Установлено, что накопление сухих веществ увеличивается по прямолинейной зависимости. Сравнительная оценка показала, что сухие вещества в отварах из кожи трески накапливаются в количестве от 3 до 7 % с течением времени, в то время как отвары из костных субпродуктов содержат 1 - 3 % сухих веществ и обладают меньшей интенсивностью их накопления. Процесс экстрагирования сухих веществ в отварах из субпродуктов судака аналогичен отварам из тресковых субпродуктов, однако сухие вещества в отварах из костей судака накапливаются со значительно большей интенсивностью - от 1,5 до 4,0 % (рисунок 2).

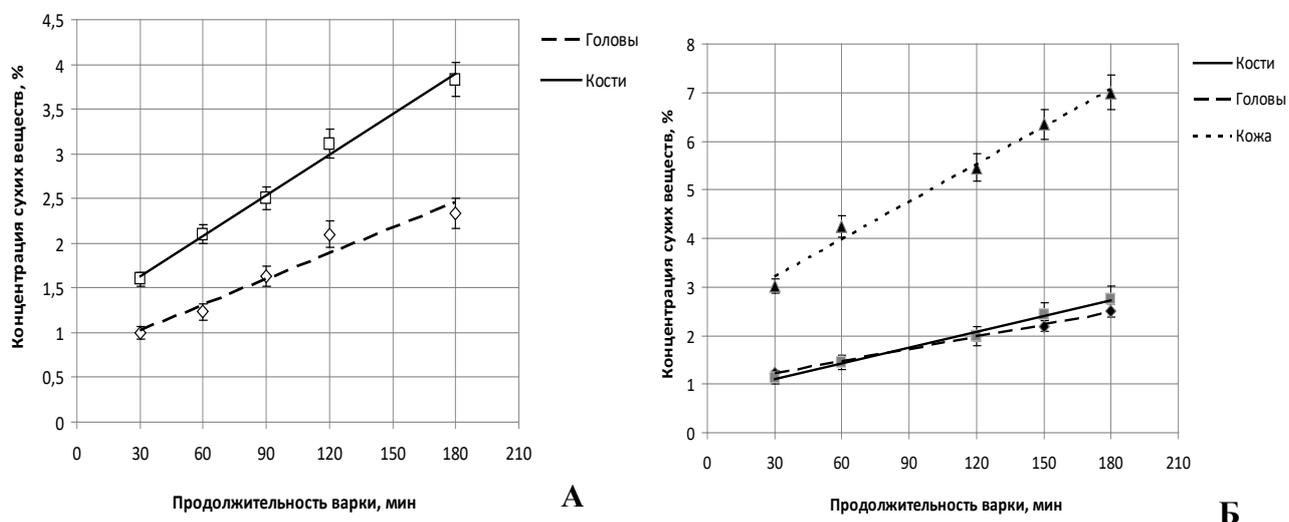


Рисунок 2 - Зависимость содержания сухих веществ в отварах из отходов от разделки от продолжительности варки (А – отвары из голов и костей судака; Б – отвары из костей, голов и кожи трески балтийской)

При варке морских водорослей семейства *Laminaria* установлено, что основная доля сухих веществ экстрагируется в начальный период, что говорит о рациональности кратковременной термической обработки.

Органолептические свойства отваров и их зависимость от параметров тепловой обработки: продолжительности и гидромодуля, оценена при помощи математического моделирования, показавшего, что после 30 минут варки органолептические показатели выражены недостаточно интенсивно, а после 120 минут варки значительно ухудшается качество отваров. Наилучшие органолептические показатели отвары имеют после 60 минут варки. Образцы имеют золотистый цвет, выраженный рыбный вкус и запах. Аналогично продолжительности варки, установлено, что при минимальном соотношении воды и рыбного сырья органолептические характеристики отваров выражены слишком интенсивно, что негативно сказывается на их органолептических характеристиках,

при максимальном соотношении, наоборот, органолептические свойства выражены недостаточно (рисунки 3,4).

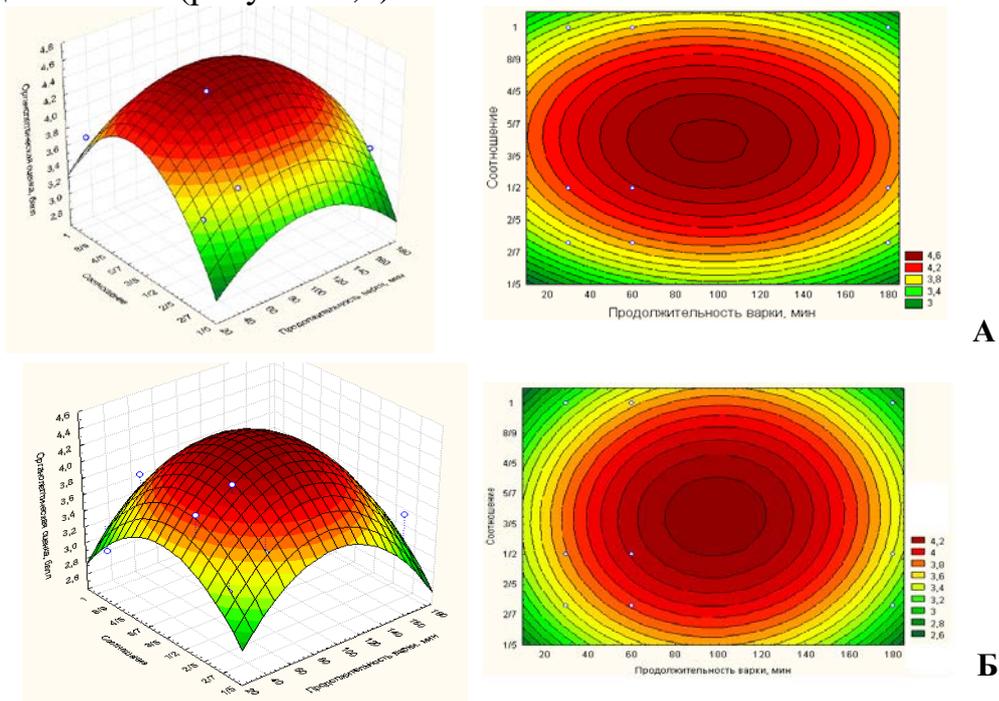


Рисунок 3 - Зависимость органолептической оценки отвара (А - из костей судака, Б - из голов судака) от соотношения сырья и воды в процессе варки и ее продолжительности

