На правах рукописи

Ярцева Наталья Васильевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФАРША ИЗ ПРУДОВЫХ РЫБ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО

Специальность 05.18.15 –
Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения
и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2022

Диссертационная работа выполнена
в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении
высшего образования «Астраханский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «АГТУ»)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Долганова Наталья Вадимовна (Россия)

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Дворянинова Ольга Павловна (Россия),
декан факультета безотрывного образования,
заведующий кафедрой управления качеством
и технологии водных биоресурсов
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»

кандидат технических наук
Зарубин Никита Юрьевич (Россия),
ведущий научный сотрудник отдела
инновационных технологий
Департамента технического регулирования
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет» (КубГТУ)

Защита диссертации состоится 30 июня 2022 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета Д 212.287.05 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/ Народной Воли, 62/45, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», зал диссертационных советов (ауд. 150).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». Автореферат размещен на официальном сайте ВАК Минобрнауки России: https://vak.minobrnauki.gov.ru и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»: http://science.usue.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент Л. А. Донскова

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Товарная аквакультура по-прежнему занимает невысокое место в производственной и экономической структуре рыбохозяйственного комплекса страны. В течение последних 5 лет доля товарной аквакультуры в общем объеме продукции из гидробионтов остается на уровне 3,7 %. В рыбоводческих хозяйствах страны выращивают карпа, карася, белого амура, белого и пестрого толстолобика, щуку, судака, европейского, африканского и канального сома, веслоноса, стерлядь, бестера, ленского осетра, радужную форель и другие виды пресноводных рыб. Наличие современных нерестовых прудов и хорошо оснащенных инкубационных цехов позволяет в больших объемах производить молодь всех указанных видов рыб. Объемы получаемого и выращиваемого рыбопосадочного материала позволяют зарыблять не только собственные пруды рыбоводческих хозяйств, но и естественные водоемы.

Во многих хозяйствах введены в эксплуатацию рыбоперерабатывающие цеха по изготовлению полуфабрикатов из товарной аквакультуры: рыбное филе, фарши, кулинарные полуфабрикаты в охлажденном или замороженном состоянии. Рыбная продукция, обладающая полезными свойствами, удобством в приготовлении кулинарных блюд и доступностью в любое время года, пользуется высоким спросом на российском рынке. Большое внимание уделяется созданию рыбных кулинарных продуктов с заданным составом и свойствами, повышенной пищевой и биологической ценности для ежедневного употребления в пищу. Учеными разных направлений разрабатываются комбинированные изделия из рыбного фарша, кремы и паштеты рыбоовощные, колбасы и колбасные изделия, кулинарная продукция и функциональные продукты для различных групп населения.

Технологически и экономически выгодно перерабатывать прудовую рыбу на фарш, так как трудоемкие операции: удаление чешуи, головы, многочисленных костей, внутренностей, плавников, в том числе икры или молок, освобождает потребителя от выполнения данных операций в домашних условиях. Фарши от разных прудовых рыб имеют различные технологические свойства, поэтому необходимо применять технологическую операцию, которая позволит улучшить технологические свойства рыбных фаршей и переработать сырье совместно.

Помимо переработки фарша, нужно решать проблему его хранения. Применение процедуры замораживания рыбной продукции имеет больше преимуществ, чем при высушивании или консервировании, так как необходимы затраты на производство. Подбор оптимального способа замораживания и хранения рыбного фарша решил бы проблему выпуска продукции на одном предприятии и удовлетворил бы удобство использования для потребителей и предприятий питания, выпускающих конечную кулинарную продукцию.

Потери белка и липидов после технологической обработки можно урегулировать введением овощных и крупяных ингредиентов. Введение сложных углеводов повысит пищевую и биологическую ценность, а введение функционального углеводного компонента придаст продукту интерес потребителей, следящих за питанием и здоровьем. Исследований по введению функциональных веществ, в частности лактулозы, в рыбную продукцию в настоящее время мало. Ее активно внедряют в хлебобулочные, кондитерские, молочные и мясные продукты (И. А. Евдокимов, А. Г. Храмцов, В. И. Шипулин). Лактулоза, помимо функциональных свойств, при тепловой обработке способна улучшать внешний вид и запах продукции за счет образования азотсодержащих пигментов. Путем подбора качественного и количественного состава с использованием математических программ и алгоритмов, можно разработать рецептуры и блюда, совмещающие высокие органолептические, физико-химические и биологические показатели продукции. Отходы в условиях производства можно использовать для изготовления кормовой и технической продукции.

Степень разработанности темы исследования. Исследования в области разработки технологий и рецептур функциональных продуктов питания научно обоснованы в исследованиях Л. С. Абрамовой, Л. В. Антиповой, В. Д. Богданова, Т. М. Бойцовой, О. П. Дворяниновой, Н. Ю. Зарубина, С. А. Калманович, Г. И. Касьянова, Е. П. Корневого, С. Я. Корячкиной, В. А. Тутельяна, О. В. Евдокимовой, Т. В. Шленской, М. П. Могильного, В. И. Криштафович, Б. А. Баранова, В. М. Позняковского, М. А. Николаевой, И. А. Евдокимова, Е. Н. Харенко, А. Г. Храмцова, В. И. Шипулина, I. Coldberg, H. Bushkkiel, H. I. Fetter, L. W. Hand и др.

Исследования в области моделирования рецептур пищевых продуктов и технологий их производства базируются на использовании основополагающих критериев оценки качества и теоретических представлений, обоснованных известными академиками, такими как И. А. Рогов, Н. Н. Липатов-мл., А. Б. Лисицын, Е. И. Титов, а также системных подходах при моделировании ассортиментно-рецептурных систем, предложенных в трудах В. В. Кафарова, Л. С. Гордеева, И. И. Протопопова, Ю. А. Ивашкина и многих других.

Вышеперечисленными исследователями не рассматривались вопросы получения гранулированного промытого фарша из прудовых видов рыб, обогащенного лактулозой, на основе которого можно проектировать новые рыбные кулинарные изделия, сбалансированные по биологической, пищевой и энергетической ценности.

Цель диссертационного исследования заключается в совершенствовании технологии рыбного фарша из прудовых рыб и товароведная оценка качества кулинарных изделий из него.

Для решения цели необходимо рассмотреть и решить ряд **задач**:

– проанализировать состояние аквакультуры и рыбохозяйственного комплекса Каспийского региона; технологические особенности производства рыбного фарша и применение лактулозы в качестве функционального компонента в технологии рыбных фаршей;

– обосновать целесообразность расширения ассортимента кулинарной продукции из рыбного фарша прудовых рыб и провести исследование предпочтений при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани;

– исследовать свойства фаршей из прудовых видов рыб и определить рациональные способы их модернизации для применения в технологии производства рыбного фарша;

– смоделировать рецептурные композиции кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша из прудовых рыб с лактулозой и провести оценку их качества;

– установить экономическую эффективность усовершенствованной технологии и разработать нормативно-техническую документацию на продукцию из гранулированного рыбного фарша с лактулозой.

Научная новизна работы содержит п. 6, 8, 11 и 13 Паспорта специальности 05.18.15 ВАК РФ.

1. Установлены потребительские предпочтения при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани (п. 6 Паспорта специальности 05.18.15).

2. Установлены: продолжительность хранения фаршей из прудового сырья, обогащенного лактулозой (п. 5 паспорта специальности 05.18.15) и технологические способы получения гранулированного фарша из прудового сырья, обогащенного лактулозой (п. 13 Паспорта специальности 05.18.15).

3. Обоснованы усовершенствованные параметры в технологии рыбного фарша из прудовых рыб и предложена рациональная схема организации технологического потока получения рыбного гранулированного фарша с лактулозой на предприятиях общественного питания (п. 13 Паспорта специальности 05.18.15).

4. Спроектированы и обоснованы рецептуры кулинарных изделий из гранулированного рыбного фарша из прудовых рыб с лактулозой, определены пищевая и биологическая ценность, безопасность разработанных изделий (п. 11 Паспорта специальности 05.18.15).

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая значимость диссертационной работы обусловлена проведением комплексных исследований, посвященных вопросам получения гранулированных рыбных фаршей, обогащенных лактулозой, на основе которых можно проектировать рецептурный состав новых рыбных кулинарных изделий, сбалансированных по биологической, пищевой и энергетической ценности. Полученные результаты позволили определить рациональ-

ные режимы проведения, как непосредственно операции по замораживанию и гранулированию фаршевой смеси, так и операции промывки органическими кислотами, необходимой для улучшения потребительских свойств рыбного фарша из прудового карпа. Рекомендованные режимы позволили обеспечить целостность и стабильность технологического потока при росте ресурсо- и энергосбережения, удельной производительности и качественных показателей конечного продукта.

Практическая значимость заключается в реализации разработанных технологий и рецептур кулинарных изделий на предприятиях общественного питания города Астрахани. На внедряемые технологии и изделия разработана и утверждена техническая документация: ТУ 9260-019-00471704-2016 «Фарш пищевой промытый из прудовых видов рыб», ТУ 9260-020-00471704-2020 «Фарш гранулированный из прудовых видов рыб». Имеется положительная апробация технологических решений в учебных и промышленных условиях ООО НПП «ИнТехПрод», ООО «ИнфоПрод», «Ассоциация кулинаров и рестораторов Астраханской области» (г. Астрахань).

Диссертационная работа выполнена в соответствии с НИР ФГБОУ ВО «АГТУ» по теме «Разработка технологии определения качества и безопасности потребительских товаров» (№ 01201051046) и по гранту программы «У.М.Н.И.К.» на тему «Разработка инновационной экологически безопасной технологии кулинарной продукции повышенной пищевой ценности из прудовой рыбы» (№ 8771р/13141).

Методология и методы исследования. При проведении исследований применялись стандартные и усовершенствованные методики при учете их взаимосвязи и принципов системного подхода. Выбранные объекты, способы изучения и анализа опирались на принципы научного поиска, теоретические положения и эмпирические подходы, комбинация которых позволяет с максимальной адекватностью анализировать сложные механизмы протекания процессов в многофункциональных пищевых системах.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты потребительских предпочтений при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани.

2. Технологические параметры изготовления фарша из прудовых рыб с лактулозой и сроки их хранения.

3. Способ организации технологического процесса при производстве гранулированного фарша из прудовых рыб с лактулозой.

4. Рецептуры кулинарных изделий на основе гранулированных фаршей из прудовой рыбы с улучшенными органолептическими и физико-химическими свойствами, функциональная направленность которых повышена введением в их состав лактулозы.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность обусловлена необходимостью сходимости результатов моделирования в интервале 5–7 %, адекватностью опытных данных при практической реализации

технико-технологических рекомендаций, а также понятным физико-химическим описанием изученных явлений, которое не входит в противоречие с известной информацией в ареале исследований.

Апробация результатов работы. Основные выводы, сделанные в результате диссертационного исследования, обсуждались с 2008 г. на международных и всероссийских конференциях: «Проблемы питания: гигиена, безопасность, регионально ориентированный подход» (Киров, 2008), «Управление торговлей: теория, практика инновации» (Москва, 2009), «Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг» (Киров, 2009), АСТИНТЕХ-2010 (Астрахань, 2010), «Теория и практика актуальных исследований» (Краснодар, 2012), «Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания» (Челябинск, 2013), «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности товаров» (Москва, 2013), «Наука и практика – 2017» (Астрахань, 2017), «Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 2020).

Публикации. По результатам исследования опубликована 21 печатная работа, в том числе 10 работ в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, а также получен патент на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав исследований по теме диссертации, выводов, списка литературы и приложений. Основное содержание диссертации изложено на 161 странице, включает 34 таблицы и 51 рисунок. Список литературы насчитывает 183 наименования.

Основное содержание работы

Во **введении** отражена общая характеристика работы. Обоснованы её актуальность, проанализирована степень разработанности проблемы, сформулированы цели и задачи, научная новизна работы, а также её теоретическая и практическая значимость, показана полнота апробации полученных результатов.

В **первой главе** представлена общая информация по теме исследования: дана оценка современного состояния аквакультуры и особенности рыбохозяйственного комплекса Каспийского региона; рассмотрены современные технологии производства пищевого рыбного фарша и их особенности; обоснованы применяемые подходы при введении функциональных компонентов в технологию рыбных фаршей.

Во **второй главе** представлена схема диссертационного исследования (рисунок 1), даны объекты и методы исследования, условия проведения экспериментальных исследований.