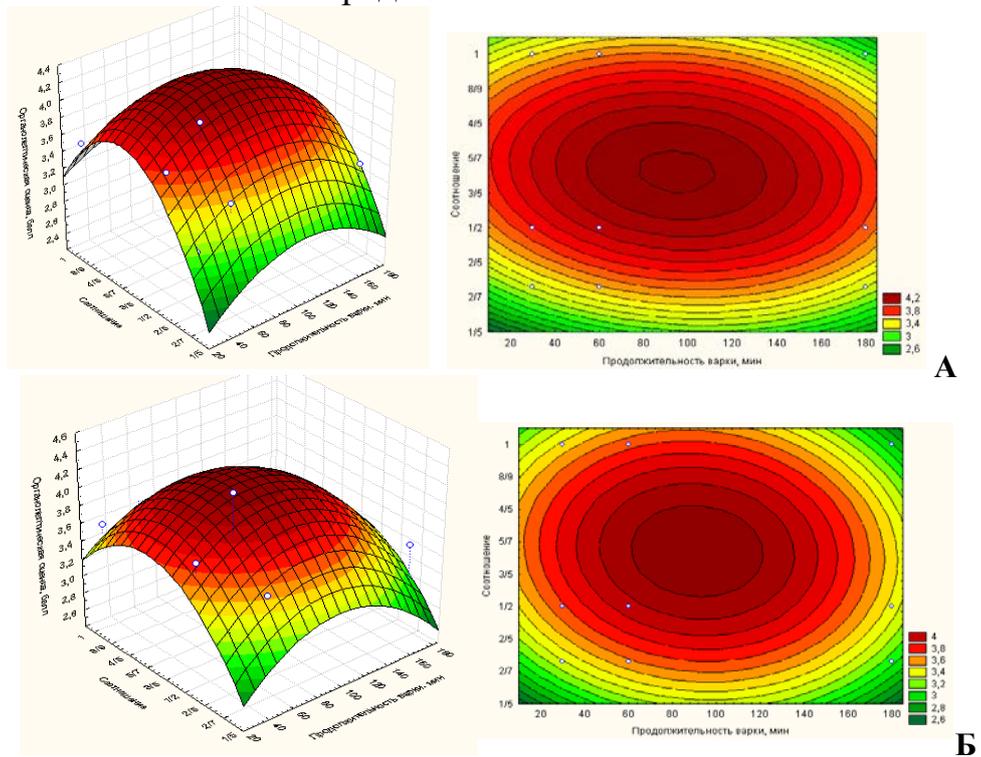


Рисунок 4 - Зависимость органолептической оценки отвара (А - из костей трески, Б - из голов трески) от соотношения сырья и воды в процессе варки и ее продолжительности

Таким образом, для костных отходов от разделки установлены следующие рациональные параметры: продолжительность варки от 60 до 120 минут при соотношении сырья к воде от 1:2 до 4:5. Для кожи трески – от 40 до 100 минут при соотношении от 1:2 до 4:5 (рисунок 5). С целью сокращения продолжительности термической обработки рекомендуется проводить варку сырья в течение 60 минут. С целью увеличения выхода отвара соотношение сырья к воде составляет 1:2 (гидромодуль 2).

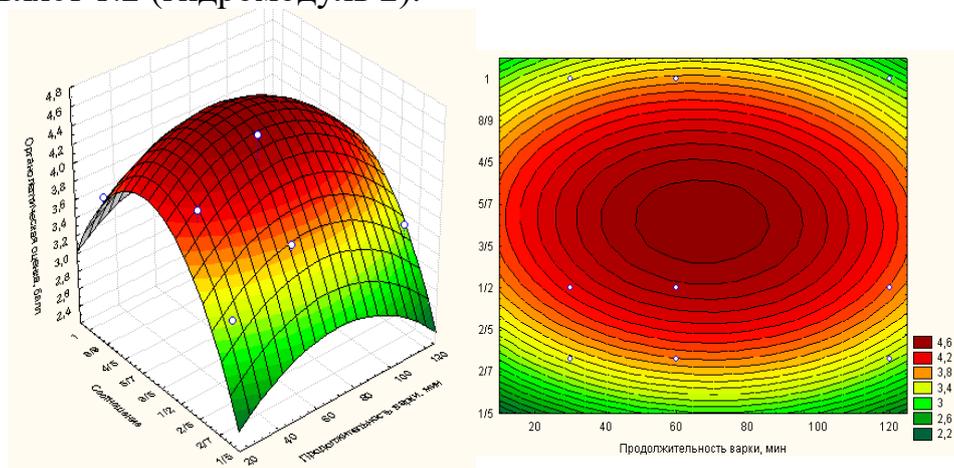


Рисунок 5 - Зависимость органолептической оценки отвара из кожи трески от соотношения сырья и воды в процессе варки и ее продолжительности

Для ламинариевых водорослей рациональными параметрами обработки с целью получения в процессе обработки отвара с максимально возможным количеством сухих веществ, которые не повлияют на качество самой ламинарии в процессе варки, является варка в течение 10 минут при гидромодуле 1.

**В четвертой главе** «Экспериментальное обоснование состава композиций отваров и структурообразователей для приготовления жележных изделий из рыбных кулинарных полуфабрикатов» представлены результаты исследований по разработке композиций отваров для получения жележной продукции.

Для составления композиций отваров для получения жележной продукции, основываясь на полученных данных о химическом составе отваров и их органолептических характеристиках, разработана и обоснована технология железирующего отвара в три этапа варки. На первом этапе сырьем для получения отвара являлись морские водоросли семейства *Laminaria*. Вторым этапом явилась варка костей судака в отваре из ламинарии. Заключительным этапом являлась варка костей трески балтийской, с добавлением кожи в количестве 30 %. Отвар, полученный в три этапа, в дальнейшем применялся в качестве железирующего компонента в технологии жележного продукта. Продолжительность термической обработки для отходов от разделки рыбы составляла 60 минут при гидромодуле 2, соотношение морских водорослей семейства *Laminaria* и воды составляло 1:1, а продолжительность варки 10 минут. Содержание сухих веществ в данном отваре находится в пределах 5 %, представленных белковыми компонентами и минеральными веществами. Оценка качественной характеристики белка отвара по АКС и БЦ показала, что невысокая биологическая цен-

ность (60,4 %) вызвана недостатком триптофана и валина в отваре и переизбытком остальных незаменимых аминокислот. По органолептическим характеристикам отвар представлял собой вязкую жидкость светло-желтого цвета с ярко выраженным рыбным вкусом и запахом, свойственным данному продукту.