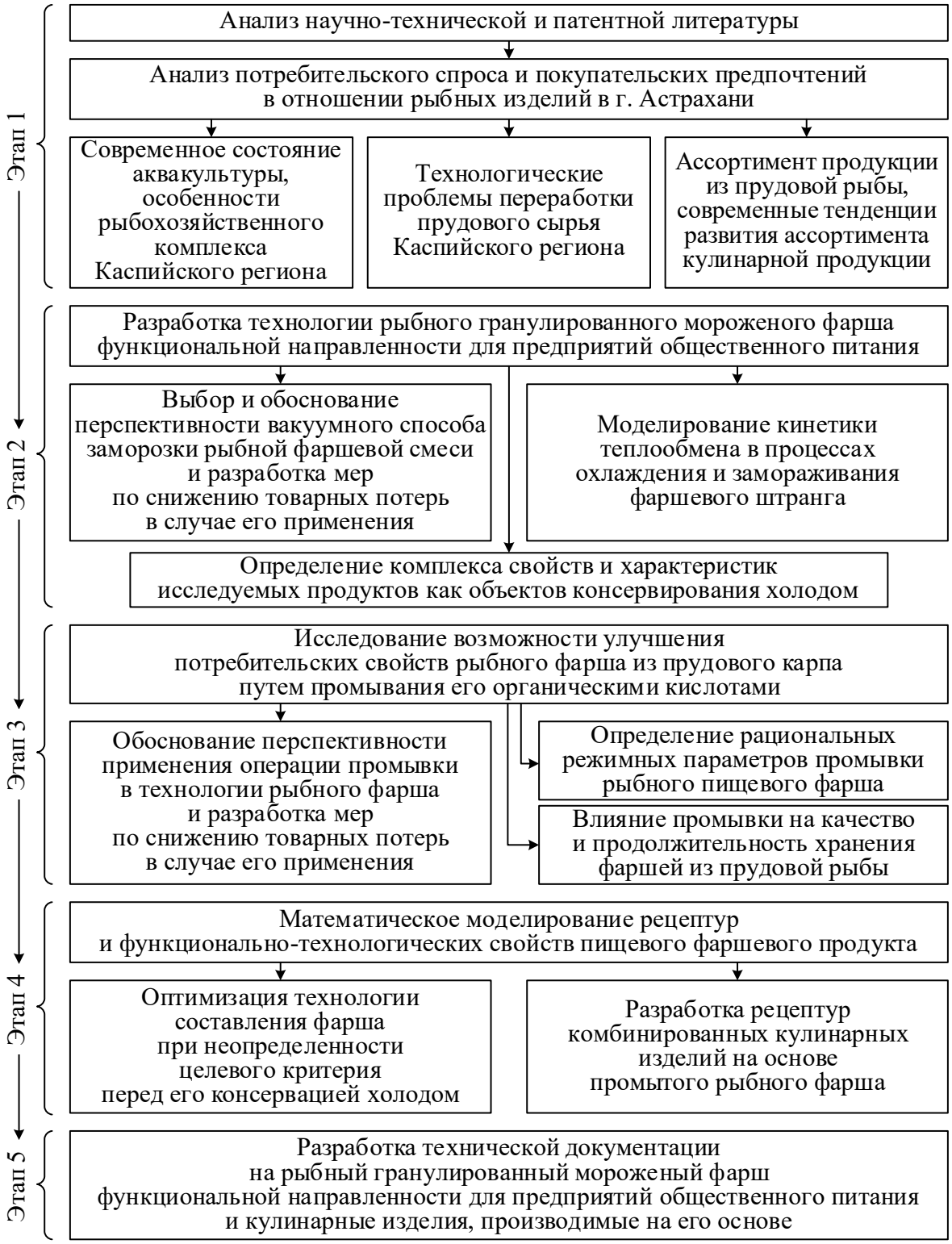

Рисунок 1 – Схема диссертационного исследования

В работе использовали общепринятые органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Полученные результаты исследований обрабатывались с использованием методов математической

статистики, в работе использовали пакеты программ MS Office 2007–2020; Math 14.0; Statistica 6.1.

В **третьей главе** представлено обоснование целесообразности расширения ассортимента кулинарной продукции из рыбного фарша прудовых рыб и результаты маркетингового исследования предпочтений при выборе рыбной кулинарной продукции в г. Астрахани. Фрагмент маркетингового анализа представлен на рисунке 2.

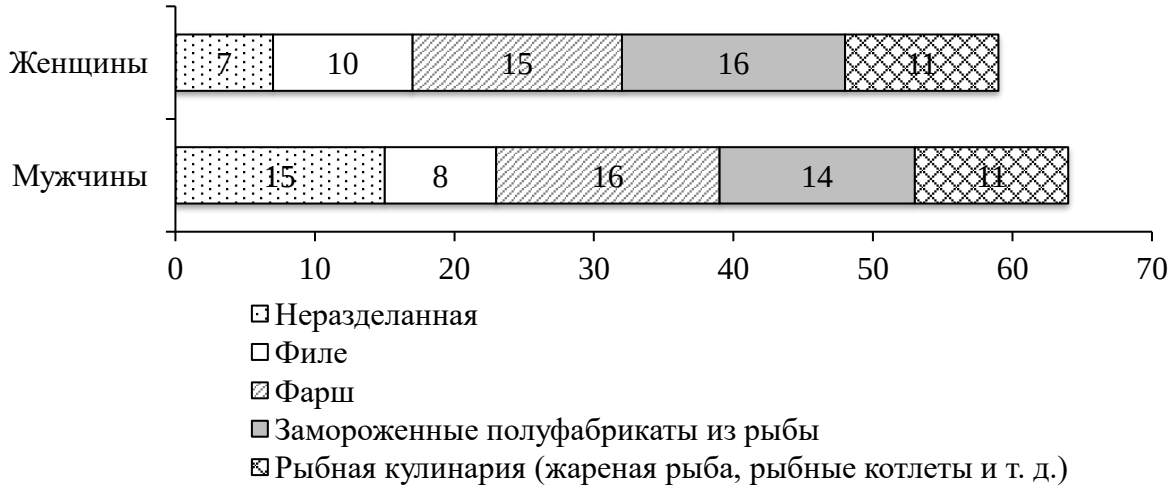

Рисунок 2 – Соотношение спроса при приобретении рыбной продукции кулинарного производства

Установлено, что потребители отдают предпочтение: рыбному фаршу (31 %), рыбной кулинарии (22 %), замороженным полуфабрикатам из рыбы (20 %) и рыбному филе (18 %), меньше востребована неразделанная рыба (9 %), так как многие не хотят тратить время на ее разделку и обработку. Основная часть респондентов выразили недовольство объемом продуктов в розничной торговле. 66 % респондентов считают, что ассортимент рыбной кулинарии можно и нужно расширять, причем за счет новых кулинарных блюд, более дешевых сортов и видов рыбы для людей со средним достатком.