Для повышения прочностных свойств желейного продукта, обоснована целесообразность применения комплексных структурообразователей в данной технологии. Эффективность применения оценивалась по реологическим показателям (рисунок 6).

Установлено, что скорости деформирования образцов желейного продукта значительно снижаются после внесения комплексных пищевых структурообразователей, что свидетельствует о повышении его прочности. Концентрация вносимых структурообразователей оказывает незначительное влияние на изменение скорости деформирования, из чего следует, что применять структурообразователи рационально в минимальных дозах.

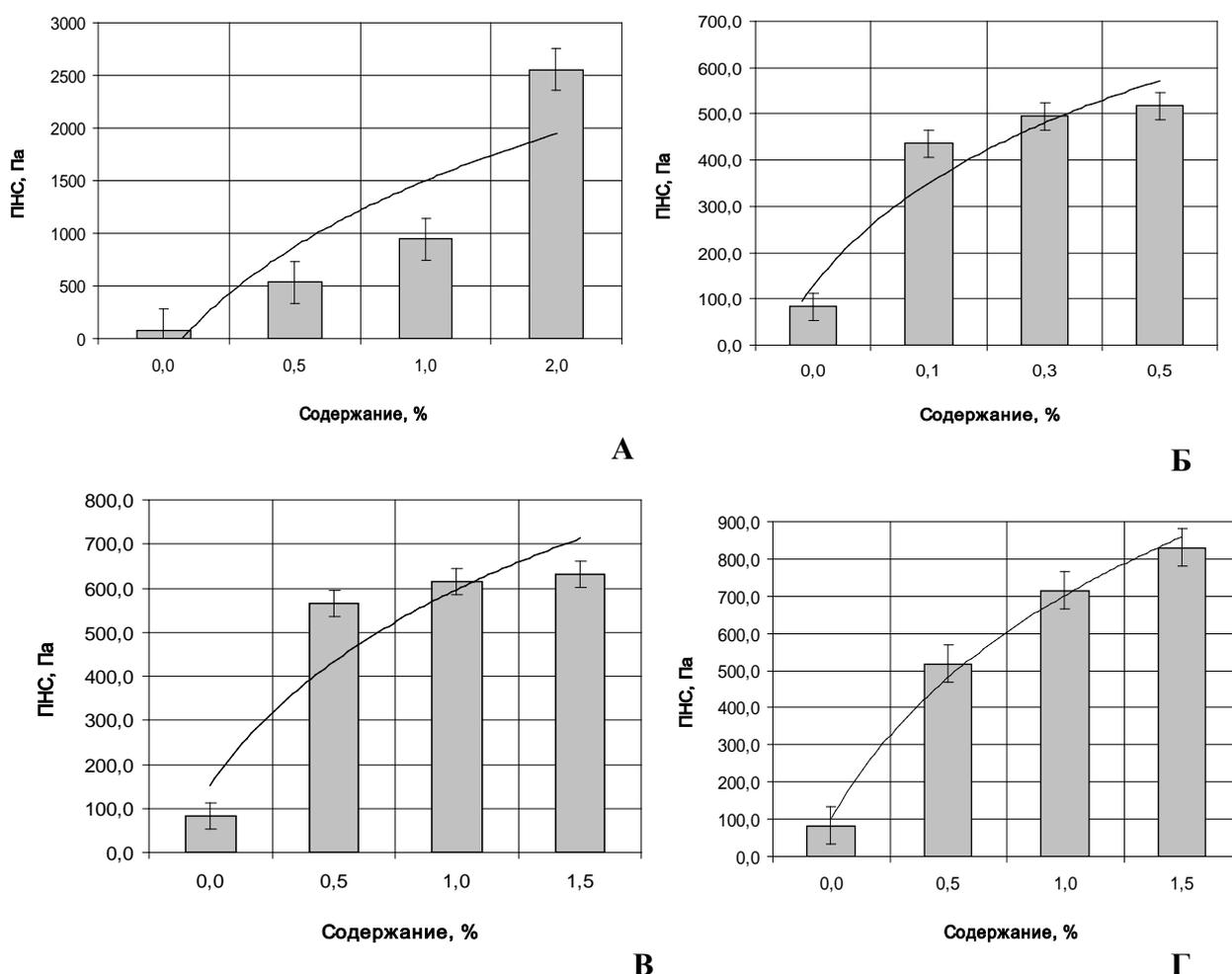


Рисунок 6 - Влияние концентрации комплексных пищевых добавок на ПНС желейного продукта из кулинарных рыбных полуфабрикатов (А- «КФ Стабипро ФЭТ», Б – «Майомил Е-06», В – «Ерол М-35», Г – «Рутагель»)

Анализируя полученные значения предельного напряжения сдвига (ПНС) исследуемых образцов, представленных на рисунке 6, установлено, что добавление структурообразователя «Майомил Е-06», представляющий собой смесь ксантановой и гуаровой камедей, в незначительных концентрациях - 0,1%, увеличивает значение ПНС продукта в 5 раз по сравнению с образцом без добавок. Другие используемые комплексные структурообразователи достигают подобного эффекта при более высоких концентрациях – 0,3 и 0,5 % соответственно.

**В пятой главе** «Экспериментальное обоснование технологии желейных изделий на основе желеобразующих композиций из рыбных кулинарных полуфабрикатов» представлены данные исследований по разработке желейных продуктов в ассортименте из желеобразующих композиций, приготовленных из рыбных кулинарных полуфабрикатов и их технологии, установлению сроков годности, оценке пищевой ценности

При производстве желейных пищевых продуктов использованы рыбные кулинарные полуфабрикаты по разработанной схеме в три этапа.

С целью повышения пищевой и биологической ценности и улучшения органолептических свойств в желейный продукт вносились дополнительно предварительно подготовленные дополнительные компоненты, такие как обесшкуренное филе судака и трески, морская капуста, мясо и фарш антарктической креветки (криля) и растительные компоненты – чечевица и горошек, позволившие разнообразить ассортимент желейной пищевой продукции (таблица 2). Для улучшения вкусо-ароматических свойств на этапе приготовления рыбных кулинарных полуфабрикатов были внесены соль поваренная пищевая, перец молотый черный, лук репчатый и морковь.

Таблица 2 – Рецептуры компонентов желейных продуктов из рыбных кулинарных полуфабрикатов

Наименование	Содержание, %					
	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3	Рецептура № 4	Рецептура № 5	Рецептура № 6
Судак	31,0	23,0	24,0	48,0	31,0	30,7
Треска балтийская	51,0	35,0	35,0	52,0	39,0	36,0
Мясо криля	18,0	21,0	21,0	-	-	-
Ламинария	-	-	20,0	-	-	33,3
Чечевица	-	-	-	-	29,0	-
Горошек консервированный	-	21,0	-	-	-	-
Обобщенная функция желательности	0,939	0,920	0,919	0,959	0,939	0,959

Желейный продукт представляет собой структурированный многокомпонентный пищевой продукт, включающую рыбу, морепродукты, морскую капусту и растительные компоненты, в количестве согласно рецептуре, в желирующем отваре в соотношении 1:1, упакованный в герметичную полимерную тару.

Отмечено, что рецептурные композиции желе с рыбой (рецептуры №4 - №6) являются более сбалансированными, по сравнению с рецептурами желе с рыбой и морепродуктами (рецептуры №1 - №3), о чем свидетельствуют мультипликативные модели функций желательности (рисунок 7). Для всего ассортимента продукции, валин является лимитирующей аминокислотой, однако, частная функция желательности по данной аминокислоте для группы желейной продукции с рыбой (рецептуры №4 - №6) существенно выше.

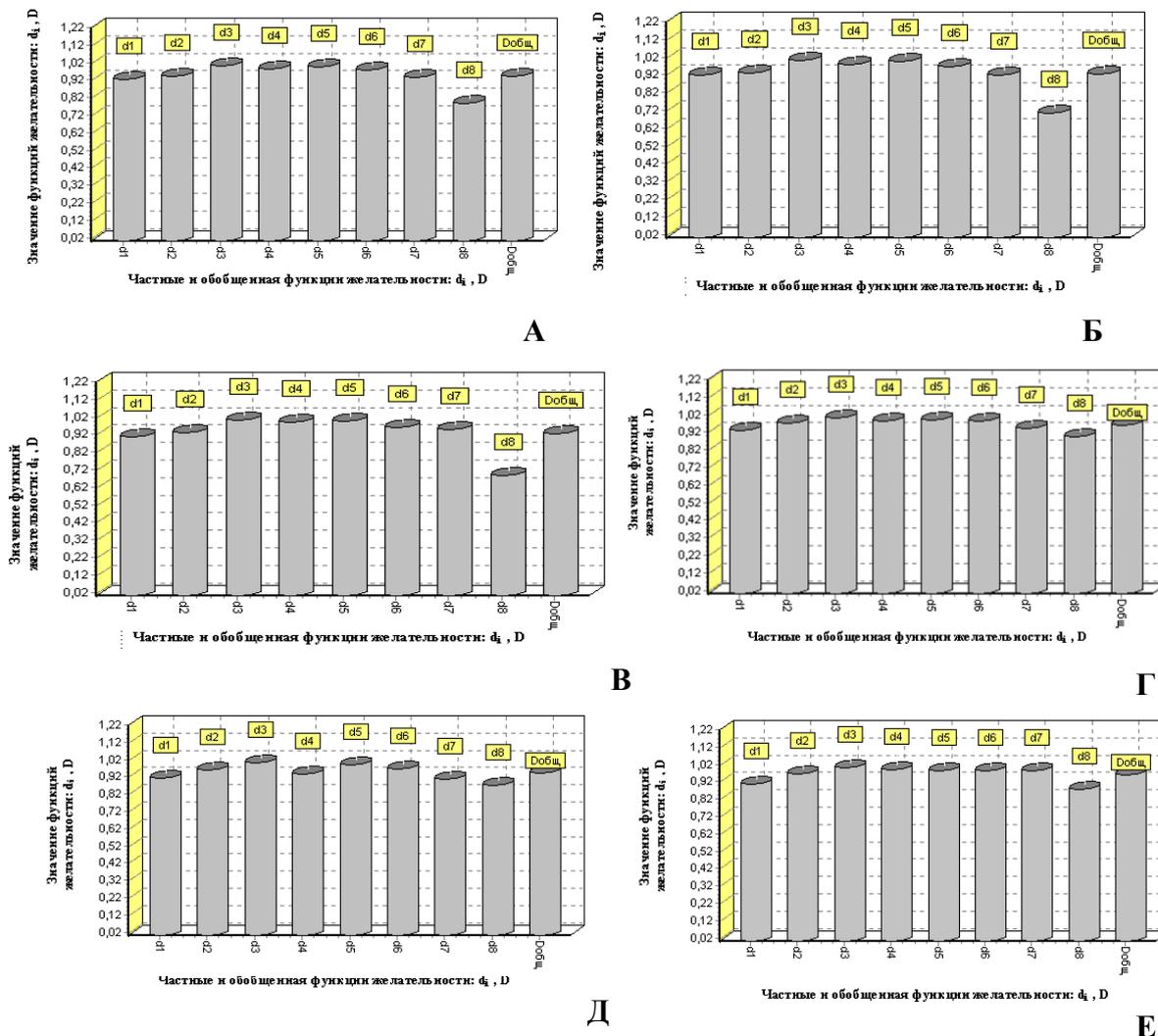


Рисунок 7 - Диаграммы частных ( $d_1$  – лейцина;  $d_2$  – изолейцина;  $d_3$  – лизина;  $d_4$  – метионина + цистина;  $d_5$  – фенилаланина + тирозина;  $d_6$  – треонина;  $d_7$  – триптофана;  $d_8$  – валина) и обобщенной (D) функций желательности Харрингтона по сбалансированности аминокислотного состава ассортимента желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов (А - рецептура №1, Б – рецептура №2, В – рецептура №3, Г - рецептура №4, Д – рецептура №5, Е – рецептура №6)

Комбинирование компонентов желейного продукта с желирующим отваром, БЦ которого составляет 60,4 %, из-за существенной нехватки триптофана и валина, АКС которых равен 77,3 % и 80,1 % соответственно, и переизбытка других незаменимых АК, существенно не отразилось на биологической ценно-

сти готовых жележных продуктов, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 3.