В **четвертой главе** рассмотрено совершенствование технологии производства обогащенного лактулозой фарша из прудовых видов рыб.

Исследования технологических свойств прудового сырья в качестве объектов для переработки показали возможность использования мышечной ткани карпа, белого амура, толстолобика и щуки для получения фаршевых продуктов. Во всех экземплярах преобладают светлые мышцы, но ввиду использования сырья с механическими повреждениями, мясо может иметь сероватый оттенок, консистенция водянистая. Результаты исследования химического состава мышечной ткани прудовых рыб показали возможность ее отнесения к белковому (16–18 % белка), среднежирному (2–8 % липидов) сырью.

Анализ органолептических показателей качества фаршей из белого амура и толстолобика показал возможность их направления на производство полуфабрикатов без дополнительных операций. Для фаршей из карпа и щуки, имеющих серый цвет и мажущуюся консистенцию, необходимо дополнительно подбирать операции по улучшению цвета и консистенции. В связи с этим были проведены исследования по определению рационального соотношения между фаршами карпа и щуки, и изучены их свойства.

Оптимальное соотношение фаршей щука – карп составило 30:70, при данных условиях улучшается формуемость и вкус после варки, но цвет остается серым. Предложена техология промывания комбинированного фарша из щуки и карпа органическими кислотами: варьировали гидромодуль, концентрацию растворов органических кислот и времени промывания. В качестве контроля ориентировались на фарш, промытый водой (рисунок 3).

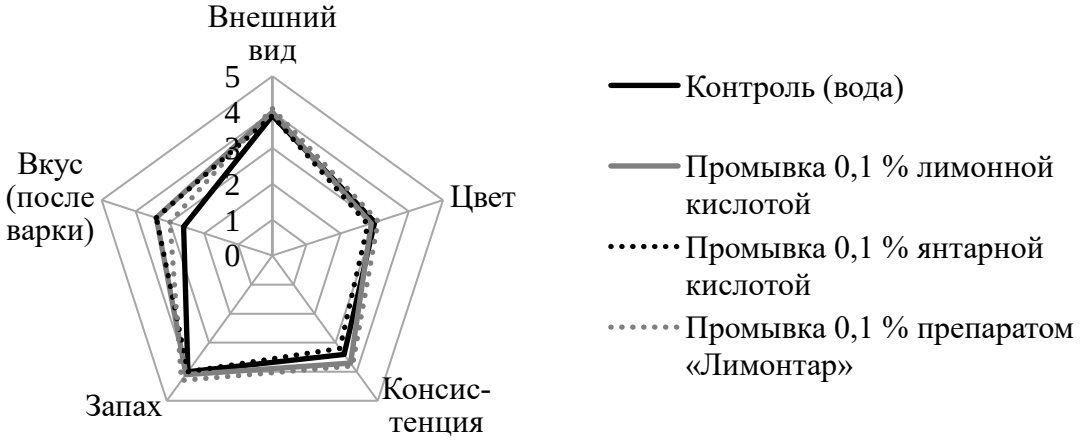

Рисунок 3 – Профилограмма органолептических показателей комбинированного фарша (щука – карп 30:70) в зависимости от вида промывного раствора

Установлено, что промывка препаратом «Лимонтар» с начальной концентрацией 0,1 % к массе фарша и продолжительностью не более 30 мин улучшает внешний вид: фарш держит форму, вымываются посторонние включения, а также остатки кожи и пленки. Цвет фарша имеет приятный бело-серый или розовато-кремовый оттенок, консистенция нежная, мягкая, упругая. С возрастанием концентрации промывного раствора и времени промывании более 30 мин наблюдается ухудшение консистенции – она становится мажущаяся, распадающаяся и водянистая. Промывка влияет на изменение химического состава (таблица 1), в частности, промывные растворы вызывают увеличение влажности продукта, снижают содержание белка, минеральных веществ и липидов.

Таблица 1 – Химический состав комбинированного фарша с использованием препарата «Лимонтар»

Физико-химические показатели	Время промывки с 0,1 % препаратом «Лимонтар», мин				
	5	10	15	20	30
ГМ 1:2					
Белки, %	15,3 ± 0,8	14,0 ± 0,8	12,7 ± 0,6	12,3 ± 0,6	12,0 ± 0,5
Жиры, %	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0
Вода, %	79,6 ± 4,0	79,9 ± 4,0	80,1 ± 4,1	80,7 ± 4,1	80,9 ± 4,1
Энергетическая ценность, ккал	80,4 ± 4,0	74,8 ± 0,3	69,2 ± 0,3	67,1 ± 0,3	64,8 ± 0,3
ГМ 1:3					
Белки, %	17,2 ± 0,9	16,4 ± 0,8	15,0 ± 0,8	10,0 ± 0,6	8,6 ± 0,4
Жиры, %	3,8 ± 0,2	3,02 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,0 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,0
Вода, %	78,4 ± 4,0	80,0 ± 4,0	81,7 ± 4,1	86,9 ± 4,4	88,4 ± 4,4
Энергетическая ценность, ккал	107,5 ± 5,4	97,3 ± 4,9	88,1 ± 4,4	62,7 ± 3,1	54,9 ± 2,8
ГМ 1:5					
Белки, %	16,5 ± 0,8	16,0 ± 0,8	15,6 ± 0,8	15,1 ± 0,8	14,2 ± 0,7
Жиры, %	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Минеральные вещества, %	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
Вода, %	81,8 ± 3,9	82,4 ± 4,1	82,8 ± 4,1	84,3 ± 4,2	84,7 ± 4,2
Энергетическая ценность, ккал	87,5 ± 4,4	76,5 ± 3,8	65,6 ± 3,3	59,4 ± 3,0	50,1 ± 2,5

Определено, что рациональный гидромодуль фарш – раствор составляет 1:3. При таком условии потери белка, минеральных веществ и липидов в фарше будут минимальны, а выход фарша и ВУС свидетельствуют о хорошей формующей способности полуфабриката (рисунок 4).

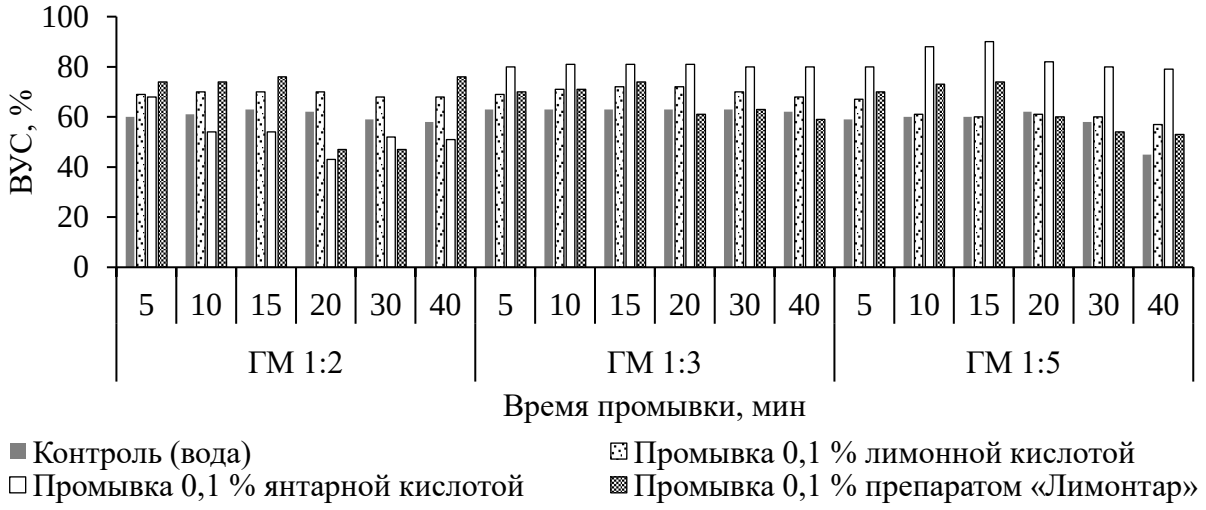

Рисунок 4 – Динамика ВУС комбинированного фарша в зависимости от промывного раствора, гидромодуля раствора и времени промывания

Установлены рациональные параметры, улучшающие технологические показатели комбинированного фарша: промывка комбинированным способом (лимонная и янтарная кислота 1:4, соответственно) с концентрацией раствора 0,1 % к массе фарша, гидромодуль 1:3, продолжительность 10–15 мин. При соблюдении этих параметров потери белка, минеральных веществ и липидов минимальны, а влагоудерживающая способность находится в диапазоне 75–85 %, что свидетельствует о хорошей формующей способности фаршевого полуфабриката, консистенция и цвет улучшаются.

Определено, что после 6 мес. холодильного хранения у всех образцов фаршей уменьшается предельное напряжение сдвига (ПНС) (таблица 2). Это связано с разрушением структурных связей под действием комплекса микробиологических и биохимических процессов, что приводит к увеличению влажности фарша и плохой формуемости изделий из него. Запах остается свойственным промытому фаршу, но в нем усиливается специфический рыбный запах, консистенция становится дряблой, влажной, а цвет – серым, бледным; появляется посторонний кисловатый привкус.

Таблица 2 – Динамика ПНС комбинированного промытого фарша из щуки и карпа в процессе холодильного хранения

Срок хранения, сут	ПНС комбинированного промытого фарша из щуки и карпа, Па	
	Контроль	Опытный образец
0	423,0 ± 21,2	996,0 ± 49,8
30	419,0 ± 21,0	951,0 ± 66,6
60	419,0 ± 25,1	923,0 ± 73,8
90	416,0 ± 29,1	894,0 ± 44,7
120	416,0 ± 20,8	860,0 ± 60,2
150	410,0 ± 28,7	854,0 ± 51,2
180	406,0 ± 20,3	830,0 ± 41,5

Анализ химического состава рыбных фаршей в процессе холодильного хранения показал, что комбинированный фарш после промывочной операции теряет 28 % белков, 42,5 % липидов и 60 % минеральных веществ, имеет повышенное содержание влаги, при этом уменьшается калорийность. При промывке фарша водой теряется до 42,5 % белков, 71,6 % липидов и 78,3 % минеральных веществ. Установлено, что повышенное содержание липидов до промывки может привести к их окислению. При промывочной операции часть липидной фракции теряется, что повышает время хранения фарша.

Увеличение кислотного и перекисного числа контрольных образцах фаршей показателей связано с окислением липидов. В опытных образцах стабильность показателей связана с низким содержанием липидов после промывки, а также антиокислительным действием лимонной кислоты. Остатки лимонной кислоты препятствуют окислению липидов в мороженом фарше путем разрушения перекисей жира.

КМАФАнМ в опытных образцах к концу срока хранения снизилось в среднем с $3{,}15 \cdot 10^3$ до $1{,}78 \cdot 10^2$ КОЕ/г, а в контрольных образцах осталось на уровне $5{,}4 \cdot 10^3$ КОЕ/г. На основе исследований можно рекомендовать срок хранения промытых пищевых фаршей из прудовой рыбы не более 6 мес. при температуре (−18 ± 0,5) °С, при этом возможно исключение из рецептур веществ, улучшающих вкусовые и структурно-механические характеристики фаршевых систем.

Изучена возможность введения лактулозы в рыбные фарши с целью улучшения технологических свойств и придания функциональной направленности. Установлено, что увеличение количества лактулозы свыше 10 % от массы рыбного фарша отрицательно сказывается на вкусовых ощущениях, в частности, увеличивает послевкусие и сладость продукта (рисунок 5). Окраска, консистенция и запах образцов рыбных фаршевых систем практически не отличаются от органолептических показателей контрольных образцов.

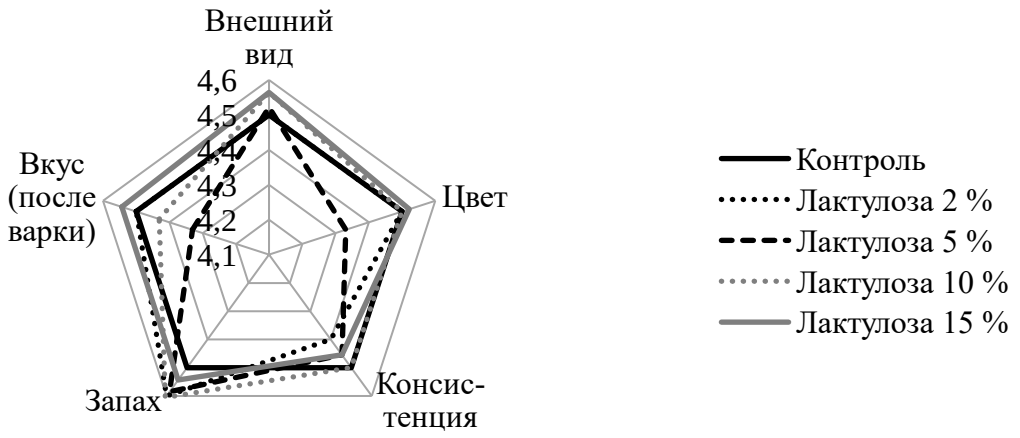

Рисунок 5 – Профилограмма органолептических показателей комбинированного фарша в зависимости от количества функциональной добавки

На следующем этапе исследования изучено влияния гранулирования на хранимоспособность пищевых промытых фаршей из прудовой рыбы, обогащенных лактулозой. Показана целесообразность использования вакуумного гранулятора одновременно с подмораживанием и вакуумной упаковкой гранул в пакеты для последующего хранения.