После внесения желирующего отвара в рецептурные композиции, показатель БЦ понижается на 3 - 8 % в зависимости от выбранной рецептуры, однако остается на достаточно высоком уровне и превышает 75 % для всего ассортимента ряда. Подтверждено, что сочетание отвара, содержащего коллагеновые белки с невысокой биологической ценностью, с мышечными белками рыбы позволяет получить продукт с максимальным показателем усвоения белка.

Таблица 3 - Коэффициенты различия аминокислотных скоров (КРАС), значения биологической ценности (БЦ), индекса PDCAAS ассортимента жележной продукции

Наименование	Желе с рыбой и морепродуктами	Желе с рыбой, морепродуктами и горошком	Желе с рыбой, морепродуктами и морской капустой	Желе с рыбой	Желе с рыбой и чечевицей	Желе с рыбой и морской капустой
КРАС, %	21,9	22,9	23,7	17,9	17,0	20,6
БЦ, %	78,1	77,1	76,3	82,1	83,0	79,4
PDCAAS, %	96,0	93,0	93,0	99,0	98,0	98,0

Высокая биологическая ценность подтверждается степенью удовлетворения потребности в белках, которая в зависимости от физической активности и возраста составляет: 8,5 – 15,4 % для мужчин, 11,5 – 17,2 % для женщин и 11,5 – 27,8 % для детей в пересчете на 100 г продукта (таблица 4).

Таблица 4 – Степень удовлетворения потребности в энергии и основных макроэлементах (для 100 г продукта)

Показатель	Степень удовлетворения, %		
	Мужчины	Женщины	Дети
Энергетическая ценность	1,1 – 2,2	1,5 – 2,6	1,6 – 3,9
Белки	8,5 – 15,4	11,5 – 17,2	11,5 – 27,8
Жиры	Менее 1,0 %	Менее 1,0 %	0,8 – 1,2
Углеводы	Менее 1,0 %	Менее 1,0 %	0,8 – 1,2

Данная жележная продукция может быть рекомендована для всех групп населения с целью увеличения поступления белка в организм, а так же, ввиду низкой калорийности, составляющей 46,5 - 47,3 ккал в зависимости от рецептуры, данный продукт можно рекомендовать для диетического питания с целью снижения количества калорий, поступающих в организм с пищей.

Сроки годности и условия хранения желейной продукции из ВБР установлены исходя из органолептических и микробиологических показателей, составившие 15 суток при температуре хранения  $4 \pm 2$  °С.

В течение всего срока хранения показатель КМАФАнМ не превышал нормативное значение ( $5,0 \cdot 10^4$  КОЕ/г), согласно ТР ЕАЭС 040/2011. По приведенному на рисунке 8 графику зависимости КМАФАнМ, выраженном в десятичном логарифме числа колониеобразующих единиц на 1 г продукта, от продолжительности хранения, установлено, что значение КМАФАнМ практически достигает предельного на 20 сутки хранения при температуре  $4 \pm 2$  °С. В процессе хранения в образцах зарегистрирован рост дрожжевых и плесневых грибов, однако их количество на протяжении всего срока хранения не превышало нормативный показатель.

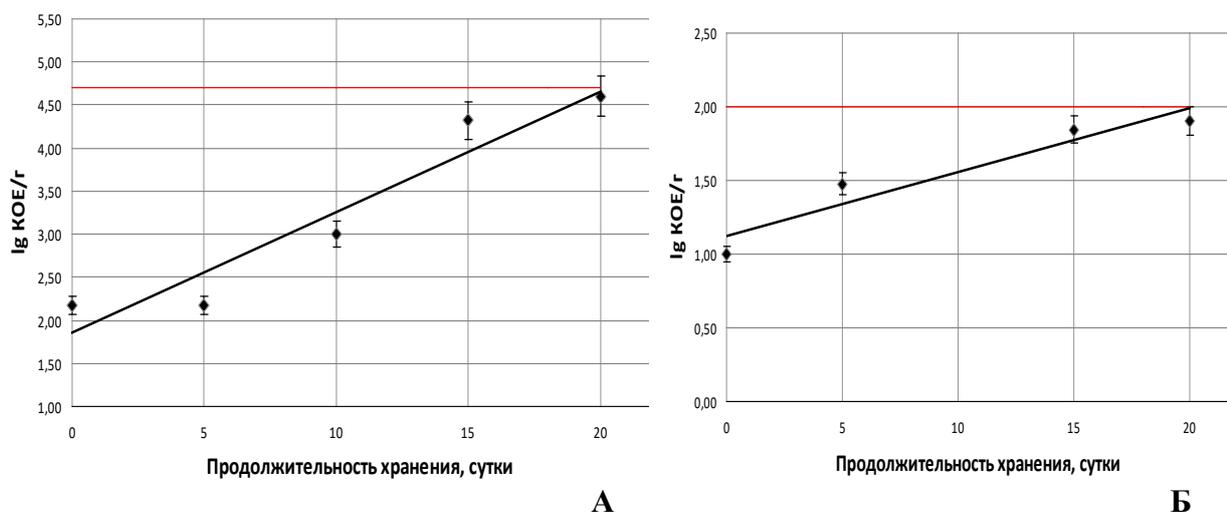


Рисунок 8 - Динамика изменения микробиологических показателей (А – КМАФАнМ, Б- количество дрожжевых и плесневых грибов) желейной продукции в процессе хранения

Отмечено, что образцы желейной продукции имеют пониженный показатель активности воды (0,970-0,985) за счет внесения структурообразователей, что свидетельствует о более эффективном связывании влаги в продукте, что будет способствовать более продолжительному сроку хранения продукта по сравнению с аналогичными образцами без внесения структурообразователей.

Другим фактором снижения развития процессов порчи желейных продуктов может явиться технология горячего или асептического розлива, созданная с учетом принципов асептического консервирования.

Технология горячего розлива подразумевает упаковывание желейного продукта при температуре продукта  $75 \pm 2$  °С, прошедшего операции термической обработки при температуре  $98 \pm 2$  °С, в чистую тару в условиях, исключая возможность вторичного обсеменения продукта. Данная технология позволяет производить продукт без консервантов за счет подавления жизнедеятельности микроорганизмов высокой температурой в процессе термообработки

и последующим упаковыванием в условиях, исключающих возможность вторичного обсеменения продукта.