Установлено, что внесение сухой лактулозы, которая способна сорбировать влагу, приводит к повышению доли воды в связанном состоянии и падению величины криоскопической температуры на 0,4 °С (таблица 3). При увеличении температуры плотность фарша постепенно повышается и достигает величины 940 кг/м^3, а вязкость увеличивается до 890 Па·с при достижении криоскопической температуры в исследуемом материале, после чего значение рассматриваемой характеристики остается практически постоянной до 10 °С.

Таблица 3 – Теплофизические характеристики объектов исследований

Показатель	Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа	Комбинированный промытый фарш из щуки и карпа с лактулозой
Криоскопическая температура, °С	−0,8 ± 0,03	−1,2 ± 0,04
Вода, %	75 ± 3,8	72 ± 3,6
Средние величины ρ, кг/м^3, для $t_{криоскоп} \leq t_{ср} \leq 5$ °С	925 ± 46,3	940 ± 28,2
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	3 611 ± 172,5	3 652 ± 182,6
Температуропроводность, м^2/с	3,3 ± 0,18	3,11 ± 0,16
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	1,11 ± 0,06	1,07 ± 0,05
Средняя величина эффективной вязкости, Па·с	690 ± 27,6	890 ± 35,6

Определены параметры снижения температуры рыбного фарша (рисунок 6) при подмораживании: жгут фарша поступает в морозильный вакуумный отсек из фильеры кожухотрубного теплообменного узла под действием градиента давления на участке от фильеры до вакуумного отсека, где происходит подмораживание до (−1,5 ± 0,2) °С и разделение измельчительным устройством жгута на гранулы, которые по воздействием гравитации ссыпаются в накопительный отсек, где проводят их дозировку и вакуум-упаковку.

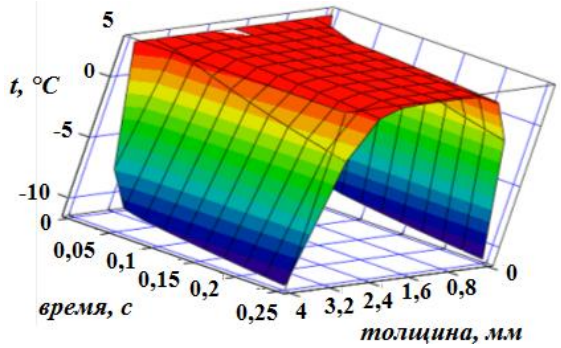

Рисунок 6 – Динамика температурного поля в фильерной щели (*t*, °С) по толщине жгута (*l*, мм) рыбного фарша в период понижения температуры (τ, с)

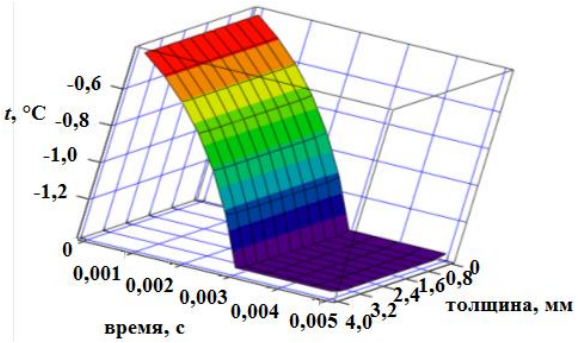

Рисунок 7 –Динамика температурного поля (*t*, °С) по глубине жгута (*l*, мм) рыбного фарша в период понижения температуры (τ, с)

Отмечено (рисунок 7), что заданная температура рыбного фарша, посредством решения уравнения переноса тепловой энергии, достигает своего итогового значения почти мгновенно. Распределение температур по диаметру поперечного сечения жгута рыбного фарша при подмораживании соответствует минус 1,4 °С. Применение подмораживания для производства рыбного фарша оправдано по сравнению с быстрой криообработкой, так рыбный фарш хранят при минус 18 °С, и быстрое замораживание до более низких температур, что дает возможность сократить длительность этих процедур при сохранении качественных показателей получаемых гранул.

В **пятой главе** представлены результаты моделирования рецептур кулинарных изделий из гранулированного комбинированного фарша из прудовых рыб и их товароведная оценка качества, даны практические рекомендации по внедрению результатов исследования.

Проведенные на этом этапе комплексные исследования модельных фаршевых смесей из прудовой рыбы позволили предложить технологическую схему (рисунок 8).

Рисунок 8 – Технологическая схема гранулированного промытого рыбного фарша из прудового сырья с пребиотической добавкой функционального назначения «Лактулоза»

Внесенные дополнения в технологию гранулированного фарша касаются операции промывки грубоизмельченного сырья, при которой теряются растворимая в воде белковая фракция, небелковый азот и минеральные вещества, что обусловливает уменьшение упруго-вязких характери-

стик и водоудерживающей способности рыбного фарша при криообработке и хранении.

На основе моделирования рецептур была изготовлена кулинарная продукция: рыбные шарики, рыбные каштаны, рыбный рулет и рыбные трубочки. Моделирование проводилось по аминокислотному и жирнокислотному составу. С учетом значений частных функций желательности каждой из аминокислот (d_i) обобщенный критерий желательности сбалансированного аминокислотного состава (D) для разработанных рецептурных моделей составил: для рыбных шариков – 0,85; для рыбных каштанов – 0,98; для рыбного рулета – 0,97; для рыбных трубочек – 0,75. Данные значения по шкале желательности соответствуют оценке «отлично».

С учетом значений частных функций желательности каждой из жирных кислот (d_i) обобщенный критерий желательности сбалансированного жирнокислотного состава (D) для разработанных рецептурных моделей составил: для рыбных шариков – 0,998; для рыбных каштанов – 0,98; для рыбного рулета – 0,98; для рыбных трубочек – 0,94. Данные значения по шкале желательности соответствуют оценке «отлично».

В результате последовательного компьютерного моделирования многокомпонентных изделий были разработаны четыре рецептуры, апробированные на ООО НПП «ИнфоПрод». Регламентируемые показатели качества представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Регламентируемые органолептические показатели разработанной кулинарной продукции

Показатель	Характеристика			
	Рыбные каштаны	Рыбные шарики	Рыбные трубочки	Рыбный рулет
Внешний вид	Округлой формы, панировка не отстает от шарика, шарик не разваливается	Округлой формы, панировка не отстает от шарика, шарик не разваливается	Продолговатой формы, панировка не отстает от трубочки, трубочка не разваливается	Правильной формы, не разваливается
Цвет	От светлого до золотистого	От светлого до золотистого	От светлого до золотистого	От золотистого до темно-коричневого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся			
Запах и вкус	Жареных и запеченных продуктов с ароматом специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков	Запеченных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков	Обжаренных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленых, без посторонних примесей и порочащих признаков	Запеченных рыбных продуктов с ароматом овощей и специй, в меру соленый, без посторонних примесей и порочащих признаков

Качество разработанных рецептур устанавливалось на основе их химического состава и энергетической ценности (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав разработанных кулинарных изделий

Изделие	Химический состав, %						Калорийность, ккал/100 г
	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества	Пищевые волокна	Влага	
Кулинарные изделия							
Шарики	11,8 ± 1,8	4,1 ± 1,0	10,8 ± 1,8	1,5 ± 0,3	1,2 ± 0,1	70,6 ± 3,5	132,5 ± 6,6
Каштаны	10,3 ± 1,5	7,4 ± 1,1	6,8 ± 1,0	1,2 ± 0,1	0,3 ± 0,0	74,0 ± 3,6	136,5 ± 6,8
Рулет	10,2 ± 1,6	3,8 ± 0,4	12,4 ± 2,2	1,3 ± 0,2	1,5 ± 0,1	70,8 ± 4,2	131,3 ± 6,6
Трубочки	10,5 ± 1,6	3,5 ± 0,4	11,2 ± 1,9	1,0 ± 0,2	0,4 ± 0,0	73,4 ± 4,4	119,0 ± 6,0

Энергетическая ценность рыбных каштанов выше за счет использования в составе грибов в начинке, белого хлеба – в панировке и растительного масла во время обжарки. В рыбных шариках и рыбном рулете увеличение пищевой ценности связано с использованием в составе яиц и сыра, а морковь и тыква увеличили содержание пищевых волокон. Рыбные трубочки также в составе содержали яйца, сыр, тыкву и морковь, но по калорийности уступили остальным рецептурам.

Анализ санитарных и гигиенических показателей качества для изделий, полученных по разработанным рецептурам, показал соответствие требованиям ТР ЕАС 040/2016.

В предлагаемой технологии, где происходит одновременное перемешивание гранул фарша, компонентов смеси и добавок в фаршемешалке, влияние негативных явлений снижается: отсутствует необходимость размораживания гранул фарша ввиду его дефростации в процессе перемешивания; снижается энергоемкость и длительность перемешивания; снижается термоэффект при перемешивании и негативное влияние физико-химических трансформаций. Кроме того, использование гранулированной продукции упрощает операции взвешивания и дозировки фаршевой составляющей в смеси.

На основании усовершенствованной технологии была рассчитана экономическая эффективность. Рентабельность выпускаемой продукции составила 10 %. Цена за единицу продукции – 183,23 р/кг. Полная себестоимость проекта – 49 694 443,92 р. Срок окупаемости проекта – 3 года. Внедрение технологии позволит рационально использовать прудовое рыбное сырье, выращиваемое в Астраханской области.

Заключение

В качестве основных выводов диссертационного исследования следует отметить следующие.

1. Анализ современного состояния аквакультуры Каспийского региона показал активное наращивание прудового рыбоводства, а совместное выращивание карпа, белого амура, толстолобика и щуки позволит контролировать популяцию непродуктивной хищной рыбы и малоценной растительноядной рыбы. Комплексная переработка прудовой аквакультуры позволит сэкономить финансовые ресурсы.

2. Анализ изучения потребительских предпочтений показал популярность продуктов кулинарного производства на основе гидробионтов. Разнообразить ассортимент рыбной продукции можно за счет введения ценных компонентов и переводе кулинарной продукции в разряд функциональных. Это обосновывает целесообразность использования рыбного фарша как базы для изготовления продукции с функциональными характеристиками.

3. В результате исследования технологических свойств фаршей из прудового карпа, белого амура, толстолобика и щуки выявлена возможность направлять их на гранулирование. Так, органолептические показатели качества фаршей из белого амура и толстолобика позволяют направлять фарши на гранулирование без дополнительных операций по улучшению органолептических характеристик. Для фаршей из карпа и щуки необходимо осуществлять операции по улучшению внешнего вида и консистенции. В результате исследований было выявлено оптимальное соотношение фаршей щука – карп 30:70, рекомендуемая операция промывки – «Лимонтар» с концентрацией 0,1 % к массе фарша, гидромодулем 1:3 и продолжительностью не более 15 мин. Данная операция улучшает цвет и консистенцию комбинированного фарша из карпа и щуки, но отмечаются потери белка, минеральных веществ и липидов. Накопление органических кислот при данной операции не происходит.

Исследование продолжительности хранения промытых фаршей из прудовой рыбы показало, что оптимальный срок хранения не должен превышать 6 мес. при температуре (−18 ± 0,5) °С.

Внесение пребиотика лактулозы в сухом виде в дозе не более 10 % не превышает рекомендованную дозу потребления, не ухудшает органолептические и технологические показатели полуфабриката из фарша.

В результате исследований по гранулированию рыбного фарша были установлены теплофизические параметры образцов фаршей: влажность – 72 %; удельная теплоемкость – 3 652 Дж/(кг·К); температуропроводность – $3{,}11 \cdot 10^{-7}$ м²/с; коэффициент теплопроводности – 1,07 Вт/(м·К). Процент связанной влаги для фаршей без лактулозы составил 31 %, а с лактулозой – 35 %.