Разработана технология желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов, производимая по базовой рецептуре, включающей мясо судака и трески, состоит из следующих основных технологических операций: прием сырья, замачивание и мойку морских водорослей семейства *Laminaria*, мойку и разделку судака и трески, приготовление железирующих отваров, варку филе судака и трески, фасование в потребительскую тару и заливка железирующим отваром, укупоривание, железирование (выдержка при температуре  $4\pm 2$  °С,) упаковывание в транспортную тару, маркирование, хранение и реализацию (рисунок 9).

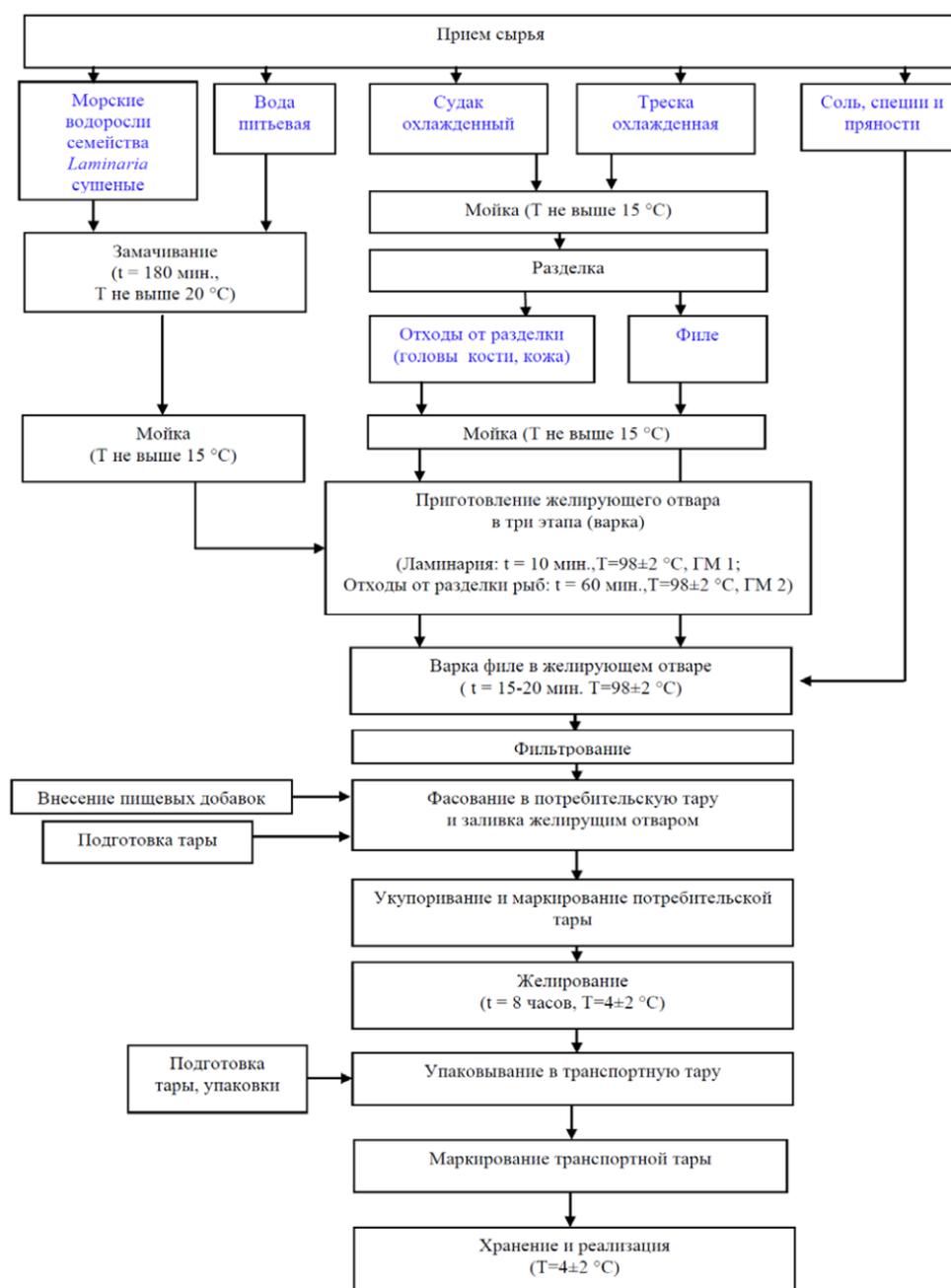


Рисунок 9 - Технологическая схема производства желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов

В соответствии с разработанной технологией разработана техническая документация (ТУ, ТИ) на пищевую кулинарную желейную продукцию из пищевых отходов от переработки рыбы и ламинариевых водорослей («Продукт желейный из рыбы и морепродуктов»). Технические условия. ТУ 10.85.12.000 – 001 - 44199451 – 2021. Технологическая инструкция к ТУ 10.85.12.000 – 001 - 44199451 - 2021).

В условиях ООО «Навага» выпущена опытная партия пищевого кулинарного желейного изделия «Продукт желейный из рыбы и морепродуктов» в количестве 100 кг.

Необходимо отметить, что предложенная технология осуществляет полное и комплексное использование сырья (рисунок 10).