4. В результате моделирования рецептур кулинарных изделий на основе гранулированного комбинированного фарша с лакутолозой были разработаны фирменные блюда – рыбные каштаны, трубочки, шарики и рулет, дана оценка их потребительских свойств и безопасности. Показано, что данные композиции обладают сбалансированностью аминокислотного и жирнокислотного состава. Все контролируемые параметры экологической безопасности находятся в пределах, допустимых ТР ЕАС 040/2016.

5. В результате расчета экономических показателей, срок окупаемости предлагаемой технологии составил 3 года, рентабельность – 10 %. Внедрение описанной технологии позволит рационально использовать прудовое сырье, выращиваемое в Астраханской области.

6. На основании результатов разработан пакет нормативно-технической документации (ТТК, ТУ, ТИ) на фарш полуфабрикат из прудовой рыбы и кулинарные изделия функциональной направленности из него. Проведена апробация разработанных технологий и рецептур.

Публикации по теме диссертации

Публикации в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ

1. **Ярцева, Н. В.** Влияние промывочного раствора на органолептические свойства пищевого рыбного фарша / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 151–155.

2. **Ярцева, Н. В.** Остаточное содержание тяжелых металлов в зависимости от технологических режимов промывки рыбного фарша / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – № 1. – С. 70–74.

3. **Ярцева, Н. В.** Изучение органолептических и технологических свойств котлет из рыбных фарша с добавлением лактулозы / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 125–129.

4. **Ярцева, Н. В.** Изучение возможности улучшения качества рыбного фарша путем промывания органическими кислотами / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 158–165.

5. **Ярцева, Н. В.** Сравнительная характеристика промытых пищевых рыбных фаршей из прудовой рыбы / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 3 (14). – С. 41–50.

6. **Ярцева, Н. В.** Разработка рецептур комбинированных кулинарных изделий на основе промытого рыбного фарша с помощью компьютерной программы Generic2.0 / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4 (31). – С. 99–108.

7. Алексанян, И. Ю. Моделирование кинетики тепломассопереноса в процессе вакуумного замораживания рыбного фаршевого сырья / И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х. Нугманов, **Н. В. Ярцева** [и др.]. – DOI 10.17586/2310-1164-2020-10-2-11-21 // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2020. – № 2 (44). – С. 11–21.

8. Алексанян, И. Ю. Определение теплофизических характеристик и вязкостных свойств фаршевого сырья из прудового карпа / И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х.Нугманов, **Н. В. Ярцева**, Ю. С. Феклунова. – DOI 10.21443/1560-9278-2020-23-3-237-249 // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2020. – Т. 23, № 3. – С. 237–249.

9. **Ярцева, Н. В.** Влияние промывки на качество и продолжительность хранения фаршей из прудовой рыбы / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова, Н. Д. Айсунгуров // Известия КГТУ. – 2020. – № 58. – С. 116–130.

10. **Ярцева, Н. В.** Пребиотик «Лактулоза Премиум» как перспективная функциональная добавка в рыбный фарш / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова, И. Ю. Алексанян, А. Х-Х. Нугманов. – DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-3-3 // Индустрия питания|FoodIndustry. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 25–34.

Прочие публикации

11. **Ярцева, Н. В.** Разработка технологии функциональных продуктов питания из прудовых гидробионтов / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Управление торговлей: теория, практика, инновации : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию кафедр товароведения, товарного консалтинга и аудита, коммерции и технологии торговли (12–13 ноября 2009 г.). – Москва : Дашков и К°, 2009. – – С.394–397.

12. **Ярцева, Н. В.** Органолептические характеристики пищевых рыбных фаршей с добавлением лактулозы / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Наука в современном мире : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 1 апреля 2010 г.). – Москва : Спутник+, 2010. – С. 208–214.

13. **Ярцева, Н. В.** Органолептические и технологические свойства котлет из рыбных фаршей с добавлением лактулозы / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 65–69.

14. **Ярцева, Н. В.** Особенности технологии кулинарной продукции пребиотической направленности из промытого рыбного фарша / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Теория и практика актуальных исследований : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 23 октября 2012 г.) : в 2 т. – Краснодар : Априори, 2012. – Т. 2. – С. 168–175.

15. Долганова, Н. В. Разработка рецептурных композиций на основе промытого рыбного фарша с помощью компьютерного моделирования рецептур / Н. В. Долганова, **Н. В. Ярцева** // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Челябинск, 7 декабря 2012 г.). – Челябинск : ЮУрГУ, 2013. – Т. 2. – С. 63–68.

16. **Ярцева, Н. В.** Разработка рецептурных композиций на основе промытого рыбного фарша с помощью компьютерного моделирования ре-

цептур / Н. В. Ярцева, Н. В. Долганова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности товаров : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (25 декабря 2012 г.). – Ярославль–Москва : Канцлер, 2013. – С. 160–164.

17. **Ярцева, Н. В.** Хранимоспособность промытых фаршей из прудовых рыб / Н. В. Ярцева, М. Е. Цибизова // Наука и практика – 2017 : материалы Всерос. междисциплин. науч. конф. (Астрахань, 16–20 октября 2017 г.). – Астрахань : АГТУ, 2017. – С. 139–140.

18. Цибизова, М. Е. Совершенствование технологии рыбных паштетов / М. Е. Цибизова, **Н. В. Ярцева** // Наука и практика – 2017 : материалы Всерос. междисциплин. науч. конф. (Астрахань, 16–20 октября 2017 г.). – Астрахань : АГТУ, 2017. – С. 138–139.

19. Nugmanov, A. H. H. Determination of the cryoscopic temperature of a functional minced fish product and the amount of moisture frozen in it when it is frozen / A. H. H. Nugmanov, N. V. Dolganova, **N. V. Yartseva**. – DOI 10.37493/2307-910X.2020.3.12// Современная наука и инновации. – 2020. – № 3 (31). – P. 94–104.

20. **Ярцева, Н. В.** Кулинарные блюда из рыбного прудового сырья функциональной направленности для предприятий общественного питания / Н. В. Ярцева // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. XII Междунар. научно-практ. конф. (Пенза, 5 июня 2020 г.) : в 3 ч. – Пенза : Наука и просвещение, 2020. – Ч. 3. – С. 126–130.

Свидетельства и патенты

21. Патент № 2473223 Российская Федерация, МПК A22C 25/20, A23L 1/325. Способ получения пищевого рыбного фарша: № 2011124395/13 : заявл. 16.06.2011 : опубл. 27.01.2013 / **Н. В. Ярцева**, Н. В. Долганова.

Подписано в печать 29.04.2022.
Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать плоская.
Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета в подразделении оперативной полиграфии
Уральского государственного экономического университета
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45