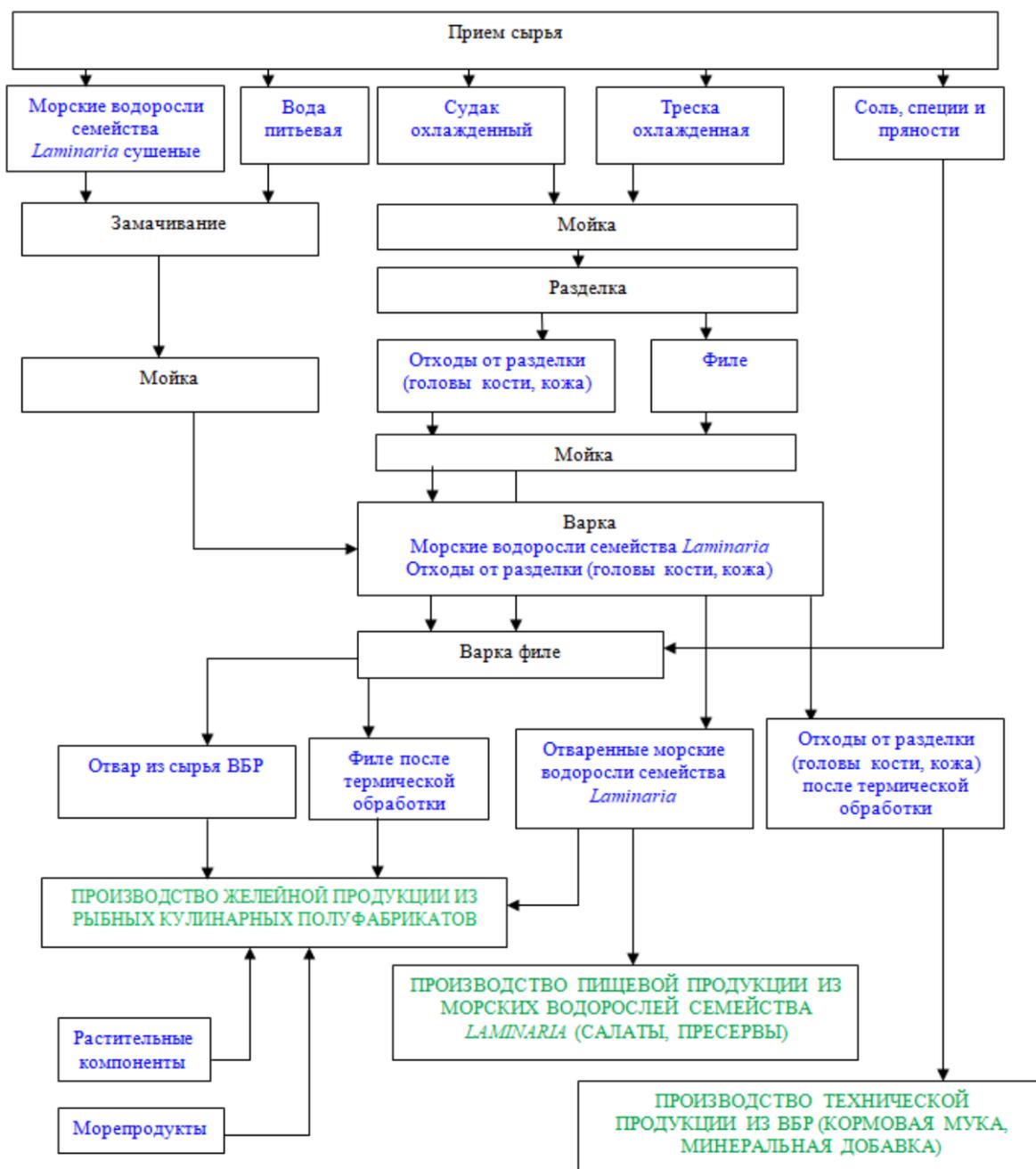


Рисунок 10 - Комплексная схема использования сырья ВБР при производстве пищевой желейной продукции

Отвары используются в технологии желейной продукции по приведенной выше технологии. Исходное сырье, подвергнутое термической обработке – варке, используется для производства пищевой продукции: морские водоросли семейства *Laminaria* после термической обработки направляются на производство салатов, пресервов из морской капусты. Отходы от разделки рыбы, оставшиеся после термической обработки, рекомендуется направлять на производство технической продукции – кормовой муки или минеральных добавок.

Результаты оценки экономической эффективности показали, что данная технология переработки ВБР при комплексном использовании сырья и производства желейного продукта является рентабельной. В таблице 5 представлены значения экономической эффективности для различных вариантов технологии: без производства желейного продукта, то есть без использования рыбных отходов (вариант №1); с производством желейного продукта, плотной частью которого является филе судака и трески (вариант №2); с производством желейного продукта, плотной частью которого является мясо судака, трески и морская капуста (вариант №3).

Таблица 5 – Экономическая эффективность комплексной обработки водных биоресурсов

	Рентабельность, %
Вариант №1	18,3
Вариант №2	24,7
Вариант №3	43,4

Результаты оценки экономической эффективности показали, что данная комплексная технология переработки ВБР является рентабельной. Нужно отметить, что при производстве желейного продукта, плотной частью которого является филе судака и трески (вариант №2) рентабельность выше на 6,4 % по сравнению с вариантом №1, при котором не используются рыбные кулинарные полуфабрикаты для выработки желейного продукта. Высокая экономическая эффективность объясняется достаточно высоким выходом желейного продукта и его стоимостью, т.к. данный продукт содержит значительное количество филе рыбы, являющегося достаточно дорогим продуктом. Для большего повышения экономической эффективности данной технологии, возможно использование обрезей рыбы в качестве плотной части желейного продукта, а целое филе рационально направлять на реализацию как самостоятельный продукт.

Отмечено, что одна из предложенных рецептур желейного продукта, включающая мясо судака, мясо трески балтийской и морскую капусту, позволяет существенно повысить экономическую эффективность производства путем замены части рыбного сырья, являющегося более дорогостоящим, морскими водорослями, при условии сохранения стоимости продукта. Рентабельность данного варианта производства составляет 43,4 %, что в 2,3 раза больше в сравнении с вариантом технологии без использования рыбных отходов и в 1,7 раза

выше по сравнению с вариантом производства желейного продукта, в котором плотной частью является филе судака и трески.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно обоснована технология желейных пищевых изделий, обладающих высокими органолептическими характеристиками, стабильной структурой, высокой пищевой ценностью и диетическими свойствами за счет применения отваров из пищевой рыбной продукции (рыбных отходов и ламинариевых водорослей), позволяющая расширить ассортимент продукции и повысить комплексность и экономическую эффективность использования рыбного сырья.

Результаты проведенного научного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В ходе анализа современного состояния технологии пищевых желейных изделий из пищевой рыбной продукции (пищевых рыбных отходов и ламинариевых водорослей) показана перспективность дальнейшего развития таких разработок, обеспечивающих комплексное использование сырья, расширение ассортимента готовой продукции, повышение ее качества и добавочной стоимости.

2. Установлено, что отходы от разделки балтийской трески и судака, а также ламинариевые водоросли обладают высокой пищевой ценностью и могут являться сырьем для приготовления отваров для желейной продукции.

3. Установлены рациональные технологические параметры обработки рыбного сырья - отходов от разделки рыбы и ламинариевых водорослей. Математическим моделированием показано, что органолептические характеристики отваров из голов и костей трески и судака являются наилучшими при продолжительности варки 60 минут при гидромодуле 2, а для кожи трески – 40 минут при гидромодуле 2. Лучшими параметрами обработки водорослей семейства *Laminaria* является варка в течение 10 минут при гидромодуле 1.

4. Установлено, что добавление структурообразователя «Майомил Е-06» в незначительных концентрациях - 0,1% , увеличивает значение предельного напряжения сдвига продукта в 5 раз по сравнению с образцом без добавок. Другие комплексные структурообразователи достигают подобного эффекта при более высоких концентрациях – 0,3 и 0,5 % соответственно.

5. Разработаны рецептуры и ассортимент желейных продуктов из рыбных кулинарных полуфабрикатов методом компьютерного моделирования с применением функции желательности Харрингтона. Показано, что после внесения желирующего отвара в рецептурные композиции, показатель биологической ценности остается на достаточно высоком уровне и превышает 75 % для всего ассортиментного ряда. Подтверждено, что сочетание отвара, содержащего желатин с невысокой биологической ценностью, с мышечными белками рыбы позволяет получить продукт с максимальным показателем усвоения белка.

6. Срок годности желейной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов составил 15 суток при температуре  $4 \pm 2$  °С. Подтверждено влияние

принципов асептического консервирования и активности воды на сроки годности жележных продуктов из кулинарных полуфабрикатов и их качество.

7. Установлено соответствие пищевой ценности физиологическим нормам, показавшее, что степень удовлетворения потребности в белках достаточно высока и в зависимости от физической активности и возраста составляет: 8,5 – 15,4 % для мужчин, 11,5 – 17,2 % для женщин и 11,5 – 27,8 % для детей. Белок в данном продукте легко усваиваем, о чем свидетельствует показатель PDCAAS, близкий 100 % для всего ассортимента продукции. Ввиду низкой калорийности, данный продукт можно рекомендовать в диетическом питании.

8. Разработана технология жележной продукции из рыбных кулинарных полуфабрикатов (отвара из сушеной ламинарии, голов и костей из судака и трески), апробированная в условиях ООО «Навага», а также предложена технология комплексной переработки ламинарии и рыбы с дополнительным выпуском пищевой и кормовой продукции. Результаты оценки экономической эффективности показали, что данная комплексная технология переработки ВБР является эффективной, рентабельность которой может достигать 43,4 % в зависимости от ассортимента продукции.

**Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:**

**- в изданиях перечня ВАК**

1. Андреев М. П., Морозов И. О. Характеристика железирующих отваров из вторичного сырья, получаемого при переработке водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. – М., 2019. – № 3. – С. 116-120.

2. Андреев М. П., Морозов И. О. Влияние структурообразователей различной природы на реологические свойства жележных пищевых продуктов на основе вторичного рыбного сырья // Научный журнал «Известия КГТУ». – Калининград. – № 57. – 2020. – с. 89-98

**- в других изданиях**

3. Андреев М. П., Андрюхин А. В., Морозов И. О. Анализ современных технологий и перспективных направлений производства продукции из ламинариевых водорослей / Материалы X Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2015. – 119-123 с.

4. Андреев М. П., Морозов И. О. Математическое моделирование в технологии продуктов питания на основе отвара ламинариевых водорослей // Материалы международной научно конференции «Инновации в технологии продуктов здорового питания», – Калининград: КГТУ, 2016. – 13-19 с.

5. Андреев М. П., Морозов И. О. Разработка и обоснование технологии продуктов питания на основе отвара морских водорослей семейства ламинариевых / IV Международный балтийский морской форум. IV Международная научная конференция «Морская техника и технологии. Безопасность морской

индустрии»: тезисы докладов. Часть 1. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2016. – 188-190 с.

6. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Разработка технологии рыбного желе из отвара ламинарии / Материалы международной научно конференции «Инновации в технологии продуктов здорового питания», – Калининград: КГТУ, 2016. – 13-19 с.

7. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Характеристика ламинариевых отваров и продуктов на их основе // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2017. – 73-78 с.

8. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Анализ современных технологий и перспективных направлений производства продукции из вторичного сырья, получаемого при переработке водных биоресурсов // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2019. – 60-64 с.

9. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Проектирование рецептуры желейного продукта из вторичного сырья, получаемого при переработке водных биоресурсов // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2019. – 64-71 с.

10. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Разработка технологии желейной продукции из вторичного сырья, получаемого при переработке водных биоресурсов // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2019. – 71-76 с.

11. **Морозов И. О.** Установление оптимальных параметров тепловой обработки вторичного рыбного сырья для получения желирующих отваров // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», – Калининград: АтлантНИРО, 2019. – 111-116 с.

12. **Морозов И.О.**, Андреев М.П. Разработка рецептуры желейного продукта на основе желирующих отваров из вторичного сырья, получаемого при переработке водных биоресурсов // Материалы VI Национальной научной конференции «Инновации в технологии здорового питания», – Калининград: КГТУ, 2019. – 66-72 с.

13. Андреев М. П., **Морозов И. О.** Оценка эффективности использования отваров водных биоресурсов для производства пищевых продуктов при комплексной переработке сырья // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов Международной научно-практической конференции (27 ноября 2020г., г.Краснодар) / Кубанский филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. – Краснодар, 2020. – с.231-235.

14. **Морозов И.О.**, Андреев М.П. Оценка соответствия железных продуктов из вторичного сырья водных биоресурсов потребностям в питательных веществах и энергии для различных групп населения // Технологии и продукты здорового питания: сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием / Под общей ред. Неповинных Н.В., Поповой О.М., Фатьянова Е.В. – Саратов: СГАУ, 2021.-с. 436-439

#### **Перечень используемых сокращений**

АК – Аминокислота;

АКС – Аминокислотный скор;

БЦ – Биологическая ценность;

ВБР – Водные биологические ресурсы;

КРАС – Коэффициент различия аминокислотных скоров;

КМАФАнМ – Количество мезофильно-анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов;

КОЕ – Колониеобразующие единицы;

ГОСТ – Государственный стандарт;

ТИ – Технологическая инструкция;

ТУ – Технические условия;

ТР ЕАЭС – Технический регламент Евразийского экономического Союза;

PDCAAS - Protein digestibility-corrected amino acid score (Аминокислотный коэффициент усвояемости белков).